Disynergy
Страница материала ↗
EXQT
Готовые ответы — на EXQT
Доступ к ответам приобретается отдельно.
Найти ответы ↗

Образовательная автономная некоммерческая организация высшего образования

«МОСКОВСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ»



«УТВЕРЖДАЮ»

Ректор

_____/Ю.В. Вепринцева

Приказ «28-02-01» от 28 февраля 2025 г.

«ОДОБРЕНО»

Ученым советом ОАНО ВО «МосТех»

Протокол №06 от 28.02.2025

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ И ПОДСТАНЦИИ

Методические указания по написанию и защите курсовых работ

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Квалификация выпускника: Бакалавр

Москва 2025

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....4
1. Выбор темы курсовой работы.....6
2. Подбор и изучение источников.....6
3. Требования к оформлению курсовой работы.....8
4. Порядок защиты курсовой работы.....10
5. Исходные данные к проекту.....13
6. Принятые обозначения.....14
7. Построение графиков нагрузки подстанции.....17
7.1 Суточные графики нагрузок потребителей.....17
7.2 Суммарный (совмещенный) график нагрузок потребителей.....18
7.3 Годовой график по продолжительности нагрузок.....19
7.4 Технико-экономические показатели, определяемые из графиков нагрузки…….....20
7.5 График полной мощности подстанции.....21
8. Выбор числа и мощности трансформаторов и расчет на перегрузочную способность…….....23
8.1 Построение эквивалентного двухступенчатого графика нагрузки подстанции…….....24
8.2 Выбор трансформатора собственных нужд.....26
9. Выбор и обоснование электрической схемы подстанции.....27
10. Выбор марки и сечения проводов линий высокого и низкого напряжения…….....28
11. Расчет токов аварийных режимов.....30
11.1 Расчет сопротивлений схем замещения системы, линии высокого напряжения, трансформаторов.....31
11.2 Расчет токов трехфазного короткого замыкания.....33
11.3 Расчет ударного тока трехфазного короткого замыкания.....33
12. Выбор токоведущих частей и электрического оборудования

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

подстанции……..35
12.1 Выбор и проверка ошиновки распределительного устройства высокого напряжения…….35
12.2 Выбор и проверка ошиновки распределительного устройства низкого напряжения…….37
12.3 Выбор и проверка электрических аппаратов.....38
12.3.1 Выбор разъединителей.....39
12.3.2 Выбор выключателей.....39
12.3.3 Выбор ограничителей перенапряжения.....40
12.4 Контрольно-измерительная аппаратура.....40
12.4.1 Выбор трансформаторов тока.....41
12.4.2 Выбор трансформаторов напряжения.....42
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....43
ПРИЛОЖЕНИЯ

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

ВВЕДЕНИЕ

Курсовая работа по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (уровень бакалавриат) является формой контроля знаний, навыков и умений обучающегося, изучившего дисциплины, по которым, в соответствии с учебным планом предусмотрено написание курсовой работы.

Целью написания курсовой работы по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника является углубленное изучение избранной обучающимся темы, на основе рекомендованной основной и дополнительной литературы, самостоятельное изложение освоенного материала, сочетающего теоретические и практические вопросы по актуальным проблемам направленности.

В процессе написания курсовой работы происходит систематизация, закрепление и расширение знаний и навыков, приобретение опыта самостоятельной работы по организации поиска необходимой научной литературы, сбору и обработке информации в пределах конкретной темы исследования, а также изучение зарубежного опыта.

При написании курсовой работы обучающиеся должны показать умение использовать современные методы исследования, работать с источниками литературы, четко и логично излагать материал исследования, формулировать собственные выводы и предложения.

К курсовой работе, которая является самостоятельным научным трудом, предъявляются требования, такие как:

- глубокая теоретическая проработка исследуемых проблем на основе анализа специальной литературы;
- всестороннее использование данных, характеризующих деятельность объекта исследования;
- умелая систематизация цифровых данных в виде таблиц, графиков с необходимым анализом, обобщением и выявлением тенденций развития тех или иных энергетических систем;

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

• критический подход к изучаемым фактическим материалам в целях поиска резервов повышения эффективности деятельности объекта исследования;

• аргументированность выводов, обоснованность рекомендаций;

• логически последовательное изложение материала;

• оформление материала в соответствии с требованиями государственных стандартов.

Обучающемуся рекомендуется изучать все доступные ему источники, чтобы ознакомиться со всеми основными источниками по изучаемому вопросу. Следует помнить об огромном разнообразии явлений, их сложности, вследствие чего в процессе работы обучающий неминуемо столкнется со взаимно противоречивыми факторами. Поэтому только глубокий и всесторонний анализ позволит точно отразить основные тенденции развития изучаемого материала.

Структура курсовой работы должна включать следующие разделы:

• титульный лист (Приложение 1);

• содержание;

• введение;

• основная часть;

• заключение;

• список использованных источников;

• приложения (при наличии).

Выполненную курсовую работу необходимо сдать в деканат до конца семестра, в котором она предусмотрена

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер disynergy.ru

1. Выбор темы курсовой работы

Тему курсовой работы обучающий может выбрать из примерного перечня, утвержденного кафедрой Энергетики.

Перечень тем курсовых работ обучающийся может найти на сайте Института в разделе «Студентам – Курсовые работы» http://moi.edu.ru/studentam/kursovyie-rabotyi.

Однако по согласованию с руководителем, заведующим кафедрой обучающийся может предложить свою тему, не входящую в предложенный список тем.

Темы курсовых работ, требования к ним и рекомендации по написанию и защите курсовых работ доводятся до сведения обучающихся в начале соответствующего семестра. Обучающийся заполняет заявление на тему курсовой работы (Приложение 2) в течении месяца с даты начала семестра, в котором предусмотрена курсовая работа.

Если обучающийся самостоятельно не выбрал тему до установленного срока, то руководитель вправе сам ее определить.

2. Подбор и изучение источников

Обучающийся подбирает литературу из рекомендованной на кафедре и в электронной библиотечной системе Института http://www.iprbookshop.ru, https://biblioclub.ru/. Повышению качества курсовой работы по проблемно-поисковой и дискуссионной тематике способствует знание нормативно - законодательных актов, относящихся к теме исследования.

Обучающийся может воспользоваться перечнем источников монографического характера.

Обучающимся рекомендуется изучить и использовать научные диссертационные исследования в предметной области.

Общее ознакомление с основными источниками литературы

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер disynergy.ru

(монографиями, статьями, информационно-справочной литературой) должно предшествовать составлению плана курсовой работы.

На начальном этапе ознакомления с материалами темы следует использовать учебную литературу, материалы лекций, статей, монографий. При использовании учебников, монографий, материалов конференций рекомендуется брать издания, которым не более 10 лет.

Для изучения периодических изданий обучающемуся необходимо вначале использовать последние в году номера журналов, где помещается указатель статей, опубликованных за год.

Рекомендуется знакомиться с источниками в порядке, обратном хронологическому, т.е. вначале следует изучить самые свежие публикации, а затем прошлогодние, двухгодичной давности и т.д. При использовании источников статистических данных необходимо также начинать изучение с данных за последние 3 года. Для более обоснованных выводов рекомендуется анализировать данные за 5 лет. Следует обратить особое внимание на источник данных. Если он не очень надежен, такие данные лучше не использовать в курсовой работе.

Целесообразно уделять внимание таким источникам как: электронные версии периодических изданий, учебников, материалов конференций. Имеется много сайтов, посвященных статистическим данным, финансово-экономической информации, электронным версиям журналов, форумам, электронным книгам и пр.

При написании практического раздела курсовой работы рекомендуется обратить особое внимание на материалы, публикуемые в периодических изданиях. Именно там обучающий может найти информацию, касающуюся его вопроса, рассмотренного на примере уже конкретных организаций или предприятий. Это может быть и методика анализа, и система показателей, и пример бизнес-плана, и пр.

Подбирая литературу, необходимо работать только с той информацией,

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер disynergy.ru

которая относится непосредственно к теме. Основная задача обучающегося на данном этапе - разобраться и понять, что пишут по данной проблеме авторы, на какие аспекты они больше обращают внимание, под каким углом зрения рассматривается данный вопрос и пр.

3. Требования к оформлению курсовой работы

Пояснительная записка оформляется в соответствии с «Общими требованиями к текстовым документам» ГОСТ 2.105 - 2019, ГОСТ 3.1127 - 93, ГОСТ Р 34.11 - 2018, ГОСТ Р 7.0.97-2016. Документ должен быть отпечатан на принтере (на одной стороне листа) на стандартных листах белой бумаги формата А4 (210 х 297 мм). Все листы сброшюровываются и пронумеровываются.

Наличие рамки и штампа на листах пояснительной записки не является обязательным. Объем пояснительной записки должен быть не менее 15 - 20 страниц.

Ввод текста следует осуществлять со следующими параметрами:

- шрифта Times New Roman;
- размер шрифта основного текста - 14, в таблицах -12;
- межстрочный интервал – 1,5;
- выравнивание текста производится по ширине страницы;
- отступ первой строки абзаца (красной строки) устанавливается 1,25 см;
- поля: размер левого поля 30 мм, правого - 10 мм, верхнего 20 мм, нижнего 20 мм;
- таблицы и рисунки выполняются на отдельных страницах или по тексту без «обтекания» текстом.

Разделы (главы) должны быть пронумерованы арабскими цифрами с точкой в пределах всей пояснительной записки (например: **Глава 1. РАСЧЕТ ОБЪЁМА РАБОТ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ В УСЛОВНЫХ ЕДИНИЦАХ**).

Подразделы должны иметь порядковые номера в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номера раздела и подраздела, разделенных

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

точками (например: **2.1 Порядок составления графиков ППР и ТО**: номер 2.1 означает первый параграф второй главы).

При написании заголовков разделов (глав), подразделов (параграфов) и пунктов в тексте пояснительной записки следует соблюдать следующие правила. Заголовки разделов (глав) пишутся (печатаются) заглавными буквами с абзаца. Если заголовок состоит из двух или более предложений, они разделяются точками. Новый раздел (глава) должен начинаться с новой страницы. В случае если текст разделов небольшой, допустимо размещать на одном листе более одного раздела. Расстояние между заголовком и последующим текстом или названием подраздела (параграфа) должно составлять два межстрочных интервала, а между заголовком и последней строкой предыдущего текста три межстрочных интервала.

Иллюстративный материал может располагаться в работе непосредственно в составе текста, в котором он упоминается впервые, или после него. На все иллюстрации должны быть ссылки в работе. Иллюстрации (чертежи, графики, схемы, документы, рисунки, снимки), должны быть пронумерованы и иметь названия под иллюстрацией. Нумерация иллюстраций должна быть сквозной по всему тексту выпускной письменной квалификационной работы. Слово «Рисунок» пишется полностью. Каждая иллюстрация помимо номера должна иметь название. Подпись располагают в центре под рисунком без точки в конце. Название начинается с прописной буквы (например: Рисунок 2 – Структура системы управления технического обслуживания электрооборудования).

Таблицы в письменной экзаменационной работе располагаются непосредственно после текста, в котором они упоминается впервые, или на следующей странице. На все таблицы должны быть ссылки в тексте. Нумерация таблиц должна быть сквозной по всему тексту. Слово «Таблица» и ее порядковый номер (без знака №) пишется сверху самой таблицы в правой стороне.

Заголовок в таблицах указывают, как правило, в именительном падеже

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

единственного числа. Начинаются заголовки с прописных букв, а подзаголовки со строчных, если они составляют одно предложение с заголовком, и начинаются с прописных, если они самостоятельные. Заголовок таблицы не подчеркивается и в кавычки не берется.

При переносе таблицы на другую страницу головку таблицы повторяют и над ней пишут слова “Продолжение таблицы.…” (с указанием ее номера). Если головка таблицы громоздка, допускается ее не повторять; в этом случае нумеруют графы и повторяют их номера на следующей странице. Заголовок таблицы не повторяется.

Формулы приводятся сначала в буквенном выражении, затем дается расшифровка входящих в них индексов, величин, в той же последовательности, в которой они даны в формуле. Уравнения и формулы следует выделять из текста в отдельную строку. Уравнения и формулы нумеруются в круглых скобках справа от формулы. Нумерация уравнений и формул должна быть сквозной по всему тексту квалификационной работы.

Нумерация страниц должна быть сквозной: первой страницей является титульный лист, второй оглавление и т. д. Номер страницы проставляется арабскими цифрами в правом нижнем углу. На странице 1 (титульный лист) номер не ставится. Если в документе имеются рисунки и таблицы, которые располагаются на отдельных страницах, их необходимо включать в общую нумерацию. Если рисунок или таблица расположены на листе формата больше А4, их следует учитывать, как одну страницу. Номер страницы в этом случае допускается не проставлять. Список литературы и приложения также включаются в сквозную нумерацию.

При выполнении графической части необходимо руководствоваться требованиями и рекомендациями, изложенными в ГОСТ 2.312-72 - Единая система конструкторской документации.

При работе в графических программах, требования к чертежам должны быть заданы обучающимся в компьютере. Листы графической части

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер disynergy.ru

выполняются с рамкой и угловым штампом.

На рассмотрение преподавателю отправлять текст курсовой работы в формате doc или docx и pdf, чертежи в формате dwg и pdf.

4. Порядок защиты курсовой работы

Завершающим этапом выполнения обучающимся курсовой работы является ее рецензирование (Приложение 3) и защита.

Защита КР проводится в соответствии с расписанием. Результат защиты КР обучающегося оценивается по традиционной 5-ти балльной системе в соответствии с «Положением о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся, осваивающих образовательные программы высшего образования в Образовательной автономной некоммерческой организации высшего образования «Московский технологический институт» (ОАНО ВО «МосТех»)». Оценка за выполнение курсовой работы учитывает, как уровень качества подготовки обучающимся самой курсовой работы, так и уровень качества ее защиты:

- оценку "отлично" получают работы, в которых содержаться элементы научного творчества, делаются самостоятельные выводы, дается аргументированная критика и самостоятельный анализ фактического материала на основе глубоких знаний литературы по данной теме;

- оценка "хорошо" ставится тогда, когда в работе, выполненной на достаточном теоретическом уровне, полно и всесторонне освещаются вопросы темы, но нет должной степени творчества;

- оценку "удовлетворительно" имеют работы, в которых правильно освещены основные вопросы темы, но не проявилось умение логически стройного их изложения, самостоятельного анализа источников, содержаться отдельные ошибочные положения;

- оценку "неудовлетворительно" обучающиеся получают в случае, когда не могут ответить на замечания руководителя, не владеют материалом работы, не в

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер disynergy.ru

состоянии дать объяснения выводам и теоретическим положениям данной проблемы.

Обучающийся в течении 5 минут представляет доклад по теме КР и отвечает на вопросы руководителя. Обучающийся должен: логично построить сообщение о выполненной работе, обосновать выводы и предложения: показать понимание теоретических положений, на основе которых выполнена работа, показать самостоятельность выполнения работы, дать правильные ответы на вопросы.

Оценка за курсовую работу выставляется руководителем по результатам защиты в зачетно-экзаменационную ведомость и зачетную книжку обучающегося (неудовлетворительная оценка – только в ведомость).

Текст курсовой работы в формате doc или docx и pdf, чертежи в формате dwg pdf, сканы титульного листа и рецензии с подписями руководителя, рецензента и обучающегося должны быть подгружены в Личный кабинет обучающегося в раздел портфолио.

Обучающийся, не представивший в установленный срок курсовую работу или не защитивший ее по неуважительной причине, считается имеющим академическую задолженность.

Обучающийся, не защитивший курсовую работу в установленный срок, должен подготовить и защитить курсовую работу в соответствии с процедурой ликвидации академических задолженностей, установленной в «Положении о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся, осваивающих образовательные программы высшего образования в Образовательной автономной некоммерческой организации высшего образования «Московский технологический институт» (ОАНО ВО «МосТех»)».

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

5. Исходные данные к проекту

Исходные данные для разработки проекта студентом выбираются по прилагаемым таблицам в соответствии с последним трехзначным цифровым кодом – номера договора (без учета слеша и года) обучающегося (например 502029/18, т.е. – 029).

Третий знак кода	Тип подстанции	Тип ВЛ высокого напряжения	Напряжение ВЛ ВН, кВ	Длина ВЛ ВН, км	Расположение проводов, м
0	Проходная 110/10	одноцепная	110	80	Горизонт., 3,5м
1	Тупиковая 110/10	двухцепная	110	60	Треугольн., 3 м
2	Проходная 35/10	одноцепная	35	50	Горизонт., 2 м
3	Тупиковая 35/10	двухцепная	35	40	Треугольн., 2,5м
4	Проходная 110/10	одноцепная	110	90	Горизонт., 4 м
5	Тупиковая 110/10	двухцепная	110	70	Треугольн., 4,5 м
6	Проходная 35/10	одноцепная	35	30	Треугольн., 3 м
7	Тупиковая 35/10	двухцепная	35	25	Горизонт., 3,5 м
8	Проходная 110/10	одноцепная	110	100	Горизонт., 4 м
9	Тупиковая 110/10	одноцепная	110	60	Треугольн., 3,5 м

Второй знак кода	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
№ п/п Потребителей	**1,3,5 7,9**	**2,4,6 8,10**	**1,4,5 7,9**	**2,5,6 7,8**	**1,2,6 9,10**	**3,5,6 8,9**	**2,3,6 7,10**	**1,3,4 6,7**	**5,6,7 8,9**	**2,6,7 8,10**

№ п/п	Наименование потребителя	Максимальная мощность, МВт	Напряжение питающих линий, кВ	К-во питающих линий,	cosφ
1	Сельскохозяйственный район	2	10	2	0,85
2	Населенный пункт	3	10	3	0,87
3	Машиностроительный завод	4	10	4	0,83
4	Предприятие по добыче угля	7	10	4	0,78
5	риятие цветной металлургии	10	10	5	0,83
6	приятие черной металлургии	8	10	3	0,80
7	Предприятие текстильной промышленности	1	10	2	0,78
8	Предприятие химической промышленности	6	10	2	0,79
9	Предприятие бумажной промышленности	5	10	2	0,83
10	Обогатительная фабрика	9	10	3	0,85

Первый Знак кода	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
$S_{к.з}$, МВА	750	800	700	1000	900	1100	850	580	650	950

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

6. Принятые обозначения

В данном курсовом проекте приняты следующие буквенные обозначения величин:

P – активная мощность;

Q – реактивная мощность;

S – полная мощность;

S_{max} – максимальная полная мощность;

$S_{с.н.}$ – полная мощность собственных нужд;

P_{max} – максимальная активная мощность;

$P_{расч.}$ – расчетная активная мощность;

$P_{ср.}$ – средняя активная мощность;

P_i – мощность i-ой ступени графика активной нагрузки;

$\Delta P_{пер.}$ – переменные потери активной мощности;

$\Delta P_{пост.}$ – постоянные потери активной мощности;

$\Delta P_{с.н.}$ – потери активной мощности на собственные нужды;

$W_п$ – активная энергия, отпущенная потребителям с шин подстанции;

$k_{зап.}$ – коэффициент заполнения графика нагрузки;

T_{max} – продолжительность использования максимальной нагрузки;

$tg\varphi_{с.в.}$ – средневзвешенный коэффициент мощности;

$S_{н.тр.}$ – номинальная мощность трансформатора;

$S_{экв.1}$ – эквивалентная нагрузка трансформатора за 10 часовой период, предшествующий перегрузу;

$S_{экв.2}$ – эквивалентная нагрузка трансформатора за период перегрузки;

$I_{max.}$ – максимальный рабочий ток;

$j_{эк.}$ – экономическая плотность тока;

$F_{эк}$ – экономическое сечение проводника;

$I_{доп.}$ – длительно допустимый ток;

E_{max} – максимальная напряженность;

E_o – критическая напряженность;

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

r_o ,x_o – удельные активное и индуктивное сопротивления;

R,X – активное и индуктивное сопротивления;

X_c – индуктивное сопротивление системы;

$S_{к.з.}$ – мощность короткого замыкания;

$\Delta P_{к.з.}$ – потери короткого замыкания трансформатора;

$U^{\%}_{k}$ – напряжение короткого замыкания трансформатора;

$U_{с.н.}$ – средне-номинальное напряжение;

$U^{нн\ (вн)}_{с.н.}$ – средне-номинальное напряжение ступени низшего напряжения (высшего напряжения);

$Z_{\sum К}$ – полное сопротивление то точки КЗ;

$I_п$ – начальное значение периодической составляющей тока КЗ;

$i_у$ – ударный ток КЗ;

$k_у$ – ударный коэффициент;

$T_а$ – постоянная времени затухания апериодической составляющей тока КЗ;

$X_{рез.}$ $R_{рез.}$ – результирующие индуктивное и активное сопротивления до точки КЗ;

ω – угловая частота;

$I_{доп.ном.}$ – допустимый номинальный ток при +25 °С;

$ν_о$ – действительная температура воздуха;

$ν_к$ – расчетная температура проводника при КЗ;

$ν_{к.доп.}$ – допустимая температура проводника при КЗ;

$ν_н$ – температура проводника до КЗ;

$ν_{доп.}$ – длительно допустимая температура проводника;

$ν_{\ о\ ном.}$ – номинальная температура воздуха +25 °С;

$f_к$ – сложная функция температуры проводника при протекании тока КЗ;

$f_н$ – сложная функция температуры проводника до возникновения тока КЗ;

Q – сечение проводника;

$B_к$ – импульс квадратичного тока (интеграл Джоуля) при КЗ;

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер disynergy.ru

f – наибольшее удельное усилие при трехфазном КЗ;

M – изгибающий момент;

W – момент сопротивления проводника;

σ – напряжение в материале проводника;

$U_{сети\ ном.}$ – номинальное напряжение сети в месте установки аппарата;

$U_{н}$ – номинальное напряжение аппарата;

$I_{норм.расч.}$ – расчетный ток нормального режима;

$I_{н}$ – оминальный ток аппарата;

$i_{пр.скв.}$ – предельно сквозной ток;

$I_{тер.}$ – ток термической стойкости аппарата;

$t_{тер.}$ – время протекания тока термической стойкости аппарата;

$I_{откл.ном.}$ – номинальный ток отключения выключателя;

$I_{1н}$ – номинальный ток первичной обмотки трансформатора тока;

$i_{дин.}$ – ток динамической стойкости трансформатора тока (ТТ);

Z_2 – полное расчетное сопротивления вторичной цепи ТТ;

$Z_{2\ ном.}$ – допустимое полное сопротивление вторичной цепи ТТ;

S_2 – расчетная полная мощность вторичной цепи трансформатора напряжения (ТН);

$S_{2\ ном.}$ – допустимая полная мощность вторичной цепи ТН.

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер disynergy.ru

7. Построение графиков нагрузки подстанции

Электрическая нагрузка отдельных потребителей, а, следовательно, и суммарная их нагрузка, определяющая режим работы подстанций (электростанций в энергосистеме), непрерывно меняется. Этот факт принято отражать графиком нагрузки, то есть диаграммой изменения мощности (тока) на шинах подстанции во времени.

По виду фиксируемого параметра различают графики активной P (МВт), реактивной Q(мвар), полной (кажущейся) S (МВА) мощностей и тока I (А) на шинах подстанции.

Как правило, графики отражают изменение нагрузки за определенный период времени. По этому признаку их подразделяют на суточные (24 ч.), сезонные (зима, лето) и годовые по продолжительности.

По месту назначения или элементу энергосистемы, к которому они относятся, графики можно разделить на следующие группы:

- Графики нагрузки потребителей, определяемые на шинах подстанции;
- Сетевые графики нагрузки – на шинах районных и узловых подстанций;
- Графики нагрузки энергосистемы, характеризующие результирующую нагрузку энергосистемы;
- Графики нагрузки электростанций;

7.1 Суточные графики нагрузок потребителей

Фактический график нагрузки может быть получен с помощью регистрирующих приборов, которые фиксируют изменения соответствующего параметра во времени.

Кроме максимальной активной мощности (P_{max}), для построения графика необходимо знать характер изменения нагрузки потребителя во времени, который можно определить в соответствии с заданием на разработку курсового

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

проекта из типовых графиков силового максимума в процентах в течение суток (зима, лето), которые приведены на рисунках 4.1-4.8 в приложении 4.

Для удобства расчетов график выполняется ступенчатым. Наибольшая возможная за сутки нагрузка принимается за 100%, а остальные ступени графика показывают относительное значение нагрузки для данного времени суток.

При известной $P_{расч.}$ можно перевести типовой график в график нагрузки заданного потребителя, согласно задания, используя соотношение для каждой ступени графика [4]:

$$P_i = n_i^{\%} \cdot P_{расч.} / 100 \quad \text{МВА},$$

где $n_i^{\%}$- ордината соответствующей ступени типового графика, в %.

$P_{расч}$ - расчетная мощность предприятия согласно задания, МВт.

В курсовом проекте суточные типовые графики нагрузки предприятий по сезонам (зима, лето), необходимо перевести в соответствующие графики нагрузки P_i (МВт) предприятий, используя выше указанную формулу, а результаты представить в таблицах 5.1-5.2 приложения 5.

По результатам расчетов в таблицах 5.1-5.2 необходимо построить графики сезонных суточных нагрузок для предприятий согласно варианта задания на курсовой проект в координатах: ось абсцисс – время в часах, а ось ордината – мощность в МВт.

7.2 Суммарный (совмещенный) график нагрузок потребителей

Этот график определяется с учетом потерь мощности на подстанции.

Потери мощности зависят от:

- протекания тока по обмоткам трансформаторов, которые являются переменными величинами, зависящими от нагрузки $(\Delta P_{пер})$.
- постоянную часть потерь мощности определяют в основном потери холостого хода трансформаторов $(\Delta P_{пост.})$.
- потери на собственные нужды зависят от параметров трансформатора и типа подстанции ($\Delta P_{с.н.}$).

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер disynergy.ru

Суммируя значения мощностей i[x]-ступеней графиков нагрузки всех потребителей и потери мощности на подстанции для каждой ступени, получают суммарный (совмещенный) график нагрузки подстанции для сезонов (зима, лето) согласно выражения:

$$P^{\Sigma}_{пс(i)} = P_{(i)} + \Delta P_{пост.} + \Delta P_{пер.} + \Delta P_{с.н.} \quad \text{МВА},$$

где $P_{(i)}$ – суммарная мощность всех предприятиями i-ступени.

$\Delta P_{пост.}$ – постоянные потери, которые составляют 1% от P_{max},

где P_{max} - максимальное значение активной мощности i-ступени совмещенного графика [4,9];

$$\Delta P_{пост.} = 0{,}01\ P_{max} \quad \text{МВА},$$

$\Delta P_{с.н.}$ – потери на собственные нужды, составляют 0,5% от P_{max}

$$\Delta P_{с.н.} = 0{,}005\ P_{max} \quad \text{МВА},$$

$\Delta P_{пер}$ – переменные потери, зависящие от значения мощности каждой ступени и вычисляются по формуле [4,9]:

$$\Delta P_{пер} = P^2_{(i)} / 10 \times P_{max} \quad \text{МВА}.$$

Расчет суммарных графиков нагрузки потребителей (зима, лето) на шинах подстанции свести в таблицы 6.1-6.2 приложения 6.

По результатам конечной суммы $P^{\Sigma}_{пс(i)}$ таблиц 6.1-6.2 приложения 6 для сезонов года (зима, лето) строятся графики суммарной (совмещенной) нагрузки подстанции с учетом потерь.

7.3 Годовой график по продолжительности нагрузок

Этот график показывает длительность работы установки в течение года с различными нагрузками. По оси ординат откладывают нагрузки в соответствующем масштабе, по оси абсцисс – часы года от 0 до 8760. Нагрузки на графике располагают в порядке их убывания от P_{max} до P_{min}.

Принято, что длительность сезонных времен года зима и лето составляют

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер disynergy.ru

соответственно 200 и 165 дней.

Построение годового графика по продолжительности нагрузок производится на основании известных суммарных суточных графиков нагрузки зимнего и летнего периода.

График по продолжительности нагрузок применяют в расчетах технико – экономических показателей установки, расчетах потерь электроэнергии, при оценке использования оборудования в течение года и т.д.

Значение активной мощности i-ступени графика по продолжительности определяется проекцией соответствующих ординат суммарных суточных графиков нагрузки зимнего и летнего периода на ось ординат искомого графика, а длительность этой ступени графика по продолжительности T_i рассчитывается по [4]:

$$T_i = t_i^{зима} \times 200 + t^{лето} \times 165 \text{ ч},$$

где $t_i^{зима}$ и $t_i^{лето}$ длительность i-ступени суточного зимнего и летнего суммарного графиков нагрузки.

7.4 Технико-экономические показатели, определяемые из графиков нагрузки

Площадь, ограниченная кривой графика активной нагрузки, численно равна *энергии, отпущенной с шин подстанции* потребителям за рассматриваемый период (год) [4]:

$$W_п = \sum P_i \times T_i \qquad \text{МВт×ч},$$

где, P_i – мощность i- ступени графика

T_i – продолжительность ступени.

Средняя нагрузка по графику за рассматриваемый период (год) равна:

$$P_{ср} = W_п / T \qquad \text{МВт},$$

где: T – длительность рассматриваемого периода

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер disynergy.ru

$W_п$ – электроэнергия за рассматриваемый период

Степень неравномерности графика работы электроустановки оценивают коэффициентом заполнения.

$$k_{зап} = W_n / P_{max} \cdot T = P_{ср} / P_{max}$$

Коэффициент заполнения графика нагрузки показывает, во сколько раз отпущенное с шин количество электроэнергии за рассматриваемый период меньше того количества электроэнергии, которое было бы отпущено с шин подстанции за то же время, если бы нагрузка установки все время была бы максимальной. Очевидно, что чем равномернее график, тем ближе значение $k_{зап}$ к единице.

Для характеристики графика нагрузки подстанции можно воспользоваться величиной ***продолжительность использования максимальной нагрузки***

$$T_{max} = W_n / P_{max} = P_{ср} \cdot T / P_{maxc} = k_{зап} \times T \quad \text{ч.}$$

Эта величина показывает, сколько часов за рассматриваемый период T (обычно год) установка должна была бы работать с неизменной максимальной нагрузкой, чтобы отпустить с шин подстанции действительное количество электроэнергии $W_п$ за этот период времени.

7.5 График полной мощности подстанции

Построение графика полной мощности подстанции необходимо для выбора и проверки на перегрузочную способность трансформаторов на подстанции.

Для этого необходимо произвести расчет средневзвешенного коэффициента мощности нагрузки для каждой ступени графика нагрузки - $tg\ \varphi_{св(i)}$ по [8]:

$$tg\ \varphi_{св(i)} = P_{1(i)} \cdot tg\ \varphi_1 + P_{2(i)} \cdot tg\ \varphi_2 + ... / \sum P_{1\text{-}n(i)}$$

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер disynergy.ru

Далее вычисляется полная мощность с учетом выше найденных средневзвешенных коэффициентов для каждого часа графика полной мощности подстанции по [8]:

$$S_{(i)} = P^{\Sigma}_{(i)} \times \sqrt{1 + tg^2 \varphi_{св(i)}} \quad \text{МВА},$$

$P^{\Sigma}_{(i)}$ - сумма активных мощностей i-ступени графика полной мощности подстанции.

По полученным значениям мощностей $S_{(i)}$ строится график полной мощности подстанции.

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер disynergy.ru

8. Выбор числа и мощности трансформаторов и расчет на перегрузочную способность

Число трансформаторов, устанавливаемых на подстанциях всех категорий принимается, как правило, не более двух. При установке двух трансформаторов и отсутствия резервирования по сетям низшего напряжения мощность каждого из них выбирается с учетом загрузки трансформатора не более 70% от суммарной максимальной нагрузки подстанции в номинальном режиме [1].

Мощность трансформатора на подстанции должна быть такой, чтобы при выходе из работы одного из них второй воспринял основную нагрузку подстанции с учетом допускаемой перегрузки в послеаварийном режиме и возможного временного отключения потребителей третьей категории. В соответствии с существующей практикой проектирования мощность трансформаторов на подстанции рекомендуется выбирать из условия допустимой перегрузки в послеаварийных режимах до 40% на время максимума по условию [1,3]:

$$S_{н.тр.} \geq S_{max} / 1,4 \text{ МВА},$$

где S_{max} - максимальная расчетная мощность подстанции.

По таблице 7.1 (приложения 7) принимается ближайшая трансформаторная мощность и тип трансформатора [9,11].

При выборе мощности трансформатора нельзя руководствоваться только их номинальной мощностью, так как в реальных условиях температура окружающей среды, условия установки трансформатора могут быть отличными от принятых. Нагрузка трансформатора меняется в течение суток, и если мощность выбрать по максимальной нагрузке, то в периоды спада ее трансформатор будет не загружен, т.е. недоиспользована его мощность. Опыт эксплуатации показывает, что трансформатор может работать часть суток с перегрузкой, если в другую часть суток его нагрузка меньше номинальной. Критерием различных режимов является износ изоляции трансформатора.

Нагрузочная способность трансформатора – это совокупность

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

допустимых нагрузок и перегрузок.

Допустимая нагрузка – это длительная нагрузка, при которой расчетный износ изоляции обмоток от нагрева не превосходит износ, соответствующий номинальному режиму работы.

Перегрузка трансформатора – режим, при котором расчетный износ изоляции обмоток превосходит износ, соответствующий номинальному режиму работы. Такой режим возникает, если нагрузка окажется больше номинальной мощности трансформатора или температура окружающей среды, больше принятой расчетной.

При номинальной мощности возможны за счет неравномерности нагрузки течении суток.

На графике полной мощности подстанции откладывается прямая линия, соответствующая номинальной мощности принятого трансформатора. Верхняя часть графика, отсекаемая данной прямой, является зоной перегрузки трансформатора.

8.1 Построение эквивалентного двухступенчатого графика нагрузки подстанции

Для подсчета допустимой систематической перегрузки трансформатора действительный график преобразуется в эквивалентный двухступенчатый [4,9].

При преобразовании исходного графика нагрузки в эквивалентный график нагрузки рассматриваются три случая:

1 - исходный график имеет один максимум *(тепловой импульс - площадь, ограниченная линией номинальной мощности трансформатора и ординатой мощности графика).*

В этом случае длительность предшествующего десятичасового периода откладывается до начала периода перегрузки.

2 - исходный график имеет два максимума, причем больший по тепловому

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер disynergy.ru

импульсу следует за меньшим.

В этом случае величина и длительность перегрузки определяется по параметрам большего максимума, а меньший максимум учитывается в эквивалентной начальной нагрузке предшествующего десятичасового периода, т.е. длительность десятичасового периода откладывается в сторону меньшего максимума по тепловому импульсу.

3 - исходный график имеет два максимума, причем меньший по тепловому импульсу следует за большим.

В этом случае величина и длительность перегрузки определяется по параметрам большего максимума, а меньший максимум учитывается в эквивалентной начальной нагрузке, которая определяется по десятичасовому периоду, следующему за большим максимумом, т.е. длительность десятичасового периода также откладывается в сторону меньшего максимума по тепловому импульсу.

Эквивалентная нагрузка трансформатора на рассматриваемом интервале времени определяется по уравнению [9]:

$$S_{экв.1} = \sqrt{\frac{S_1^2 t_1 + {}_2^2 t_2 + \ldots + {}_{10}^2 t_{10}}{t_1 + t_2 + \ldots + t_{10}}} \quad \text{МВА},$$

где: $S_{экв.1}$ - эквивалентная нагрузка трансформатора за десятичасовой период.

S_1 - S_{10} – нагрузка трансформатора за десятичасовой период.

t_1 - t_{10} - длительность ступеней нагрузки десятичасового периода графика полной нагрузки подстанции.

$$S_{экв.2} = \sqrt{\frac{S_i^2 t_i + \ldots + S_n^2 t_n}{t_i + \ldots + t_n}} \quad \text{МВА},$$

где $S_{экв.2}$ - эквивалентная нагрузка трансформатора за период перегрузки;

S_i - S_n – мощности графика нагрузки подстанции в период перегрузки;

t_i - t_n - длительность ступеней перегрузки.

Для получения эквивалентного двухступенчатого графика значения мощностей для десятичасового периода, предшествующего перегрузке и

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер disynergy.ru

периоду перегрузки откладываются на графике полной мощности подстанции.

Далее определяются коэффициенты начальной нагрузки k_1 и k_2 - превышения нагрузки по [9]:

$$k_1 = S_{экв.1} / S_{н.тр.}, \; k_2 = S_{экв.2} / S_{н.тр.}$$

Далее по графикам на рисунках 8.1 и 8.2 (приложения 8) при известных k_1 и длительности перегрузки $(t_i - t_n) = t_{пер.}$ определяется коэффициент допустимой перегрузки $k_{2доп}$. Если окажется, что $k_{2доп} \geq k_2$, то трансформатор может систематически перегружаться по данному графику нагрузки. В противном случае необходимо предусмотреть меры по снижению нагрузки трансформатора, если это возможно, либо принять трансформатор следующей ступени мощности.

8.2 Выбор трансформатора собственных нужд

Подстанции средней мощности (единичная мощность до 63 МВА) проектируются с питанием цепей защиты, управления, сигнализации на переменном оперативном токе.

Приемниками энергии системы собственных нужд подстанции являются: электродвигатели системы охлаждения трансформаторов; устройства обогрева масляных выключателей и шкафов с установленными в них электрическими аппаратами и приборами; электрическое отопление и освещение, системы пожаротушения.

Установленную мощность трансформатора собственных нужд (ТСН) подстанции можно найти по формуле [8]:

$$S_{с.н.} = 0{,}05 \, S_{max.} \text{ МВА},$$

где S_{max} – максимальная полная мощность.

По приложению 7 или [7,9] принимается типовая мощность ТСН.

Для повышения надежности электроснабжения цепей собственных нужд трансформатор присоединяется к выводу низкого напряжения силового трансформатора на участке между трансформатором и выключателем

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер disynergy.ru

ввода. На двухтрансформаторных подстанциях рекомендуется устанавливать два трансформатора собственных нужд напряжением 10/0,4 кВ.

9. Выбор и обоснование электрической схемы подстанции

Выбор главной схемы является определяющим при проектировании электрической части подстанции, так как он определяет полный состав элементов и связей между ними. Схема электрических соединений проектируемой подстанции должна удовлетворять следующим требованиям: а) иметь достаточную надежность;

б) быть простой, наглядной;

в) быть экономичной;

г) иметь возможность расширения.

На подстанции устанавливают, как правило, не более двух трансформаторов с автоматическим устройством изменение коэффициента трансформации под нагрузкой (см. задание). Схема открытого распределительного устройства высокого напряжения (ОРУ ВН) должна быть без сборных шин. На стороне низкого напряжения схема закрытого распределительного устройства (ЗРУ НН) принимается с одной системой сборных шин. При наличии ответственных потребителей шины секционируются выключателем. Здесь же принимается тип ячеек распределительного устройства по [6,7,9,11].

Режим работы трансформаторов двухтрансформаторных подстанций должен быть обоснован. Для снижения токов аварийного режима рекомендуется использовать раздельную работу трансформаторов.

Схема ОРУ ВН подстанции получающей питание по двум линиям (см. задание) должна предусматривать схему «мостика» с автоматической или неавтоматической перемычкой.

Схема электрических соединений подстанции комплектуется с учетом блочно- модульного принципа с учетом современных схемных решений [1,7].

Примеры выполнения таких схем приведены в приложениях 9 и 10.

В пояснительной записке приводится описание и выбор схемного решения, а

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер disynergy.ru

на листах №1,2 (формат А1) принятая схема электрических соединений подстанции (лист №1) и план-разрез подстанции (лист №2).

10. Выбор марки и сечения проводов линий высокого и низкого напряжения

В линиях электропередачи напряжением 10-110 кВ как правило используется провод марки АС [1].

Сечения проводов линий высокого и низкого напряжения в нормальном режиме определяются по экономической плотности тока [1,10].

Экономическое сечение проводника линии вычисляется по формуле [10]

$$F_{эк.} = \frac{I_{max}}{j_{эк.}} \quad мм^2,$$

где I_{max} - максимальный ток нормального рабочего режима

$j_{эк.}$ – экономическая плотность тока, зависящая от материала проводника и T_{max} [1,9].

Максимальный ток нормального рабочего режима определяется по выражению:

$$I_{max} = \frac{S_{max}}{\sqrt{3}\,U_{ВН}\,n} \quad А,$$

где S_{max} – максимальная расчетная мощность подстанции, МВА;

$U_{ВН}$ –напряжение питающей линии, кВ (по заданию);

n- количество цепей питающей линии (по заданию).

По значению экономического сечения принимается ближайшее стандартное сечение проводника, приложение 11 или [7,9,11].

Выбранное сечение должно удовлетворять условию нагрева [1]:

$I_{max} \le I_{доп}$,

где $I_{доп}$ – длительно допустимый ток провода по [7,9,11], приложение 11.

Проверка сечения проводника по условию короны

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

Проверка по условиям короны необходима для гибких проводников напряжением 35 кВ и выше [1,4,7].

Правильный выбор сечения проводника обеспечивает уменьшение действия короны до допустимых значений. Провода не будут коронировать если максимальная напряженность поля у поверхности любого провода будет не более 0,9 E_o [4,7] т.е.

$E_{max} \leq 0,9\ E_o$ кВ/см - при расположении проводов в треугольник,

$1,07E_{max} \leq 0,9\ E_o$ кВ/см - при горизонтальном расположении проводников.

Максимальная напряженность поля у поверхности нерасщепленного провода:

$$E_{\max} = \frac{0,354U}{r_o \lg \frac{D_{cp.}}{r_o}} \quad \text{кВ/см},$$

где U - линейное напряжение, кВ

r_o – радиус провода,см

$D_{cp.}$ – среднее геометрическое расстояние между проводами фаз, см

$$D_{cp.} = \sqrt[3]{D_{1-2}D_{2-3}D_{1-3}} \ ,$$

где D_{1-2} , D_{2-3} , D_{1-3} - расстояние между соседними фазами [1,4,7].

Начальное значение критической напряженности электрического поля:

$$E_o = 30,3m\left(1+\frac{0,299}{\sqrt{r_o}}\right) \quad \text{кВ/см},$$

где m – коэффициент, учитывающий шероховатость поверхности провода, в расчете принять $m=0,82$.

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер disynergy.ru

11. Расчет токов аварийных режимов

Основной причиной аварийных режимов в электроустановках являются трехфазные, двухфазные, двухфазные на землю и однофазные короткие замыкания.

Расчеты аварийных режимов при проектировании электрической установки необходимы для выбора подстанционной аппаратуры и проверки токоведущих частей на их термическую и электродинамическую стойкость, а также для расчета релейной защиты и заземляющих устройств.

В курсовом проекте разработчику необходимо произвести расчет токов трехфазного короткого замыкания на стороне высокого (точка $К_1$) и низкого напряжения (точка $К_2$) трансформаторной подстанции.

Все элементы этой сети должны быть представлены своими схемами замещения. На этих схемах приводятся активные и индуктивные сопротивления элементов, по которым возможно протекание токов короткого замыкания.

Пример такой схемы замещения приведен на рисунке 5.1

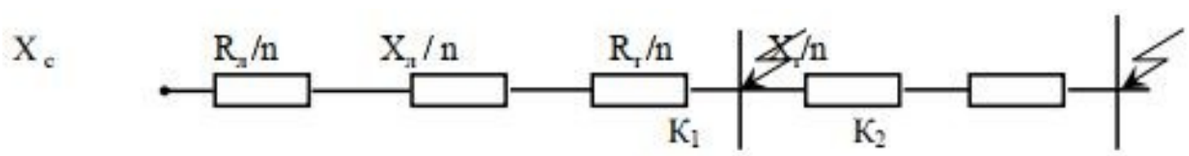


Рисунок 5.1- Схема замещения для расчета токов КЗ

На рисунке 5.1: $X_с$, $X_л$, $X_т$ - индуктивные сопротивления системы, линии высокого напряжения, трансформаторов.

$R_л$, $R_т$ – активные сопротивления линии высокого напряжения, трансформаторов.

n – количество цепей линии высокого напряжения, трансформаторов на подстанции.

Расчет токов короткого замыкания выполняется в системе именованных

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер disynergy.ru

единиц [2,5].

11.1 Расчет сопротивлений схем замещения системы, линии высокого напряжения, трансформаторов

При коротком замыкании на шинах высокого напряжения трансформаторной подстанции (точка $К_1$).

Индуктивное сопротивление системы определяется по выражению [2,3,4,5]:

$$X_c = \frac{(U_{с.н.})^2}{S_{к.з.}} \quad Ом,$$

где $U_{с.н.}$ – средне - номинальное напряжение ступени короткого замыкания (37,0 кВ, 115 кВ- принимается в соответствии с напряжением проекта по заданию);

$S_{к.з.}$ – мощность короткого замыкания по заданию, МВА.

Активное сопротивление линии электропередачи высокого напряжения [2,3,4,5]:

$R_л = r_0 \cdot L$ *Ом*

Реактивное сопротивление линии высокого напряжения [2,3,4,5]:

$X_л = x_0 \cdot L$ *Ом*

где L - длина линии электропередачи по заданию, км;

r_0 , x_0 –удельные активные и индуктивные сопротивления провода, Ом/км по [9,11], либо таблице 11.2, приложения 11.

Активное сопротивление трансформатора R_T [2,3,4,5]:

$$R_T = \frac{\Delta P_{к.з.} \cdot U^2_{с.н.} \cdot 10^3}{S^2_н} \quad Ом,$$

где $\Delta P_{к.з.}$ – потери короткого замыкания трансформатора, кВт (принимаются по разделу 5 и приложению7);

$U_{с.н.}$ – средне-номинальное напряжение обмотки высокого напряжения трансформатора, кВ;

$S_н$ – номинальная мощность трансформатора, МВА.

Индуктивное сопротивление трансформатора [2,3,4,5]:

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

$$X_T = \frac{U^{\%}_{к.з.} \cdot U^2_{с.н} \cdot 10}{S_н} \quad Ом,$$

где $U^{\%}_{к.з}$ - напряжение короткого замыкания трансформатора, % (приложение 7).

При коротком замыкании на шинах низкого напряжения трансформаторной подстанции (точка К2), индуктивное сопротивление системы определяется по выражению

$$X^*_c = \frac{(U_{с.н.})^2}{S_{К.З.}} \quad Ом,$$

где $U_{с.н.}$ – средне-номинальное напряжение ступени короткого замыкания-10,5

Активное сопротивление линии электропередачи высокого напряжения [2,5]:

$$R^*_л = R_л \left(\frac{U^{н.н.}_{с.н.}}{U^{в.н.}_{с.н.}} \right)^2 Ом,$$

$$X^*_л = X_л \left(\frac{U^{н.н.}_{с.н.}}{U^{в.н.}_{с.н.}} \right)^2 \quad Ом,$$

где $U^{н.н.}_{с.н.}$ и $U^{в.н.}_{с.н.}$ - средне-номинальные напряжения на стороне обмоток низкого и высокого напряжения трансформатора.

Активное сопротивление трансформатора R_T:

$$R^*_T = \frac{\Delta P_{к.з.} \cdot U^2_{с.н.} \cdot 10^3}{S^2_н} \quad Ом,$$

Индуктивное сопротивление трансформатора:

$$X^*_T = \frac{U^{\%}_{к.з.} \cdot U^2_{с.н} \cdot 10}{S_н} \quad Ом,$$

где Uс.н. – средне-номинальное напряжение обмотки низкого напряжения трансформатора.

В случае применения на подстанции трансформатора с расщепленной обмоткой низшего напряжения корректировку его сопротивления при определении тока КЗ в точке К2 производить по формулам [3]:

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер disynergy.ru

$$X_{в.т.} = X_{вн-нн}\left(1-\frac{K_P}{4}\right); \qquad X_{н.т1} = X_{н.т2} = X_{вн-нн}\left(\frac{K_P}{2}\right),$$

где $X_{ВН\text{-}НН} = X^*_T$; K_P – коэффициент расщепления, для трехфазных трансформаторов-3,5.

Суммарное сопротивление цепи трансформатора при КЗ на шинах низшего напряжения: $X_T = X_{ВТ} + X_{НТ1(НТ2)}$.

Результирующее сопротивление до точки короткого замыкания К1:

$$Z_{\sum K1} = \sqrt{(X_c + X_л)^2 + R_л^{\,2}} \quad Ом.$$

Результирующее сопротивление до точки короткого замыкания К2:

$$Z_{\sum K2} = \sqrt{(X^*_c + X^*_л + X^*_т)^2 + (R^*_л + R^*_т)^2} \quad Ом.$$

11.2 Расчет токов трехфазного короткого замыкания

Начальное значение периодической составляющей тока трехфазного короткого замыкания в т.т. К1 и К2 определяется по выражению [2,5]:

$$I^{(3)}_{п(К1)} = \frac{U^{в.н.}_{с.н.}}{\sqrt{3}Z_{\sum K1}} \quad \text{и} \quad I^{(3)}_{п(К2)} = \frac{U^{н.н.}_{с.н.}}{\sqrt{3}Z_{\sum K2}} \quad А.$$

11.3 Расчет ударного тока трехфазного короткого замыкания

Максимальное значение полного тока – ударный ток возникает в сети примерно через 0,01 с после начала процесса короткого замыкания. При этом считается, что периодическая составляющая тока не претерпевает существенных изменений и остается равной, как и в начальный момент. При этом учитывается лишь затухание апериодической составляющей тока короткого замыкания. На основании этого ударный ток определится [2,4,5]:

$$i_y = \sqrt{2}I^{(3)}_п k_y \quad А,$$

где k_y - ударный коэффициент, определяемый по выражению [2,5]:

$$k_y = 1 + e^{-\frac{0,01}{T_a}},$$

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер disynergy.ru

где T_a – постоянная времени затухания апериодической составляющей тока короткого замыкания, которая может быть определена по формуле:

$$T_a = \frac{X_{рез.}}{\omega R_{рез.}},$$

где $X_{рез.}$, $R_{рез.}$ – соответственно результирующие (суммарные) индуктивные и активные сопротивления до точек К.З. (т.т. К1 и К2);

$\omega = 2\pi f$ – угловая частота, (f=50 Гц).

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

12. Выбор токоведущих частей и электрического оборудования подстанции

Выбор необходимого оборудования производится на основании принятой схемы электрических соединений. В распределительных устройствах напряжением 35 кВ и выше применяются гибкие шины, выполненные проводами марки АС

12.1 Выбор и проверка ошиновки распределительного устройства высокого напряжения

В случае выполнения ошиновки гибкими проводниками их сечение принимается, как правило, равным сечению провода линии высокого напряжения. Согласно ПУЭ, сборные шины электроустановок и ошиновки в пределах, открытых и закрытых РУ всех напряжений по экономической плотности тока не проверяются [1].

В зависимости от принятой схемы распределительного устройства сечение гибкой ошиновки проверяется по допустимому току нагрева. Выбор сечения шин производится по условию нагрева.

$$I_{max} \leq I_{доп}$$

В данном выражении $I_{доп}$ должен быть определен с поправкой на температуру воздуха, отличной от принятой в таблицах (+25 ° С) по выражению:

$$I_{доп.} = I_{доп..ном.} \sqrt{\frac{70 - \nu}{o}} \quad A,$$

где ν_o - действительная температура воздуха (см. задание).

Выбранное сечение проверяется на термическую стойкость при протекании тока КЗ по [1,4]:

$$\nu_к \leq \nu_{к.доп.},$$

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер disynergy.ru

где $\nu_к$ - расчетная температура нагрева шины током короткого замыкания;

$\nu_{к.доп.}$ - допустимая температура нагрева шины при коротком замыкании (для алюминиевых гибких и жестких шин -200° С, медных-300 ° С [4,7]).

Для определения расчетной температуры проводника предварительно находится температура проводника до момента возникновения КЗ- $\nu_{н.}$ по [4]:

$$\nu_{н.} = \nu_{о} + \left(\nu_{доп.} - \nu_{о.ном.}\right)\left(\frac{I_{max}}{I_{доп.}}\right)^2 {}^{o}C,$$

где $\nu_{доп.}$ - длительно допустимая температура проводника +70 ° С;

$\nu_{о.ном.}$ - номинальная температура воздуха +25 ° С.

По кривой (Приложение 12), используя $\nu_{н.}$ определяем сложную функцию температуры проводника до момента возникновения КЗ – $f_{н.}$.

Сложная функция температуры проводника, при протекании тока КЗ определится по:

$$f_к = f_н + \frac{kB_k}{g^2},$$

где $B_к$ - импульс квадратичного тока КЗ, определяемый как:

$$B_к = I^{(3)2}{}_{П}\left(t_{откл.} + T_a\right) \ кА^2\,с,$$

где $I^{(3)2}$ - начальное значение периодической трехфазного составляющей тока короткого замыкания в т.т. К1 и К2.

$t_{\ от\ кл.} = t_{р.з.} + t_{откл.\ в} = (0{,}16 \div 0{,}2)$ с,

$t_{р.з.}$ – время действия основной релейной защиты

$t_{откл.\ в}$ – полное время отключения выключателя

k – коэффициент учитывающий удельное сопротивление и эффективную теплоемкость проводника (алюминиевые шины, провода, кабели – 1,054; тоже с медными жилами-0,4570).

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

g – сечение проводника, мм^2.

По кривой (Приложение 12), используя $f_к$ определяем конечное значение температуры проводника в режиме короткого замыкания $\nu_{к.}$ Если окажется, что $\nu_к \leq \nu_{к.доп.}$ то проводник термически стоек.

Согласно ПУЭ, гибкие проводники на электродинамическую стойкость не проверяются [1,3,4]. Однако, если $i_y \geq 20$ кА такие проводники должны быть проверены на схлестывание [4].

12.2 Выбор и проверка ошиновки распределительного устройства низкого напряжения

В случае выполнения схемы распределительного устройства жесткой ошиновкой ее сечение определяется согласно вышеприведенной методики. В отличие от гибкой ошиновки она дополнительно проверяется на электродинамическую стойкость [1,3,4]. Жесткие шины, закрепленные на изоляторах, представляют собой динамическую колебательную систему, находящуюся под воздействием электродинамических сил. Наибольшее удельное усилие при трехфазном КЗ определяется по [4,7]:

$$f = \sqrt{3}\frac{i^2_y}{a}10^{-7}\ \text{Н/м},$$

где i_y – ударный ток трехфазного КЗ – А (определен выше)

a – расстояние между соседними фазами, м.

Равномерно распределенная сила f создает изгибающий момент М.

$$M = f\, l^2 /10 \quad \text{Нм},$$

где l –длина пролета между опорными изоляторами шинной конструкции, м.

Напряжение в материале шины, возникающее при воздействии изгибающего момента

$$\sigma_{расч.} = \frac{M}{W}\ \text{МПа},$$

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер disynergy.ru

где W – момент сопротивления шины на изгиб, см^3 (Приложение К). Шины электродинамически устойчивы если:

$$\sigma_{расч.} \leq \sigma_{доп.},$$

где $\sigma_{доп.}$ - допустимое механическое напряжение в матери шины (Приложение 13).

12.3 Выбор и проверка электрических аппаратов

В соответствии с принятой схемой электрических соединений подстанции в курсовом проекте необходимо произвести выбор и проверку следующих аппаратов:

На стороне высокого напряжения подстанции –разъединители, выключатели, ограничители перенапряжения, контрольно-измерительная аппаратура (трансформаторы тока и напряжения, измерительные приборы).

На стороне низкого напряжения подстанции- определить тип ячеек ЗРУ, в которых установлено: разъединители, выключатели, ограничители перенапряжения, контрольно-измерительная аппаратура (трансформаторы тока и напряжения, измерительные приборы).

При выборе аппаратов следует учесть возможность появления в схеме электроснабжения подстанции утяжеленного режима.

Рабочий ток утяжеленного режима находится при отключении одного из параллельно работающих трансформаторов с учетом аварийно допустимой перегрузки оставшегося в работе, либо при отключении одной из питающих линий. При выборе коммутационной аппаратуры следует учитывать современное развитие коммутационной техники. На ОРУ высокого напряжения использовать воздушные (элегазовые), вакуумные выключатели. В ЗРУ низкого напряжения вакуумную технику, Основные технические параметры коммутационных аппаратов приведены [9,11,12,13,14,15,16,17,18] либо в Приложении 14.

Перед выбором коммутационных аппаратов необходимо учесть род

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

установки - наружный или внутренний. Аппараты внутренней установки предназначены для работы в закрытых распределительных устройствах, а также в закрытых ячейках ЗРУ. Аппараты наружной установки предназначены для работы в открытых распределительных устройствах.

Выбранные электрические аппараты проверяют на устойчивость в режиме короткого замыкания по методике, приведенной ниже.

При выборе коммутационных аппаратов следует ориентироваться на установку в одном распределительном устройстве однотипных аппаратов, что упрощает их эксплуатацию.

В курсовом проекте достаточно произвести расчеты по выбору одного аппарата каждого наименования, работающего в наихудших условиях. Результаты выбора подстанционных аппаратов вносятся в расчетные таблицы (см. ниже).

12.3.1 Выбор разъединителей

Таблица 1

Параметры выбора разъединителя

Параметры выбора *	**Тип разъединителя**	**Расчетные данные**	**Каталожные данные**
$U_{сети.ном.} \le U_н$, кВ			
$I_{норм.расч.} \le I_н$, А			
$i_у \le i_{пр.скв.}$, кА			
$B_к \le I^2_{тер.} t_{тер}$, $кА^2 \cdot с$			

*- в правой части формул приведены расчетные данные в месте установки аппарата. В левой части данные по каталогу для выбираемого аппарата.

Время протекания тока термической стойкости $t_{тер.}$ принимается: $t_{тер.} = 4$ с при $U_н \le 35$ кВ, $t_{тер} = 3$ с при $U_н \ge 110$ кВ.

12.3.2 Выбор выключателей

Таблица 2

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

Параметры выбора выключателя

Параметры выбора	Тип выключателя	Расчетные данные	Каталожные данные
$U_{сети.ном.} \leq U_{н}$, кВ			
$I_{норм.расч.} \leq I_{н}$, А			

Продолжение таблицы 2

$i_{у} \leq i_{пр.скв.}$, кА			
$B_{к} \leq I^{2}_{тер.} t_{тер}$, $кА^{2} \cdot с$			
$I_{п} \leq I_{откл.ном.}$, кА			

12.3.3 Выбор ограничителей перенапряжения

Таблица 3

Параметры выбора ограничителя перенапряжения

Тип ограничителя перенапряжения	Напряжение установки	Назначение	Способ установки

12.4 *Контрольно-измерительная аппаратура*

Количество электроизмерительной аппаратуры, устанавливаемой на подстанции, должно быть минимально возможным для облегчения обслуживания, упрощения и удешевления установки, но и достаточным для правильного ведения эксплуатации. Измерение переменного тока требуется в цепях силовых трансформаторов и в цепях отходящих линий электропередачи. Для измерений тока в трехфазной цепи следует применять один амперметр. Измерение напряжения производится на всех секциях сборных шин на стороне высокого и низкого напряжений силового трансформатора. Напряжение в каждом случае измеряется одним вольтметром с переключателем.

В электроустановках, работающих в режиме с изолированной нейтралью, необходимо предусмотреть устройство контроля изоляции. Для присоединения вольтметров контроля изоляции применяются трехфазный пятистержневой или три однофазных трансформатора напряжения.

Измерение энергии производится в цепях трансформатора на

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер disynergy.ru

стороне высокого и низкого напряжений.

Счетчики учета активной энергии устанавливаются для определения количества электроэнергии, переданной через силовой трансформатор и израсходованной на собственные нужды, а также отпускаемой через отходящие линии.

Счетчики реактивной энергии устанавливаются, как правило, со стороны низшего напряжения трансформаторной подстанции через измерительные трансформаторы тока и напряжения класса точности 0,5.

12.4.1 Выбор трансформаторов тока

Таблица.4

Параметры выбора трансформатора тока

Параметры	Тип трансформатора	Расчетные данные	Каталожные данные
$U_{сети.ном.} \leq U_{н}$, кВ			
$I_{норм.расч.} \leq I_{1н}$, А			
По конструкции и классу точности			
$i_{у} \leq i_{дин.}$, кА			
$B_{к} \leq I^2_{тер.} t_{тер}$, кА^2·с			
$Z_2 \leq Z_{2 ном.}$, Ом			

В силу того, что индуктивное сопротивление токовых цепей невелико, принимается $Z_2 \approx r_2$.

Общее сопротивление вторичной цепи трансформатора тока состоит из сопротивлений приборов, соединительных проводов и переходного сопротивления контактов:

$$r_2 = r_{приб.} + r_{пр.} + r_{к}.$$

Сопротивление приборов определяется по выражению:

$$r_{приб} = S_{приб.} / I^2_{2н},$$

где $S_{приб}$ – мощность, потребляемая приборами (примерный перечень приборов дан в Приложении 9).

$I_{2н}$ - вторичный номинальный ток трансформатора тока, 5 А.

Сопротивления контактов принимается 0,05 Ом при двух-трех измерительных приборах и 0,1 Ом при большем количестве приборов.

Сопротивление соединительных проводов зависит от их длины и сечения.

При выполнении вышеуказанного условия необходимо, чтобы

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

$r_{пр} = r_{2ном.} - r_{приб.} - r_{к}$

Зная $r_{пр}$ можно определить сечение соединительных проводов:

$q = \rho l_{расч.} / r_{пр}$ мм^2,

где ρ - удельное сопротивление материала провода (медь- 0,0175; алюминий – 0,0283)

$l_{расч}$ – расчетная длина проводов, зависящая от схемы соединения трансформаторов тока (схема полной звезды $l_{расч} = l$, схема неполной звезды $l_{расч} = \sqrt{3} l$, где l – фактическая длина соединительных проводов от трансформаторов тока до приборов для разных систем напряжений: l = (3-5) м при $U_н$ =10 кВ, l=(50-60)м при $U_н$ =35 кВ, l=(80-120)м при $U_н$ =110 кВ.

В качестве соединительных проводов применять многожильные контрольные кабели. По условию механической прочности минимальное сечение медной жилы 2,5 мм^2, алюминиевой 4 мм^2 [1,4].

12.4.2 Выбор трансформаторов напряжения

Таблица 5

Параметры выбора трансформатора напряжения

Параметры выбора	**Тип трансформатора напряжения**	**Расчетные данные**	**Каталожные данные**
$U_{сети.ном.} \le U_н$, кВ			
по конструкции и схеме соединения обмоток			
по классу точности			
$\mathbf{S_2 \le S_{2ном.}}$			

Расчетная нагрузка вторичной цепи трансформатора напряжения $\mathbf{S_2}$ определяется суммой активной $\Sigma P_{приб.}$ И реактивной $\Sigma Q_{приб.}$ Мощностей присоединенных измерительных приборов и реле - ВА.

$$S_2 = \sqrt{\left(\sum S_{приб} \cos\varphi_{приб}\right)^2 + \left(\sum S_{приб} \sin\varphi_{приб}\right)^2} =$$

$$= \sqrt{P^2_{приб} + Q^2_{приб}} \quad \text{ВА.}$$

Если требуемое условие не выполняется в выбранном классе точности, то устанавливают второй трансформатор напряжения и часть приборов присоединяют к нему. По условию механической прочности минимальное сечение медной жилы 1,5 мм^2, алюминиевой 2,5 мм^2 [1,4].

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер disynergy.ru

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Правила устройства электроустановок. Главы 1.1, 1.2, 1.7,1.9, 2.4, 2.5, 4.1, 4.2, 6.1-6.6, 7.1, 7.2, 7.5, 7.6, 7.10 [Электронный ресурс]/ — Электрон. текстовые данные.— Москва: ЭНАС, 2015.— 560 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/76937.html.— ЭБС «IPRbooks».
2. Немировский, А. Е. Электрооборудование электрических сетей, станций и подстанций: учебное пособие / А. Е. Немировский, И. Ю. Сергиевская, Л. Ю. Крепышева. – 2-е изд. доп. – Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2018. – 149 с. – Режим доступа: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=493858.
3. Выбор электрооборудования и разработка главной схемы тепловой электрической станции: учебное пособие / М. А. Купарев, В. И. Ключенович, В. К. Терехов, И. И. Литвинов; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2018. – 164 с. – Режим доступа: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576581
4. Афонин, В. В. Электрические станции и подстанции: учебное пособие: в 3 частях / В. В. Афонин, К. А. Набатов ; Тамбовский государственный технический университет. – Тамбов: Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2015. – Часть 1. – 91 с. – Режим доступа: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444619.
5. Афонин, В. В. Электрические станции и подстанции: учебное пособие: в 2 частях / В. В. Афонин, К. А. Набатов ; Тамбовский государственный технический университет. – Тамбов: Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2017. – Часть 2. – 98 с. – Режим доступа: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=498984.
6. Филиппова, Т. А. Энергетические режимы электрических станций и электроэнергетических систем: учебник / Т. А. Филиппова. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2014. – 294 с. – Режим доступа: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=435976.
7. Вакуумная коммутационная аппаратура. ФГУП «НПП Контакт», Россия г.Саратов, 2005
8. Высоковольтное оборудование. Карпинский электромашиносторительный завод, Россия г.Карпинск, 2005
9. Вакуумные выключатели ВВ/TEL, ОПН/TEL. Таврида Электрик, Россия г.Москва, 2005
10. Техническая документация ЗАО ПФ «КТП-Урал», ISO 9001:2000, Россия, Екатеринбург, 2005

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения

Нажмите на мессенджер, чтобы написать

Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗

+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер disynergy.ru

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Образовательная автономная некоммерческая организация высшего образования

«МОСКОВСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ»

Факультет энергетики
Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

КУРСОВАЯ РАБОТА

По дисциплине: _____

На тему: _____

(тема работы)

Обучающийся группы _____

ФИО _____

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

Москва 202_

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

Приложение 2

Образовательная автономная некоммерческая организация высшего образования

«МОСКОВСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ»

Декану факультета
энергетики
Захарову Сергею Александровичу
от обучающегося _____курса
направление 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
форма обучения заочная
Фамилия_____
Имя_____
Отчество_____

ЗАЯВЛЕНИЕ

Прошу утвердить мне тему курсовой работы
«_____
_____»
по дисциплине «Электрические станции и подстанции».

«____» _____202_г.

_____
(подпись обучающегося)

СОГЛАСОВАНО:

Декан факультета энергетики

__С. А. Захаров_____ _____
(ФИО)
«_____» _____ 202__г.

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

Приложение 3

Образовательная автономная некоммерческая организация высшего образования

«МОСКОВСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ»

Факультет энергетики

РЕЦЕНЗИЯ
на курсовую работу ФИО (обучающегося)

тема_____

Курсовая работа выполнена обучающимся (нужное отметить √):

- ☐ выполнена;
- ☐ выполнена не в полном объеме;
- ☐ не выполнена.

Обучающийся владеет материалом курсовой работы (нужное отметить √):

- ☐ умело анализирует имеющийся материал;
- ☐ анализирует имеющийся материал;
- ☐ недостаточно четко и правильно анализирует имеющийся материал;
- ☐ неправильно анализирует имеющийся материал.

Задачи, поставленные в курсовой работе, обучающимся (нужное отметить √):

- ☐ решены в полном объеме;
- ☐ решены в полном объеме, но не полностью раскрыты;
- ☐ решены частично, нет четкого обоснования и детализации;
- ☐ не решены.

Ответы на вопросы по курсовой работе, обучающийся (нужное отметить √):

- ☐ дает аргументированные ответы на вопросы;
- ☐ дает ответы на вопросы по существу;
- ☐ дает ответы на вопросы не по существу;
- ☐ не может ответить на вопросы.

Оформление обучающимся курсовой работы (нужное отметить √):

- ☐ курсовая работа оформлена правильно;
- ☐ курсовая работа оформлена с незначительными недостатками;
- ☐ курсовая работа оформлена с недостатками;
- ☐ курсовая работа оформлена неверно.

Обучающийся по итогам защиты курсовой работы заслуживает оценку «_____».

Руководитель

_____ _____

подпись руководителя И.О. Фамилия

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер disynergy.ru

«__» _____ 202_г.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Типовые графиков нагрузок объектов

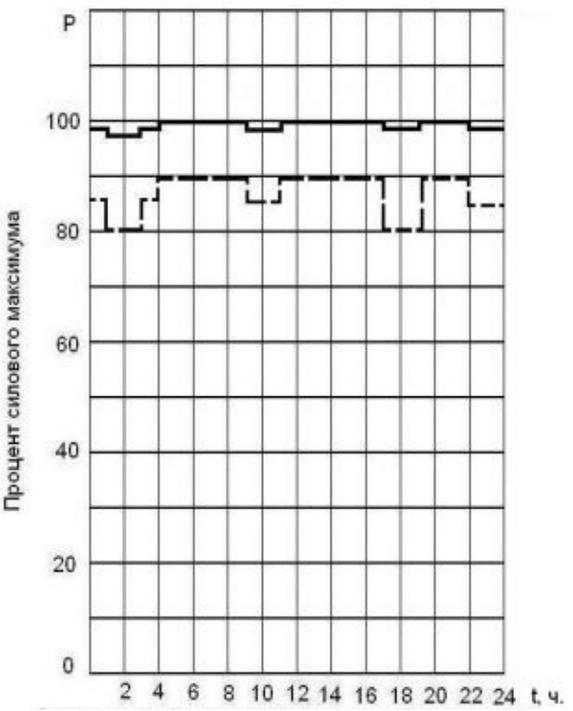


Рисунок 4.1 - Суточный график нагрузки предприятия черной металлургии _____ зима, ------лето

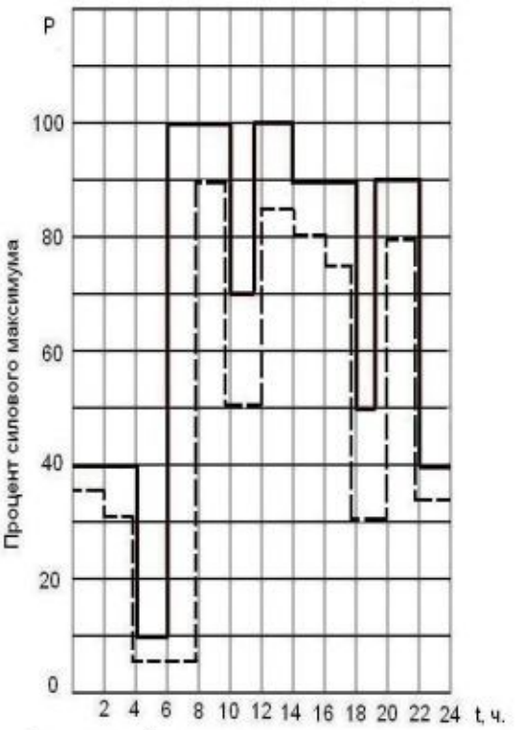


Рисунок 4.2 - Суточный график нагрузки предприятия черной машиностроительного завода _____ зима, ------лето

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

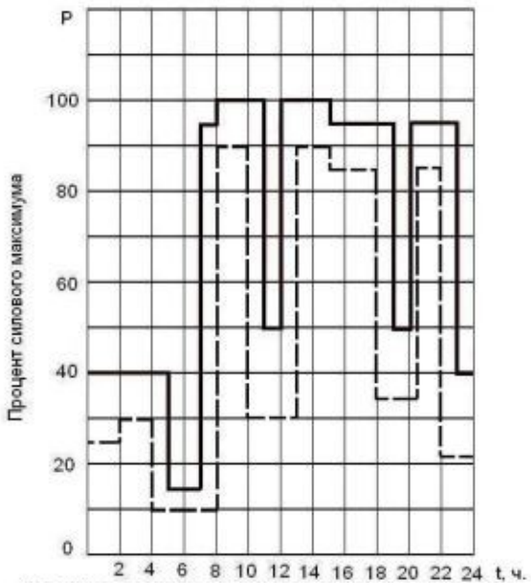


Рисунок 4.3 - Суточный график нагрузки текстильной промышленности
_____ зима, ------лето

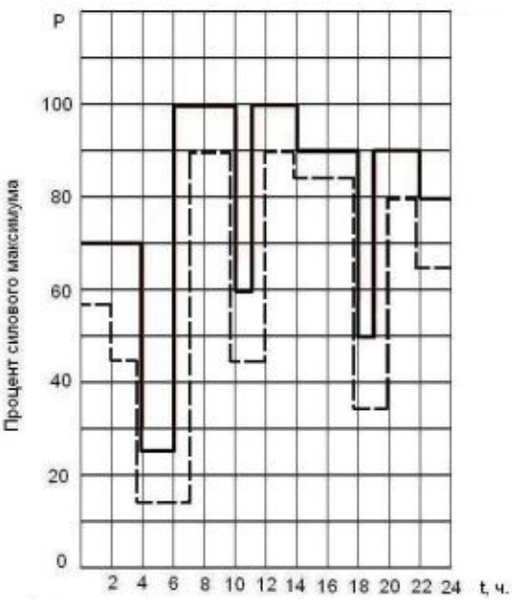


Рисунок 4.4 - Суточный график нагрузки бумажной промышленности
_____ зима, ------лето

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

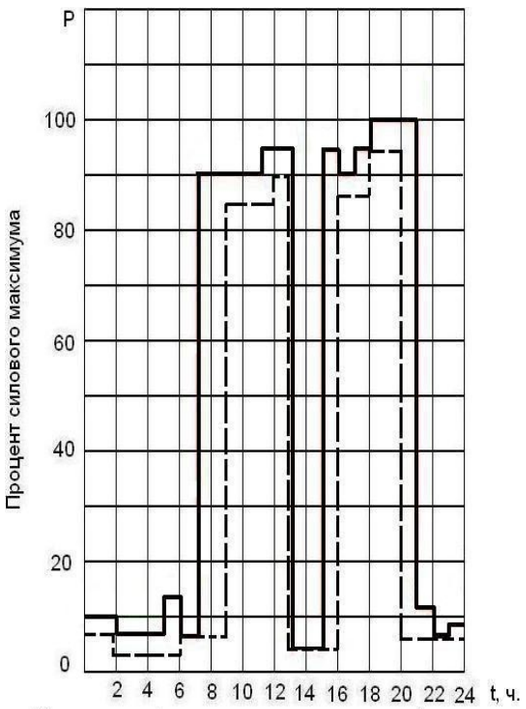


Рисунок 4.5 - Суточные графики нагрузки предприятия угольной промышленности
_____ зима, ------лето

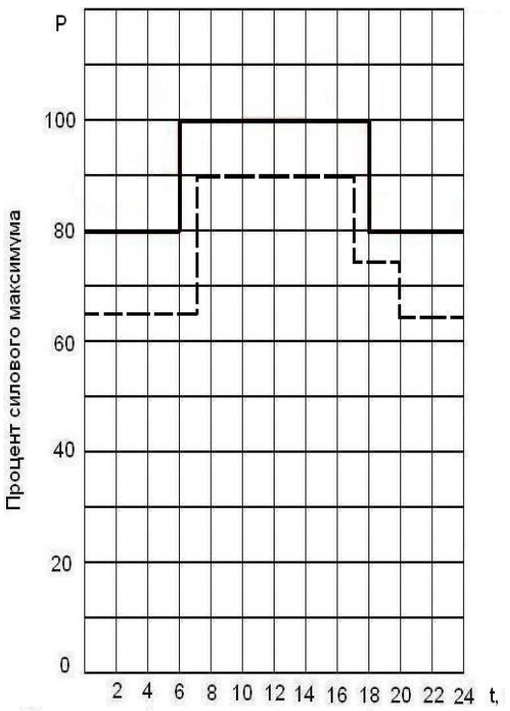


Рисунок 4.6 - Суточные графики нагрузки предприятия цветной металлургии
_____ зима, ------лето

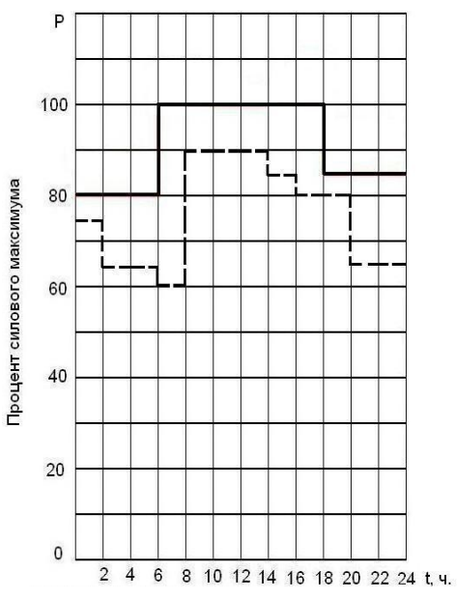


Рисунок 4.7 - Суточные графики нагрузки предприятия химической промышленности
_____ зима, ------лето

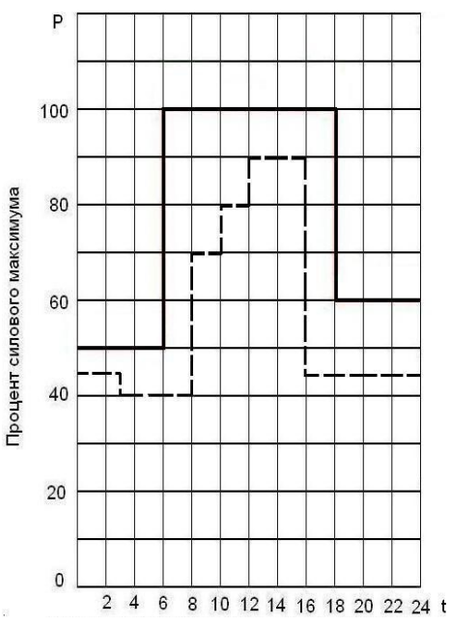


Рисунок 4.8 - Суточные графики нагрузки предприятия по добыче и обогащению руд
_____ зима, ------лето

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

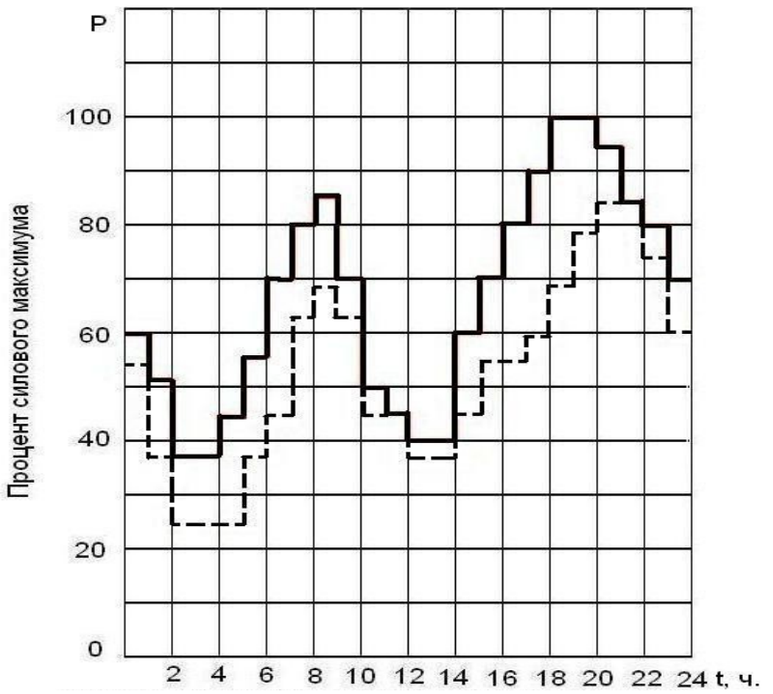


Рисунок 4.9 - Суточный график нагрузки населенного пункта

_____ зима, ------лето

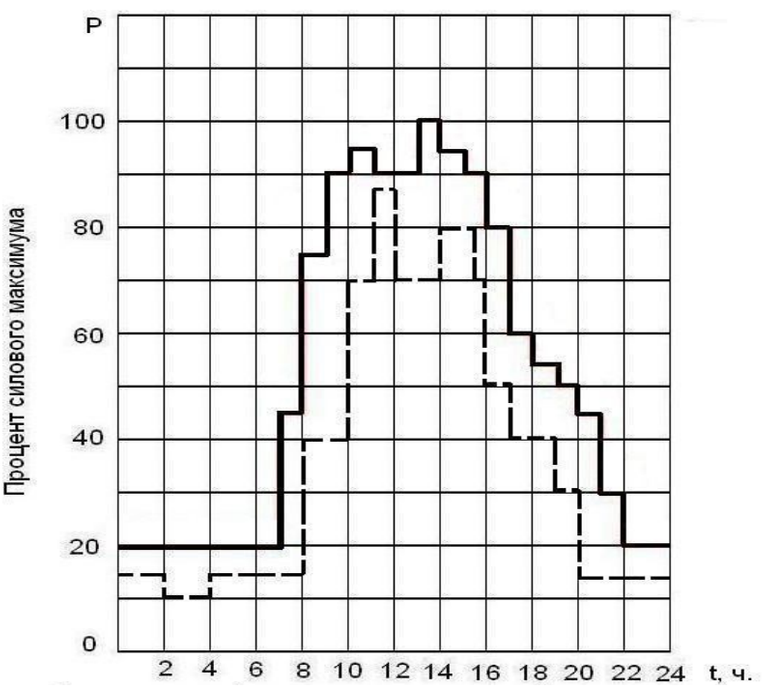


Рисунок 4.10 - Суточный график нагрузки с.-х. района

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Таблицы расчета сезонных графиков нагрузки предприятий

Таблица 5.1

Расчет зимнего графика нагрузки предприятия

0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	Час
												$n_{i\%}$
												Pi
12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24	Час
												$n_{i\%}$
												Pi

Таблица 5.2

Расчет летнего графика нагрузки предприятия

0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	Час
												$n_{i\%}$
												Pi
12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24	Час
												$n_{i\%}$
												Pi

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Таблицы расчета суммарного (совмещенного) графика нагрузки подстанции

Таблица 6.1

Суммарный летний график нагрузки подстанции

0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	Лето, часы
												$P_{(i)}$
												$\Delta P_{пост}$
												$\Delta P_{с.н}$
												$\Delta P_{пер}$
												$P^{\Sigma}_{пс(i)}$
12-13	3-14	4-15	5-16	16-17	17-18	8-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24	Лето, часы
												$P_{(i)}$
												$\Delta P_{пост}$
												$\Delta P_{с.н}$
												$\Delta P_{пер}$
												$P^{\Sigma}_{пс(i)}$

Таблица 6.2

Суммарный зимний график нагрузки подстанции

0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	Зима, часы
												$P_{(i)}$
												$\Delta P_{пост}$
												$\Delta P_{с.н}$
												$\Delta P_{пер}$
												$P^{\Sigma}_{пс(i)}$
12-13	3-14	14-15	5-16	16-17	7-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24	Зима, часы
												$P_{(i)}$
												$\Delta P_{пост}$
												$\Delta P_{с.н}$
												$\Delta P_{пер}$
												$P^{\Sigma}_{пс(i)}$

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

Таблица 7.1-Трансформаторы класса напряжения 35-110 кВ

тип	$S_{ном}$ кВ *А	$U_{ном}$ кВ ВН	$U_{ном}$ кВ НН	потери, кВт P_x	потери, кВт $P_к$	$u_к$, %	i_x, %	размеры, м t	размеры, м b	размеры, м H
ТМН - 6300/35	6300	20; 35	3,15 - 11	9,4	46,5	7,5	0,9	4,1	3,57	4,11
ТМН - 6300/35	6300	20; 35	6,3; 11	9,4	46,5	7,5	0,9	4,15	3,65	4,4
ТДНС - 10000/35	10000	35*	6,3*	14,5	65	8	0,8	5,42	3,92	5,06
ТДНС - 10000/35	10000	35	6,3	13,5	65	8	0,8	5,97	5,4	5
ТДНС - 16000/35	16000	35	6,3; 10,5	21	100	10	0,6	6,1	3,07	5,25
ТРДНС - 25000/35	25000	35	6,3; 10,5	25	115	9,5	0,5	5	4,27	6,56
ТРДНС - 32000/35	32000	35	6,3; 10,5	30	145	11,5	0,45	6,6	4,3	5,53
ТРДНС - 40000/35	40000	35	6,3; 10,5	36	170	11,5	0,4	6,8	4,5	5,5
ТРДНС - 63000/35	63000	35	6,3; 10,5	50	250	11,5	0,35	7	4,55	6,06
ТМН - 2500/110	2500	110	6,6; 11	6,5	22	10,5	1,5	4,63	3,54	4,09
ТМН - 2500/110	2500	110	6,6; 11	6,5	22	10,5	1,5	4,4	4,3	4,38
ТМН - 6300/110	6300	115	6,6; 11	13	50	10,5	1	6,09	6,26	5,26
ТМН - 6300/110	6300	115	6,6; 11	17,5	50	10,5	1	6,08	4,2	5,09
ТДН - 10000/110	10000	115	6,6; 11	18	60	10,5	0,9	6,33	3,7	5,55
ТДН - 16000/110	16000	115	6,6; 11	21	90	10,5	0,85	6,6	4,4	5,77
ТРДН - 25000/110	25000	115	6,3 - 6,3	31,5	121	10,5	0,75	6,58	4,65	5,82
ТРДН - 32000/110	32000	115	6,3; 10,5**	44	145	10,5	0,75	7,55	4,72	5,75
ТРДЦН - 40000/110	40000	115	6,3; 10,5	52	175	10,5	0,7	7,28	5,02	6,25
ТРДЦН - 40000/110	40000	115	6,3; 10,5	50	160	10,5	0,7	7,02	4,85	6,3
ТРДЦН - 63000/110	63000	115	6,3; 10,5	69	245	10,5	0,65	8,31	4,24	6,47
ТРДЦН - 63000/110	63000	115	6,3; 10,5	70	245	10,5	0,65	7,2	5,15	6,5
ТРДЦН - 80000/110	80000	115	6,3; 10,5	85	310	10,5	0,6	8,7	5,25	7

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

ПРИЛОЖЕНИЕ 8

Графики перегрузочной способности трансформатора

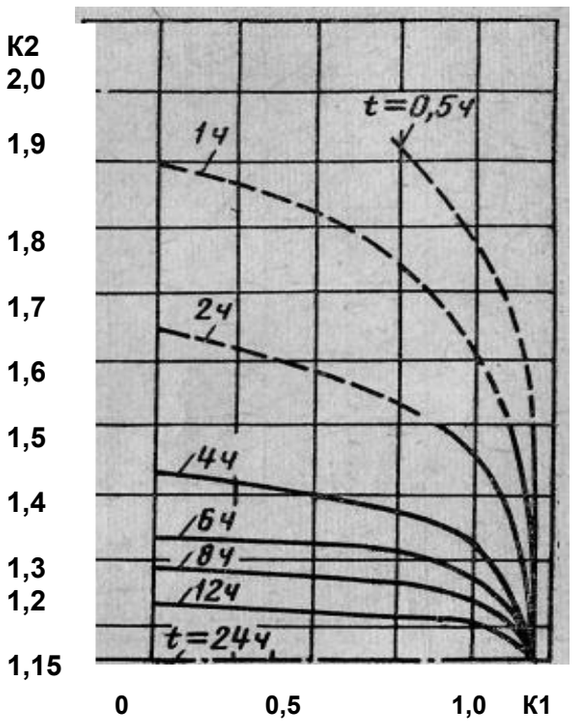


Рисунок 8.1 - Кривые перегрузочной способности трансформатора системы охлаждения Д, мощностью 6,3-32 МВА, $\upsilon_{охл.}$=0 °С

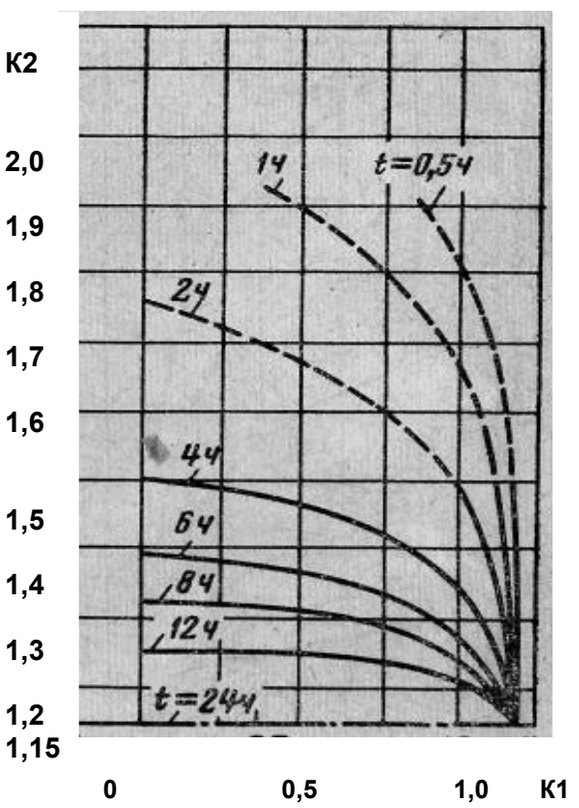
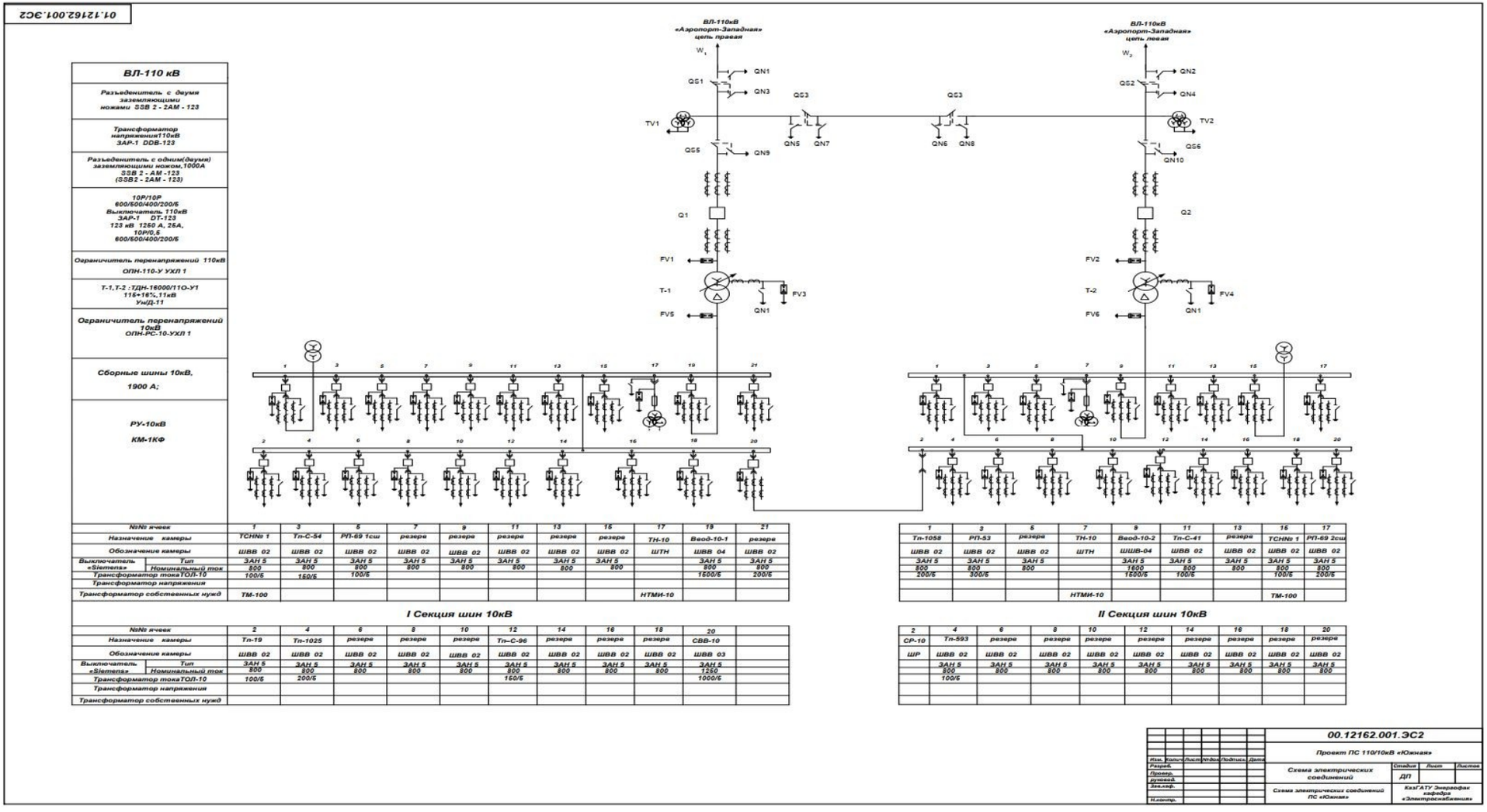


Рисунок 8.2 - Кривые перегрузочной способности трансформатора системы охлаждения Д, мощностью 32-63 МВА, $\upsilon_{охл.}$=0 °С

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

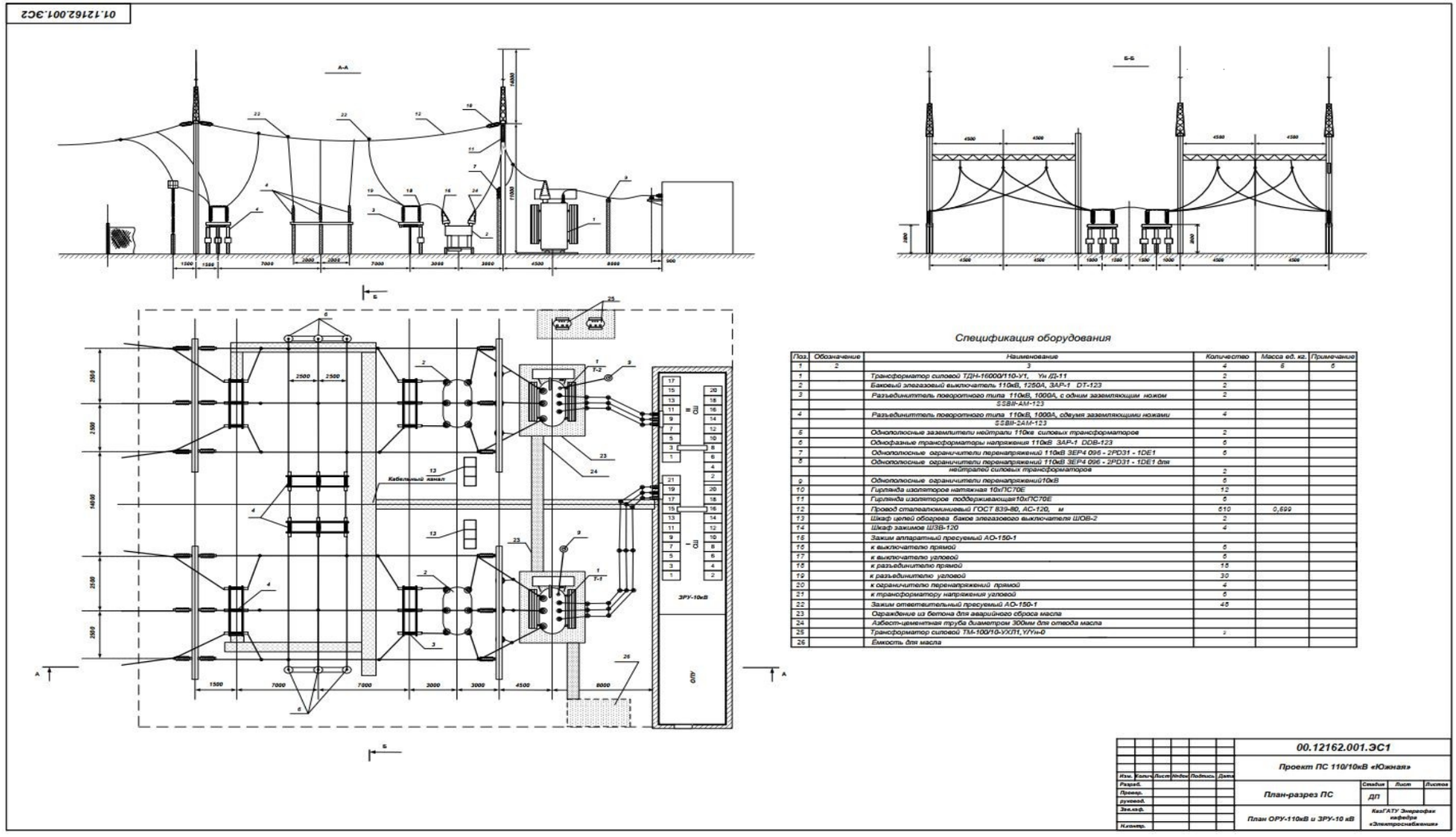
Пример выполнения схемы электрических соединений подстанции



Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

ПРИЛОЖЕНИЕ 10

Пример выполнения плана-разреза подстанции



Спецификация оборудования

Поз.	Обозначение	Наименование	Количество	Масса ед. кг.	Примечание
1	2	3	4	6	6
1		Трансформатор силовой ТДН-16000/110-У1, Ун Д-11	2		
2		Баковый элегазовый выключатель 110кВ, 1250А, ЗАР-1 DT-123	2		
3		Разъединиттель поворотного типа 110кВ, 1000А, с одним заземляющим ножом SSBII-AM-123	2		
4		Разъединиттель поворотного типа 110кВ, 1000А, сдвумя заземляющими ножами SSBII-2AM-123	4		
5		Однополюсные заземлители нейтрали 110кв силовых трансформаторов	2		
6		Однофазные трансформаторы напряжения 110кВ ЗАР-1 DDB-123	6		
7		Однополюсные ограничители перенапряжений 110кВ ЗЕР4 096 - 2PD31 - 1DE1	6		
8		Однополюсные ограничители перенапряжений 110кВ ЗЕР4 096 - 2PD31 - 1DE1 для нейтралей силовых трансформаторов	2		
9		Однополюсные ограничители перенапряжений10кВ	6		
10		Гирлянда изоляторов натяжная 10хПС70Е	12		
11		Гирлянда изоляторов поддерживающая10хПС70Е	6		
12		Провод сталеалюминиевый ГОСТ 839-80, АС-120, м	610	0,699	
13		Шкаф цепей обогрева баков элегазового выключателя ШОВ-2	2		
14		Шкаф зажимов ШЗВ-120	4		
15		Зажим аппаратный пресуемый АО-150-1			
16		к выключателю прямой	6		
17		к выключателю угловой	6		
18		к разъединителю прямой	18		
19		к разъединителю угловой	30		
20		к ограничителю перенапряжений прямой	4		
21		к трансформатору напряжения угловой	6		
22		Зажим ответвительный пресуемый АО-150-1	48		
23		Ограждение из бетона для аварийного сброса масла			
24		Азбест-цементная труба диаметром 300мм для отвода масла			
25		Трансформатор силовой ТМ-100/10-УХЛ1,Y/Yн-0	2		
26		Ёмкость для масла			

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

ПРИЛОЖЕНИЕ 11

Таблица 11.1

Параметры сталеалюминиевых проводов

марка провода	Число и диаметр проволок, мм		Расчетное сечение, мм^2			Расчетный диаметр, мм		Сопротивление постоянному току при 20 ^{0} С, Ом/км	Допустимая токовая нагрузка, А
	алюминиевых	стальных	алюминия	стали	всего провода	стального сердечника	провода		
Провода нормальной конструкции (АС)									
АС 10/1,8	6*1,5	1*1,5	10,6	1,77	12,37	1,5	4,5	2,766	80
АС 16/2,7	6*1,85	1*1,85	16,1	2,69	18,79	1,9	5,6	1,800	105
АС 25/4,2	6*2,3	1*2,3	24,9	4,15	29,05	2,3	6,9	1,176	130
АС 35/6,2	6*2,8	1*2,8	36,9	6,15	43,05	2,8	8,4	0,790	175
АС 50/8,0	6*3,2	1*3,2	48,2	8,04	56,24	3,2	9,6	0,603	210
АС 70/11	6*3,8	1*3,8	68,0	11,3	79,30	3,8	11,4	0,429	265
АС 70/72	6*2,2	19*2,2	68,4	72,2	140,60	11,0	15,4	0,428	265
АС 95/16	6*4,5	1*4,5	95,4	15,9	111,3	4,5	13,5	0,306	330
АС 95/141	24*2,2	37*2,2	91,2	141,0	232,2	15,4	19,8	0,321	330
АС 120/19	26*2,4	7*1,85	118	18,8	136,8	5,6	15,2	0,249	380
АС 120/27	30*2,22	7*2,20	114	26,6	140,6	6,6	15,4	0,253	380
АС 150/19	24*2,80	7*1,85	148	18,8	166,8	5,5	16,8	0,199	445
АС 150/24	26*2,70	7*2,10	149	24,2	173,2	6,3	17,1	0,198	445
АС 150/34	30*2,50	7*2,50	147	34,3	181,3	7,5	17,5	0,201	445
АС 185/24	24*3,15	7*2,10	187	24,2	211,2	6,3	18,9	0,157	510
АС 185/29	26*2,98	7*2,30	181	29,0	210,0	6,9	18,8	0,162	510
АС 185/43	30*2,80	7*2,80	185	43,1	228,1	8,4	19,6	0,158	510
АС 185/128	54*2,10	37*2,10	187	128,0	315,0	14,7	23,1	0,158	510
АС 240/32	24*3,60	7*2,40	244	31,7	275,7	7,2	21,6	0,121	610
АС 240/39	26*3,40	7*2,65	236	38,6	274,6	8,0	21,6	0,124	610
АС 240/56	30*3,20	7*3,20	241	56,3	297,3	9,6	22,4	0,122	610
АС 300/39	24*4,00	7*2,65	301	38,6	339,6	8,0	24,0	0,098	690
АС 300/48	26*3,80	7*2,95	295	47,8	342,8	8,9	24,1	0,100	690
АС 300/66	30*3,50	19*2,10	289	65,8	353,8	10,5	24,5	0,102	690
АС 300/67	30*3,50	7*3,50	289	67,3	356,3	10,5	24,5	0,103	690
АС 300/204	54*2,65	37*2,65	298	204,0	502,0	18,6	29,2	0,099	690
АС 400/18	42*3,40	7*1,85	381	18,8	399,8	5,6	26,0	0,078	835
АС 400/22	76*2,57	7*2,0	394	22,0	416,0	6,0	26,6	0,075	835
АС 400/51	54*3,05	7*3,05	394	51,1	445,1	9,2	27,5	0,075	835
АС 400/64	26*4,37	7*3,4	390	63,5	453,5	10,2	27,7	0,075	835
АС 400/93	30*4,15	19*2,50	406	93,5	499,2	12,5	29,1	0,072	835

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

Таблица 11.2

Индуктивные сопротивления сталеалюминиевых проводов

Среднегеометрическое расстояние между проводами, м	Индуктивное сопротивление, Ом/км							
	АС-35	АС-50	АС-70	АС-95	АС-120	АС-150	АС-185	АС-240
2,0	0,403	0,392	0,382	0,371	0,365	0,358	---	---
2,5	0,417	0,406	0,396	0,385	0,379	0,372	---	---
3,0	0,429	0,418	0,408	0,397	0,391	0,384	0,377	0,369
3,5	0,438	0,427	0,417	0,406	0,400	0,396	0,386	0,378
4,0	0,446	0,435	0,425	0,414	0,408	0,401	0,394	0,386
4,5	---	---	0,433	0,422	0,416	0,409	0,402	0,394

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

ПРИЛОЖЕНИЕ 12

Расчет температуры нагрева проводника

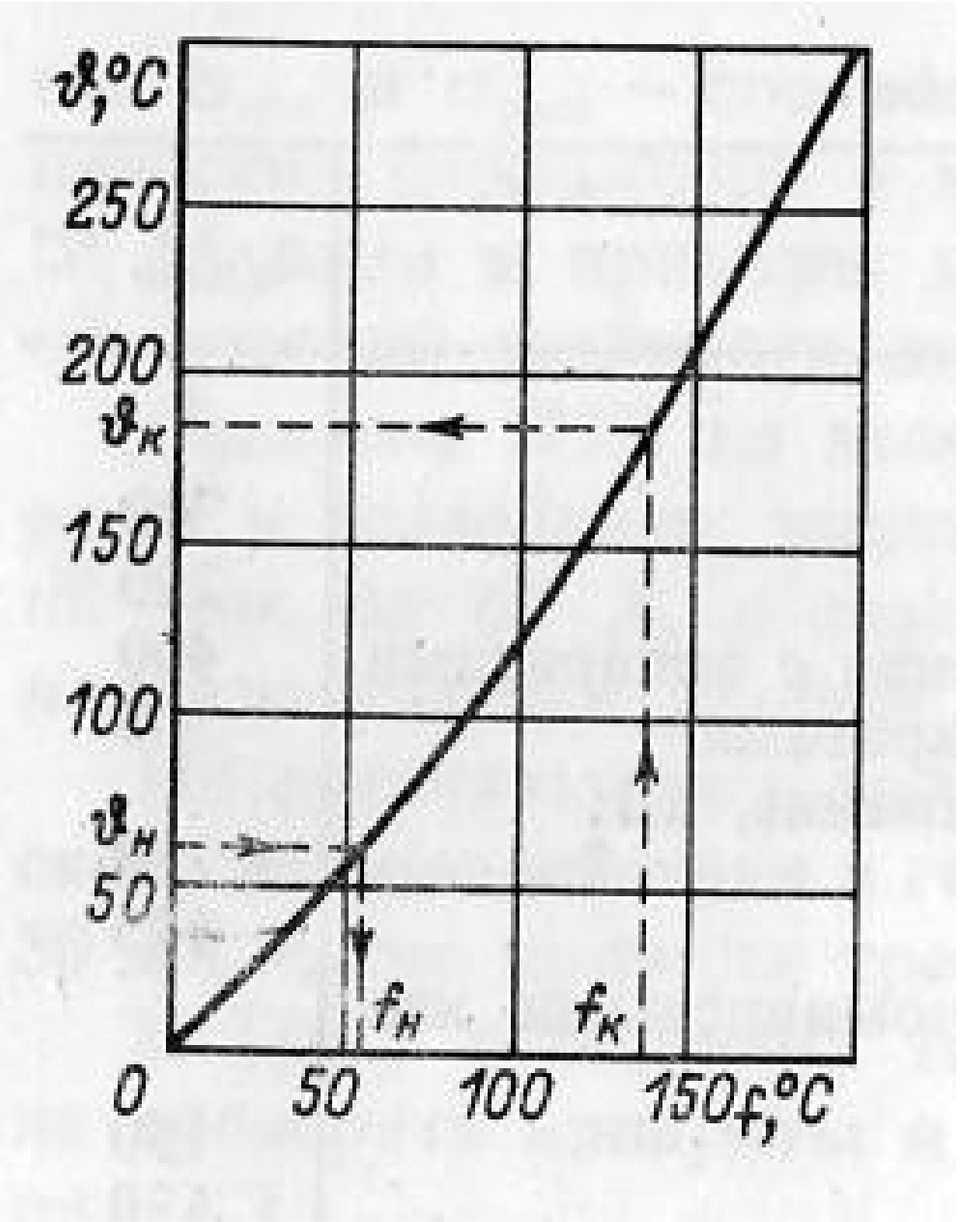


Рисунок 12.1- Кривая определения температуры нагрева проводника при коротком замыкании

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

ПРИЛОЖЕНИЕ 13

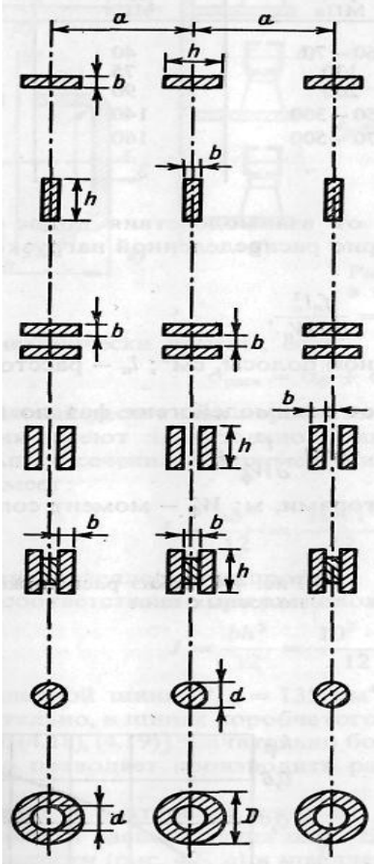
Таблица 13.1

Механические характеристики материала шин

Материал	Марка	Разрушающее напряжение $\sigma_{разр}$, МПа	Допустимое напряжение $\sigma_{доп}$, МПа	Модуль упругости, E, Па
Алюминий	АДО	60 – 70	40	$7 \cdot 10^{10}$
Алюминиевый	АД31Т	130	75	–
сплав	АД31Т1	200	90	–
Медь	МГТ	250 – 300	140	$10 \cdot 10^{10}$
Сталь	Ст3	370 – 500	160	$20 \cdot 10^{10}$

Таблица К13.2

Момент сопротивления и инерции шины

Расположение шин	Момент инерции	Момент сопротивления
	$\frac{bh^3}{12}$	$\frac{bh^2}{6}$
	$\frac{hb^3}{12}$	$\frac{hb^2}{6}$
	$\frac{bh^3}{6}$	$\frac{bh^2}{3}$
	$\frac{hb^3}{6}$	$\frac{hb^2}{3}$
	$0{,}72\,b^3h$	$1{,}44\,b^2h$
	$\frac{\pi d^4}{64}$	$\frac{\pi d^3}{32}$
	$\frac{\pi(D^4 - d^4)}{64}$	$\frac{\pi(D^4 - d^4)}{32\,D}$

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

ПРИЛОЖЕНИЕ 14

Параметры электрооборудования подстанции

Таблица 14.1

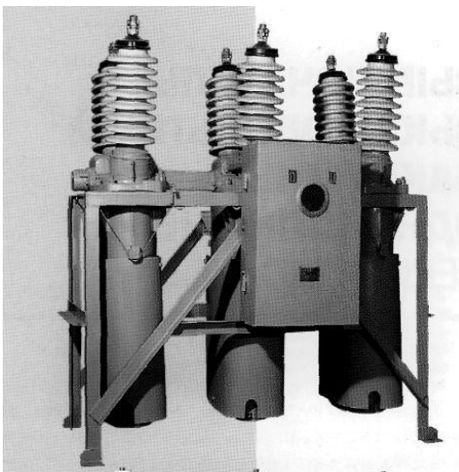
Параметры воздушных выключателей напряжением 110 кВ

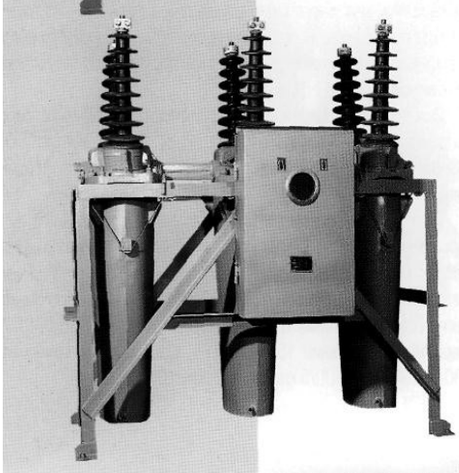
Тип	$I_{ном}$, кА	$I_{откл}$, кА	Предельный сквозной ток (амплитуда), кА	Ток термической стойкости, кА	Время (полное), с: отключения	Время (полное), с: включения	Масса полюса, т	$l_{уг}$, см	Емкость баков, м³
а) Выключатели с наружным отделителем									
ВНСГ-15	12,0	31,5	485	190	0,08	0,12	2,5	—	1,8
ВВГ-20	12,5; 20	160	410	160	0,12	0,14	9,6	—	2,4
ВВ-20 (У)	12,0	115	300	118	0,19	0,10	3,1	—	2,4
ВВП-35	1,25	16	41	16	0,08	0,28	1,2	—	0,6
ВВ-35	1,25	20	52	20	0,08	0,28	1,2	—	0,5
б) Выключатели с отделителем в кожухе									
ВВН-35-2	2,0	31,5	84	33	0,08	0,28	3,5	105	2,0
в) Выключатели с отделителем в кожухе под давлением									
ВВН-110-6*	2,0	31,5	80	31,5	0,07	0,25	3,2	263	3,9
ВВШ-110 (Б)	2,0	25	64	25	0,08	0,20	3,1—3,3	210 (290)	3,9
ВВШ-150Б	2,0	25	74	32	0,05	0,20	4,3	408	6,2
ВВН-154-8*	2,0	30,8	78	30,8	0,08	0,25	4,3	408	6,2
ВВН-220-10*	2,0	26,2	67	26,2	0,08	0,25	4,8	526	6,2
ВВН-220-15*	2,0	39,4	80	39,4	0,08	0,25	5,0	526	7,2
ВВШ-220 (Б)	2,0	25	94	40	0,08	0,25	5,2—5,5	420 (526)	6,2
ВВ-330Б	2,0	20; 31,5	65	26	0,08	0,23	13,0	800	15,0
ВВН-330-15*	2,0	26,2	67	26,2	0,08	0,30	11,2	840	14,4
ВВ-500 (Б), ВВМ-500 (Б)	2,0	20; 31,5	73	29	0,08	0,26	16,0	1080	22,4
г) Выключатели с металлическими гасительными камерами									
ВВУ-35	2,0; 3,2	40	100	40	0,07	0,13	2,5	90	1,5
ВВУ-110	2,0	40	102	40	0,08	0,20	5,2	245	3,0
ВВП-110Б	0,63; 1,25	16	67	26	0,08	0,15	2,5	300	1,5
ВВБ-110Б	2,0	31,5	80	31,5	0,07	0,15	2,8	290	1,5
ВВБМ-110Б	2,0	31,5	90	35	0,07	0,15	2,5	290	1,5
ВНВ-110 (Б)	3,2	40; 63	102; 162	40; 63	0,04	0,10	3,0	210 (285)	1,7
ВВБК-110	3,2; 4,0	50; 63	125; 162	50; 63	0,04	0,10	2,5	290	1,5
ВВБ-150Б	2,0; 3,2	31,5	90	31,5	0,07	0,20	3,2	408	1,5
ВВБ-220 (А)-12	2,0; 3,2	31,5	80	31,5	0,08	0,20	5,2	575	3,0

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

Таблица 14.2

Вакуумные выключатели на напряжение 35 кВ





ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ ВЫСОКОВОЛЬТНЫЙ ВАКУУМНЫЙ ТРЕХПОЛЮСНЫЙ СЕРИИ ВВС-35

Выключатели высоковольтные серии ВВС-35 предназначены для коммутации электрических цепей при нормальных и аварийных режимах в сетях трехфазного переменного тока частоты 50 (60) Гц для открытых и закрытых распределительных устройств.

Выключатель предназначен для работы в районах умеренного, холодного и тропического климата, на высоте не более 1000 м над уровнем моря, с температурой окружающего воздуха от плюс 40 до минус 60°С.

Выключатель состоит из трех полюсов, каждый из которых собран на отдельной крышке. Полюса соединены между собой в один общий комплект междуполюсными муфтами. На каркасе укреплен шкаф с приводом ПЭМУ-500. Гашение электрической дуги обеспечивается вакуумной дугогасительной камерой КДВ2-35-25/1600*. Выключатель комплектуется встроенными трансформаторами тока ТВ-35 ГОСТ 7746-89 (варианты исполнений 150/5, 300/5, 600/5 класса точности 1-10 и 600/5, 1200/5, 1500/5 класса точности 0,5).

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

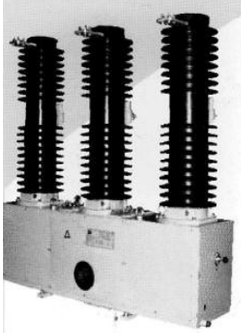
Тип генератора	**ВВС-35 II-20/630**	**ВВС-35 II-20/1600**
Номинальное напряжение, кВ	35	35
Номинальный ток, А	630	1600
Номинальный ток отключения, кА	20	20
Ток термической стойкости, кА	20	20
Амплитуда предельного сквозного тока, кА	52	52
Собственное время отключения средней фазы, с, не более	0,04	0,04
Время задержки крайних фаз		
относительно средней, с, не более	0,15…0,20	0,15…0,20
Время отключения, с, не более	0,08	0,08
Собственное время включения, с, не более	0,15	0,15
Коммутационная износостойкость, циклов В-О		
при номинальном токе	25000	25000
при токе отключения 7,5 кА	2000	2000
при токе отключения 15 кА	500	500
при токе отключения 20 кА	200	200
Масса выключателя, кг	750	830
Габаритные размеры (lxbxh), мм	1910x1200x1950	1910x1200x1950

* Возможна замена на аналогичное оборудование

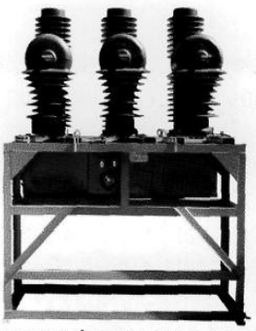
ЫСОКОВОЛЬТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

класса 35 кВ серии ВБС (сухие)

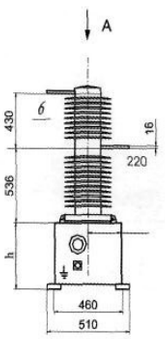


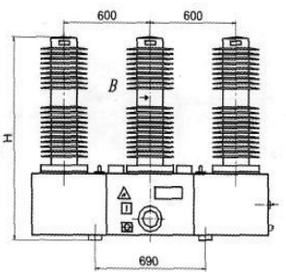
Вакуумные выключатели наружной установки с усиленной изоляцией предназначены для коммутации электрических цепей при нормальных и аварийных режимах в сетях трехфазного переменного тока частотой 50-60 Гц с напряжением 35 кВ.



с трансформаторами тока ТОЛ-35III-II УХЛ1

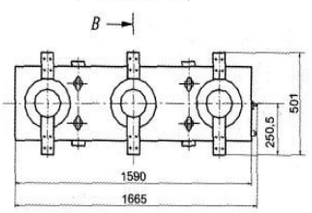
Выключатели используются для работы в электрических сетях на открытых частях станций, подстанций, на тяговых подстанциях электрифицированных железных дорог, а так же для замены отработавших свой ресурс масляных и воздушных выключателей на действующих подстанциях.





Выключатели изготавливаются по требованию заказчика в тропическом исполнении.

Тип выключателя	Размеры, мм	
	H	h
ВБЭС-35III УХЛ1 - привод электромагн.	1584	532
ВБПС-35III УХЛ1 - привод пружинный	1854	802



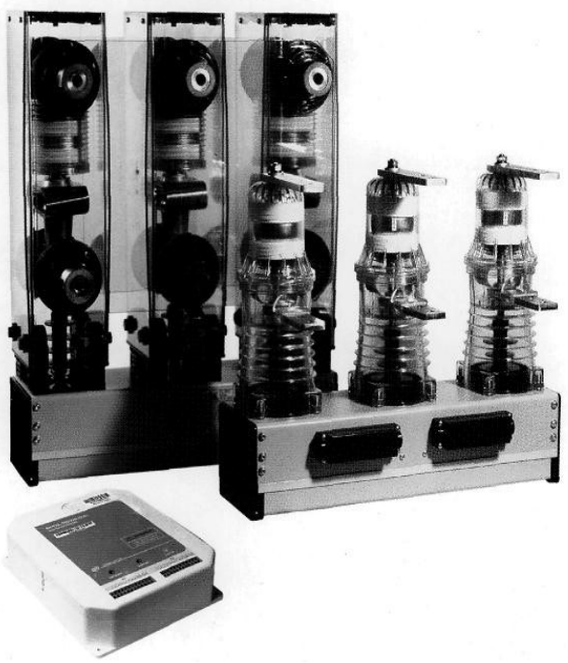
Технические характеристики

Наименование параметров		Значения
Номинальное напряжение, кВ		35
Номинальный ток, А		630; 1250; 1600; (2000)
Номинальный ток отключения, кА		25 (31,5)
Сквозной ток короткого замыкания:		
- ток электродинамической стойкости, кА		63 (80)
- ток термической стойкости, кА		25 (31,5)
- время протекания тока термической стойкости, с		3
Номинальное напряжение привода,		
- пружинный привод	пост.,В	110; 220
- электромагнитный привод	перем.,В	220 110; 220
Токи потребления электромагнита включения		при взводе пружины: 8; 4
- пружинного привода	пост.,А	при включении выключателя: 4; 3; 1,5
- электромагнитного привода	перем.,А	1,5 70; 35
Токи потребления электромагнита отключения		3; 1,5
- пружинного привода	пост.,А	1,5
- электромагнитного привода	перем.,А	5; 2,5
Собственное время включения, с		0,11
Собственное время отключения, с		0,03
Диапазон рабочих температур окр.среды, °С		+50 / -60
Ресурс по коммутационной стойкости:		
- при номинальном токе, циклов ВО		30000
- при токе отключения 8 кА		2000
- при номинальном токе отключения, циклов ВО		100
Ресурс по механической стойкости, циклов ВО		30000
Масса, кг, не более		600

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

Таблица 14.3

Вакуумные выключатели на напряжение 10В



Вакуумные выключатели серии ВВ/TEL предназначены для эксплуатации в сетях трехфазного переменного тока частотой 50 Гц с номинальным напряжением до 10 кВ с изолированной и компенсированной нейтралью в нормальных и аварийных режимах.

Выключатели ВВ/TEL применяются в ячейках КРУ внутренней и наружной установки, а также в камерах КСО, как при новом строительстве, так и при замене выключателей прошлых лет выпуска.

Отличительные особенности:

- высокий коммутационный и механический ресурсы;
- отсутствие необходимости проведения текущего и среднего ремонтов;
- питание цепей управления от сети постоянного, выпрямленного и переменного оперативного тока;
- малое потребление мощности из сети оперативного питания;
- возможность отключения при потере оперативного питания;
- полная взаимозаменяемость с устаревшими маломасляными выключателями по главным и вспомогательным цепям;
- возможность работы в любом пространственном положении;
- малые габариты и масса.

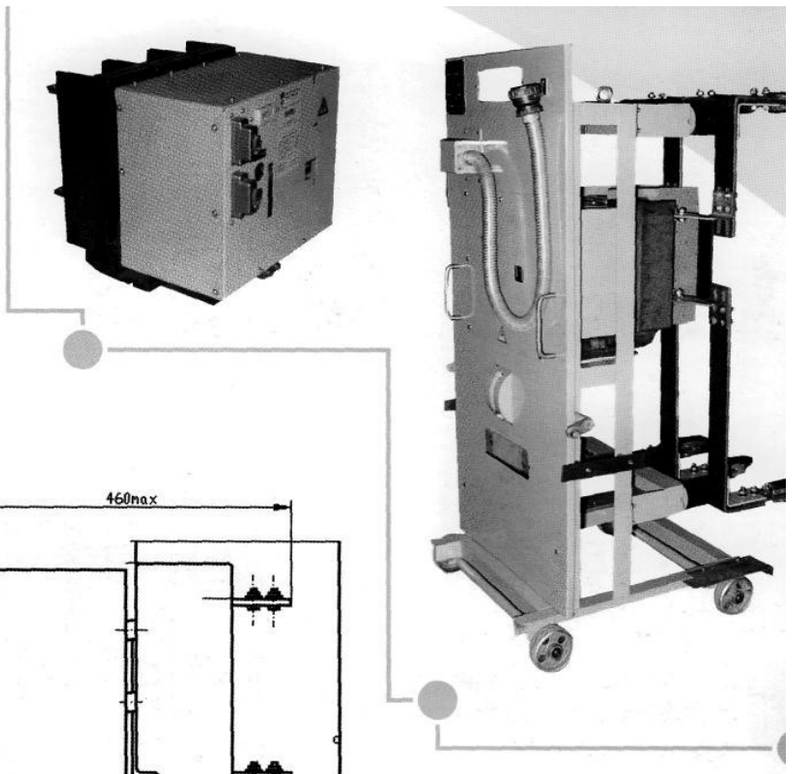
Все вакуумные выключатели серии ВВ/TEL полностью испытаны на соответствие требованиям российских стандартов и имеют сертификаты соответствия системы ГОСТ Р.

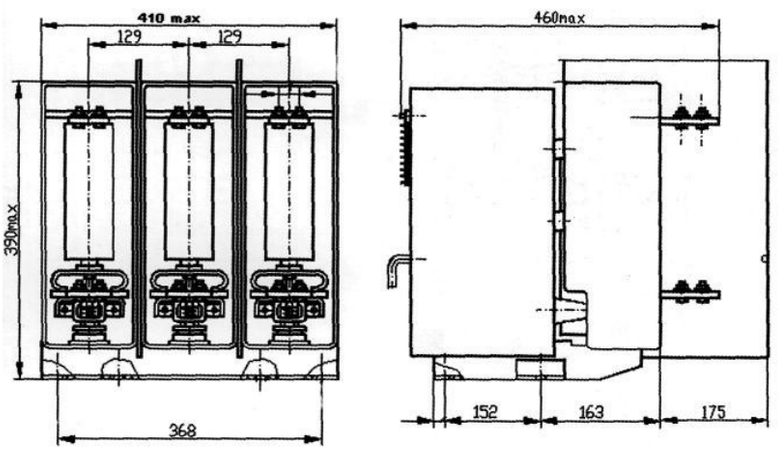
ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Наименование параметра	ВВ/TEL-10-12,5/1000 У2	ВВ/TEL-10-20/1000 У2	ВВ/TEL-10-20/1600 У2
Номинальное напряжение, кВ	10	10	10
Номинальный ток, А	630, 1000	630, 1000	1600
Номинальный ток отключения, кА	12,5	20	20
Ток электродинамической стойкости, (амплитуда), кА	32	51	51
Испытательное кратковременное напряжение (одноминутное) промышленной частоты, кВ	42	42	42
Ресурс по коммутационной стойкости: а) при номинальном токе, циклов "ВО" б) при номинальном токе отключения, операций «О» в) при номинальном токе отключения, циклов «ВО»	 50000 100 100	 50000 150 100	 30000 150 50
Собственное время отключения, мс, не более	15	15	15
Полное время отключения, мс, не более	25	25	25
Собственное время включения, мс, не более	70	70	70
Стойкость к механическим воздействиям, группа по ГОСТ 17516.1-90	М6, М7	М6, М7	М6, М7
Масса выключателя, кг, не более: а) с межполюсным расстоянием 200 мм б) с межполюсным расстоянием 250 мм	 35 37	 35 37	 65 70

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

Вакуумные выключатели внутренней установки предназначены для коммутации электрических цепей переменного тока частотой 50 и 60 Гц с номинальным напряжением 6 - 10 кВ в нормальном и аварийном режимах в системах с изолированной или компенсированной нейтралью.





Выключатели поставляются на все КРУ - строительные предприятия России, Беларуссии, Польши, а также широко используются для замены масляных и маломасляных выключателей, отработавших свой ресурс, по программе Ретрофит во всех КРУ и КСО прежних лет выпуска.

Смотрите раздел реконструкция.

Технические характеристики

Наименование параметров		Значения
Номинальное напряжение, кВ		10
Номинальный ток, А		1000 (800)
Номинальный ток отключения, кА		20 (12,5)
Сквозной ток короткого замыкания:		
- ток электродинамической стойкости, кА		51
- ток термической стойкости, кА		20
- время протекания тока термической стойкости, с		3
Номинальное напряжение привода	пост.,В	110; 220
	перем.,В	220
Токи потребления электромагнита включения	пост.,А	56; 28
	перем.,А	28
Токи потребления электромагнита отключения	пост.,А	3; 1,5
	перем.,А	2
Собственное время включения, с		0,08
Собственное время отключения, с		0,03
Диапазон рабочих температур окр.среды, °С		+55 / -60
Ресурс по коммутационной стойкости:		
- при номинальном токе, циклов ВО		50000
- при номинальном токе отключения, циклов ВО		100
Ресурс по механической стойкости, циклов ВО		50000
Масса, кг, не более		54

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

Технические характеристики			
Наименование параметров		ВБЭ-10-20	ВБЭ-10-31,5
Номинальное напряжение, кВ		10	10
Номинальный ток, А		630÷1600	630÷3150
Номинальный ток отключения, кА		20	31,5
Сквозной ток короткого замыкания:			
- ток электродинамической стойкости, кА		51	80
- ток термической стойкости, кА		20	31,5
- время протекания тока термической стойкости, с		3	3
Номинальное напряжение привода	пост.,В	110; 220	110; 220
	перем.,В	220	220
Токи потребления электромагнита включения	пост.,А	64; 32	80; 40
	перем.,А	27	40
Токи потребления электромагнита отключения	пост.,А	0,9; 0,45	3; 1,5
	перем.,А	2	2
Собственное время включения, с		0,1	0,1
Собственное время отключения, с		0,04	0,04
Диапазон рабочих температур окр.среды, °С		+50 -60	+50 -60
Ресурс по коммутационной стойкости:			
- при номинальном токе, циклов ВО		50000	50000
- при номинальном токе отключения, циклов ВО		100	100
Ресурс по механической стойкости, циклов ВО		50000	50000
Масса, кг, не более		120	150

Технические характеристики			
Наименование параметров		ВБ-10-20	ВБ-10-31,5
Номинальное напряжение, кВ		10	10
Номинальный ток, А		630÷1600	630÷1600
Номинальный ток отключения, кА		20	31,5
Сквозной ток короткого замыкания:			
- ток электродинамической стойкости, кА		51	80
- ток термической стойкости, кА		20	31,5
- время протекания тока термической стойкости, с		3	3
Номинальное напряжение привода,	пост.,В	110; 220	110; 220
	перем.,В	220	220
Токи потребления электромагнита включения:		при взводе пружины 6,3/3	при взводе пружины 9/4,5 (4,5)
- пружинного привода	пост.,А	при включении выключателя 0,9; 0,45/2	при включении выключателя 0,9; 0,45/2
	перем.,А		
- электромагнитного привода		56; 28 / 28	70; 35 / 35
Токи потребления электромагнита отключения	пост.,А	0,9; 0,45	0,9; 0,45
	перем.,А	2	2
Собственное время включения, пруж. (электромагн.), с		0,05 (0,07)	0,05 (0,07)
Собственное время отключения, с		0,04	0,04
Диапазон рабочих температур окр.среды, °С		+50 / -60	+50 / -60
Ресурс по коммутационной стойкости, пруж. (электромагн.):			
- при номинальном токе, циклов ВО		40000 (50000)	40000 (50000)
- при номинальном токе отключения, циклов ВО		150	150
Ресурс по механической стойкости, циклов ВО		40000 (50000)	40000 (50000)
Масса, кг, не более		73	85

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

Таблица 14.4

Параметры разъединителей напряжением 10-110 кВ

Тип	Амплитуда сквозного тока, кА	Ток термической стойкости, кА	Масса, кг	Тип привода	$l_{ут}$, см
РЛНДА-10/200	20	8	48	ПРН-10М	22,5
РЛНДА-1-10/200	20	8	55	ПРНЗ-10	22,5
РЛНДА-10/400	25	10	48	ПРН-10М	22,5
РЛНДА-1-10/400	25	10	55	ПРНЗ-10	22,5
РЛНД-10/400	25	10	50	ПРН-10М	20
РЛНД-1-10/400	25	10	58,3	ПРНЗ-10	20
РЛНДА-10/630	35,5	12,5	48	ПРН-10	22,5
РЛНДА-1-10/630	35,5	12,5	55	ПРНЗ-10	22,5
РЛНД-10/630	35,5	12,5	50	ПРН-10	20
РЛНД-1-10/630	35,5	12,5	58,3	ПРНЗ-10	20
РОН-10К/4000	250	90	105	ПЧН	20
РОН-10К/5000	180	71	105	ПЧН	20
ЗРН-20/200	23	5	141	ПРНУ	40
ЗРН-20/400	23	5	141	ПРНУ	40
РНД (З)-35/1000	64	25	85	ПР-90	75
РНД (З)-35Б/1000	64	25	88	ПВН-20 (ПРН-110В)	70
РНД (З)-35/2000	84	31,5	211	ПР-У1	90
РНД (З)-35Б/2000	84	31,5	218	ПВН-20 (ПРН-110В)	90
РНД (З)-35/3200	128	50	262	ПР-90	90
РНД (З)-35У/1000	64	25	164	ПР-90	110
РНД (З)-35У/2000	80	31,5	209	ПР-90	105
РНД (З)-110/1000	80	31,5	225	ПР-90 ПДН-1	190
РНД (З)-110Б/1000	80	31,5	231	ПРН-110В, ПВН-20	190
РНД (З)-110У/1000	80	31,5	501	ПР-90, ПДН-1	280
РНД (З)-110/2000	100	40	374	ПР-90, ПДН-1	223
РНД (З)-110У/2000	100	40	530	ПР-90, ПДН-1	313
РНД (З)-110/3200	128	50	460	ПР-180, ПДН-1	223
РНД (З)-150/1000	100	40	510	ПР-180, ПДН-1	285
РНД (З)-150/2000	100	40	525	ПР-180, ПДН-1	285
РНД (З)-150/3200	115	45	505	ПР-180, ПНД-1	285
РНД (З)-220/1000	100	40	700	ПР-180, ПДН-1	413
РНД (З)-220IV/2000	100	40	1148	ПР-180, ПДН-1	446
РНД (З)-220/2000	100	40	744	ПР-180, ПДН-1	418
РНД (З)-220У/2000	100	40	1550	ПДН-1	641
РНД (З)-220/3200	128	50	900	ПР-180, ПДН-1	395
РНД (З)-330/3200	160	63	3340	ПДН-1 (ПРН-1)	618
РНД (З)-330У/3200	160	63	4048	ПДН-1 (ПРН-1)	808
РНВ (З)-500Т/2000	45	16	5030	ПДН-220	1115
РНД (З)-500/3200	160	63	4160	ПДН-1 (ПРН-1)	808
РПН (З)-500/3200	160	63	2000	ПД-2 (ПРН-1)	808
РНВ (З)-750П/4000	160	63	8800	ПДН-1 (ПРН-1)	1338
РТЗ-1150/4000	100	40	13 370	ПДН-1	1800

Примечания: 1. Обозначения типа разъединителя — буквенная часть: Р—разъединитель, В — внутренней установки или вертикальный (типа РНВ), Н — наружной установки, Л — линейный, О — однополюсный, Д — двухколонковый, З — с заземляющим ножом (в скобках — возможность варианта без заземляющего ножа), К — коробчатого профиля, Ф — фигурное исполнение, М — модернизированный, П — наличие рычажной передачи для уменьшения момента на валу привода или подвесное исполнение, А—алюминиевый нож, У—усиленный вариант исполнения изоляции по ГОСТ 9920-75, Б — исполнение с увеличенным расстоянием между полюсами, Т — тропическое исполнение, IV — работоспособность в условиях IV климатического района по гололеду; цифровая часть: $U_{ном}$, кВ, и после косой черты $I_{ном}$, А. Количество заземляющих ножей обозначается цифрами 1 и 2 (в таблице опущено, кроме разъединителей РЛНД-1-10 и РЛНД-1-10).

2. В скобках приведены данные (тип провода, стойкость), относящиеся к заземляющим ножам.

3. Данные о массе сооответствуют варианту исполнения с двумя заземляющими ножами (если они имеются) и без привода; для однополюсного разъединителя указана масса полюса, для трехполюсного — всего комплекта.

4. Параметры стойкости заземляющих и главных ножей численно равны (исключение — разъединитель РВПЗ-20/12500); длительность предельного тока термической стойкости составляет 4, 3 и 2 с соответственно для разъединителей до 35 включительно, 110—220 и 330—750 кВ и 1 с для заземляющих ножей и для разъединителя РНВ-500Т/2000 (по требованию заказчика для заземляющих ножей до 35 кВ можно принимать 2 с).

5. В установках 6 кВ используются разъединители 10 кВ.

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения

Нажмите на мессенджер, чтобы написать

Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗

+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер

disynergy.ru

Продолжение таблицы 14.4

Тип	Амплитуда сквозного тока, кА	Ток термической стойкости, кА	Масса, кг	Тип привода	Завод-изготовитель
а) Однополюсные					
РВО-10/400	50	16	5,9	ПР-3	НТ
РВО-10/630	60	20	6,3	ПР-3	НТ
РВО-10/1000	120	40	12,5	ПР-3	НТ
РЛВОМ-10/1000-I	81	40	16,3	ПР-3	НТ
РЛВОМ-10/1000-II	81	40	19,5	ПР-3	НТ
РВК-10/2000	85	31,5	26	ПР-3, ПДВ-1	ВЛ
РВР (З)-10/2500	125	45	68	ПР-3, ПЛВ-1 ПЧ-50 (ПР-3)	ВЛ
РВР (З)-10/4000	125	45	68	ПДВ-1, ПЧ-50 (ПР-3)	ВЛ
РВР (З)-20/6300	260	100	222	ПДВ-1, ПЧ-50	ВЛ
РВР (З)-20/8000	320	125	238	ПДВ-1, ПЧ-50 (ПЧ-50)	ВЛ
РВП (З)-20/12500	490 (250)	180 (100)	687	ПД-12(ПЧ-50)	ВЛ
РВК-35/2000	115	45	74	ПР-3	ВЛ
б) Трехполюсные					
РВ (З)-10/400	41	16	32	ПР-10	НТ, Б
РВФ (З)-10/400	41	16	54	ПР-10	НТ, Б
РВ (З)-10/630	52	20	32	ПР-10	НТ, Б
РВФ (З)-10/630	52	20	54	ПР-10	НТ, Б
РВ (З)-10/1000	81	31,5	59	ПР-10	НТ
РВФ (З)-10/1000	81	31,5	79	ПР-10	НТ
РВР (З)-Ш-10/2000	85	31,5	112	ПР-3, ПДВ-1, ПЧ-50	ВЛ

Таблица 14.5

Параметры трансформаторов тока на напряжение 10-110 кВ

Тип	Номинальное напряжение, кВ	Наибольшее рабочее напряжение, кВ	Номинальный ток, А: первичный	Номинальный ток, А: вторичный	Варианты исполнения вторичных обмоток	Класс точности или обозначение вторичной обмотки	Номинальная нагрузка, Ом, в классе точности: 0,5	1	3	Электродинамическая стойкость: Кратность	Электродинамическая стойкость: $i_{дин}$, кА	Термическая стойкость: Кратность/допустимое время, отн. ед./с	Термическая стойкость: Допустимый ток/допустимое время, кА/с
Для наружной установки													
ТКЛН-10	10	—	10—200	5	0,5/Р; Р/Р	0,5 Р	0,4 —	— —	— 0,6	100	—	50/1	—
ТФНД-33Т	33; 35 33; 35	— —	100—400 600; 1200	5 5	Р/Р/0,5	0,5 Р	1,2 1,2	2,4 2,4	— —	100 100	— —	40/4 40/4	— —
ТФН-35М	35 35	— —	15—800 1000	5 5	0,5/Р	0,5 Р	2 0,8	4 4	— —	150 100	— —	65/1 65/1	— —
ТФНД-35М	35 35 35	— — —	15—600 800; 1000 1000; 2000	5 5 5	0,5/Р/Р	0,5 Р	1,2 1,2	2,4 2,4	— —	150 100 50	— — —	45/4 32,5/4 32,5/4	— — —
ТФНР-35	35 35 35 35	— — — —	500; 1000 2000; 3200 1000 2000; 3200	5 5 1 1	0,5/Р/Р 0,5/Р/Р	0,5 Р 0,5 Р	1,2 2 30 50	— — — —	— — — —	— — — —	125 145 125 145	— — — —	49/4 57/4 49/4 57/4
ТФН-66СТ	66	72,5	200—400	5	Р/Р/0,5	0,5 Р	1,2 1,2	— —	— —	120	—	50/3	—

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

ТФНД-110М	110 110	— —	50—600 400—800	5 5	0,5/Р/Р	0,5 Р	1,2 1,2	— —	— —	150 110	— —	43,3/3 34,6/3	— —
ТФНД-110М-ХЛ	110 110	— —	50—600 400—800	5 5	0,5/Р/Р	0,5 Р	1,2 1,2	— —	— —	150 110	— —	43,3/3 34,6/3	— —
ТФНД-110М-II	110 110 110 110	— — — —	750—1500 1000—2000 750—1500 1000—2000	5 5 1 1	0,5/Р/Р 0,5/Р/Р	0,5 Р 0,5 Р	0,8 0,8 20 20	— — — —	— — — —	75 75 75 75	— — — —	60/1 60/1 60/1 60/1	— — — —
ТФНД-110М-II-ХЛ	110 110 110 110	— — — —	750—1500 1000—2000 750—1500 1000—2000	5 5 1 1	0,5/Р/Р 0,5/Р/Р	0,5 Р 0,5 Р	0,8 0,8 20 20	2,0 2,0 50 50	— — — —	75 75 75 75	— — — —	34,6/3 34,6/3 34,6/3 34,6/3	— — — —
ТПЛ-10	10 10 10	12 12 12	5—200 300 400	5 5 5	Р; 0,5/Р; Р/Р	0,5 Р	0,4 0,6	1,0 1,0	1,2 1,2	250 175 165	— — —	45/4 45/4 35/4	— — —
ТПЛУ-10	10	12	10—100	5	Р; 0,5/Р; Р/Р	0,5 Р	0,4 0,6	1,0 1,0	1,2 1,2	250	—	60/4	—
ТПЛ-10Т3	10 10 10	12 12 12	50—200 300 400	5 5 5	Р; 0,5/Р; Р/Р	0,5 Р	0,4 0,6	1,0 1,0	1,2 1,2	250 175 165	— — —	45/4 45/4 35/4	— — —
ТПЛУ-10Т3	10	12	50—100	5	Р; 0,5/Р; Р/Р	0,5 Р	0,4 0,6	1,0 1,0	1,2 1,2	250	—	60/4	—
ТПЛМ-10	10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10	— — — — — — — — — — — —	5 10 15 20 30 40 50 75 100 150 200 300; 400	5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5	Р; 0,5/Р; Р/Р	0,5 Р	0,4 0,6	— —	— —	— — — — — — — — — — — —	1,8 3,5 5,3 7,0 10,6 14,0 17,6 26,4 35,2 52,0 70,0 70,0	— — — — — — — — — — — —	0,17/4 0,32/4 0,52/4 0,66/4 1,05/4 1,33/4 2,45/4 3,45/4 4,85/4 6,25/4 8,75/4 12,5/4
ТПЛМУ-10	10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10	— — — — — — — — — — —	10 15 20 30 40 50 75 100 150 200 300	5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5	Р; 0,5/Р; Р/Р	0,5 Р	0,4 0,6	— —	— —	— — — — — — — — — — —	3,5 5,3 7,0 10,6 14,0 17,6 26,4 35,2 52,0 70,0 70,0	— — — — — — — — — — —	0,52/4 0,66/4 1,05/4 1,33/4 1,8/4 3,45/4 4,85/4 6,25/4 8,75/4 12,5/4 17,5/4
ТПЛ-10К	10 10 10 10	11,5 11,5 11,5 11,5	10; 15; 30; 60 100—400 600; 800 1000; 1500	5 5 5 5	0,5/Р; Р/Р	0,5 Р	0,4 0,6	— —	— —	— — — —	175 74,5 74,5 74,5	— — — —	45/4 14,5/4 19/4 27/4
ТПЛ-10КТ	11 11 11 11	12 12 12 12	10; 15; 30; 60 100—400 600; 800 1000; 1500	5 5 5 5	0,5/Р; Р/Р	0,5 Р	0,4 0,6	— —	— —	— — — —	175 74,5 74,5 74,5	— — — —	45/4 14,5/4 19/4 27/4

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

ТФНД-110М	110 110	— —	50—600 400—800	5 5	0,5/Р/Р	0,5 Р	1,2 1,2	— —	— —	150 110	— —	43,3/3 34,6/3	— —
ТФНД-110М-ХЛ	110 110	— —	50—600 400—800	5 5	0,5/Р/Р	0,5 Р	1,2 1,2	— —	— —	150 110	— —	43,3/3 34,6/3	— —
ТФНД-110М-II	110 110 110 110	— — — —	750—1500 1000—2000 750—1500 1000—2000	5 5 1 1	0,5/Р/Р 0,5/Р/Р	0,5 Р 0,5 Р	0,8 0,8 20 20	— — — —	— — — —	75 75 75 75	— — — —	60/1 60/1 60/1 60/1	— — — —
ТФНД-110М-II-ХЛ	110 110 110 110	— — — —	750—1500 1000—2000 750—1500 1000—2000	5 5 1 1	0,5/Р/Р 0,5/Р/Р	0,5 Р 0,5 Р	0,8 0,8 20 20	2,0 2,0 50 50	— — — —	75 75 75 75	— — — —	34,6/3 34,6/3 34,6/3 34,6/3	— — — —

ТПЛ-10	10 10 10	12 12 12	5—200 300 400	5 5 5	Р; 0,5/Р; Р/Р	0,5 Р	0,4 0,6	1,0 1,0	1,2 1,2	250 175 165	— — —	45/4 45/4 35/4	— — —
ТПЛУ-10	10	12	10—100	5	Р; 0,5/Р; Р/Р	0,5 Р	0,4 0,6	1,0 1,0	1,2 1,2	250	—	60/4	—
ТПЛ-10Т3	10 10 10	12 12 12	50—200 300 400	5 5 5	Р; 0,5/Р; Р/Р	0,5 Р	0,4 0,6	1,0 1,0	1,2 1,2	250 175 165	— — —	45/4 45/4 35/4	— — —
ТПЛУ-10Т3	10	12	50—100	5	Р; 0,5/Р; Р/Р	0,5 Р	0,4 0,6	1,0 1,0	1,2 1,2	250	—	60/4	—

ТПЛМ-10	10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10	— — — — — — — — — — —	5 10 15 20 30 40 50 75 100 150 200 300; 400	5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5	Р; 0,5/Р; Р/Р	0,5 Р	0,4 0,6	— —	— —	— — — — — — — — — — —	1,8 3,5 5,3 7,0 10,6 14,0 17,6 26,4 35,2 52,0 70,0 70,0	— — — — — — — — — — — —	0,17/4 0,32/4 0,52/4 0,66/4 1,05/4 1,33/4 2,45/4 3,45/4 4,85/4 6,25/4 8,75/4 12,5/4
ТПЛМУ-10	10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10	— — — — — — — — — — —	10 15 20 30 40 50 75 100 150 200 300	5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5	Р; 0,5/Р; Р/Р	0,5 Р	0,4 0,6	— —	— —	— — — — — — — — — — —	3,5 5,3 7,0 10,6 14,0 17,6 26,4 35,2 52,0 70,0 70,0	— — — — — — — — — — —	0,52/4 0,66/4 1,05/4 1,33/4 1,8/4 3,45/4 4,85/4 6,25/4 8,75/4 12,5/4 17,5/4
ТПЛ-10К	10 10 10 10	11,5 11,5 11,5 11,5	10; 15; 30; 60 100—400 600; 800 1000; 1500	5 5 5 5	0,5/Р; Р/Р	0,5 Р	0,4 0,6	— —	— —	— — — —	175 74,5 74,5 74,5	— — — —	45/4 14,5/4 19/4 27/4
ТПЛ-10КТ	11 11 11 11	12 12 12 12	10; 15; 30; 60 100—400 600; 800 1000; 1500	5 5 5 5	0,5/Р; Р/Р	0,5 Р	0,4 0,6	— —	— —	— — — —	175 74,5 74,5 74,5	— — — —	45/4 14,5/4 19/4 27/4

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

Продолжение таблицы 14.5

Тип	Вариант исполнения	Номинальный ток, А		Вторичная нагрузка при $\cos\varphi = 0{,}8$ в классе точности				Ток термической стойкости, кА	Номинальная предельная кратность
		первичный	вторичный	0,5	1	3	10		
ТВ35-IУ2	300/5	100	—	—	—	—	20	10	—
		150	5	—	—	20	—		5
		200		—	—	20	—		9
		300		—	10	—	—		25
	600/5	200	5	—	—	20	—	10	9
		300		—	10	—	—		25
		400		—	20	—	—		16
		600		10	—	—	—		16*
	1500/5	600	5	10	—	—	—	10	16
		750		30	—	—	—		13
		1000		30	—	—	—		10
		1500		30	—	—	—		6,5
	150/5**	50	5	—	—	—	10	10	—
		75		—	—	—	20		—
		100		—	—	—	20		—
		150		—	—	—	30		2
ТВ35-IIУ2; ХЛ2	300/5	100	5	—	—	—	20	10	—
		150		—	—	—	30		2
		200		—	—	—	40		—
		300		—	—	30	—		7
	600/5	200	5	—	—	—	40	10	2
		300		—	—	30	—		7
		400		—	—	40	—		3
		600		—	30	—	—		14
ТВ35-IIIУ2; ХЛ2	200/5**	75	5	—	—	—	20	25	—
		100		—	—	—	20		—
		150		—	—	20	—		5
		200		—	—	—	—		9
	300/5	100	5	—	—	—	20	25	—
		150		—	—	20	—		5
		200		—	—	20	—		9
		300		—	10	—	—		16
	600/5	200	5	—	—	20	—	25	9
		300		—	10	—	—		16
		400		—	20	—	—		12
		600		10	—	—	—		30
	1500/5	600	5	10	—	—	—	25	30
		750		30	—	—	—		20
		1000		30	—	—	—		22
		1500		30	—	—	—		16*

Тип	Вариант исполнения	Номинальный ток, А		Вторичная нагрузка при $\cos\varphi = 0{,}8$ в классе точности				Ток термической стойкости, кА	Номинальная предельная кратность
		первичный	вторичный	0,5	1	3	10		
ТВ110-IУ2; ХЛ2	200/5**	75	5	—	—	—	10	20	—
		100		—	—	—	20		—
		150		—	—	—	20		22
	300/5	200	5	—	—	10***	30	20	—
		100		—	—	—	20		—
		150		—	—	—	20		—
		200		—	—	10***	30		22
		300		—	—	15***	40		20
	600/5	200	5	—	—	10***	30	20	22
		300		—	—	15***	40		20
		400		—	—	30	—		15
		600		10	20	50***	—		25
	1000/5	400	5	—	10	30***	—	20	15
		600		10	20	50***	—		25
		750		20	25	75***	—		15
		1000		30	50		—		20*
ТВ110-IIУ2; ХЛ2	200/5**	75	5	—	—	—	15	50	—
		100		—	—	—	20		5
		150		—	—	—	20		10
		200		—	10	20***	—		20
	300/5**	100	5	—	—	—	20	50	5
		150		—	—	—	20		10
		200		—	10	20***	—		20
		300		—	15	30***	—		20
	600/5	200	5	—	—	15	—	50	34
		300		—	15	—	—		50
		400		—	25	—	—		40
		600		25	—	—	—		60
	1000/5	500	5	10***	15	—	—	50	80
		600		25	—	—	—		60
		750		50	—	—	—		37
		1000		50	—	—	—		50*
	2000/5	1000	5	50	—	—	—	50	50*
		1200		50	—	—	—		42
		1500		50	—	—	—		33*
		2000		50	—	—	—		25*
	1000/1	500	1	25***	60	—	—	50	50
		600		30	60	—	—		50
		750		50	60	—	—		37

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

Продолжение таблицы 14.5

Тип	Вариант исполнения	Номинальный ток, А		Вторичная нагрузка при $\cos\varphi = 0{,}8$ в классе точности				Ток термической стойкости, кА	Номинальная предельная кратность
		первичный	вторичный	0,5	1	3	10		
ТВ10-IУ2	6000/5	6000		20	–	–	–	85,5	3
		75		–	–	–	20		–
	200/5	100	5	–	–	–	20	10	–
		150		–	–	20	–		5
		200		–	–	20	–		9

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

Таблица 14.6

Параметры трансформаторов напряжения на 10-110 кВ

Тип	$U_{ном}$ обмоток			$S_{ном}$, В·А			S_{max}, В·А	Размеры, мм			Масса, кг	
	ВН, кВ	НН, В		Класс точности								
		основной	дополнительной	0,5	1	3		l	b	H	полная	масла
НОСЛ-10	10	100	—	75	150	300	640	335	208	313	33	—
НОМ-6	6; 6,3	100	—	50	75	200	400	267	242	350	22	6
НОМ-10	10; 10,5	100	—	75	150	300	640	308	282	472	35	7
НОМ-15	13,8; 15,75	100	—	75	150	300	640	590	220	620	81	23
НОМ-35-66	35	100	—	150	250	600	1200	620	472	850	86	10
ЗНОСЛТ-3	$3:\sqrt{3}$	$100:\sqrt{3}$	100:3	30	50	150	240	275	170	277	25	—
ЗНОСЛТ-6	$6:\sqrt{3}$; $6,3:\sqrt{3}$	$100:\sqrt{3}$	100:3	50	75	200	400	296	178	295	30	—
ЗНОСЛТ-10	$10:\sqrt{3}$	$100:\sqrt{3}$	100:3	75	150	300	640	319	185	317	40	—
ЗНОСЛТ-35	$35:\sqrt{3}$	$100:\sqrt{3}$	100:3	150	250	600	1200	400	300	343	80	—
ЗНОСЛ. 06-6	$3:\sqrt{3}$	$100:\sqrt{3}$	100:3	30	50	240	240	335	190	296	28	—
	$6:\sqrt{3}$	$100:\sqrt{3}$	100:3	50	75	200	400					
ЗНОСЛ. 06-10	$10:\sqrt{3}$	$100:\sqrt{3}$	100:3	75	150	300	640	335	190	309	30	—
ЗНОСЛ. 06-15	$13,8:\sqrt{3}$; $15,75:\sqrt{3}$	$100:\sqrt{3}$	100:3	75	150	300	640	335	195	319	36	—
ЗНОСЛ. 06-20	$18:\sqrt{3}$; $20:\sqrt{3}$	$100:\sqrt{3}$	100:3	75	150	300	640	335	205	345	39	—
ЗНОСЛ. 06-24	$24:\sqrt{3}$	$100:\sqrt{3}$	100:3	75	150	300	640	345	240	353	47	—
ЗНОСЛ. 07-6	$6:\sqrt{3}$	$100:\sqrt{3}$	100:3	50	75	200	400	295	176	285	29	—
ЗНОСЛ. 07- 10	$10:\sqrt{3}$	$100:\sqrt{3}$	100:3	75	150	300	640	295	176	285	33	—
ЗНОСЛ. 09-6	$3:\sqrt{3}$; $3,3:\sqrt{3}$	$100:\sqrt{3}$	100:3	30	50	150	240	335	190	308	30	—
	$6:\sqrt{3}$; $6,3:\sqrt{3}$	$100:\sqrt{3}$	100:3	50	75	200	400	335	190	308	30	—
ЗНОСЛ. 09-10	$10:\sqrt{3}$; $11:\sqrt{3}$	$100:\sqrt{3}$	100:3	75	150	300	640	335	190	308	33	—
ЗНОМ-15-63	$13,8:\sqrt{3}$; $15,75:\sqrt{3}$	$100:\sqrt{3}$	100:3	75	150	300	640	⌀600		620	63	14
ЗНОМ-20-63	$18:\sqrt{3}$; $20:\sqrt{3}$	$100:\sqrt{3}$	100:3	75	150	300	640	⌀600		890	77	18
ЗНОМ-24-69	$24:\sqrt{3}$	$100:\sqrt{3}$	100:3	150	250	600	980	⌀705		905	108	18
ЗНОМ-35-65	$35:\sqrt{3}$	$100:\sqrt{3}$	100:3	150	250	600	1200	480	376	910	78	16

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

Тип	$U_{ном}$ обмоток			$S_{ном}$, В·А			S_{max}, В·А	Размеры, мм			Масса, кг	
	ВН, кВ	НН, В		Класс точности								
		основной	дополнительный	0,5	1	3		l	b	H	полная	масла
НТС-0,5	0,38; 0,5	100	—	50	75	200	400	294	111	234	8,5	—
НТМК-6	3	100	—	50	75	200	400	324	305	640	47	15
НТМК-6	6	100	—	75	150	300	640	324	305	640	47	15
НТМК-10	10	100	—	120	200	500	960	∅380		858	92	27
НТМИ-6-66	3	100	100:3	50	75	200	400	453	445	387	60	12
НТМИ-6-66	6	100	100:3	75	150	300	640	453	445	387	60	12
НТМИ-10-66	10	100	100:3	120	200	500	960	453	445	507	80	19
НТМИ-18	13,8; 15,75	100	100:3	120	200	500	960	1044	480	730	290	94
НКФ-110-57	$110:\sqrt{3}$	$100:\sqrt{3}$	100	400	600	1200	2000	∅710		1630	620	155
НКФ-110-58	$110:\sqrt{3}$	$100:\sqrt{3}$	100:3	400	600	1200	2000	∅710		1630	620	155
НКФ-220-58	$220:\sqrt{3}$	$100:\sqrt{3}$	100	400	600	1200	2000	1044	1044	3360	1390	320
НКФ-330	$330:\sqrt{3}$	$100:\sqrt{3}$	100	—	500	1000	2000	1200	1200	5300	2210	480
НКФ-500	$500:\sqrt{3}$	$100:\sqrt{3}$	100	—	500	1000	2000	1850	1850	6950	4850	1160
НДЕ-500	$500:\sqrt{3}$	$100:\sqrt{3}$	100	300	500	1000	1200	750	750	5035	3262*	—
НДЕ-750	$750:\sqrt{3}$	$100:\sqrt{3}$	100	300	500	1000	1200	750	750	6410	3600*	—
НДЕ-1150	$1150:\sqrt{3}$	$100:\sqrt{3}$	100	—	300	600	1200	750	750	10 510	6650*	—
Электромагнитное устройство к НДЕ	11,44—12,7	$100:\sqrt{3}$	100	—	—	—	—	578	770	1415	492	150

* Масса и размеры даны для колонны конденсаторов.

Примечания: 1. Значения букв и цифр в условных обозначениях типов трансформаторов: Н — напряжения; вид трансформатора; О — однофазный, Т — трехфазный, З — заземляемый (заземляется конец обмотки ВН), ДЕ — емкостный, К — каскадный, И — трехобмоточный (с обмоткой для контроля изоляции сети); вид охлаждения: С — естественное воздушное при открытом исполнении, сухой, СЛ — естественное воздушное при исполнении с литой изоляцией, СК — естественное воздушное при исполнении с залитом битумной массой или компаундом исполнении, М — естественная циркуляция воздуха и масла; первое число за знаком тире — класс напряжения, второе — год разработки; в трансформаторах напряжения с литой изоляцией число, стоящее после буквенной части, означает серию разработки: 06 — с разрезным магнитопроводом; 08,09 — серия для применения в условиях выпадения росы.

2. В комплект трансформаторов напряжения типа НДЕ входят конденсаторы: для 500 кВ — СМРИ-166/$\sqrt{3}$-0,014 — 3 шт., для 750 кВ — СМРИ-188/$\sqrt{3}$-0,012 — 4 шт., для 1150 кВ — СМРИ-166/$\sqrt{3}$-0,014 — 7 шт. и по одному конденсатору отбора мощности ОМРИ-15-0,107. Колонна конденсаторов устанавливается на изолирующую подставку из фарфора типа ПИ-3 высотой 455 мм.

3. Трансформаторы напряжения типа НКФ состоят из блоков: 110 кВ — 1 блок, 220 кВ — 2 блока, 330 кВ — 3 блока, 400 и 500 кВ — 4 блока.

4. Трехфазные двухобмоточные и трехобмоточные трансформаторы имеют схему соединения $У/У_н$-0, однофазные соединяются в трехфазную группу по схеме $У_н/У_н$-0, дополнительные вторичные обмотки соединяются в открытый треугольник.

5. По согласованию с предприятием-изготовителем масляные трансформаторы должны изготавливаться с вводами или фарфоровыми покрышками усиленного исполнения по ГОСТ 9920-75.

6. Фактическая длина пути утечки внешней изоляции, см: НДЕ-750—1120, НДЕ-500—810, НКФ-500 — 898, НКФ-330 — 594, НКФ-220 — 396, НКФ-110 — 198, ЗНОМ-35 — 79, НОМ-35 — 63.

7. Расчетные значения $u_к$ по данным московского ПО «Электрозавод»: НОМ-10 — 0,586, НОМ-15 — 0,554, НОМ-35 — 0,482, ЗНОМ-20 — 0,586, ЗНОМ-24 — 0,675, ЗНОМ-35 — 0,706, НКФ-110 — 0,8, НКФ-220 — 0,81, НКФ-330 — 0,86, НКФ-500 — 1,06.

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

Таблица 14.7

Параметры ограничителей перенапряжений нелинейные

Типы ОПН	Класс напряжения, кВ	Наибольшее длительно-допустимое рабочее напряжение, кВ	Масса, не более, кг	Внешний диаметр	Высота, мм
ОПН для защиты кабельных и промышленных электрических сетей напряжением 3-10 кВ					
ОПН-КР/TEL УХЛ 2	6	6,0	0,7	65	95
		6,9	0,7	65	95
	10	10,5	0,9	65	125
		12,0	0,9	65	125
ОПН-РТ/TEL УХЛ 2	3	3,0	1,1	75	95
		4,0	1,1	75	95
	6	6,0	1,1	75	100
		6,9	1,1	75	100
	10	10,5	1,5	75	135
		11,5	1,5	75	135
ОПН для защиты воздушных электрических сетей напряжением 6-10 кВ					
ОПН-РС УХЛ 1	6	7,6	1,8	100	130
	10	12,7	2,5	100	190
ОПН-Т УХЛ 1	6	6,0	2,3	115	130
		6,9	2,3	115	130
		7,6	2,3	115	130
	10	10,5	3,0	115	185
		11,5	3,0	115	185
		12,7	3,0	115	185
ОПН для защиты воздушных электрических сетей высокого напряжения 27-220 кВ					
ОПН-У УХЛ 1	27	30	18	225	580
		33	18	225	580
	35	38,5	20	225	735
		40,5	20	225	735
		42	20	225	735
	110	73	30	225	1200
		77	30	225	1200
		84	30	225	1200
	220	146	70	225	2500
		154	70	225	2500
		168	70	225	2500
ОПН для защиты изоляции нейтрали трансформаторов напряжением 110-220 кВ					
ОПН-У УХЛ 1	110	56	30	225	1200
	220	120	70	225	2500

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

Продолжение таблицы 14.7

Остающееся напряжение при импульсе тока 30/60 мкс, кА		Остающееся напряжение при импульсе тока 8/20 мкс, кА				
250 А	500 А	500 А	1000 А	5000 А	10000 А	20000 А
ОПН для защиты кабельных и промышленных электрических сетей напряжением 3-10 кВ						
-	15	-	15,6	17,7	19	21,2
-	17	-	17,6	20,0	21,5	24,0
-	26,1	-	27,0	30,7	33,0	36,7
-	31,3	-	32,4	36,9	39,6	44,1
7,0	7,2	-	-	8,5	9,3	10,4
9,4	9,6	-	-	11,5	12,5	14,0
14,0	14,4	-	-	17,2	18,7	21,0
16,1	16,6	-	-	19,7	21,5	24,1
24,5	25,2	-	-	30,0	32,7	36,6
26,9	27,6	-	-	32,8	35,8	40,1
ОПН для защиты воздушных электрических сетей напряжением 6-10 кВ						
18,9	-	19,0	-	23,9	25,7	-
31,5	-	31,7	-	40,0	42,8	-
14,0	14,6	14,7	-	17,2	18,5	-
16,2	16,9	17,0	-	19,9	21,5	-
17,7	18,5	18,6	-	21,8	23,6	-
24,9	26,0	26,2	-	30,6	33,0	-
27,1	28,2	28,4	-	33,2	35,8	-
30,0	31,2	31,4	-	36,8	39,6	-
ОПН для защиты воздушных электрических сетей высокого напряжения 27-220 кВ						
72	75	76	-	90	97	105
80	83	84	-	99	107	117
91,5	95	96	-	113	122	132
96	100	101	-	119	128	138
100	104	105	-	123	133	144
178	183	185	-	218	233	251
186	193	195	-	230	246	264
203	211	213	-	251	269	289
356	366	370	-	436	466	502
372	386	390	-	460	492	528
406	422	426	-	502	538	580
ОПН для защиты изоляции нейтрали трансформаторов напряжением 110-220 кВ						
136	141	142	-	168	179	192
293	301	304	-	358	383	413

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru

Таблица 14.8

Параметры электроизмерительных приборов

Наименование прибора	Тип	Класс точности	Потребляемая мощность обмотки, В·А		Размеры, мм
			тока	напряжения	
Приборы стрелочные, показывающие					
Амперметр	Э-335	1,0	0,5	—	120 × 120 × 85
	Э-350	1,5	0,5	—	96 × 96 × 63
	Э-365	1,5	0,5	—	120 × 120 × 68
	Э-379	1,5	0,5	—	120 × 120 × 55
Вольтметр	Э-335	1,0	—	2	120 × 120 × 85
	Э-350	1,5	—	2	96 × 96 × 63
	Э-365	1,5	—	2	120 × 120 × 68
	Э-379	1,5	—	2	120 × 120 × 55
Ваттметр для трехфазных трехпроводных цепей	Д-335	1,5	0,5	1,5	120 × 120 × 96
	Д-304	1,5	0,5	2	120 × 120 × 80
	Д-345	1,5	0,5	2	120 × 120 × 78
	Д-350	1,5	0,5	2	96 × 96 × 90
Варметр для трехфазных трехпроводных цепей	Д-304	1,5	0,5	2	120 × 120 × 80
	Д-335	1,5	0,5	1,5	120 × 120 × 96
	Д-345	1,5	0,5	2	120 × 120 × 78
	Д-345	1,5	0,5	2	96 × 96 × 90
Частотомер	Э-362	2,5	—	1	120 × 120
	Э-352	2,5	—	1	96 × 96 × 80
	Э-353	2,5	—	1	144 × 144 × 89
	Э-373	2,5	—	1	120 × 120 × 97
Синхроноскоп	Э-327	±3°	—	10	120 × 120 × 121
Приборы регистрирующие					
Амперметр	Н-394	2,5	10	—	160 × 160 × 270
	Н-393	1,5	10	—	160 × 172 × 260
Вольтметр	Н-394	2,5	—	10	160 × 160 × 270
	Н-393	1,5	—	10	160 × 172 × 260
Ваттметр, варметр	Н-395	1,5	10	10	160 × 160 × 360
Частотомер	Н-397	0,5	—	7	160 × 160 × 370
Фиксатор импульсного действия	ФИП		—	3	—
Приборы интегрирующие					
Счетчик ватт-часов трехфазный для трехпроводных цепей	СА3-И670	2,0	2,5	1,5 Вт	282 × 165 × 128
	СА3-И674	1,0	2,5	3,0 Вт	340 × 183 × 126
	СА3-И681	1,0	2,5	2,0 Вт	282 × 173 × 127
То же для четырехпроводных цепей	СА3-И675	1,0	2,5	3,0 Вт	340 × 188 × 128
Счетчик вольт-ампер-часов реактивный	СР4-И676	1,5	2,5	3,0 Вт	340 × 183 × 126
	СР4-И689	1,5	2,5	3,0 Вт	282 × 165 × 121

Помогу с учебным заданием без предоплаты. Оплата после выполнения
Нажмите на мессенджер, чтобы написать
Telegram ↗ WhatsApp ↗ MAX ↗
+7 (924) 305-23-08 · Пишите в мессенджер
disynergy.ru