

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Техника и электрофизика высоких напряжений

Уровень образования: магистратура

Форма обучения: очная

**Методические указания по подготовке и оформлению
курсового проекта**

Блок	Блок 1. Перенапряжение и координация изоляции
Трудоемкость в зачетных единицах	2 семестр – 7
Часов (всего) по учебному плану	252

Москва 2021

Утверждено на заседании кафедры Техники и электрофизики высоких напряжений, протокол № 11 от 15.12.2021.

Составители: доц. каф. ТЭВН, к.э.н. Лебедева Н.А., Коломиец Е.В.

Содержание

1. ЦЕЛЬ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА	4
2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ	4
2.1. Печатные и электронные издания:	4
2.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:	4
2.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:	4
3. ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ	5
4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПОДГОТОВКЕ И ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА	5
4. 1. Общие требования	5
4.2 Правила оформления курсового проекта	6
4.2.1 Структура курсового проекта	6
4.2.2 Основные правила оформления курсового проекта	6
4.2.2.1 Оформление текста	6
4.2.2.2 Оформление заголовков глав и разделов	7
4.2.2.3 Оформление формул	7
4.2.2.4 Оформление рисунков	7
4.2.2.5. Оформление таблиц	8
4.2.2.6 Оформление ссылок на литературу и другие источники информации	8
4.2.2 Рекомендации по оформлению презентаций	9
4.3 Порядок сдачи и защиты курсового проекта	11
4.4 Общие критерии оценки курсового проекта	12

1. ЦЕЛЬ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект – это одна из форм самостоятельной учебной (творческой и научно-исследовательской) работы студента. Выполнение курсового проекта представляет собой самостоятельное решение студентом частной задачи или проведение исследования по конкретной тематике, выполняемое под руководством преподавателя.

Целью выполнения курсового проекта по дисциплине «Перенапряжение и координация изоляции» является закрепление, углубление и обобщение знаний, полученных студентом за время теоретического и практического обучения, формирование навыков их практического применения, расширение объема профессионально значимых умений и навыков.

Содержание курсового проекта должно отвечать учебным задачам дисциплины.

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

2.1. Печатные и электронные издания:

1. Базуткин, В. В. Техника высоких напряжений: Изоляция и перенапряжения в электрических системах : Учебник для электроэнергетических специальностей вузов / В. В. Базуткин, В. П. Ларионов, Ю. С. Пинталь . – 3-е изд., перераб. и доп . – М. : Энергоатомиздат, 1986 . – 464 с.

2. Техника высоких напряжений: Учебник для электротехнических и электроэнергетических специальностей вузов / Л. Ф. Дмоховская, и др. ; Общ. ред. Д. В. Разевиг . – 2-е изд., перераб. и доп . – М. : Энергия, 1976 . – 488 с.

3. Долгинов, А. И. Техника высоких напряжений в электроэнергетике: Учебное пособие для втузов / А. И. Долгинов . – М. : Энергия, 1968 . – 464 с.

2.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office;
2. Windows;
3. MATLAB

2.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
5. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
6. Журналы издательства Oxford University Press - <https://academic.oup.com/journals/>
7. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
8. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>

9. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>

10. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>

3. ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ

Выполняется в форме самостоятельной работы. Тема для подготовки курсового проекта: «Применение и выбор ОПН для защиты от перенапряжений электрической сети 110/220/500кВ». Курсовой проект выполняется по вариантам.

4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПОДГОТОВКЕ И ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

4. 1. Общие требования

Курсовой проект по дисциплине «Перенапряжение и координация изоляции» должен быть выполнен в соответствии с требованиями к содержанию и оформлению (п. 4.2).

Общий объем курсового проекта (не включая приложения) - в пределах от 35 до 50 страниц. Печатать следует на одной стороне листе формата А4 (210 х 297 мм). Задание, введение, заключение и список используемой литературы включаются в общий объем курсового проекта.

К основному содержанию проекта относятся следующие разделы:

1. Расчет уровней грозовых перенапряжений на электрооборудовании при ударах молнии в ВЛ.
2. Расчет уровней коммутационных перенапряжений.
3. Расчет уровней квазистационарных перенапряжений.
4. Выбор параметров и места установки ОПН.
5. Выводы по работе

По окончании расчетной части и проверки ее руководителем, студент оформляет пояснительную записку и чертежи в соответствии с требованиями действующих стандартов (п.4.2.)

Критериями оценивания курсового проекта на его защите выступают:

- соответствие содержания проекта полученному заданию и требованиям к оформлению работы;
- освещение вопросов, имеющих основополагающее значение и тесную связь с дисциплиной;
- самостоятельность выполненной работы с использованием полученных теоретических знаний и практических навыков;
- обоснованность конкретных выводов, предложений и рекомендаций по их реализации;
- способность применять навыки анализа полученных результатов, их оценки и поиска путей разрешения возникающих проблем;
- грамотное изложение материала, соблюдение норм речи, чёткость и логичность построения ответов.

4.2 Правила оформления курсового проекта

При оформлении курсового проекта обучающему необходимо ориентироваться на следующие нормативные документы и локальные нормативные акты:

- ГОСТ Р 7.0.100–2018 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Общие требования и правила составления;
- ГОСТ 7.32–2017 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления;
- ГОСТ Р 7.0.4–2020 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Издания. Выходные сведения. Общие требования и правила оформления;
- ГОСТ Р 7.0.5–2008 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления;
- ГОСТ Р 7.0.11–2011 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Диссертация и автореферат диссертации;
- Положение о промежуточной аттестации обучающихся в ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» по программам бакалавриата, программам специалитета и магистратуры от 20.04.2021 г.

4.2.1 Структура курсового проекта

Курсовой проект должен включать в себя следующие составные части:

- **Титульный лист на бланке** (приложение 1). Тема работы не должна содержать аббревиатур.
- **Задание** (приложение 2). Имеет сквозную нумерацию со всей работой.
- **Оглавление**.
- **Введение**: на 1-2 страницах формулируется постановка решаемой в работе задачи, обосновывается ее актуальность.
- **Основная часть** (разделенная на главы). В них раскрывается основное содержание работы. Каждая глава заканчивается выводами, вытекающими из приведенного в ней материала. Главы состоят из разделов. Порядок нумерации глав и разделов описан в параграфе 1.2.3 настоящих правил. Размещение какой-либо информации (текста, рисунков, таблиц, формул) вне разделов глав не допускается.
- **Заключение**: кратко излагаются основные результаты, полученные в работе, и формулируются вытекающие из них выводы.
- **Список использованной литературы**.
- **Приложения**.

4.2.2 Основные правила оформления курсового проекта

4.2.2.1 Оформление текста

Курсовой проект печатается на принтере на листах белой писчей бумаги формата А4 (297х210 мм). Поля должны иметь следующие размеры: верхнее и левое – 25 мм, нижнее и правое – 15 мм. Текст печатается шрифтом Times New Roman, размер шрифта – 12, междустрочный интервал – полуторный. Красная строка в начале абзаца составляет 10 мм. Используемые в тексте аббревиатуры печатаются заглавными буквами. В приводимых в

тексте числах разделителем целой и дробной частей должна быть запятая. Текст абзацев выравнивается по ширине страницы.

Нумерация страниц записки сквозная: они нумеруются от первого (титulyного) до последнего листа (включая приложения). Номер страницы указывается в ее правом верхнем углу. На титульном листе номер не ставится.

4.2.2.2 Оформление заголовков глав и разделов

Каждая глава работы задание, оглавление, введение, заключение, список литературы и приложения начинаются с новой страницы. Их заголовки печатаются заглавными буквами и выравниваются по центру. Заголовки разделов глав печатаются строчными буквами и выравниваются по ширине. Заголовки глав и разделов отделяются от текста сверху и снизу пропуском одной пустой строки. Не допускается оставлять заголовок раздела в конце страницы, если за ним не помещается хотя бы 2 строки текста. В этом случае заголовок переносится на следующую страницу.

В конце любого заголовка точка не ставится.

Нумерация глав и разделов выполняется арабскими цифрами, которые отделяются от названия точками. Номер раздела состоит из числа, обозначающего номер главы, в состав которой он входит, и числа, обозначающего его порядковый номер в составе этой главы.

Разделителем этих чисел служит точка. Слова «Глава» и «Раздел» в заголовках не пишутся.

4.2.2.3 Оформление формул

В формулах следует использовать буквенные обозначения величин, предусмотренные стандартами. Используемые в формулах латинские буквы пишутся курсивом. Для цифр, букв русского и греческого алфавита применяется обычный (прямой) шрифт. Обычный шрифт необходимо использовать также для написания стандартных функций (\sin , \cos , \ln , \exp и так далее) и таких стандартных обозначений, как \min , \max и им подобные.

Нумерация формул является сквозной по всем главам работы, причем нумеруются только те формулы, на которые есть ссылки в тексте. Номер формулы указывается в круглых скобках справа в конце строки. Ссылка на нее в тексте оформляется аналогично.

Ниже, в качестве примера приведена, формула (1), а в следующем разделе на рис. 1 показан график описанной ею функции:

$$U(t) = e^{-0,5t} \cos(3t) \quad (1)$$

4.2.2.4 Оформление рисунков

Рисунки выполняются на принтере или от руки тушью или карандашом. Допускается вклеивание фотографий, осциллограмм, ксерокопий сложных схем или чертежей.

Нумерация рисунков является сквозной по всем главам записки. Нумерация обязательна для всех рисунков без исключения.

Рисунок выравнивается по центру страницы. Под ним обязательно делается подрисовочная подпись, включающая его номер, название и, если это необходимо, расшифровки использованных обозначений. Номер рисунка состоит из арабских цифр и предваряется словом «Рис.». После номера ставится точка, после которой следует название рисунка. Точка после названия не ставится. Необходимые пояснения к рисунку

располагаются под этой подписью. Ссылка на рисунок в тексте состоит из слова «рис.» и его номера.

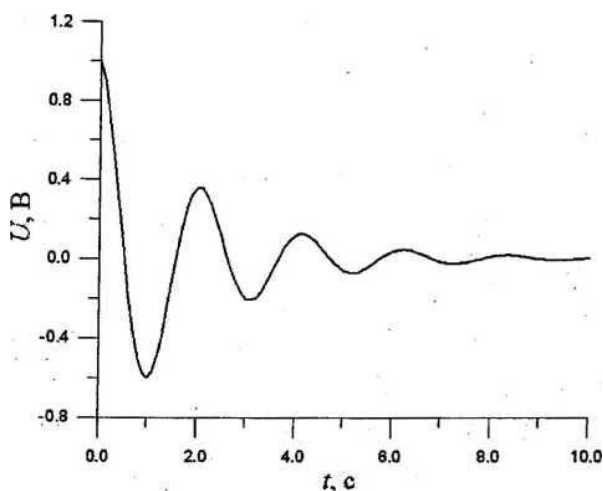


Рис. 1. Пример оформления рисунка

Крупные рисунки, занимающие более половины страницы, размещаются на отдельных страницах. Мелкие рисунки могут размещаться между абзацами текста. В этом случае они отделяются от текста сверху и снизу пропуском одной пустой строки.

В качестве примера на рис. 1. показан график функции заданной формулой (1).

4.2.2.5. Оформление таблиц

Нумерация таблиц является сквозной по всем главам работы. Все таблицы должны иметь номер и название. Номер таблицы выравнивается по правому краю страницы, он состоит из арабских цифр и предваряется словом «Таблица», которое отделяется от цифр пробелом. Название таблицы пишется на следующей строке. Точка после названия не ставится. Ссылка на таблицу в тексте состоит из слова «табл.» и ее номера. В таблице необходимо указывать размерности содержащихся в ней величин.

Крупные таблицы, занимающие более половины страницы, размещаются на отдельных страницах работы. Мелкие могут размещаться между абзацами текста. В этом случае они отделяются от текста сверху и снизу пропуском одной пустой строки.

В качестве примера в табл. 1. приведены значения первых пяти локальных максимумов функции $U(t)$, заданной формулой (1). График этой функции показан на рис. 1.

Таблица 1

Пример оформления таблицы

Номер максимума кривой $U(t)$	1	2	3	4	5
$U, В$	1,0000	0,3558	0,1248	0,0438	0,0154

4.2.2.6 Оформление ссылок на литературу и другие источники информации

Ссылка на какой-либо источник информации выполняется в виде его номера в библиографическом списке, приведенном в конце работы, заключенного в квадратные

скобки. Например [1]. Для организации ссылок по некоторым разделам текста необходимо указывать порядковый номер литературного источника и страницу, например [25, с. 8].

Источники в библиографическом списке располагаются **в алфавитном порядке**: сначала располагаются русскоязычные издания (от А до Я по фамилии первого автора), далее в алфавитном порядке располагаются все иностранные издания.

В списке приводятся следующие сведения:

О книге – фамилии и инициалы авторов, полное название книги, название издательства, год издания, объем в страницах.

О журнальной статье – фамилии и инициалы авторов, полное название статьи, название журнала, номер и год выпуска, номера страниц, на которых она напечатана.

Ниже приведены примеры описания изданий в библиографическом списке. Здесь [1] – книга, имеющая более 3 авторов, [2] – книга, имеющая не более 3 авторов, [3] – статья в журнале, [4; 5] – сайт в Интернет.

1. Физико-математические основы техники и электрофизики высоких напряжений. Учебное пособие для вузов / В.В. Базуткин, К.П. Кадомская, Е.С. Колечицкий и др. Под ред. К.П. Кадомской. — М.: Энергоатомиздат, 1995. — 416 с.

2. Белогловский А.А., Пашинин И.В. Методы расчета электрических полей в примерах

и задачах: учебное пособие. — М.: Издательский дом МЭИ, 2007. — 84 с.

3. Верещагин И.П., Белогловский А.А. Физико-математическое моделирование импульсной стримерной короны в воздухе // Электричество. № 2. 2005. С. 18—30.

4. Официальный сайт ВГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://tvn-moscow.ru/> (дата обращения: 20.10.2019).

4.2.2 Рекомендации по оформлению презентаций

Электронная презентация – электронный документ, представляющий собой набор слайдов, предназначенных для демонстрации результатов проделанной работы. Целью презентации является визуальное представление замысла автора, актуальности тематики работы, её содержания и сделанных по её результатам выводов. Это представление должно быть максимально удобным для восприятия.

Схема презентации

- титульный слайд;
- цели и задачи работы;
- основная часть: краткое изложение использованных методов и полученных результатов;
- выводы;

Требования к оформлению слайдов:

Титульный слайд

Презентация начинается со слайда, содержащего:

- название работы (доклада) в строгом соответствии с ее формулировкой на титульном листе выпускной работы;
- Фамилию, Имя, Отчество автора;
- номер учебной группы;
- учёную степень, должность, Фамилию И.О. научного руководителя и консультантов (если они есть);

Эти элементы обычно выделяются более крупным шрифтом, чем основной текст презентации. Используется монотонный фон или фон в виде мягкого градиента с соблюдением читаемости элементов текста.

Общие требования

Формат слайдов презентации 4:3.

Средний расчет времени, необходимого на презентацию: магистры – до 12 минут.

Дизайн презентации должен быть простым и лаконичным. Без необходимости не следует использовать в качестве фона слайдов рисунки или фотографии. Оформление слайда не должно отвлекать внимание слушателей от его содержательной части. Необходимо учитывать сочетаемость фона и текста по цвету.

Каждый слайд должен иметь заголовок.

Все слайды презентации следует оформлять в едином стиле, используя одинаковый фон, шрифты и их цвета, а также, по возможности, размеры и оформление шрифтов в заголовках и основном тексте слайдов.

Логика представления информации на слайдах презентации должна соответствовать логике ее изложения в докладе.

Информационных блоков¹ на слайде не должно быть слишком много. Как правило, их должно быть 3: заголовок слайда и, например, 2 изображения с поясняющими подписями или 2 блока тезисов доклада.

Завершать презентацию следует кратким резюме, содержащим ее основные положения, важные данные, прозвучавшие в докладе, выводы и т.д., а также благодарностью зрителям и слушателям (текст «Спасибо за внимание!»).

Оформление заголовков

Назначение заголовка – однозначное информирование аудитории о содержании слайда. В заголовке нужно отразить основную мысль слайда.

Все заголовки должны быть выполнены в едином стиле (цвет, шрифт, его размер и начертание).

Текст заголовков должен быть размером 30-36 пунктов (возможно, полужирный).

Точка в конце заголовков не ставится.

Выбор шрифтов

Для оформления презентации следует использовать стандартные, широко распространенные шрифты, такие как Arial, Tahoma, Verdana, Times New Roman.

Размер шрифта для информационного текста — 22-26 пунктов. Шрифт менее 20 пунктов плохо читается при проекции на экран. Чрезмерно крупный размер шрифта затрудняет беглое чтение текста.

При создании слайда необходимо помнить о том, что резкость изображения на большом экране обычно ниже, чем на мониторе. Прописные буквы воспринимаются хуже, чем строчные.

Полужирный шрифт, курсив и прописные буквы используйте только для выделения.

Стиль изложения

¹ Здесь и далее под информационным блоком понимается связанный общей идеей и местом расположения на слайде массив информации. Например, это может быть рисунок с заголовком и поясняющей его подписью.

На слайдах следует использовать минимум текста. Не следует размещать на одном слайде много текстовой информации. Учитывайте, что текстовая информация воспринимается зрителями презентации хуже, чем графическая.

Не дублируйте на слайде текст Вашего доклада, лучше поместите туда его важные тезисы, акцентируя на них внимание в процессе доклада. Показ презентации на экране – это вспомогательный инструмент для демонстрации его графической части.

Текст на слайдах и в информационных блоках рекомендуется форматировать по ширине.

На слайдах не следует использовать анимацию текста и графики без острой необходимости, обусловленной содержанием Вашей работы. Если же логика доклада требует применения анимации, то рекомендуется использовать самые простые её эффекты, например, медленного исчезновения или возникновения полосами, но и они должны применяться в меру. В случае использования анимации, целесообразно применять её целиком к информационным блокам и выводить их на слайд постепенно для более наглядной иллюстрации полученных Вами результатов. Использовать автоматическую смену слайдов и эффектов анимации нужно очень осторожно. При этом тщательно согласуйте время произнесения доклада и его частей с продолжительностью показа соответствующих слайдов и их информационных блоков.

Оформление графической информации, таблиц и формул

Иллюстрации (рисунки, фотографии, графики, диаграммы), таблицы и формулы призваны дополнить текстовую информацию или передать ее более наглядно. Нужно избегать в презентации рисунков, не несущих смысловой нагрузки, если они не являются частью стиля её оформления.

Иллюстрации и таблицы должны иметь заголовки. Иллюстрации необходимо также сопровождать поясняющим текстом, помогающим однозначно идентифицировать и правильно воспринять представленную на них информацию.

Если приводимые в презентации графики содержат более одной кривой, то они обязательно должны содержать легенду, позволяющую однозначно их идентифицировать. Не следует без крайней необходимости приводить на одном графике более 4-5 кривых, иначе их будет сложно идентифицировать.

На графиках для однозначной цветовой идентификации кривых следует использовать яркие, чётко различимые и отличные друг от друга цвета. Учитывайте, что на проекционном экране качество изображения, скорее всего будет существенно уступать картинке на мониторе.

На одном слайде не следует приводить больше 2 графиков или других изображений. Предел – это 4 изображения. При большем их количестве изображения будет сложно разобрать.

Иллюстрации, таблицы, формулы, позаимствованные из работ, не принадлежащих автору, должны иметь ссылки на публикацию-первоисточник. Используя формулы желательно не отображать всю цепочку решения, а оставить общую форму записи и результат. На слайды выносятся только самые важные формулы, величины, значения.

4.3 Порядок сдачи и защиты курсового проекта

Защита курсового проекта является формой промежуточной аттестации по дисциплине.

Завершённый курсовой проект, оформленный в соответствии с требованиями, подписывается студентом на титульном листе и сдаётся преподавателю для проверки. Прошедшая проверку работа, в случае наличия недостатков, не допускается до защиты до их устранения. Прошедшая проверку работа, соответствующая требованиям к содержанию и оформлению, допускается к защите.

Защита курсового проекта проводится не позднее одного рабочего дня до дня консультации к экзамену по данной дисциплине. Защита курсового проекта предполагает ответы на вопросы комиссии.

4.4 Общие критерии оценки курсового проекта

Методика оценки защиты курсового проекта:

- курсовой проект считается защищенным на оценку «Отлично», если студент полностью проработал все разделы и выполнил все пункты задания курсового проекта, показал при ответах на вопросы, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для проведения практических расчетов и решения задач;

- курсовой проект считается защищенным на оценку «Хорошо», если студент в проработал все разделы курсового проекта и показал при ответах на вопросы, что владеет материалом изученной дисциплины, и может применять свои знания для проведения практических расчетов и решения задач, но при этом допускает не принципиальные ошибки;

- курсовой проект считается защищенным на оценку «Удовлетворительно», если в процессе защиты выявились существенные и даже грубые ошибки, допущенные при выполнении задания, но студент показал при ответах на вопросы, что в основном владеет материалом изученной дисциплины и смог объяснить и наметить пути исправления допущенных ошибок

- курсовой проект считается защищенным на оценку «Неудовлетворительно», если в процессе защиты выявились существенные и даже грубые ошибки, допущенные при выполнении задания, при этом студент показал при ответах на вопросы экзаменаторов, что не владеет материалом изученной дисциплины, не может применять свои знания для проведения практических расчетов и не смог объяснить и наметить пути исправления допущенных ошибок.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

**Институт
Кафедра**

Электроэнергетики
Техники и электрофизики
высоких напряжений

Курсовой проект

по дисциплине
«Перенапряжение и координация изоляции»

Тема «Применение и выбор ОПН для защиты от
перенапряжений электрической сети 110/220/500кВ»

СТУДЕНТ

(подпись) / (Фамилия и инициалы)

Группа

(номер учебной группы)

Руководитель_____

ФИО

Консультант_____

оценка

подпись, ФИО члена комиссии

подпись, ФИО члена комиссии

дата

Москва, 2021

ЗАДАНИЕ НА КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

Для выполнения курсового проекта необходимо выбрать электрические характеристики ОПН для защиты от перенапряжений электрооборудования ПС 110 кВ (рис. 1). Для этого:

1. Определить условия обеспечения взрывобезопасности.
2. Рассчитать необходимую длину пути утечки изоляции.
3. Определить наибольшее длительно допустимое напряжение.
4. Осуществить выбор ОПН по условию их работы при квазистационарных перенапряжениях. Определить область недопустимых длин ВЛ L1 и L2 по условию развития резонансных перенапряжений в неполнофазных режимах.
5. Проверить ОПН по условию ограничения коммутационных перенапряжений на силовом трансформаторе ПС 110 кВ с уровнем изоляции по ГОСТ 1516.3-97.
6. Проверить ОПН FV0 по условию ограничения грозовых перенапряжений на силовом трансформаторе ПС 110 кВ.

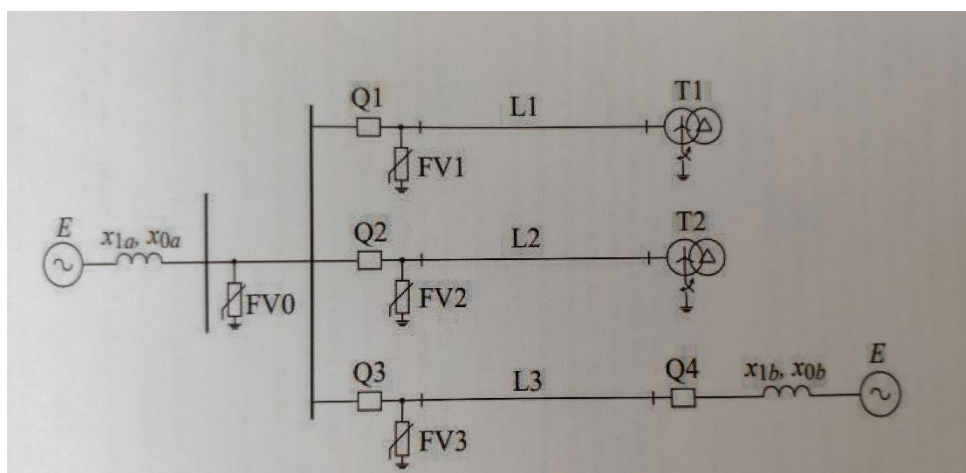


Рис. 1. Однолинейная схема ПС 110 кВ с отходящими линиям

Исходные данные для проведения расчетов предоставляют преподавателем. Нейтрали трансформаторов T1 и T2 могут быть разземлены.

Пример: Вариант I

Трансформатор T1 – ТДН-40000/110.

Линия L1: опора типа ПБ-110-1, провод АС-150/24, длина линии 2,5 км, стрела провеса провода 1,3 м, длина гирлянды 1,2 м.

Трансформатор T2 – ТРДН-25000/110.

Линия L2: опора типа ПБ-110-5, провод АС-150/24, длина линии 40 км, стрела провеса 1,5 м, длина гирлянды 1,2 м.

Линия L3: опора типа ПБ-110-5, провод АС-240/32, длина линии 110 км, стрела провеса 2 м, длина гирлянды 1,3 м

Эквивалентные сопротивления системы: $X_{1a}=150$ Ом; $X_{0a}/X_{1a}=2,0$; $X_{1b}=130$ Ом; $X_{0b}/X_{1b}=2,0$

Руководитель _____ / _____ /

Дата выдачи задания " ____ " _____ 2021г.