

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ энергетический  
КАФЕДРА Электрические системы

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

М.И. Фурсанов  
М.И. Фурсанов

« 9 » 06 2021 г.

РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

Проект реконструкции подстанции 110/35/10 на основе прогрессивных  
технических решений

Специальность 1-43 01 02 Электроэнергетические системы и сети  
Специализация 1-43 01 02 01 Проектирование и эксплуатация электроэнергетических систем

Обучающийся  
группы 30602115

1.06.21  
подпись, дата

В. Э. Мисюкевич

Руководитель

2.06.21  
подпись, дата

Е.М. Гецман  
ст. преподаватель

Консультанты:

по технологической части

02.06.21  
подпись, дата

Е.М. Гецман  
ст. преподаватель

по электроэнергетической части

02.06.21  
подпись, дата

Е.М. Гецман  
ст. преподаватель

по разделу «Экономическая часть»

2.06.21  
подпись, дата

А.И. Лимонов  
к.э.н., доцент

по разделу «Охрана труда»

3.06.21  
подпись, дата

Е.В. Мордик  
ст. преподаватель

Ответственный за нормоконтроль

4.06.21  
подпись, дата

А.А. Волков  
ст. преподаватель

Объем проекта:  
Расчетно-пояснительная записка – 109 страниц;  
графическая часть – \_\_\_\_\_ листов;  
магнитные (цифровые) носители – 1 единица

Минск 2021

## РЕФЕРАТ

Дипломный проект: 109 с., 21 рис., 16 табл., 34 источника

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПОДСТАНЦИЯ, ОТДЕЛИТЕЛЬ, ЭЛЕГАЗОВЫЙ  
ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ, ГРАФИК НАГРУЗОК, СОБСТВЕННЫЕ НУЖДЫ,  
ПРОТИВОАВАРИЙНАЯ АВТОМАТИКА, ОГРАНИЧИТЕЛЬ  
ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЯ

Объектом разработки является электрическая подстанция 110/35/10 кВ, находящаяся на балансе филиала Минские электрические сети РУП "Минскэнерго".

Цель проекта – разработка передовых проектных решений по реконструкции ПС 110/35/10 кВ.

В процессе проектирования выполнены следующие расчёты и исследования:

- дано обоснование необходимости реконструкции подстанции;
- проведен анализ существующей схемы электрических соединений, элементов подстанции и технические решения по замене устаревшего оборудования;
- выбрана главная схема, число и мощности силовых трансформаторов;
- рассчитаны токи короткого замыкания;
- проведен выбор коммутационной аппаратуры и средств защиты от перенапряжений;
- проведена замена системы оперативного тока на подстанции, выбраны трансформаторы собственных нужд;
- рассмотрены вопросы релейной защиты и автоматики
- рассчитаны технико-экономические показатели;
- рассмотрены вопросы охраны труда.

Область возможного практического применения – высоковольтные подстанции 110 кВ, выполненные по мостиковым и блочным схемам.

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

1. Основные сведения РУП "Минскэнерго" [Электронное издание]. - Режим доступа: <https://minskenergo.by/osnovnye-svedeniya/>. - Дата доступа: 27.03.2021.
2. Минские электрические сети [Электронное издание]. - Режим доступа: <https://minskenergo.by/filialy/minskie-elektricheskie-seti/>. - Дата доступа: 27.03.2021.
3. Завершена реконструкция одной из крупнейших подстанций столицы - «Минск Северная», которая участвует в выдаче мощности Белорусской АЭС [Электронное издание]. - Режим доступа: [https://www.belenergo.by/content/infocenter/news/zavershena-rekonstruktsiya-odnoy-iz-krupneyshikh-podstantsiy-stolitsy-minsk-severnaya-kotoraya-uchas\\_11329/](https://www.belenergo.by/content/infocenter/news/zavershena-rekonstruktsiya-odnoy-iz-krupneyshikh-podstantsiy-stolitsy-minsk-severnaya-kotoraya-uchas_11329/). - Дата доступа: 27.03.2021.
4. СТО 56947007- 33.060.40.108-2011 Стандарт организации ОАО "ФСК ЕЭС" Нормы проектирования систем ВЧ связи. М. : ОАО "ФСК ЕЭС", 2011. - 59 с.
5. Савельев, В.Б. Вопросы старения изоляции в силовых трансформаторах и методы их снижения / В.Б. Савельев // Энергетика. Вестник союза инженеро-энергетиков РК. - 2015, № 1. - С. 54-55.
6. СТП 33240.20.501-19. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Республики Беларусь. Второе издание. ГПО "Белэнерго". - Минск : Филиал "Информационно-издательский центр" ОАО "Экономэнерго", 2019. - 189 с.
7. Каталог продукции ЧУП "АЭС-комплект" [Электронное издание]. - Режим доступа: <https://aes.by/upload/katalogi/vysokovoltnoe.pdf>. - Дата доступа: 28.04.2021.
8. СТП 33243.01.216-16. Подстанции электрические напряжением 35 кВ и выше. Нормы технологического проектирования : стандарт организации ГПО "Белэнерго". - Минск : БЕЛТЭИ, 2016. - 198 с.
9. Быстрицкий, Г.Ф. Выбор и эксплуатация силовых трансформаторов / Г.Ф. Быстрицкий, Б.И. Кудрин. - М. : Академия, 2003. - 176 с.
10. Трансформатор силовой ТДН-10000/110 [Электронное издание]. - Режим доступа: <http://beniz.by/electro/transformers/60-tdn10000.html>. - Дата доступа: 04.05.2021.
11. Типовые схемы принципиальные РУ 6-750 кВ подстанций и указания по их применению. - М.: Энергосетьпроект, 1993. - 25 с.

12. Рожкова, Л.Д. Электрооборудование электрических станций и подстанций / Л.Д. Рожкова, Л.К. Карнеева, Т.В. Чиркова. - 4-е изд. - М.: Издательский центр «Академия», 2007. - 448 с.
13. ЗАРПДТ-145/ЕК [Электронное издание]. - Режим доступа: <https://forca.ru/vyklyuchateli/elegazovye/zar1dt-145/ek.html>. - Дата доступа: 04.05.2021.
14. Соколов, С.Е. Элегазовые выключатели / С.Е.Соколов, И.С.Соколова. - Алматы: АУЭС, 2016. - 84 с.
15. Неклепаев, Б.Н. Электрическая часть электростанций и подстанций: Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования / Б.Н. Неклепаев, И.П. Крючков. Учеб. пособие для вузов. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат, 1989. - 608 с.
16. Электроустановки на напряжение до 750 кВ: ТКП 339-2011. - 23.08.2011 г. - Минск: Минэнерго РБ, 2011. - 594 с.
17. Гурнович, М. С. Применение нелинейных ограничителей перенапряжений / М. С. Гурнович ; науч. рук. В. Ю. Румянцев // Актуальные проблемы энергетики 2020 [Электронный ресурс] : материалы студенческой научно-технической конференции / сост.: И. Н. Прокопеня. - Минск : БНТУ, 2020. - С. 101-103.
18. Дмитриев, М.В. Параметры ограничителей перенапряжения / М.В. Дмитриев. - М. : Энергоатомиздат, 2002. - 205 с.
19. Дмитриев, М.В. Применение ОПН в электрических сетях / М.В. Дмитриев. - М. : Энергоатомиздат, 2003. - 311 с.
20. СТГ 09110.47.203-07. Методические указания по выполнению заземления на электрических станциях и подстанциях напряжением 35-750 кВ. Утвержден и введен в действие указанием Государственного производственного объединения «Белэнерго» №16 от 26.04.2007. - Минск., БелТЭИ, 2007. - 47 с.
21. Карапетян, И.Г. Справочник по проектированию электрических сетей / И.Г.Карапетян, Д.Л. Файбисович, И.М. Шапиро. Издательство, ЭНАС, 4-е издание, 2012. - 392 с.
22. Гук, Ю.Б. Проектирование электрической части станций и подстанций: Учебное пособие для вузов / Ю.Б. Гук, В.В. Кантан, С.С. Петрова - Л.: Энергоатомиздат, 1985. - 312 с.
23. СТО 56947007- 29.120.40.093-2011. Руководство по проектированию систем оперативного постоянного тока (СОПТ) ПС ЕНЭС Типовые проектные решения. Утвержден и введен в действие: Приказом ОАО «ФСК ЕЭС» от 01.06.2011 № 316.- М.: ОАО «ФСК ЕЭС», 2011. - 54 с.

24. Герасименко, А.А. Передача и распределение электрической энергии: Учебное пособие / А.А. Герасименко, В.Т. Федин. - Ростов-н/Д.: Феникс, Красноярск: Издательские проекты, 2006. - 720 с.
25. СТ П 09110.35.521-07 Инструкция по эксплуатации устройств релейной защиты, электроавтоматики и вторичной коммутации | стандарт организации ГПО "Белэнерго". - Минск: Экономэнерго, 2008. - 34 с.
26. Плиева, М.Т. Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем Учебно-методическое пособие / М.Т. Плиева, Р.В. Клюев, И.А. Берко.- Владикавказ: Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет), 2020 - 104 с.
27. Козлов, А.Н. Микропроцессорные средства управления: учебное пособие / А.Н. Козлов. - Благовещенск: Изд-во АмГУ, 2014. - 62 с.
28. Дятко, Ю. А. Системы автоматического управления ЭЭС / Ю. А. Дятко ; науч. рук. Ю. С. Петруша // Актуальные проблемы энергетики 2018 [Электронный ресурс] : материалы студенческой научно-технической конференции / сост.: И. Н. Прокопеня, Т. А. Петровская. - Минск : БНТУ, 2018. - С. 77-78.
29. Предиктивное управление от компании Schneider Electric / Р. А. Волов [и др.] ; науч. рук. О. В. Лазарев // Актуальные проблемы энергетики 2020 [Электронный ресурс] : материалы студенческой научно-технической конференции / сост.: И. Н. Прокопеня. - Минск : БНТУ, 2020. - С. 17-19.
30. Решения Schneider Electric по предиктивному управлению. - М. : Schneider Electric, 2018. - 40 с.
31. Аншин, В.Ш. Сборка трансформаторов / В.Ш. Аншин, З.Н. Худяков. М. - Высшая школа, 1991. - 288 с.
32. Алексенко, Г.В. Параллельная работа трансформаторов и автотрансформаторов / Г.В. Алексенко. Серия "Трансформаторы", выпуск 17. Издание 2-е, переработанное и дополненное. - М. : Энергия, 1977. - 608 с.
33. ГОСТ Р 52719-2007. Трансформаторы силовые. Общие технические условия. М. : Стандартинформ, 2007. - 45 с.
34. Александров, Г.Н. Режимы работы трансформаторов. Учебное пособие / Г.Н. Александров. Санкт-Петербург : НОУ "Центр подготовки кадров энергетики", 2006. - 143 с.