

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Маланичева Наталья Николаевна
Должность: директор филиала
Дата подписания: 29.03.2023 19:51:37
Уникальный программный ключ:
94732c3d955a820495dccc5155d5c575883fedd18

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Самарский государственный университет путей сообщения
(СамГУПС)

Филиал СамГУПС в г. Нижнем Новгороде

РАССМОТРЕНА
на заседании Ученого совета филиала
СамГУПС в г. Нижнем Новгороде
протокол от 28 июня 2022 г. № 1

УТВЕРЖДАЮ:
Директор филиала
И.Н. Маланичева
05 июля 2022 г.



Тяговые трансформаторные подстанции

рабочая программа дисциплины

Специальность 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов

Специализация: Электроснабжение железных дорог

Форма обучения: очная

Нижний Новгород 2022

Программу составил: Герман Л.А.

Рабочая программа разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по специальности 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов, специализация «Электроснабжение железных дорог» утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «27» марта 2018 г. № 217.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры «Техника и технологии железнодорожного транспорта»

Протокол от «18» июня 2022 г. № 11

Зав. кафедрой, канд. техн. наук, доц.


ПОДПИСЬ

С.М. Корсаков

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

1.1. Цели и задачи дисциплины

Целью освоения учебной дисциплины «Тяговые трансформаторные подстанции» является формирование у обучающихся компетенций в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом и приобретение ими:

- знаний о принципах построения схем главных электрических соединений и конструкции тяговых подстанций; методов расчета симметричных и несимметричных токов короткого замыкания; режимов работы подстанций; теории работы и принципы построения электрических аппаратов;

- умений применять расчеты и условия по выбору и проверке электрических высоковольтных аппаратов, токоведущих частей, изоляторов, применять современные технические решения при проектировании реконструкции и строительства новых подстанций; выполнять расчеты и схемы заземляющих устройств тяговых подстанций; применять основные положения современной нормативно-технической документации по тяговым подстанциям;

- навыков организации технического обслуживания и ремонта оборудования тяговых и трансформаторных подстанций; проектирования реконструкции и строительства новых подстанций.

1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)

Индикаторы	Планируемые результаты освоения дисциплины
ПК-2. Способен выполнять работы по техническому обслуживанию и ремонту оборудования тяговых трансформаторных подстанций, линейных устройств системы тягового электроснабжения	
ПК-2.1. Производит выбор и проверку оборудования тяговых и трансформаторных подстанций, линейных устройств систем электроснабжения, читает и составляет однолинейные схемы на стадиях проектирования и эксплуатации	Знать: - принципы построения схем главных электрических соединений тяговых подстанций; - основы теории работы электрических аппаратов; - методы расчета заземляющих устройств тяговых подстанций
	Уметь: - производить расчет систем электроснабжения, расчет токов короткого замыкания в электрических сетях и энергосистемах, выбирать параметры силового электрооборудования подстанций; - производить расчеты устройств заземления; - производить расчет характеристик и показателей силовых преобразователей
	Владеть: - методами расчета и выбора устройств тягового электроснабжения; - способами усиления устройств электроснабжения, повышения качества электрической энергии; - методами расчета и средствами защиты от токов короткого замыкания
ПК-8. Способен выполнять проекты устройств электрификации и электроснабжения и разрабатывать к ним техническую документацию	
ПК-8.2. Выполняет	Знать:

расчеты, выбор и проверку оборудования, составляет схемы объектов при проектировании систем электроснабжения	- инструкции по безопасности тяговых подстанций, пунктов электропитания и секционирования; - инструкции по техническому обслуживанию оборудования тяговых подстанций, пунктов электропитания; - правила по ремонту оборудования тяговых подстанций, пунктов электропитания
	Уметь: - применять инструкции по безопасности тяговых подстанций, пунктов электропитания и секционирования; - применять инструкции по техническому обслуживанию оборудования тяговых подстанций, пунктов электропитания; - применять инструкции по ремонту оборудования тяговых подстанций, пунктов электропитания
	Владеть: - методами безопасности при эксплуатации тяговых подстанций, пунктов электропитания и секционирования; - способами обслуживания оборудования тяговых подстанций, пунктов электропитания; - способами по ремонту оборудования тяговых подстанций, пунктов электропитания

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Учебная дисциплина «Тяговые трансформаторные подстанции» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» и является обязательной для изучения.

Код дисциплины	Наименование дисциплины	Коды формируемых компетенций, индикаторов
Осваиваемая дисциплина		
Б.1.В.06	Тяговые трансформаторные подстанции	ПК-2 (ПК-2.1) ПК-8 (ПК-8.2)
Предшествующие дисциплины		
Б2.В.02(П)	Производственная практика (технологическая практика)	ПК-2 (ПК-2.1)
Дисциплины осваиваемые параллельно		
Б1.В.05	Контактные сети и линии электропередачи	ПК-8 (ПК-8.2)
Б1.В.08	Электроснабжение железных дорог	ПК-8 (ПК-8.2)
Последующие дисциплины		
Б3.01(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы	ПК-2 (ПК-2.1) ПК-8 (ПК-8.2)

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделяемых на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

3.1. Распределение объема учебной дисциплины на контактную работу с преподавателем и самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной работы	Всего часов по учебному плану	Курсы (семестр)	
		3(6)	4(7)
Общая трудоемкость дисциплины:			
- часов	360	108	252
- зачетных единиц	10	3	7
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего), часов	120	48,25	68,85

из нее: аудиторные занятия, всего	117,1	48,25	68,85
в т.ч. лекции	48	16	32
практические занятия	32	16	16
лабораторные работы	32	16	16
КА	2,75	0,25	2,5
КЭ	2,35	-	2,35
Самостоятельная подготовка к экзаменам в период экзаменационной сессии (контроль)	33,4	8,75	24,65
Самостоятельная работа (всего), часов	209,5	51	158,5
в т.ч. на выполнение:	-	-	-
контрольной работы	-	-	-
расчетно-графической работы	-	-	-
реферата	-	-	-
РГР	-	-	-
курсового проекта	72	-	72
Виды промежуточного контроля	Эк, За	За	Эк
Текущий контроль (вид, количество)	КП		КП

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Темы и краткое содержание курса

Тема 1. Общие сведения о тяговых подстанциях

Назначение и классификация тяговых подстанций. Схемы присоединений тяговых подстанций к сетям электрических систем. Структурные схемы тяговых подстанций постоянного тока, переменного тока системы электрической тяги 25 кВ и 2х25 кВ. Обзор информационного обеспечения и современной нормативно-технических документации по тяговым подстанциям. Характеристика переходных процессов, протекающих в энергосистемах. Исходное состояние энергосистемы при оценке её статической устойчивости, угловые характеристики активной и реактивной мощности. Способы обеспечения устойчивой работы энергосистем при заданных показателях качества электроэнергии. Устойчивость сложной энергосистемы при текучести параметров режима. Практические методы определения устойчивости при пусках асинхронных двигателей. Определение параметров режима и параметров системы. Характеристики нагрузки, используемые при расчёте статической устойчивости.

Тема 2. Схемотехника тяговых подстанций

Электрическая аппаратура тяговых подстанций и её назначение. Схемы главных электрических соединений распределительных устройств высокого напряжения (ОРУ 110 кВ) опорных, транзитных и отпаечных тяговых подстанций. Схемы главных электрических соединений распределительных устройств для питания нетяговых потребителей (РУ-10 кВ, ОРУ-35 кВ). Схемы главных электрических соединений распределительных устройств тягового электроснабжения постоянного и переменного тока (РУ-3,3 кВ; ОРУ-27,5 кВ; ОРУ-2х27,5 кВ).

Однолинейные схемы главных электрических соединений тяговых подстанций постоянного и переменного тока. Современные блочно-модульные

подстанции. Перспективные тяговые подстанции повышенного напряжения постоянного (6, 12 кВ) и переменного (94 кВ) тока повышенного напряжения.

Тема 3. Короткие замыкания и расчет токов к.з.

Причины возникновения и последствия к.з. в системах электроснабжения. Цель расчета токов к.з. Виды к.з. Режимы работы электрических сетей напряжением выше 1000 В. Векторные диаграммы различных видов к.з.

Процесс к.з. при питании места к.з. от системы неограниченной мощности. Аналитическое выражение для тока к.з. Ударный ток и его расчет. Оценка влияния начальной фазы напряжения и величины тока нагрузки на процесс к.з. Процесс к.з. при питании места к.з. от системы ограниченной мощности.

Методы расчета токов к.з. Определение сопротивлений цепи к.з. в именованных и относительных единицах. Порядок расчета токов к.з. Расчет токов несимметричных к.з. методом симметричных составляющих и упрощенным способом.

Процесс к.з. и расчет тока к.з. на стороне выпрямленного напряжения тяговых подстанций постоянного тока. Расчет токов к.з. в установках напряжением до 1000 В.

Динамическое действие токов к.з. Электродинамическая стойкость аппаратов и токоведущих частей. Термическое действие токов к.з. Термическая стойкость токоведущих частей и аппаратуры. Тепловой импульс тока к.з. и его расчет.

Тема 4. Выбор и проверка токоведущих частей и аппаратуры

Гибкие и жесткие токоведущие части, их выбор и проверка. Разъединители, отделители, короткозамыкатели, их выбор и проверка. Высоковольтные выключатели переменного тока, их выбор и проверка. Высоковольтные выключатели постоянного тока, их выбор и проверка. Измерительные трансформаторы тока и напряжения, их выбор и проверка. Изоляторы, их выбор и проверка. Кабели, их выбор и проверка.

Тема 5. Основы теории электрических аппаратов

Электрическая дуга и её гашение в цепях постоянного тока. Энергия, выделяемая в дуге выключателя при отключении. Особенности отключения выключателем тяговой нагрузки. Электрическая дуга и её гашение в цепях переменного тока высоковольтными выключателями. Электрические контакты. Типы контактов. Износ контактов электрических аппаратов.

Тема 6. Устройства тяговых подстанций

Собственные нужды тяговых подстанций. Выбор мощности трансформаторов собственных нужд. Схемы питания установок собственных нужд тяговых подстанций.

Аккумуляторные батареи и их выбор. Зарядные и подзарядные устройства. Источники бесперебойного питания (ИБП). Установки поперечной и продольной емкостной компенсации. Устройства для регулирования уровня напряжения на тяговых подстанциях постоянного и переменного тока. Выпрямительные и инверторные агрегаты тяговых подстанций. Сглаживающие и разрядные устройства тяговых подстанций постоянного тока.

Устройство постов секционирования и пунктов параллельного соединения на участках постоянного и переменного тока. Пункты повышения напряжения 6 кВ для участков постоянного тока. Вторичные цепи тяговых подстанций. Дистанционное управление коммутационными аппаратами. Контрольно-измерительные приборы тяговых подстанций. Учет расхода электрической энергии. Рабочее и защитное заземление. Заземляющие устройства тяговых подстанций постоянного и переменного тока. Расчет заземляющих устройств. Защита оборудования тяговых подстанций от перенапряжений.

Производство оперативных переключений и подготовка рабочих мест на тяговых подстанциях. Основы технической эксплуатации тяговых подстанций. Техника безопасности при эксплуатации тяговых подстанций.

4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам

Разделы и темы	Всего часов по учебному плану	Виды учебных занятий			
		Контактная работа (Аудиторная работа)			СР
		ЛК	ЛР	ПЗ	
3 курс					
6 семестр					
Раздел 1. Общие сведения о тяговых подстанциях	46	8	8		30
Раздел 2. Схемотехника тяговых подстанций	53	8	8	16	21
КА	0,25				
КЭ					
Контроль	8,75				
Всего за 3 курс	108	16	16	16	51
4 курс					
7 семестр					
Раздел 3. Короткие замыкания и расчет токов к.з.	54	8	6		40
Раздел 4. Выбор и проверка токоведущих частей и аппаратуры	48	8			40
Раздел 5. Основы теории электрических аппаратов	48	8			40
Раздел 6. Устройства тяговых подстанций	72,5	8	10	16	38,5
КА	2,5				
КЭ	2,35				
Контроль	24,65				
Итого	252	32	16	16	158,5

4.3. Тематика практических занятий

Тема практического занятия	Количество часов
3 курс	
6 семестр	
Расчет токов короткого замыкания на стороне выпрямленного напряжения тяговой подстанции постоянного тока	16
Всего	16
4 курс	
7 семестр	
Схемные решения РУ и ОРУ тяговых подстанций	16
Всего	32

4.4. Тематика лабораторных работ

Тема практического занятия	Количество часов
3 курс	

6 семестр	
Исследование быстродействующего выключателя тяговой подстанции постоянного тока	8
Исследование масляного выключателя тяговой подстанции	8
Всего	16
4 курс	
7 семестр	
Исследование КЗ тяговой сети переменного тока	6
Исследование установки поперечной емкостной компенсации	10
Всего	16

4.5. Тематика курсового проекта

4 курс: Тема: «Проект тяговой подстанции постоянного тока»

4.6. Тематика контрольной работы

Контрольная работа учебным планом не предусмотрена

5. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

5.1. Распределение часов по темам и видам самостоятельной работы

Разделы и темы	Всего часов по учебному плану	Вид самостоятельной работы
3 курс		
6 семестр		
Раздел 1. Общие сведения о тяговых подстанциях	30	Самостоятельное изучение отдельных тем учебной литературы. Выполнение курсового проекта. Подготовка к промежуточной аттестации и текущему контролю знаний.
Раздел 2. Схемотехника тяговых подстанций	21	Самостоятельное изучение отдельных тем учебной литературы. Выполнение курсового проекта. Подготовка к промежуточной аттестации и текущему контролю знаний.
Всего за 3 курс	51	
4 курс		
7 семестр		
Раздел 3. Короткие замыкания и расчет токов к.з.	40	Самостоятельное изучение отдельных тем учебной литературы. Выполнение курсового проекта. Подготовка к промежуточной аттестации и текущему контролю знаний.
Раздел 4. Выбор и проверка токоведущих частей и аппаратуры	40	Самостоятельное изучение отдельных тем учебной литературы. Выполнение курсового проекта. Подготовка к промежуточной аттестации и текущему контролю знаний.
Раздел 5. Основы теории электрических аппаратов	40	Самостоятельное изучение отдельных тем учебной литературы. Выполнение курсового проекта. Подготовка к промежуточной аттестации и текущему контролю знаний.
Раздел 6. Устройства тяговых подстанций	38,5	Самостоятельное изучение отдельных тем учебной литературы. Выполнение курсового проекта. Подготовка к промежуточной аттестации и текущему контролю знаний.
Всего за 4 курс	158,5	

5.2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы студентов с указанием места их нахождения:

- учебная литература – библиотека филиала
- методические рекомендации по выполнению курсовой работы – фонд оценочных средств;
- методические рекомендации по самостоятельной работе – сайт филиала.

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Вид оценочных средств	Количество
Текущий контроль	
Контрольная работа	-
Курсовой проект	1
Промежуточный контроль	
Зачет	1
Экзамен	1

Фонд оценочных средств представлен в приложении к рабочей программе

7. Перечень основной и дополнительной литературы

7.1. Основная литература				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
ЛП.1	Марикин А.Н.	Новые технологии в сооружении и реконструкции тяговых подстанций учебное пособие	Москва : УМЦ ЖДТ, 2008. - 220 с. - Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/59884	Электронный ресурс
7.2. Дополнительная литература				
ЛД.1	Марикин А.Н.	Новые технологии в сооружении и реконструкции тяговых подстанций	Москва : ГОУ УМЦ по образованию на ж.д. транспорте.- 2008.- 220 с.	30
ЛД.2	Под ред Файбисовича Д.Л.	Справочник по проектированию электрических сетей	Москва : НЦ ЭНАС-2006	44

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. Официальный сайт филиала
2. Поисковая система «Яндекс» для доступа к тематическим информационным ресурсам.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

1. Лекционные занятия составляют основу теоретического обучения, включают в себя систематизированные основы знаний по дисциплине, концентрируют внимание обучающихся на наиболее сложных и узловых вопросах. Студентам рекомендуется конспектировать предлагаемый материал, для этого на занятиях необходимо иметь письменные принадлежности.

2. Практические занятия являются дополнением лекционных курсов и самостоятельной работы обучающихся, а также средством проверки усвоения ими знаний, даваемых на лекции и в процессе изучения рекомендуемой литературы.

Практические занятия включают решение задач разного уровня, как в ручную, так и с помощью графического редактора MS Excel и программы компьютерной математики MathCA. При подготовке к практическим занятиям по дисциплине необходимо ознакомиться с лекционным материалом на соответствующую тему.

3. Лабораторные работы предполагают работы в специализированной лаборатории.

4. Самостоятельная работа студентов по изучению дисциплины является основным видом учебных занятий. Умение самостоятельно работать необходимо для успешного овладения курсом. В рамках самостоятельной работы студент должен выполнить курсовую работу. Вариант курсовой работы выбирается в соответствии с последней цифрой шифра зачетной книжки студента. Выполнение и защита курсовой работы являются непременным условием для допуска к экзамену. Во время выполнения курсовой работы можно получить групповые или индивидуальные консультации у преподавателя.

5. Подготовка к экзамену предполагает:

- изучение рекомендуемой литературы;
- изучение конспектов лекций;
- выполнение и защита курсовой работы.

10. Перечень информационных технологий, программного обеспечения и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Программное обеспечение для проведения лекций, демонстрации презентаций: Microsoft Office 2003 и выше.

Программное обеспечение для проведения лабораторных занятий:

- графический редактор Excel;
- программы компьютерной математики MathCAD.

Профессиональные базы данных, используемые для изучения дисциплины (свободный доступ)

1. Mathcad - обучающий ресурс -

<http://www.exponenta.ru/soft/Mathcad/learn/learn.asp>

2. Портал интеллектуального центра – научной библиотеки им. Е.И. Овсянкина

https://library.narfu.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=500&Itemid=569&lang=ru

3. Отраслевой электротехнический портал. Адрес ресурса:

<https://marketelectro.ru>

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

11.1. Требования к аудиториям (помещениям, кабинетам) для проведения занятий с указанием соответствующего оснащения занятий с указанием соответствующего оснащения

Учебная аудитория для проведения учебных занятий, предусмотренных программой специалитета (проведение занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ),

групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации) - аудитория № 405. Специализированная мебель: столы ученические - 18 шт., стулья ученические - 36 шт., доска настенная (меловая) - 1 шт., стол преподавателя - 1 шт., стул преподавателя - 1 шт. Технические средства обучения: переносной экран, переносной проектор, ноутбук. Учебно-наглядные пособия - комплект презентаций, плакатов.

11.2. Перечень лабораторного оборудования

Учебная аудитория для проведения учебных занятий, предусмотренных программой специалитета (проведение занятий семинарского типа) - Лаборатория «Тяговые подстанции», аудитория № 518. Специализированная мебель: столы ученические - 8 шт., стулья ученические - 10 шт., доска настенная (меловая) - 1 шт., стол преподавателя - 1 шт., стул преподавателя - 1 шт. Лабораторное оборудование: селекционный изолятор ЦНИИ7МАУ (1 шт.); селекционный изолятор Крапивина (1 шт.); селекционный изолятор контактной сети (1 шт.); трехфазный вакуумный выключатель (1 шт.); масляный выключатель, быстродействующий выключатель ВАБ-28 (1 шт.); диагностическая камера быстродействующего выключателя ВАБ-28 (1 шт.); быстродействующий выключатель ВАБ-43 (1 шт.); блок защиты тяговой подстанции (1 шт.); лабораторная установка «Регулирование постоянного, переменного напряжения» (1 шт.); лабораторная установка «Изучение блуждающих токов» (1 шт.); лабораторная установка «Изучение секционной контактной сети» (1 шт.); лабораторная установка «Управление моторным приводом секционного разъединителя» (1 шт.); изоляторы контактной сети (2 шт.); лабораторный стенд «Изучение микропроцессорной техники» (1 шт.); лабораторная установка «Двигатели - генераторы» (2 шт.); набор двигателей-генераторов, блок клапанов преобразователей агрегата тяговой подстанции (1 шт.); шкаф контроля износа высоковольтных выключателей тяговой подстанции (1 шт.); распределительный шкаф (1 шт.); вольтамперфазометр ВАФ-85М (1 шт.); вольтметр В7-20 (2 шт.); вольтметр универсальный В7-21 (1 шт.); осциллограф С1-65 (1 шт.); осциллограф С1-68 (1 шт.); осциллограф С1-70 (1 шт.); осциллограф С1-49 (1 шт.); строботаксометр СТ-5 (1 шт.); тахометр ЦАТ-2М (1 шт.); устройство Нептун (1 шт.); частотомер ЧЗ - 33 (1 шт.); ампервольтметр Ц4311 (3 шт.); блок питания Б5-21 (1 шт.); ваттметр Д571 (1 шт.); вольтамперметр М2007 (1 шт.); выпрямитель ВСА-5К (1 шт.); генератор сигналов ГЗ-34 (1 шт.); измеритель Л2-54 (1 шт.); измеритель временных параметров Ф738 (1 шт.); ЛАТР 1 (1 шт.); мост Р577 (1 шт.); мультиметр М890D (1 шт.); мультиметр М890G (1 шт.); прибор К505 (1 шт.); прибор Ф291 (1 шт.); набор реостатов (1 шт.); стробоскоп СШ-2 (1 шт.); тахометр ТЦ-3М (1 шт.); указатель последовательности чередования фаз УПЧФ-1М (1 шт.); электропривод УМПЗ-ПУ1 (1 шт.); разъединитель РЛНД-35 (1 шт.). Учебно-наглядные пособия - комплект плакатов.

**ФОНД
ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

по учебной дисциплине

**ТЯГОВЫЕ ТРАНСФОРМАТОРНЫЕ
ПОДСТАНЦИИ**

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения учебной дисциплины

1.1. Перечень компетенций

ПК-2. Способен выполнять работы по техническому обслуживанию и ремонту оборудования тяговых трансформаторных подстанций, линейных устройств системы тягового электроснабжения.

Индикатор ПК-2.1. Производит выбор и проверку оборудования тяговых и трансформаторных подстанций, линейных устройств систем электроснабжения, читает и составляет однолинейные схемы на стадиях проектирования и эксплуатации.

ПК-8. Способен выполнять проекты устройств электрификации и электроснабжения и разрабатывать к ним техническую документацию.

Индикатор ПК-8.2. Выполняет расчеты, выбор и проверку оборудования, составляет схемы объектов при проектировании систем электроснабжения.

1.2. Этапы формирования компетенций в процессе освоения учебной дисциплины

Наименование этапа	Содержание этапа (виды учебной работы)	Коды формируемых на этапе компетенций, индикаторов
Этап 1. Формирование теоретической базы знаний	Лекции, самостоятельная работа студентов с теоретической базой, лабораторные работы, практические работы	ПК-2 (ПК-2.1) ПК-8 (ПК-8.2)
Этап 2. Формирование умений	Лабораторные работы, практические работы	ПК-2 (ПК-2.1) ПК-8 (ПК-8.2)
Этап 3. Формирование навыков практического использования знаний и умений	Выполнение курсового проекта	ПК-2 (ПК-2.1) ПК-8 (ПК-8.2)
Этап 4. Проверка усвоенного материала	Защита курсового проекта, зачет, экзамен	ПК-2 (ПК-2.1) ПК-8 (ПК-8.2)

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

2.1. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования

Этап формирования компетенции	Код компетенции, индикатор	Показатели оценивания компетенций	Критерии	Способы оценки
Этап 1. Формирование теоретической базы знаний	ПК-2 (ПК-2.1) ПК-8 (ПК-8.2)	- посещение лекционных занятий, лабораторных работ; - ведение конспекта лекций; - участие в обсуждении теоретических вопросов тем на каждой	- наличие конспекта лекций по всем темам, вынесенным на лекционное обсуждение; - активное участие студента в обсуждении	устный ответ

		лабораторной и практической работе	теоретических вопросов;	
Этап 2. Формирование умений (решение задачи по образцу)	ПК-2 (ПК-2.1) ПК-8 (ПК-8.2)	- выполнение лабораторных и практических работ	- успешное самостоятельное выполнение лабораторных и практических работ	отчет по лабораторным и практическим работам
Этап 3. Формирование навыков практического использования знаний и умений	ПК-2 (ПК-2.1) ПК-8 (ПК-8.2)	- наличие правильно выполненных курсовых проектов	- курсовой проект имеет положительную рецензию и допущен к защите	курсовой проект
Этап 4. Проверка усвоенного материала	ПК-2 (ПК-2.1) ПК-8 (ПК-8.2)	- защита курсового проекта - успешное прохождение тестирования - зачет, экзамен	- ответы на все вопросы по курсовому проекту; - ответы на вопросы к зачету и экзамену на дополнительные вопросы по билету (при необходимости)	устный ответ, решение задач

2.2. Критерии оценивания компетенций по уровню их сформированности

Код компетенции, индикатор	Уровни сформированности компетенций		
	базовый	средний	высокий
ПК-2 (ПК-2.1)	Знать: - принципы построения схем главных электрических соединений тяговых подстанций. Уметь: - производить расчет систем электроснабжения, расчет токов короткого замыкания в электрических сетях и энергосистемах, выбирать параметры силового электрооборудования подстанций. Владеть: - методами расчета и выбора устройств тягового электроснабжения	Знать: - основы теории работы электрических аппаратов. Уметь: -производить расчеты устройств заземления. Владеть: - способами усиления устройств электроснабжения, повышения качества электрической энергии	Знать: - методы расчета заземляющих устройств тяговых подстанций. Уметь: - производить расчет характеристик и показателей силовых преобразователей; - производить расчет характеристик и показателей силовых преобразователей. Владеть: - методами расчета и средствами защиты от токов короткого замыкания
ПК-8 (ПК-8.2)	Знать: - инструкции по безопасности тяговых подстанций, пунктов электропитания и	Знать: - инструкции по техническому обслуживанию оборудованию тяговых	Знать: - правила по ремонту оборудования тяговых подстанций, пунктов электропитания

	секционирования Уметь: - применять инструкции по безопасности тяговых подстанций, пунктов электропитания и секционирования Владеть: - методами безопасности при эксплуатации тяговых подстанций, пунктов электропитания и секционирования	подстанций и постов секционирования. Уметь: - применять инструкции по техническому обслуживанию оборудования тяговых подстанций, пунктов электропитания Владеть: - способами обслуживания оборудования тяговых подстанций, пунктов электропитания	Уметь: - применять инструкции по ремонту оборудования тяговых подстанций, пунктов электропитания Владеть: - способами по ремонту оборудования тяговых подстанций, пунктов электропитания
--	--	--	--

2.3. Шкалы оценивания формирования индикаторов достижения компетенций

а) Шкала оценивания экзамен:

Шкала оценивания	Критерии оценивания
оценка «отлично»	Все индикаторы достижений компетенции сформированы на высоком уровне и студент отвечает на все дополнительные вопросы. Теоретическое содержание дисциплины освоено полностью, без пробелов. Студент демонстрирует полное соответствие знаний, умений и навыков показателям и критериям оценивания индикаторов достижения компетенции на формируемом дисциплиной уровне. Опиерирует приобретенными знаниями, умениями и навыками, в том числе в ситуациях повышенной сложности. Отвечает на все вопросы билета без наводящих вопросов со стороны преподавателя. Не испытывает затруднений при ответе на дополнительные вопросы.
оценка «хорошо»	- Один индикатор достижения компетенции сформирован на высоком уровне, а другие индикаторы достижений компетенций сформированы на среднем уровне; - все индикаторы достижений компетенции сформированы на среднем уровне, но студент аргументированно отвечает на все дополнительные вопросы; - один индикатор достижений компетенции сформирован на среднем уровне, а другие на базовом уровне, но студент уверенно отвечает на все дополнительные вопросы. Теоретическое содержание дисциплины освоено полностью, без пробелов. Студент демонстрирует полное соответствие знаний, умений и навыков показателям и критериям оценивания индикаторов достижения компетенции на формируемом дисциплиной уровне. Опиерирует приобретенными знаниями, умениями и навыками; его ответ представляет грамотное изложение учебного материала по существу; отсутствуют существенные неточности в формулировании понятий; правильно применены теоретические положения, подтвержденные примерами. На два теоретических вопроса студент дал полные ответы, на третий - при наводящих вопросах преподавателя. При ответе на дополнительные вопросы допускает неточности.
оценка	- Все индикаторы достижений компетенции сформированы на

«удовлетворительно»	базовом уровне; - один индикатор достижения компетенции сформирован на базовом уровне, другие на среднем уровне, но студент затрудняется ответить на дополнительные вопросы. Теоретическое содержание дисциплины освоено частично, но проблемы не носят принципиального характера. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений и навыков показателям и критериям оценивания индикаторов достижения компетенции на формируемом дисциплиной уровне: допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний по ряду вопросов. Затрудняется отвечать на дополнительные вопросы.
оценка «неудовлетворительно»	Индикаторы достижений компетенций сформированы на уровне ниже базового и студент затрудняется ответить на дополнительные вопросы. Теоретическое содержание дисциплины освоено частично. Студент демонстрирует явную недостаточность или полное отсутствие знаний, умений и навыков на заданном уровне сформированности индикаторов достижения компетенции.

б) Шкала оценивания зачета

Шкала оценивания	Критерии оценивания
Зачет	Все индикаторы достижений компетенции сформированы на уровне не ниже базового и студент отвечает на дополнительные вопросы. Студент: - прочно усвоил предусмотренной программой материал; - правильно, аргументировано ответил на все вопросы; - показал глубокие систематизированные знания, владеет приемами рассуждения и сопоставляет материал из разных источников: теорию связывает с практикой, другими темами данного курса, других изучаемых предметов; - без ошибок выполнил практическое задание.
Незачет	Все индикаторы достижений компетенции сформированы на уровне ниже базового и студент затрудняется ответить на дополнительные вопросы. Выставляется студенту, который не справился с 50% вопросов и заданий билета, в ответах на другие вопросы допустил существенные ошибки. Не может ответить на дополнительные вопросы, предложенные преподавателем.

в) Шкала оценивания курсового проекта

Шкала оценивания	Критерии оценивания
оценка «отлично»	Студент демонстрирует полное соответствие знаний, умений и навыков показателям индикаторов достижений компетенции на формируемом дисциплиной уровне. Проект выполнен самостоятельно, не является плагиатом, соответствует всем предъявленным к ней требованиям. Тема раскрыта полностью, материал изложен логично. Проект включает все необходимые разделы, в нем оптимально сочетается теоретический и практический материал, глубоко исследованы проблемы и противоречия, сделаны обобщения и выводы. Недостатком может быть то, что автор не имеет собственных предложений по улучшению выбранной им проблемы, но ссылается на позиции других экономистов, с которыми совпадают его взгляды
оценка «хорошо»	Студент демонстрирует полное соответствие знаний, умений и навыков показателям индикаторов достижений компетенции на формируемом дисциплиной уровне. Проект написан самостоятельно, тема раскрыта, материал изложен логично. Однако имеется ряд

	недостатков (не более 10-15% от образцовой работы), например, недостаточно полно раскрыто содержание одной из глав (теоретической, описательной или проблемной). Недостатком может быть незначительные ошибки в оформлении, несколько непоследовательная подача материала, недостаточное количество иллюстративного материала или отсутствие данных за последние 2-3 года
оценка «удовлетворительно»	Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений и навыков показателям индикаторов достижения компетенции на формируемом дисциплиной уровне. Тема в целом раскрыта, хотя недостаточно полно, использовано не менее 15 первоисточников, проект содержит все необходимые элементы, написан относительно последовательно и логично. Недостатки: мало первоисточников или слабо раскрыта одна из глав, отсутствует новейший фактический материал, автору не продумать структуру работы. При этом работа может иметь только один серьезный недостаток, в целом же раскрывает суть изучаемого вопроса, содержит необходимые выводы.
оценка «неудовлетворительно»	Студент демонстрирует явную недостаточность или полное отсутствие знаний, умений и навыков на заданном уровне сформированности индикаторов достижения компетенции. Тема не раскрыта, проект имеет несколько серьезных недостатков: либо материал изложен бессистемно, либо ввиду не критического подхода студент допускает серьезные противоречия в изложении, либо проект содержит серьезные фактические или логические ошибки. Неудовлетворительным является проект, несоответствующий по объему, либо по структуре, а также когда использовано менее 10 первоисточников. Неудовлетворительно оценивается также проект, написанный самостоятельно.

3. Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций

Код компетенции, индикатора	Этапы формирования компетенции	Типовые задания (оценочные средства)
ПК-2 (ПК-2.1) ПК-8 (ПК-8.2)	Этап 1. Формирование теоретической базы знаний	- дискуссия
	Этап 2. Формирование умений (решение задачи по образцу)	- практические занятия
	Этап 3. Формирование навыков практического использования знаний и умений	- курсовой проект
	Этап 4. Проверка усвоенного материала	- экзамен, зачет

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков

Экзамен

Проводится в заданный срок, согласно графику учебного процесса. Экзамен проходит в форме собеседования по билетам, в которые включаются теоретические вопросы. При выставлении оценок учитывается уровень приобретенных компетенций студента. Аудиторное время, отведенное студенту, на подготовку – 30 мин.

Лабораторная работа

Проведение лабораторных работ позволяет студентам углубить и закрепить теоретические знания, развития навыков самостоятельного экспериментирования. Включает подготовку необходимых для опыта (эксперимента) приборов, оборудования, составление схемы-плана опыта, его проведение и описание.

Дискуссия

При проведении дискуссии студентам для обсуждения предлагаются вопросы по темам, отведённых на практические занятия и лабораторные работы (согласно рабочей программе учебной дисциплины). При ответе на вопросы студентам необходимо определить особенности в развитии геодезии в настоящее время в области строительства и эксплуатации железнодорожной инфраструктуры и железнодорожного пути.

Практические занятия

Практические занятия - метод репродуктивного обучения, обеспечивающий связь теории и практики, содействующий выработке у студентов умений и навыков применения знаний, полученных на лекции и в ходе самостоятельной работы.

При проведении практических занятий студентам предлагаются вопросы для обсуждения по темам, отведенным на практическое занятие (согласно рабочей программе учебной дисциплины):

Курсовой проект

Это внеаудиторный вид самостоятельной работы студентов. После проверки курсовой проект возвращается студентам для подготовки ее защите.

Защита курсового проекта проводится на экзаменационной сессии и является основанием для допуска студента к зачету. При защите курсового проекта студенты должны ответить на теоретические вопросы по его тематике.

Зачет

Зачет проводится в заданный срок, согласно графику учебного процесса. Зачет проходит в форме собеседования по билетам, в которые включаются теоретические вопросы. При выставлении зачета учитывается уровень приобретенных компетенций студента. Аудиторное время, отведенное студенту, на подготовку – 30 мин.

ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ

Вопросы для проверки уровня обученности «ЗНАТЬ»

1. Системы заземления электроустановок
2. Источники питания и пункты приема электрической энергии
3. Основные сведения о схемах электроснабжения
4. Радиальная схема
5. Магистральная схема
6. Структурные схемы
7. Выбор напряжения питающих и распределительных сетей
8. Рекомендации по выбору напряжения питающих сетей промышленных предприятий
9. Рекомендации по выбору напряжений распределительных сетей высокого напряжения
10. Рекомендации по выбору напряжения в электрических сетях до 1 кВ
11. Рекомендации по выбору напряжения осветительных сетей
12. Схемы внешнего электроснабжения
13. Глубокие вводы 35 – 220 кВ
14. Схемы распределения электроэнергии в сетях 10(6) кВ
15. Схемы питания распределительных пунктов 10(6) кВ
16. Схемы питания трансформаторных подстанций и электроприемников напряжением 10кВ.
17. Схемы питания различных групп потребителей (нелинейных, резкопеременных, несимметричных...)
18. Схемы силовых и осветительных сетей
19. Схемы силовых сетей
20. Схемы сетей электрического освещения

Вопросы для проверки уровня обученности «УМЕТЬ»

21. Питающая и распределительная сети освещения
22. Подстанции систем электроснабжения
23. Классификация подстанций
24. Структурные схемы трансформаторных подстанций
25. Распределительные устройства напряжением 6 – 220 кВ
26. Основные элементы распределительных устройств
27. Комплектные распределительные устройства напряжением 6 – 35 кВ
28. Комплектные распределительные устройства стационарного исполнения внутренней
29. Комплектные распределительные устройства серии КРУ/TEL
30. Комплектные распределительные устройства выкатного исполнения внутренней уста
31. Распределительные устройства 6 – 20 кВ компании Schneider Electric
32. Распределительные ячейки напряжением 6 – 24 кВ серии SM6
33. Конструкция ячейки серии SM6
34. Электрооборудование, применяемое в ячейках серии SM6
35. Комплектные распределительные устройства с элегазовой изоляцией

напряжением 1

36. Схемы распределительных устройств напряжением 6 – 220 кВ со сборными шинами
37. Распределительные подстанции и распределительные устройства напряжением 10(6)
38. Трансформаторные подстанции напряжением 10(6) кВ
39. Комплектные трансформаторные подстанции напряжением 10(6) кВ

Вопросы для проверки уровня обученности «ВЛАДЕТЬ»

40. Комплектные трансформаторные подстанции 10(6) кВ промышленного типа
41. Комплектные трансформаторные подстанции 10(6) кВ городского типа
42. Комплектные трансформаторные подстанции 10(6) кВ в бетонной оболочке
43. Комплектные трансформаторные подстанции модульного типа напряжением 10(6)/0,4
44. Комплектные трансформаторные подстанции 10(6) кВ наружного типа
45. Комплектные трансформаторные подстанции 10(6) кВ типа «киоск», универсальные,
46. Ограничители перенапряжений нелинейные
47. Установки поперечной емкостной компенсации
48. Установки продольной емкостной компенсации
49. Регулируемые установки. СГРМ
50. РПН трансформатора
51. Симметрирующие устройства.
52. Зачем устанавливают реакторы на тяговых подстанциях
53. Сглаживающие устройства на тяговых подстанциях постоянного тока. Фильтр-устройства.
54. Разрядные устройства
55. Заземляющие устройства тяговых подстанций
56. Посты секционирования и пункты параллельного соединения.
57. Тяговые трансформаторы систем 25 и 2х25кВ
58. Фазировка тяговых подстанций систем 25 и 2х25кВ
59. Регулируемые трансформаторы с подмагничиванием на тяговых подстанциях постоянного тока.
60. Вынужденные режимы тяговых подстанций

ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ

1. Основные сведения о схемах электроснабжения
2. Радиальная схема
3. Магистральная схема
4. Структурные схемы
5. Схемы внешнего электроснабжения
6. Глубокие вводы 35 – 220 кВ
7. Схемы распределения электроэнергии в сетях 10(6) кВ
8. Схемы питания распределительных пунктов 10(6) кВ
9. Схемы питания трансформаторных подстанций и электроприемников напряжением 10кВ.
10. Схемы питания различных групп потребителей (нелинейных,

резкопеременных, несимметричных...)

11. Комплектные распределительные устройства напряжением 6 – 35 кВ
12. Комплектные распределительные устройства стационарного исполнения внутренней
13. Комплектные распределительные устройства серии КРУ/TEL
14. Комплектные распределительные устройства выкатного исполнения внутренней уста
15. Распределительные устройства 6 – 20 кВ компании Schneider Electric
16. Распределительные ячейки напряжением 6 – 24 кВ серии SM6
17. Фильтрокомпенсирующие установки
18. Установки продольной емкостной компенсации
19. Сглаживающие устройства Подстанций постоянного тока.
20. Симметрирующие устройства
21. Вольтодобавочные устройства.
22. Коммутационная аппаратура тяговых подстанций переменного и постоянного

Оценочные средства

ПК-2. Способен выполнять работы по техническому обслуживанию и ремонту оборудования тяговых трансформаторных подстанций, линейных устройств системы тягового электроснабжения.

ПК-8. Способен выполнять проекты устройств электрификации и электроснабжения и разрабатывать к ним техническую документацию.

Тестовые задания

ЭТАП 1

1. В шкале средних номинальных напряжений высоковольтных электроустановок имеется значение:

- а) 127 кВ;
- б) 250 кВ;
- в) 230 кВ;
- г) 210 кВ

2. Метод эквивалентных ЭДС используется для расчета:

- а) удаленных КЗ;
- б) близких КЗ;
- в) любых КЗ;
- г) нормального режима

3. Амплитудное значение тока нормального режима отличается от действующего:

- а) в $\sqrt{3}$;
- б) в $\sqrt{2}$;
- в) в 3 раза;
- г) в 2 раза

4. Трансформатор тока используется:

- а) для выполнения защитного заземления;
- б) для подключения амперметров, вольтметров и счетчиков;
- в) для подключения амперметров и счетчиков;
- г) для отключения присоединений

5. Ударный ток используется:

- а) для определения тока нормального режима;
- б) для выбора электрических аппаратов;
- в) для проверки электрических аппаратов;
- г) для определения доаварийного напряжение

6. Трансформатор напряжения может иметь класс точности:

- а) любой;
- б) один из следующих: 0,1; 0,2; 0,3; 1; 5;
- в) один из следующих: 0,2; 0,5; 1; 3;
- г) один из следующих: 1; 2,5; 5; 10

7. Выбор трансформатора напряжения осуществляется:

- а) по рабочему току и напряжению электроустановки;
- б) по напряжению электроустановки, классу точности и конструкции;
- в) по количеству приборов, которые можно подключить к нему;
- г) по номинальному току электроустановки

8. Трансформатор тока выбирают:

- а) по рабочему току, напряжению, классу точности и конструкции;
- б) по числу вторичных обмоток;
- в) по способу изоляции обмоток от электроустановок;
- г) по мощности КЗ

9. Термическое действия тока КЗ зависит:

- а) от времени протекания тока КЗ и его величины;
- б) от напряжения электроустановки;
- в) от рабочего тока;
- г) от мощности подключенных приборов

10. Первичная обмотка трансформатора тока рассчитана на напряжение:

- а) одно из значений шкалы номинальных напряжений электроустройства;
- б) любое;
- в) 100 В;
- г) 220 В

11. Метод типовых кривых позволяет получать:

- а) изменение рабочего тока во времени;
- б) изменение полного тока КЗ во времени;
- в) изменение периодической составляющей тока КЗ во времени;
- г) изменение аperiodической составляющей тока КЗ во времени

12. Линейное и фазное напряжение различаются:

- а) в $\sqrt{2}$;
- б) в $\sqrt{3}$;
- в) в 3;
- г) в 2 раза

13. Шины закрытого распределительного устройства выбирают в виде:

- а) жесткой конструкции;
- б) гибкого провода;
- в) может быть и гибкой и жесткой;
- г) комбинированной конструкции

14. Шины РУ-27,5; 110; 220 кВ крепятся:

- а) на подвесных изоляторах;
- б) на опорных изоляторах;
- в) на специальных металлоконструкциях без изоляторов;
- г) на проходных изоляторах

15. РУ-220 кВ тяговой подстанции выполняют в виде:

- а) ОРУ;
- б) ЗРУ;
- в) комбинированно;
- г) совмещают со зданием тяговой подстанции

16. Ударный коэффициент может быть определен:

- а) экспертно, исходя из расположения точки КЗ;
- б) исходя из аварийного напряжения места КЗ;
- в) исходя из мощности нагрузки;
- г) исходя из мощности КЗ

17. Опорой называется подстанция, получающая питание:

- а) по двум и более линиям напряжением 110 или 220 кВ;
- б) по трем и более линиям напряжением 110 или 220 кВ;
- в) по трем и более линиям напряжением 35 или 110 кВ;
- г) не менее чем по четырем линиям напряжением 110 или 220 кВ

18. По двухцепной ВЛ-220 кВ между двумя опорными могут быть включены:

- а) не более 3 промежуточных подстанций;
- б) всегда 3 промежуточных подстанций;
- в) не более 5 промежуточных подстанций;
- г) всегда 5 промежуточных подстанций

19. Разъединитель – это коммутационный аппарат, предназначенный:

- а) для отключения токов нормального режима;
- б) для отключения токов КЗ;
- в) для отключения токов нормального и аварийного режимов;
- г) для создания видимого разрыва в цепи

20. Вторичная обмотка трансформатора напряжения работает в режиме:

- а) близком к режиму КЗ;
- б) близком к режиму холостого хода;
- в) близком к режиму 100% загрузки;
- г) перегрузки

21. Электрическое оборудование на подстанции может находиться в состоянии:

- а) работы, резерва, холостого хода, КЗ;
- б) работы, резерва, КЗ, отключенном;
- в) работы, резерва, автоматического резерва, ремонта, под напряжением;
- г) работы, ремонта, резерва, отключенном

22. В распределительных устройствах 6-220 кВ переменного тока сборные шины при горизонтальном их расположении должны располагаться:

- а) одна под другой, сверху вниз С – В – А;
- б) одна под другой, сверху вниз В – С – А;
- в) одна под другой, сверху вниз А – С – В;
- г) одна под другой, сверху вниз А – В – С

23. В отношении обеспечения надежности - электроснабжения электроприемники первой категории:

- а) не допускают перерыва в электроснабжении;
- б) допускают перерыв в электроснабжении до двух часов;
- в) допускают перерыв в электроснабжении на время включения резерва дежурным персоналом;
- г) допускают перерыв в электроснабжении на время автоматического включения резервного источника

24. Параллельное сложение трех сопротивлений X_1 , X_2 , X_3 выполняется по уравнению:

а) $X_4 = X_1 + X_2 + X_3$;

б) $X_4 = \frac{X_1 + X_2 + X_3}{X_1 \cdot X_2 \cdot X_3}$;

в) $X_4 = \frac{X_1 + X_2 + X_3}{X_1 \cdot X_2 + X_2 \cdot X_3 + X_1 \cdot X_3}$;

г) $X_4 = \frac{X_1 \cdot X_2 \cdot X_3}{X_1 \cdot X_2 + X_2 \cdot X_3 + X_1 \cdot X_3}$

25. Пересчет (приведение) ЭДС любого источника к основной ступени с помощью действительных коэффициентов трансформации в общем виде выполняется по уравнению:

а) $\overset{0}{E}_i = E_i \cdot K_1 \cdot \dots \cdot K_n$

б) $\overset{0}{E}_i = E_i \cdot K_1^2 \cdot \dots \cdot K_n^2$

$$\text{в) } \overset{0}{E}_i = E_i \cdot \frac{1}{K_1} \cdot \dots \cdot \frac{1}{K_n}$$

$$\text{г) } \overset{0}{E}_i = E_i \cdot \frac{1}{K_1^2} \cdot \dots \cdot \frac{1}{K_n^2}$$

26. Максимальный рабочий ток через перемычку отпаечной подстанции зависит:

- а) только от мощности тягового трансформатора;
- б) от мощности тягового трансформатора и мощности транзита через подстанцию;
- в) от мощности тяговых подстанций, расположенных между данной и ближайшей опорой;
- г) от количества фидеров контактной сети, питаемой от данной подстанции;

27. Проверка проходных изоляторов на электродинамическое действие токов КЗ:

- а) не производится;
- б) производится по величине пробивного напряжения;
- в) производится по величине ударного тока КЗ;
- г) производится по величине максимального рабочего тока;

28. Стойкость жестких шин к электродинамическому действию токов КЗ с увеличением расстояния между ними:

- а) не меняется;
- б) уменьшается;
- в) увеличивается;
- г) теряется

29. Тепловой импульс может вычисляться по упрощенному уравнению при выполнении условия:

- а) $t_{\text{откл}} \geq 3 T_{\text{э}}$;
- б) $t_{\text{откл}} \leq 0,05 \text{ с}$;
- в) $t_{\text{откл}} \geq 1 \text{ с}$;
- г) $t_{\text{откл}} \leq t_{\text{рз}}$

30. По одноцепной ВЛ между двумя опорными подстанциями может быть включено:

- а) не более трех отпаечных;
- б) не более трех отпаечных при напряжении 110 кВ и не более пяти при напряжении 220 кВ;
- в) ни одной отпаечной;
- г) не более пяти отпаечных

ЭТАП 2

1. Точный метод расчета токов КЗ отличается от приближенного тем, что:

- а) точный выполняется с помощью действительных коэффициентов трансформации, а приближенный – средних номинальных напряжений;

б) точный выполняется в именованных единицах, а приближенный – в относительных;

в) при точном расчет выполняется до четвертого знака, а при приближенном округлять до целых чисел;

г) точный выполняется с использованием вычислительной техники, а приближенный – ручными методами расчета

2. Схема замещения двухобмоточного трансформатора имеет вид:

а) двух последовательных сопротивлений;

б) одного сопротивления;

в) трех сопротивлений по схеме «звезда»;

г) двух параллельных сопротивлений

3. Короткое замыкание (КЗ) считается удаленным:

а) если не происходит изменение частоты тока во времени;

б) если за время КЗ не меняется направление тока КЗ;

в) если амплитуды тока КЗ в начальный и в любой другой момент КЗ одинаковы;

г) если оно расположено на расстоянии не менее 10 км от источника электроэнергии

4. Ударный ток – это:

а) ток нормального режима;

б) действующее значение периодической составляющей тока КЗ;

в) амплитудное значение полного тока КЗ;

г) амплитудное значение периодической составляющей тока КЗ

5. Номинальный ток вторичной обмотки трансформатора тока может быть:

а) любым;

б) равен одному из следующих значений: 1; 3; 5; 10 А;

в) равен одному из следующих значений: 1; 2,5; 5; 10 А;

г) 100 или 220 В

6. Тепловой импульс используется:

а) для определения наиболее нагретой точки электрического аппарата;

б) для проверки электрических аппаратов на термическую стойкость к токам КЗ;

в) для проверки электрических аппаратов на класс точности;

г) для проверки электрических аппаратов на электродинамическое действие токов КЗ

7. Номинальное напряжение вторичной обмотки трансформатора напряжения:

а) 100 или $\frac{100}{\sqrt{3}}$ В;

б) 10 или $10 \cdot \sqrt{3}$ В;

в) любое значение;

г) 27,5 кВ

8. Трансформатор тока может иметь класс точности:

- а) одно из значений: 0,2; 0,5; 1; 3; 10;
- б) одно из значений: 0,1; 0,3; 5; 10; 25;
- в) любое значение;
- г) одно из значений: 1; 2,5; 5; 10

9. Разъединитель – это:

- а) коммутационный аппарат, используемый для отключения рабочих токов и токов КЗ;
- б) коммутационный аппарат, используемый для отключения рабочих токов;
- в) коммутационный аппарат, используемый для создания видимого разрыва и изоляции части электроустановки от смежных частей, находящихся под напряжением;
- г) коммутационный аппарат, используемый для отключения токов КЗ

10. Разъединители выбираются:

- а) по номинальному напряжению, максимальному рабочему току и конструкции;
- б) по номинальному напряжению и классу точности;
- в) по числу рабочих ножей;
- г) по напряжению пробоя;

11. Разъединители проверяют:

- а) на класс точности;
- б) по номинальному напряжению;
- в) на термическое и электродинамическое действие токов КЗ;
- г) по отключающей способности

12. Полный ток КЗ состоит:

- а) из периодической и апериодической составляющих тока КЗ;
- б) из периодической составляющей тока КЗ;
- в) из рабочего тока и периодической составляющей тока КЗ;
- г) из амплитудного и действующего значения тока КЗ

13. Метод типовых кривых используется для расчета:

- а) близких КЗ;
- б) удаленных КЗ;
- в) нормального режима;
- г) напряжения в момент КЗ

14. На электродинамическую стойкость к токам КЗ не проверяют:

- а) шины открытых распределительных устройств;
- б) шины закрытых распределительных устройств;
- в) разъединители;
- г) трансформаторы тока

15. Распределительное устройство 10 кВ выполняются в виде:

- а) открытого РУ;
- б) закрытого РУ;

- в) в любом виде;
- г) комплектной трансформаторной подстанции

16. Электродинамическая стойкость шинных конструкций проверяется:

- а) по рабочему току;
- б) по апериодической составляющей тока КЗ;
- в) по ударному току;
- г) по максимальному рабочему напряжению

17. Транзитной называется подстанция:

- а) включенная в расщепку одной линии электропередачи внешней системы электроснабжения;
- б) включенная в расщепку двух линий внешней системы электроснабжения;
- в) подключенная отпайками к двум линиям внешней системы электроснабжения;
- г) тяговой подстанции, питающаяся от опорной или узловой районной подстанции двумя линиями электропередачи 110 и 220 кВ

18. Между двумя опорными подстанциями по одноцепной ВЛ может быть включено:

- а) не более 5 промежуточных;
- б) не менее 3 промежуточных;
- в) не более 3 промежуточных;
- г) не более 5 промежуточных при напряжении 220 кВ и не более 3 промежуточных при напряжении 110 кВ

19. РУ – 220 кВ тяговой подстанции:

- а) выполняют в виде ОРУ;
- б) выполняют в виде ЗРУ;
- в) располагают за территорией подстанции;
- г) такого распределительного устройства не делают

20. Опасным для вторичной обмотки трансформатора напряжения является:

- а) режим холостого хода;
- б) режим КЗ;
- в) режим при нагрузке, меньшей номинальной;
- г) режим при нагрузке, равной номинальной

21. Высоковольтный выключатель - это коммутационный аппарат, предназначенный для:

- а) отключения токов нормального режима;
- б) отклонение токов КЗ;
- в) отключения токов нормального режима и КЗ;
- г) создания видимого разрыва электрической цепи

22. Согласно ПУЭ шины переменного тока должны выполняться:

- а) фаза А – красным цветом, В – зеленым, С – желтым;
- б) фаза А – зеленым цветом, В – красным, С – желтым;

- в) фаза А – желтым цветом, В – зеленым, С – красным;
- г) фаза А – желтым цветом, В – красным, С – зеленым

23. В электрических системах могут иметь место режимы:

- а) аварийный, ненормальный, нормальный;
- б) КЗ, обрыв фазы, нормальный;
- в) перегрузки, номинальный, аварийный;
- г) несинхронной работы, КЗ, нормальный

24. Опасным для вторичной обмотки трансформаторов тока является режим:

- а) холостого хода;
- б) КЗ;
- в) номинальной нагрузки;
- г) нагрузки с очень малым омическим сопротивлением

25. Ток КЗ на шинах РУ ВН тяговой подстанции обычно имеет значение:

- а) до 115 кА;
- б) до 37 кА;
- в) до 10 кА;
- г) до 1 кА

26. Трехобмоточный трансформатор имеет схему замещения:

- а) одно сопротивление;
- б) три сопротивления, соединенные параллелью;
- в) три сопротивления, соединенные «треугольником»;
- г) три сопротивления, соединения «звездой»

27. При параллельном сложении сопротивлений X_1 и X_2 итоговое сопротивление определяется по формуле:

- а) $x_3 = \frac{x_1 \cdot x_2}{x_1 + x_2}$;
- б) $x_3 = x_1 + x_2$;
- в) $x_3 = \frac{x_1 + x_2}{x_1 \cdot x_2}$;
- г) $x_3 = \frac{x_1^2 + x_2^2}{x_1 \cdot x_2}$

28. Пересчет (приведение) любого сопротивления в общем виде к базисной ступени напряжения точным методом в общем виде выполняется по уравнению:

- а) $x_i^0 = x_i \cdot k_1 \cdot \dots \cdot k_n$
- б) $x_i^0 = x_i \cdot k_1^2 \cdot \dots \cdot k_n^2$
- в) $x_i^0 = x_i \cdot \frac{1}{k_1} \cdot \dots \cdot \frac{1}{k_n}$
- г) $x_i^0 = x_i \cdot \frac{1}{k_1^2} \cdot \dots \cdot \frac{1}{k_n^2}$

29. Максимальный рабочий ток ввода ВН тягового трансформатора транзитной подстанции зависит:

- а) от мощности тягового трансформатора;
- б) от количества фидеров контактной сети;
- в) от количества фидеров районной нагрузки;
- г) от мощности тягового трансформатора и мощности транзита

30. Проверка подвесных изоляторов на электродинамическое действие токов КЗ:

- а) производится по напряжению пробоя;
- б) не производится;
- в) производится по ударному току КЗ;
- г) производится по максимальному рабочему току

Вопросы для подготовки к тестовым заданиям:

Системы заземления электроустановок

Источники питания и пункты приема электрической энергии

Основные сведения о схемах электроснабжения

Радиальная схема

Магистральная схема

Структурные схемы

Выбор напряжения питающих и распределительных сетей

Рекомендации по выбору напряжения питающих сетей промышленных предприятий

Рекомендации по выбору напряжений распределительных сетей высокого напряжения

Рекомендации по выбору напряжения в электрических сетях до 1 кВ

Рекомендации по выбору напряжения осветительных сетей

Схемы внешнего электроснабжения

Глубокие вводы 35 – 220 кВ

Схемы распределения электроэнергии в сетях 10(6) кВ

Схемы питания распределительных пунктов 10(6) кВ

Схемы питания трансформаторных подстанций и электроприемников напряжением 10кВ.

Схемы питания различных групп потребителей (нелинейных, резкопеременных, несимметричных...)

Схемы силовых и осветительных сетей

Схемы силовых сетей

Схемы сетей электрического освещения

Питающая и распределительная сети освещения

Подстанции систем электроснабжения

Классификация подстанций

Структурные схемы трансформаторных подстанций

Распределительные устройства напряжением 6 – 220 кВ

Основные элементы распределительных устройств

Комплектные распределительные устройства напряжением 6 – 35 кВ

Комплектные распределительные устройства стационарного исполнения внутренней

Комплектные распределительные устройства серии КРУ/TEL
Комплектные распределительные устройства выкатного исполнения внутренней уста
Распределительные устройства 6 – 20 кВ компании Schneider Electric
Распределительные ячейки напряжением 6 – 24 кВ серии SM6
Конструкция ячейки серии SM6
Электрооборудование, применяемое в ячейках серии SM6
Комплектные распределительные устройства с элегазовой изоляцией напряжением 1
Схемы распределительных устройств напряжением 6 – 220 кВ со сборными шинами
Распределительные подстанции и распределительные устройства напряжением 10(6)
Трансформаторные подстанции напряжением 10(6) кВ
Комплектные трансформаторные подстанции напряжением 10(6) кВ
Комплектные трансформаторные подстанции 10(6) кВ промышленного типа
Комплектные трансформаторные подстанции 10(6) кВ городского типа
Комплектные трансформаторные подстанции 10(6) кВ в бетонной оболочке
Комплектные трансформаторные подстанции модульного типа напряжением 10(6)/0,4
Комплектные трансформаторные подстанции 10(6) кВ наружного типа
Комплектные трансформаторные подстанции 10(6) кВ типа «киоск», универсальные,
Ограничители перенапряжений нелинейные
Установки поперечной емкостной компенсации
Установки продольной емкостной компенсации
Регулируемые установки. СГРМ
РПН трансформатора
Симметрирующие устройства.
Зачем устанавливают реакторы на тяговых подстанциях
Сглаживающие устройства на тяговых подстанциях постоянного тока. Фильтр-устройства.
Разрядные устройства
Заземляющие устройства тяговых подстанций
Посты секционирования и пункты параллельного соединения.
Тяговые трансформаторы систем 25 и 2х25кВ
Фазировка тяговых подстанций систем 25 и 2х25кВ
Регулируемые трансформаторы с подмагничиванием на тяговых подстанциях постоянного тока.
Вынужденные режимы тяговых подстанций