

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ Энергетический  
КАФЕДРА Электрические системы

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

 М.И. Фурсанов

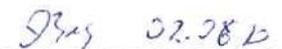
« 3 » 06 2020 г.

РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

Реконструкция подстанции 110 кВ

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

Обучающийся  
группы 30602214

  
(подпись, дата)

В.С. Янович

Руководитель

  
(подпись, дата)

О.А. Мойсеев  
зам. зав. ЭТЛ ОУКЭ  
РУП «Белэнергосетьпроект»

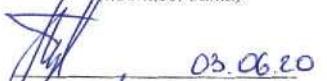
Консультанты

по технологической части

  
03.06.20  
(подпись, дата)

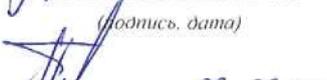
Н.С. Петрашевич  
ст. преподаватель

по электроэнергетической части

  
03.06.20  
(подпись, дата)

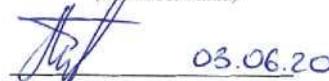
Н.С. Петрашевич  
ст. преподаватель

по разделу «Экономическая часть»

  
02.06.20  
(подпись, дата)

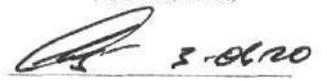
Н.С. Петрашевич  
ст. преподаватель

по разделу «Охрана труда»

  
03.06.20  
(подпись, дата)

Н.С. Петрашевич  
ст. преподаватель

Ответственный за нормоконтроль

  
3.06.20  
(подпись, дата)

В.В. Макаревич  
ст. преподаватель

Объем проекта:

Расчетно-пояснительная записка – 92 страницы;  
графическая часть – 8 листов;  
магнитные (цифровые) носители – 1 единица.

Минск 2020

## РЕФЕРАТ

Дипломный проект: 92 с., 7 рис., 14 табл., 48 источников

### ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПОДСТАНЦИЯ, ТРАНСФОРМАТОР, РЕЗИСТОР, КОРОТКОЕ ЗАМЫКАНИЕ, ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ, ЭЛЕГАЗ, ПРИВЕДЕННЫЕ ЗАТРАТЫ, РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО

Объектом разработки является существующая электрическая подстанция 110/10 кВ.

Цель проекта – разработка технико-экономических решений по реконструкции ПС 110/10 кВ.

В процессе проектирования выполнены следующие расчёты и исследования:

- проведен обзор технических нормативно-правовых актов по теме дипломного проектирования;
- проведен анализ существующей схемы, характеристик нагрузок;
- выбрана главная схема подстанции;
- выбраны число и мощности трансформаторов;
- произведен расчёт токов короткого замыкания, на основании результатов которого выбраны токоведущие части и коммутационные аппараты;
- предложена схема учёта электроэнергии на подстанции;
- разработана схема питания собственных нужд;
- рассчитаны показатели системы заземления;
- проведено описание устройств защиты, автоматики и телемеханики;
- рассмотрены вопросы охраны труда при проведении профилактических ремонтов трансформаторов.

Область возможного практического применения – электрические подстанции 110/10 кВ, выполненные по мостиковым и блочным схемам.

Я, Янович В.С., подтверждаю, что 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.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Официальный сайт РУП "Гродноэнерго". Филиал "Лидские электрические сети" РУП "Гродноэнерго". – Электронные данные. – Режим доступа: <http://www.energo.grodno.by/branch/lidskie-electroseti>.
2. 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: ТКП 339-2011. - 23.08.2011г. - Минск : Минэнерго РБ, 2011. - 594 с.
3. Правила устройства электроустановок : [ПУЭ : с изм., оформл. в период с 1976 по 31 авг. 1985 г.] . - [6-е изд., перераб. и доп.]. - Минск : Энергопресс, 2014. - 341 с.
4. ТКП 17.02-08-2012. Охрана окружающей среды и природопользование. Правила проведения оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) и подготовки отчета. - Утвержден и введен в действие постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь 5 января 2012 г. № 1-Т. - Минск : РУП "Бел НИЦ "Экология", 2012. - 48 с.
5. ТКП 547-2014. Нормы продолжительности проектирования электрических подстанций и линий электропередачи напряжением 0,4-750 кВ. Минэнерго, 2014. - 60 с.
6. СТП 09110.20.660-02 (РД РБ 09110.20.660-02). Методические указания для определения категорийности по надежности электроснабжения потребителей. - Введ. 01.12.2002. - Минск : Концерн "Белэнерго", Минск : РУП "Экономэнерго", 2002. - 18 с.
7. СТП 33240.20.601-18. Типовая инструкция по ведению технической документации и отчетности по подстанциям 35 кВ и выше . - Введен. взамен 21.12.2018. - Минск : ГПО "Белэнерго", Минск : РУП "Экономэнерго", 2019.
8. ТКП 45-1.02-295-2014. Строительство. Проектная документация. Состав и содержание. - Введ. 27.03.2014 (с отменой СНБ 1.03.02-96). - Минск : Минстройархитектуры Республики Беларусь, Минск : Стройтехнорм, 2014. - 45 с.
9. ТКП 181-2009. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей/ Министерство энергетики Республики Беларусь. - Минск : Энергопресс, 2009. - 325 с.

10. СТП 33243.01.216-16. Подстанции электрические напряжением 35 кВ и выше. Нормы технологического проектирования : стандарт организации ГПО “Белэнерго”. - Минск: БЕЛТЭИ, 2016. - 198 с.

11. ТКП 336-2011. Молниезащита зданий, сооружений и инженерных коммуникаций. Минэнерго, 2011. - 187 с.

12. СТП 09110.47.103-07. Методические указания по проектированию заземляющих устройств электрических станций и подстанций напряжением 35-750 кВ. Утвержден и введен в действие указанием Государственного производственного объединения “Белэнерго” №43 от 11.10.2007 г. - 75 с.

13. СТП 33243.03.502-16. Электротехническое оборудование с элегазовой изоляцией. Технические требования для обеспечения санитарно-гигиенической и экологической безопасности. - Введ. 01.11.2016. - Минск : ГПО “Белэнерго”, Минск : РУП “Экономэнерго”, 2016. - 59 с.

14. СТП 33240.20.116-18. Подстанции напряжением 35 кВ и выше. Системы собственных нужд. Нормы проектирования и технические требования. - Введ. 11.03.2019. - Минск : ГПО “Белэнерго”, Минск : РУП “Экономэнерго”, 2019. - 55 с.

15. СТП 09110.20.187-09. Методические указания по заземлению нейтрали сетей 6-35 кВ Белорусской энергосистемы через резистор. - Введ. 01.03.2010. - Минск : ГПО “Белэнерго”, Минск : РУП “Белэнергосетьпроект”, 2010. - 55 с.

16. Комплектные распреустройства серии КМ-1Ф. - Электронные данные. Режим доступа: [http://www.tekhar.com/Production/Complete\\_units/Vacuum/index\\_KM-1F.html](http://www.tekhar.com/Production/Complete_units/Vacuum/index_KM-1F.html).

17. Неклепаев, Б. Н. Электрическая часть электростанций и подстанций: Учебник для вузов. – 2-е изд. - М.: Энергоатомиздат, 1986. – 640 с.

18. Типовые схемы принципиальные РУ 6-750 кВ подстанций и указания по их применению. М.: Энергосетьпроект, 1993.- 25 с.

19. Александров, Г.Н. Режимы работы трансформаторов. Учебное пособие / Г.Н. Александров. Санкт-Петербург.: НОУ “Центр подготовки кадров энергетики”, 2006. - 143 с.

20. Быстрицкий, Г.Ф. Выбор и эксплуатация силовых трансформаторов / Г.Ф. Быстрицкий, Б.И Кудрин. - М.: Академия, 2003. - 176 с.

21. Трансформатор силовой ТДН-10000/110. - Электронные данные. - Режим доступа: <http://bemz.by/electro/transformers/60-tdn10000.html>

22. Силюк, С.М. Электромагнитные переходные процессы. Учебное пособие для вузов / С.М. Силюк, Л.Н. Свита. - Мн.: Технопринт, 2000. - 263 с.

23. Евдокунин, Г.А. Резистивное заземление нейтрали сетей 6-10 кВ / Г.А. Евдокунин, С.С. Титенков . - СПб : Издательство Терция, 2009. - 264 с.
24. Рожкова, Л.Д. Электрооборудование станций и подстанций / Л.Д. Рожкова, В.С. Козулин. 3-е изд., перераб. и доп. Учебник для техникумов. М.: Энергоатомиздат, 1987. - 648 с.
25. ВГТ-110 (У1, УХЛ1\*) Выключатель элегазовый колонковый (трех-полюсное/однополюсное исполнение). - Электронные данные. - Режим доступа: [http://www.zeto.ru/products\\_and\\_services/high\\_voltage\\_equipment/elegazovye-kolonkovye-vyklyuchateli-tipa-vgt-110](http://www.zeto.ru/products_and_services/high_voltage_equipment/elegazovye-kolonkovye-vyklyuchateli-tipa-vgt-110).
26. ВВ/TEL Вакуумный выключатель. Техническая информация [Электронное издание]. - Режим доступа: [https://www.tavrida.com/upload/iblock/ee4/TER\\_CBdoc\\_PG\\_4.pdf](https://www.tavrida.com/upload/iblock/ee4/TER_CBdoc_PG_4.pdf).
27. Технический каталог. Выключатели автоматические серии ВА55. - ЭЛЕКТРОИНЖИНИРИНГ, 2013. - 30 с.
28. Алексеев, О.П. Автоматика электроэнергетических систем / О.П. Алексеев, В.Е. Казинский, В.Л. Козис и др. Под ред.. Козиса В.Л. - М.: Энергоиздат, 1981. - 480 с.
29. Васильев, А.А. Электрическая часть станций и подстанций / А.А. Васильев, И.П. Крючков, Е.Ф. Наяшкова, М.Н. Околович. - М.: Энергоатомиздат, 1990. - 576 с.
30. Неклепаев Б.Н., Крючков И.П. Электрическая часть электростанций и подстанций: Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования. Учеб. пособие для вузов. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат, 1989. - 608 с.
31. Счетчик электрической энергии переменного тока статический "ГРАН-ЭЛЕКТРО СС-301" Руководство по эксплуатации СТРЭ 31.00.000 РЭ [Электронное издание]. - Режим доступа: <http://www.energosbyt.by/by/inf/count/ss-301.pdf>.
32. Д365. - Электронные данные. - Режим доступа: <https://zapadpribor.com/d365/>.
33. Вакуумные выключатели серии ВВ/TEL. - Электронные данные. - Режим доступа: <http://tavrida-ua.com/products/vacuumswitch.html>.
34. СТП 09110.35.126-09 Технические требования к проектированию региональных АСКУЭ. - Введ. 01.11.2009. - Минск : ГПО "Белэнерго", Минск : РУП "НИИ средств автоматизации", 2009. - 64 с.
35. Системы оперативного тока на электрических подстанциях. - Электронные данные. - Режим доступа:

<http://electricalschool.info/spravochnik/eltehustr/158-sistemy-operativnogo-tokana.html>.

36. Аккумулятор PowerSafe OPzS [Электронное издание]. - Режим доступа: <http://scbam.ru/document/opzsrukovodstvo.pdf>.

37. Аккумуляторы свинцово-кислотные стационарные малообслуживаемые типа OPzS с трубчатыми положительными электродами и комплектуемые из них батареи аккумуляторные. Руководство по эксплуатации. [Электронное издание].- Режим доступа: <http://scbam.ru/document/opzsrukovodstvo.pdf>.

38. ОПН-ПК Ограничители перенапряжений нелинейные 35-110 кВ. Руководство по эксплуатации [Электронное издание]. - Режим доступа: [https://www.tavrida.com/upload/iblock/8f9/sa\\_rk\\_user\\_manual.pdf](https://www.tavrida.com/upload/iblock/8f9/sa_rk_user_manual.pdf).

39. Каталог ABB Power Automation Ltd. Цифровая защита трансформатора RET 316\*4 [Электронное издание]. - 45 с.

40. Каталог ABB Power Automation Ltd. Цифровая защита шин REB500 [Электронное издание]. - 38 с.

41. Каталог ABB Power Automation Ltd. Терминал дистанционной защиты линии REL 511 [Электронное издание]. - 423 с.

42. Каталог ABB Power Automation Ltd. Терминал управления REC 561 [Электронное издание]. - 49 с.

43. Гельман, Г.А. Телемеханика в энергоснабжении промышленных предприятий / Г.А. Гельман. - М.: Энергоиздат, -1981. - 120 с.

44. Закон Беларуси "Об охране труда" № 356-З от 23.06.2008.

45. ТКП 427-2012. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок / М-во энергетики Респ. Беларусь. - Минск : Энергопресс, 2013 - 160 с.

46. ТКП 290-2010. Правила применения и испытания средств защиты, используемых в электроустановках / М-во энергетики Респ. Беларусь. - Минск : Экономэнерго, 2011 - 109 с.

47. Элегазовый выключатель. Понятие, принцип работы и конструкция. - Электронные данные. - Режим доступа: <http://elektri4estwo.ru/elektrooborydovanie/22-elegazovii-vikluchatel.html>

48. Хренников, А. Ю. Высоковольтное электрооборудование с элегазовой изоляцией: анализ аварийности и опыт эксплуатации / А. Ю. Хренников, Р. В. Мажурин // Промышленная энергетика. № 10, 2013. С. 6-10.