

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

*М.И. Фурсанов*  
М.И. Фурсанов

*7 06* 2018 г.

**РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА**

**Реконструкция питающей подстанции "Г" напряжением 110/10 кВ**

Специальность 1-43 01 02 Электроэнергетические системы и сети

Специализация 1-43 01 02 01 Проектирование и эксплуатация электроэнергетических систем

Обучающийся  
группы 30602212

Руководитель

Консультанты:

по технологической части

по электроэнергетической части

по разделу «Экономическая часть»

по разделу «Охрана труда»

Ответственный за нормоконтроль

*М.С. Мустьяца*  
подпись, дата

М.С. Мустьяца

*А.Л. Старжинский*  
подпись, дата

А.Л. Старжинский  
к.т.н., доцент

*А.Л. Старжинский*  
подпись, дата

А.Л. Старжинский  
к.т.н., доцент

*А.Л. Старжинский*  
подпись, дата

А.Л. Старжинский  
к.т.н., доцент

*А.И. Лимонов* 4.06.18  
подпись, дата

А.И. Лимонов  
к.э.н., доцент

*Е.В. Мордик* 2.06.18  
подпись, дата

Е.В. Мордик  
ст. преподаватель

*А.А. Волков* 7.06.2018  
подпись, дата

А.А. Волков  
ст. преподаватель

Объем проекта:

Расчетно-пояснительная записка – 102 страниц;

графическая часть – 8 листов;

магнитные (цифровые) носители – \_\_\_\_\_ единиц

Дипломный проект: 102 с., 10 рис., 22 табл., 43 источника

## ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПОДСТАНЦИЯ, МОЩНОСТЬ, НАГРУЗКА, ТОК, РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА, ЗАЗЕМЛЕНИЕ, ПРИВЕДЕННЫЕ ЗАТРАТЫ

Объектом разработки является электрическая подстанция напряжением 110/10 кВ, питающая крупное промышленное предприятие.

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

В процессе проектирования выполнены следующие расчёты и исследования:

- выбраны главная схема, силовые трансформаторы и трансформаторы собственных нужд;
- рассчитаны значения токов короткого замыкания, на их основании произведен выбор основного электрооборудования: выключателей и разъединителей, измерительных трансформаторов тока и напряжения, токоведущих частей;
- произведен расчет надежности электрической схемы подстанции с помощью программы “ТОPAS”;
- рассмотрены вопросы релейной защиты и автоматики элементов подстанции, даны рекомендации по установке микропроцессорных комплексов релейной защиты и автоматики;
- выполнена проверка работоспособности существующих систем молниезащиты и заземления;
- произведена оценка технико-экономических показателей подстанции.

Область возможного практического применения – высоковольтные питающие подстанции 110/10 кВ.

Все приведенные 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. Проектирование электрических подстанций [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://nskenergo.ru/proektirovanie-ehlektricheskikh-podstancij>. – 10.
2. Радкевич, В.Н. Проектирование систем электроснабжения / В.Н. Радкевич. Учеб. пособие. – Минск: НПООО "ПИОН", 2001. – 292 с.
3. Герасименко, А.А. Передача и распределение электрической энергии / А.А. Герасименко, В.Т. Федин. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2008. – 715 с.
4. Ус, А.Г. Электроснабжение промышленных предприятий и гражданских зданий : учебное пособие / А.Г. Ус, Л. И. Евминов. – Минск : ПИОН, 2002. – 455 с.
5. Королев, О.П. Электроснабжение промышленных предприятий : учебно-методическое пособие по курсовому и дипломному проектированию / О.П. Королев, В.Н. Радкевич и В.Н. Сацукевич ; кол. авт. Белорусская государственная политехническая академия, Кафедра "Электроснабжение". – Минск : БГА. 1998. – 142 с.
6. Будзко, И.А. Электроснабжение сельского хозяйства / И.А. Будзко, Н.М. Зуль. – М.: Агропромиздат, 1990. – 496 с.: ил.
7. Указания по расчету электрических нагрузок РТМ 36.18.32.4. – М.: ВНИПИ «Тяжпромэлектропроект», 1992. – 21 с.
8. Барыбин, Л.Е. Справочник по проектированию электроснабжения / Ю.Г. Барыбин, Л.Е. Федоров, М.Г. Зименков, А.Г. Смирнов. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 576 с.
9. 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. – 23.08.2011 г. – Минск : Минэнерго РБ, 2011. – 594 с.
10. Рожкова, Л.Д. Электрооборудование электрических станций и подстанций / Л.Д. Рожкова, Л.К. Карнеева, Т.В. Чиркова. 4-е изд., М.: Академия, 2007. – 448 с.
11. Винославский, В.Н. Проектирование систем электроснабжения / В.Н. Винославский, А.В. Проховник, Ф. Клеппель, У. Бутц. – Киев: Высшая школа,

1987 - 360 с.

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

13. Параллельная работа трансформаторов [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://leg.co.ua/transformatori/teoriya/parallelnaya-rabota-transformatorov.html>.

14. Ополева, Г.Н. Схемы и подстанции электроснабжения. Справочник: Учеб. пособие / Г.Н. Ополева. М.: ФОРУМ: ИНФРАМ, 2006. - 473 с.

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

16. Схемы РУ с двумя системами шин - Ликвидация аварий в главных станциях и подстанций [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://forca.ru/knigi/arhivy/likvidaciya-avariy-v-glavnyh-stanciy-i-podstanciy-4.html> : 09.04.2018.

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

18. Филиал Минская ТЭЦ-3 [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://minskenergo.by/Filials/TEC-3/Minsk\\_tec3.asp](http://minskenergo.by/Filials/TEC-3/Minsk_tec3.asp) : 09.04.2018.

19. 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.

20. Технические характеристики элегазовых выключателей АББ типа LTV D и LTV E [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://pokroff.com/info/spravka/tehnicheskie-harakteristiki-elegazovyh-vyklyuchatelei-abb-tipa-ltv-d-i-ltv-e.html>.

21. Выключатели вакуумные типа ВВЭ-М-10-20 [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.konstalin.ru/UserFiles/Files/rukovodstvo/VVEM.pdf>.

22. Голубев, М.Л. Расчет токов короткого замыкания в электросетях 0,4-35кВ / М.Л. Голубев. - 2-е издание переработанное и дополненное. - М.: Энергия, 1980. - 88 с.

23. Технический паспорт. Выключатели автоматические серии ВА58 с электронным расцепителем. - Минск: ООО "Крэзисервис", 2016. - 10 с.

24. Элегаз и его свойства [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://electricalschool.info/main/visokovoltny/359-jelegaz-i-ego-svojjstva.html>.

25. Выбор выключателей - Выбор коммутационных аппаратов и токовых частей распределительных устройств [Электронный ресурс]. - Режим

- http://leg.co.ua/knigi/ucbeba/vybor-kommutacionnyh-vrappav-1-1-  
vedusechih-chastej-raspredelitelnyh-ustrojstv-3.html.  
25. Разъединители [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [leg.co.ua/info/podstancii/gazediniteli.html](http://leg.co.ua/info/podstancii/gazediniteli.html).
26. Неклепаев, Б. Н. Электрическая часть электростанций и подстанций. Учебник для вузов. / Б.Н. Неклепаев. – 2-е изд. – М.: Энергоатомиздат, 1986 – 440 с.
27. Короткевич, М.А. Анализ структурной надежности главных схем электрических соединений атомных электростанций / М.А. Короткевич, А.Л. Старжинский // Энергетика. Изв. Высш. Учеб. Заведений и энерго. Объединений СНГ. 2017. Т. 60. №3. С 191-197.
28. Шабад, М. А. Расчеты релейной защиты и автоматики распределительных сетей: 3-е изд., перераб. и доп. / М.А. Шабад. – Л.: Энергоатомиздат, 1985. – 296 с.
29. Гловацкий, В. Г. Современные средства релейной защиты и автоматики электросетей / В.Г. Гловацкий, И.В. Пономарев. – М.: Энергомашина, 2006. – 146 с.
30. Каталог "Электротехническая продукция. Устройства распределения электрической энергии 10-20 кВ, серия КСО РТН" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.raton.by/ru/catalog/seriya-ksortn>.
31. Реле Бухгольца BF-25, BF-50, BF-80 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://envolga.ru/product/rza/rz/bf/>.
32. Федосев, А.М. Релейная защита электрических систем. Учебник для вузов / А.М. Федосев. – М.: Энергия, 1976. – 559 с.
33. Короткевич, М.А. Эксплуатация электрических сетей: Учебник / М.А. Короткевич. – Минск: Вышэйшая школа, 2005. – 364 с.: ил.
34. ТКП 181-2009. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. – Утв. и введ. в действие постановлением Министерства энергетики РБ от 20.03.2009. № 16. – 329 с.
35. Закон Беларуси "Об охране труда" № 356-З от 23.06.2008.
36. Сибикин, Ю.Д. Охрана труда и электробезопасность Учебное пособие / Ю.Д. Сибикин. – М.: ИП РадиоСофт, 2007. — 408 с.: ил.
37. ТКП 427-2012 Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок / Министерство энергетики Республики Беларусь. – Минск: Энергопресс, 2013 – 160 с. : ил.
38. ТКП 290-210 Правила применения и испытания средств защиты, используемых в электроустановках Утвержден и введен в действие постановлением

Министерства энергетики Республики Беларусь от 27 декабря 2010 г.  
Минск: Минэнерго, 2011 – 108 с.

39. Комплектование электроустановок средствами защиты - Испытания и ремонт средств защиты в электроустановках [Электронный ресурс]. – Режим доступа:  
<http://forca.ru/knigi/arhivny/ispytaniya-i-remont-sredstv-zaschity-v-электроустановках-8.html>.

40. Правила техники безопасности при производстве электромонтажных работ на объектах Минэнерго СССР. Утверждены Министерством специального строительства и монтажных работ СССР 24 мая 1990 года. – М. – 181 с.

41. ГОСТ 1516.2-97 Электрооборудование и электроустановки переменного тока на напряжение 3 кВ и выше. Общие методы испытаний электрической прочности изоляции. Принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол N 11 от 25 апреля 1997 г.).

42. ППБ РБ 1.03-92 Правила пожарной безопасности Республики Беларусь. Система противопожарного нормирования и стандартизации. Правила пожарной безопасности и техники безопасности при проведении огневых работ на предприятиях Республики Беларусь Утверждены приказом Главного государственного инспектора Республики Беларусь по пожарному надзору от 31 июля 1992 г. и 13 апреля 1993 г. Минск : УП «Промбытсервис», 2014. - 211 с.

43. Потери электроэнергии [Электронный ресурс]. – Режим доступа:  
<http://uchetelectro.ru/poteri/>.