

**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: Электродвижение и электроснабжение наземных транспортных средств

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Тяговые подстанции**

**Москва
2024**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

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

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-273aedd

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. ПК-7 Способен создавать и анализировать модели для прогнозирования свойств основных элементов электрического транспорта

ИД-2 Выполняет анализ компьютерных моделей устройств электрической тяги

2. 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

3. 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

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

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

\$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-7	ИД-2 _{ПК-7} Выполняет анализ компьютерных моделей устройств электрической тяги	Знать: основы устройства и принцип работы оборудования подстанций	КМ 2. (Контрольная работа)
ПК2	ИД-1 _{ПК2} Демонстрирует знание основных способов производства электроэнергии, структуры электроэнергетических систем	Знать: -структурные схемы электроснабжения электрического транспорта;	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. (Контрольная работа)
ПК2	ИД-3 _{ПК2} Демонстрирует знание областей	Знать: -особенности работы	КМ 3. (Контрольная работа) км5 (Реферат)

	применения и основных характеристик электроприводов различных типов, применяет эти знания при решении профессиональных задач	транспортных систем; Уметь: учитывать необходимость обеспечения 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. (Тестирование) 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. (Тестирование) КМ4. (Решение задач)

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. (Тестирование) 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. (Контрольная работа) 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. (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. (Тестирование) 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. (Контрольная работа) 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. (Контрольная работа) 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:

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

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: ответ полный

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: ответ полный, есть неточности

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: ответ неполный, но верный

Оценка: 2

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:

Знать: основы устройства и принцип работы оборудования подстанций	1.Выбор оборудования для тяговых подстанций.
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.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

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Выполнено более 90% задания

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Выполнено 80% задания

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Выполнено 70% задания

Оценка: 2

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:

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

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Выполнено более 90% задания

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Выполнено 80% задания

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Выполнено 70% задания

Оценка: 2

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:

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

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

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

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

Оценка: 2

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:

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

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

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

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

Оценка: 2

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-2ПК-7 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:

Уном.=10 кВ;

Ikзmin=10кА;

Ikзmax=12кА;

Lкаб.=0,6км

СБ-3х120-10,0

худ=0,081ом/км

гуд =0,153 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:

Sн= 4866кВА

Задание:

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

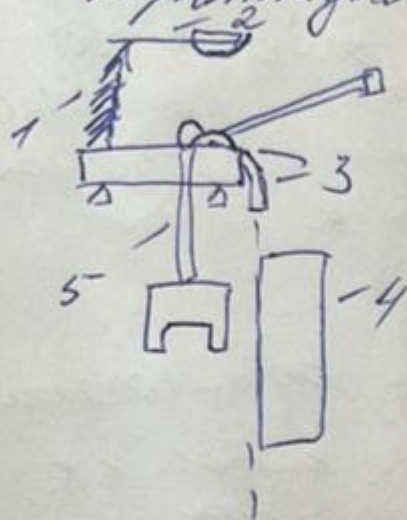
Материалы для проверки остаточных знаний

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.

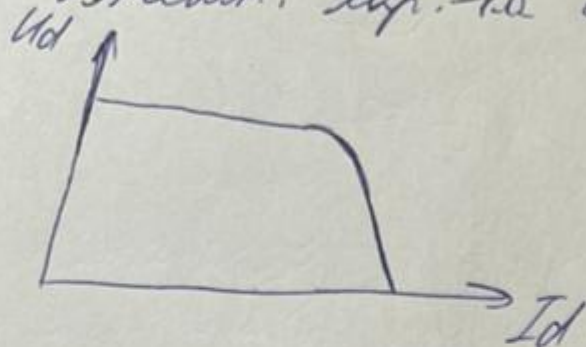


- 1 - указатель положения
- 2 - шток
- 3 - тем. механизма привода
- 4 - привод
- 5 - заземлитель

Классификация кабелей:

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

2) Энергетические хар.-ки преобр. аппар.
 Современное преобр. с дуговой тр.
 применение многопульс. схем в качестве
 Внешн. хар.-ка выпрям. аппарата]



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

Кривая гармоник, содержащиеся в
 тока 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.

2. 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, $I_n = 2000 \text{ А}$
 - Номинальное напряжение выпрямителя, $U_n = 600 \text{ В}$
 - Номинальная мощность на выходе ПС, $P_{\text{СУ}} = 1200 \text{ кВт}$
 - Температура окр. среды, $T_a = [40]^\circ \text{С}$
- 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.

3. 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:
 $U_{\text{ном.}} = 10 \text{ кВ};$
 $I_{\text{кзmin}} = 10 \text{ кА};$
 $I_{\text{кзmax}} = 12 \text{ кА};$
 $L_{\text{каб.}} = 0,6 \text{ км}$
 СБ-3х120-10,0
 $r_{\text{уд}} = 0,081 \text{ ом/км}$
 $r_{\text{уд}} = 0,153 \text{ ом/км}$
 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 максимальнотокowej 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.

4. 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.

5. 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.

6. 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

$x_{уд}=0,081$ 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:

$S_{н}=864$ 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. 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.

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 ТЭЦ11:

$U_{ном.}=10$ кВ;

$I_{кзmin}=10$ кА;

$I_{кзmax}=12$ кА;

$L_{каб.}=0,6$ 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 максимальнотокowej 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.

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, $I_n = 3150$ А

Номинальное напряжение выпрямителя, $U_n = 600$ В

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

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

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, $I_n=2000$ 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. 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 ТЭЦ11:
 $U_{ном.}=10$ кВ;
 $I_{кз}=10$ кА;
 $L_{каб.}=0,6$ км
СБ-3х120-10,0
 $\rho_{уд}=0,081$ ом/км
 $\rho_{уд}=0,153$ 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: $S_n=4866$ 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

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

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

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

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

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Согласно БАРС