

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

С.О. Новиков

« 10 » ИЮНЯ 2022 г.

## РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

### Проектирование подстанции «Б» напряжение 110/35/10 кВ с разработкой лабораторной работы по дисциплине «Электропередачи»

Специальность 1-43 01 02 Электроэнергетические системы и сети  
Специализация 1-43 01 02 02 Проектирование, монтаж и эксплуатация электрических сетей

Обучающийся  
группы 10602217

  
подпись, дата

С.С. Дысь

Руководитель

  
подпись, дата

А.Л. Старжинский  
к.т.н., доцент

Консультанты:

по технологической части

  
подпись, дата


А.Л. Старжинский  
к.т.н., доцент

по электроэнергетической части

  
подпись, дата

А.Л. Старжинский  
к.т.н., доцент

по разделу «Экономическая часть»

  
подпись, дата

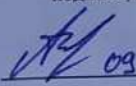
А.И. Лимонов  
к.э.н., доцент

по разделу «Охрана труда»

  
подпись, дата

Е.В. Мордик  
ст. преподаватель

Ответственный за нормоконтроль

  
подпись, дата

А.А. Волков  
ст. преподаватель

Объем проекта:  
Расчетно-пояснительная записка – 93 страниц;  
графическая часть – — листов;  
магнитные (цифровые) носители – 1 единиц

Минск 2022

## РЕФЕРАТ

Дипломный проект: 93 с., 13 рис., 15 табл., 54 источника.

### ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОДСТАНЦИИ “Б” НАПРЯЖЕНИЕМ 110/35/10 кВ С РАЗРАБОТКОЙ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ “ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ”

Цель проекта – спроектировать подстанцию напряжением 110/35/10 Кв.

В процессе работы проведен обзор и анализ литературы по теме дипломного проектирования. Выполнены расчеты по выбору мощности и конструкции проектируемой подстанции, а также проведен расчет токов короткого замыкания и выбор основного оборудования подстанции. Разработаны мероприятия по снижению токов короткого замыкания. Осуществлен выбор релейной защиты и автоматики элементов подстанции и спроектирована грозозащита и заземление. Проведена технико-экономическая оценка эффективности мероприятий. Рассмотрены вопросы охраны труда и пожаробезопасности на подстанции.

Подтверждаю, что приведенный в дипломном проекте расчетно-аналитический материал объективно отражает состояние разрабатываемого проекта, все заимствованные из литературных и других источников теоретические и методологические положения и концепции сопровождаются ссылками на их авторов.



1. ГОСТ 24291-90. Электрическая часть электростанции и электрической сети. Термины и определения. Введ. 1992-01-01. - Минск: Комитет по стандартизации, метрологии и сертификации при Совете Министров Республики Беларусь, 1992. - 20 с.
2. СТП 33243.01.216-16. Подстанции электрические напряжением 35 кВ и выше. Нормы технологического проектирования. Утв. 2016.01.29. - Взамен СТП 09110.01.2.104-07; Введ. 2016.02.15. - Минск: БЕЛГЭИ, 2016. - 198 с.
3. ТКП 45-1.02-295-2014. Строительство. Проектная документация. Состав и содержание. - С изм. - Взамен СНБ 1.03.02-96; введ. 2014-04-01. - Минск, 2014. - 49 с.
4. ТКП 45-1.02-298-2014. Строительство. Предпроектная (прединвестиционная) документация. Состав, порядок разработки и утверждения. - С изм. - Взамен СНБ 1.02.03-97; введ. 2014-07-20. - Минск, 2014. - 49 с.
5. ТКП 339-2011 (02230). Электроустановки на напряжение до 750 кВ. Линии электропередачи воздушные и токопроводы, устройства распределительные и трансформаторные подстанции, установки электросиловые и аккумуляторные, электроустановки жилых и общественных зданий. Правила устройства и защитные меры электробезопасности. Учет электроэнергии. Нормы приемосдаточных испытаний: утверждено 23.08.2011г. Пост. Минэнерго РБ №44. - Офиц. изд., с изм., поправкой, введено впервые. - Взамен ПУЭ 6-е изд. в части главы 1.1; 1.5; 1.7; 1.8; 2.2; 2.4; 2.5; 4.1; 4.2; 4.4; 5.2; 5.3; 7.1 на территории РБ; Введ. с 01.12.2011г. - Минск: Минэнерго РБ, 2014. - 594 с.
6. ПУЭ. Правила устройства электроустановок. - 6-е изд., перераб. и доп. - Гомель, 2005. - 640 с.
7. СТП 09110.47.103-07. Методические указания по проектированию заземляющих устройств электрических станций и подстанций напряжением 35-750 кВ. - Введ. 2007-12-01. - Минск: ГПО "Белэнерго", 2007. - 76 с.
8. СТП 09110.20.145-07. Методические указания по расчету токов короткого замыкания в сети напряжением до 1 кВ электростанций и подстанций с учетом влияния электрической дуги. - Введ. 2007-06-01. - Минск: ГПО "Белэнерго", 2007. - 62 с.
9. ГОСТ 28249-93. Короткие замыкания в электроустановках. Методы расчета в электроустановках переменного тока напряжением до 1 кВ. - Взамен ГОСТ 28249-89; - Введ. 1996-01-01. - Минск: Белстандарт, 1996. - 48 с.



10. СТП 09110.47.100-03 Методические указания по расчету токов короткого замыкания и проверке коммутационных аппаратов в сети постоянного тока электростанций, тепловых и электрических сетей. - Введ. 2003-12-01. - Минск: ГПО "Белэнерго", 2003. - 75 с.

11. СТП 09110.48.513-08 Руководящие указания по проектированию систем сбора и передачи информации в энергосистемах Беларуси. Сети передачи данных. - Введ. 2009-01-01. - Минск: ГПО "Белэнерго", 2009. - 41 с.

12. Об изменении подходов к применению рабочих, резервных и обходных систем сборных шин подстанций / А.М. Абдурахманов, М.Ш. Мисриханов, В.Е. Федоров В.Е. и др. // Электрические станции. - 2009. - №7. - С. 23-28.

13. Абдурахманов, А.М. Анализ эксплуатационной надежности сборных шин подстанций / А.М. Абдурахманов, М.Ш. Мисриханов, А.В. Шунтов // Электрические станции. - 2007. - №1. - С. 42-45.

14. Еще раз о характеристиках надежности элементов электрических сетей / А.М. Абдурахманов, С.В. Глушкин, В.В. Плотников и др. // Методические вопросы исследования надежности больших систем энергетики: Вып. 69. Надежность развивающихся систем энергетики. В 2-х книгах. / Книга 1 / отв. ред. Н.И. Воропай. Иркутск: ИСЭМ СО РАН, 2018, С. 38-47.

15. Назарычев, А.Н. Оценка надежности выключателей распределительных устройств электрических станций и подстанций: Учеб. пособие / А.Н. Назарычев, И.Н. Сулыненков, А.И. Таджибаев. ФГАОУ ДПО "ПЭИПК". СПб.: Издательство ДЕАН, 2018. - 176 с.

16. Назарычев А.Н. Анализ надёжности схем распределительных устройств с различными типами высоковольтных выключателей / А.Н. Назарычев, И.Н. Сулыненков // Методические вопросы исследования надежности больших систем энергетики: Вып. 71. Надежность энергоснабжения потребителей в условиях их цифровизации. В 3-х книгах. / Книга 1 / Отв. ред. Н.И. Воропай. Иркутск: ИСЭМ СО РАН, 2020. - С. 320-329.

17. Драко, М.А. Определение показателей надежности главных электрических схем соединений подстанций / М.А. Драко, А.Л. Старжинский // Методические вопросы исследования надежности больших систем энергетики: Вып. Надежность развивающихся систем энергетики. В 2-х книгах. / Книга 2 / отв. ред. Н.И. Воропай. Иркутск: ИСЭМ СО РАН, 2018, - С. 29-38.

18. Рожкова, Л.Д. Электрооборудование электрических станций и подстанций / Л.Д. Рожкова, Л.К. Карнеева, Т.В. Чиркова. Учебник для сред. проф. образования. - М.: Академия, 2004. - 448 с.



19. Рожкова, Л.Д., Электрооборудование станций и подстанций / Л.Д. Рожкова, В.С. Козулин. - 2-е изд. - М.: Энергоатомиздат, 1987. - 648 с. 82

20. Неклепаев Б. Н. Электрическая часть электростанций и подстанций: учебник для вузов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат, 1986. - 640 с.

21. Васильев, А.А. Электрическая часть станций и подстанций / А.А. Васильев, И.П. Крючков, Е.Ф. Наяшкова и др. М.: Энергоатомиздат, 1990. - 576 с.

22. Крючков, И.П. Электрическая часть электростанций и подстанций / И.П. Крючков, Н.Н. Кувшинский, Б.Н. Неклепаев. Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования. - 3-е изд. - М.: Энергоатомиздат, 1989. - 608 с.

23. Дьяков, А.Ф. Микропроцессорная релейная защита и автоматика электроэнергетических систем / А.Ф. Дьяков, Н.И. Овчаренко. Учебное пособие для студентов вузов. - М.: Издательство МЭИ, 2000. - 199 с.

24. Басс, Э.И. Релейная защита электроэнергетических систем / Э.И. Басс, В.Г. Дорогунцев. - М.: МЭИ, 2002. - 296 с.

25. Мальгин, Г.В. Релейная защита и автоматика электроэнергетических систем / Г.В. Мальгин, Н.Н. Малышева. - Нижневартовск: НВГУ, 2018. - 138 с.

26. Александров, Г.Н. Ограничение перенапряжений в электрических сетях / Г.Н. Александров. Учебное пособие. Издание Центра подготовки кадров, 2003. - 192 с.

27. Дмитриев М.В. Грозовые перенапряжения на оборудовании РУ 35-750 кВ и защита от них / М.В. Дмитриев. СПб.: Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, 2006. - 44 с.

28. Гуревич, В.И. Защита оборудования подстанций от электромагнитного импульса / В.И. Гуревич. - М.: Инфра-Инженерия, 2016. - 302 с.

29. Гусаров, Л.А. Резистивное заземление нейтрали: за и против. Пример возможной реализации в сети 6 кВ / Л.А. Гусаров // Новости Электротехники №3(123), 2020. С. 20-22.

30. Черепинский, А.А. Электрическое освещение подстанций 35-750 кВ. Проектирование, нормы, документы / А. А. Черепинский // Новости Электротехники №2(104)-3(105), 2017. С. 76-84.

31. Программа увеличения электропотребления для нужд отопления, горячего водоснабжения и пищеприготовления на 2021-2025 годы. Утв. 2021.01.12. - Минск: Минэнерго, 2021. - 14 с.

32. Радкевич, В. Н. Причины перегрузок силовых трансформаторов напряжением (6-10)/0,4 кВ производственных объектов / В. Н. Радкевич, Ф. Х. Самиев // Наука - образованию, производству, экономике: материалы 13-й Международной научно-технической конференции. Т. 1. - Минск: БНТУ, 2015.



- С. 13-14.

33. ГОСТ 14209-85. Трансформаторы силовые масляные общего назначения. Допустимые нагрузки. Введ. 1985-07-01. Утв. 1992-12-17. - Минск: Комитет по стандартизации, метрологии и сертификации при Совете Министров Республики Беларусь, 1992. - 40 с.

34. ГОСТ 9680-77. Трансформаторы силовые мощностью 0,01 кВ·А и более. Ряд номинальных мощностей Введ. 1979-01-01. - М.: Госстандарт СССР, 1979. - 4 с.

35. Рогацевич, В. Р. Системы охлаждения трансформаторов, их классификация и устройство / В. Р. Рогацевич, П. А. Бернат; науч. рук. Е. В. Мышковец // Актуальные проблемы энергетики [Электронный ресурс]: материалы 75-й научно-технической конференции студентов и аспирантов: секция "Энергетические системы и сети" / сост. Т. Е. Жуковская. - Минск: БНТУ, 2019. - С. 132-134.

36. Башаркевич, Я. В. Приемники собственных нужд / Я. В. Башаркевич, Е. К. Башаркевич; науч. рук. Ю. В. Гавриелок // Актуальные проблемы энергетики: материалы 74-й научно-технической конференции студентов и аспирантов / Белорусский национальный технический университет, Энергетический факультет; ред. Т. Е. Жуковская. - Минск: БНТУ, 2018. - С. 784-785.

37. Карпушонок, К. А. Собственные нужды электростанций и подстанций / К. А. Карпушонок, Я. В. Башаркевич; науч. рук. Ю. В. Гавриелок // Актуальные проблемы энергетики: материалы 74-й научно-технической конференции студентов и аспирантов / Белорусский национальный технический университет, Энергетический факультет; ред. Т. Е. Жуковская. - Минск: БНТУ, 2018. - С. 714-715.

38. Рубина, У. В. Источники оперативного тока высоковольтных подстанций / У. В. Рубина; науч. рук. Ю. В. Гавриелок // Актуальные проблемы энергетики: материалы 74-й научно-технической конференции студентов и аспирантов / Белорусский национальный технический университет, Энергетический факультет; ред. Т. Е. Жуковская. - Минск: БНТУ, 2018. - С. 878-879.

39. Рымкевич, Л. П. Методы и средства ограничения токов короткого замыкания / Л. П. Рымкевич, В. С. Алейник, А. Г. Баран; науч. рук. С. М. Силок // Актуальные проблемы энергетики: материалы 71-й научно-технической конференции студентов и аспирантов / Белорусский национальный технический университет, Энергетический факультет. Секция 1: Электрические станции. - Минск: БНТУ, 2015. - С. 33-34.

40. Каталог "Таврида Электрик" [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [https://tavrida.com/upload/iblock/1db/ter\\_vcb15\\_booklet.pdf](https://tavrida.com/upload/iblock/1db/ter_vcb15_booklet.pdf).

41. Сименс высоковольтные аппараты [Электронный ресурс]. - Режим



доступна: <https://www.energy.siemens.com/ru/ru/power-transmission/high-voltage-products/shvp-circuit-breakers.htm#content=DT%20145>. 84 и

42. Выключатели автоматические типа ВА52-41, ВА53-41, ВА55-41, ВА56-41. Руководство по эксплуатации ГЖИК.641353.013 РЭ (совмещенное с паспортом). - Курск: КЭАЗ, 2021. - 37 с.

43. Камеры КСО с вакуумным выключателем [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://elesen.by/oborudovanie/kamery-ks0-s-vakuumnym-vyklyuchatelem/>. ием ми,

44. Копылов, Е. А. Устройство грозозащиты и заземления на подстанциях / Е. А. Копылов, И. В. Забелло, А. В. Качук; науч. рук. Н. С. Петрашевич // Актуальные проблемы энергетики [Электронный ресурс]: материалы 76-й научно-технической конференции студентов и аспирантов: секция "Энергетические системы и сети" / сост. Т. Е. Жуковская. - Минск: БНТУ, 2020. - С. 24-29. тью инил ания С.

45. Красник В.В., Эксплуатация электрических подстанций и распределительных устройств / В.В. Красник, М.: ЭНАС, 2011. в

46. Дорофейчик, А.Н. Пути повышения надежности электрических сетей / А.Н. Дорофейчик. Учеб. -метод. пособие. - Гродно: ГрГУ, 2007. - 203 с. ювал

47. Власов, А. А. Молниезащита и заземление зданий и сооружений. Методика расчета / А. А. Власов; науч. рук. С. Г. Гапанюк // Актуальные проблемы энергетики: материалы 74-й научно-технической конференции студентов и аспирантов / Белорусский национальный технический университет, Энергетический факультет; ред. Т. Е. Жуковская. - Минск: БНТУ, 2018. - С. 523-525. те и

48. ТКП 427-2012. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок / Министерство энергетики Республики Беларусь. - Минск: Энерг-гопресс, 2013. - 160 с.

49. ТКП 290-2010. Правила применения и испытания средств защиты, используемых в электроустановках / Министерство энергетики Республики Беларусь. - Минск: филиал "Информационно-издательский центр" ОАО "Эконом-энерго", 2010. - 108 с. й

50. ГОСТ 13385-78. Обувь специальная диэлектрическая из полимерных материалов. Технические условия. - Введ. 01.01.1979. - Изм. 22.05.2013. - М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. - 10 с.

51. ГОСТ 15152-69. Единая система защиты от коррозии и старения. Изделия резиновые технические для районов с тропическим климатом. Общие требования. - Введ. 01.07.1971. - Утв. Постановлением Госстандарта РБ от 17.12.1992 г. № 3. -- Минск: Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь, 1995. - 20 с.

52. Воронина, А.А. Техника безопасности при работе в электроустановках/ А.А. Воронина, Н.Ф. Шибенко. - М.: Высшая школа, 1979. -192с.
53. СТП 09110.35.601-15. Правила технического обслуживания устройств релейной защиты и электроавтоматики электрических сетей 0,4-35 кВ. - Введ. 2015-11-02. - Минск: ГПО "Белэнерго", 2015. - 52 с.
54. СТП 09110.35.677-07 Правила технического обслуживания устройств релейной защиты, электроавтоматики, дистанционного управления и сигнализации электростанций и подстанций 110-750 кВ. - Введ. 2007-11-01. - Минск: ГПО "Белэнерго", 2007. - 136 с.

ю  
ил  
ия  
С