


БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ энергетический  
КАФЕДРА Электрические системы

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

 М.И. Фурсанов

“ 8 ” 06 2021 г.

РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

Автоматизация распределительных электрических сетей района «А» с  
разработкой лабораторной работы по дисциплине «Управление  
энергосистемами»

Специальность 1-43 01 02 Электроэнергетические системы и сети


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

Обучающийся  
группы 10602116

 07.06.21  
подпись, дата

А.В. Острейко

Руководитель

 07.06.21  
подпись, дата

А.А. Волков  
ст. преподаватель

Консультанты:

по технологической части

 07.06.21  
подпись, дата

А.А. Волков  
ст. преподаватель

по электроэнергетической части

 07.06.21  
подпись, дата

А.А. Волков  
ст. преподаватель

по разделу «Экономическая часть»

 1.06.21  
подпись, дата


А.И. Лимонов  
к.э.н., доцент

по разделу «Охрана труда»

 1.06.21  
подпись, дата

Е.В. Мордик  
ст. преподаватель

Ответственный за нормоконтроль

 07.06.21  
подпись, дата

А.А. Волков  
ст. преподаватель

Объем проекта:

Расчетно-пояснительная записка – 85 страниц;

графическая часть – 9 листов;

магнитные (цифровые) носители – 1 единиц

Минск 2021

## РЕФЕРАТ

Дипломный проект: 77 с., 37 рис., 18 табл., 29 источников

### РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СЕТЬ, АВТОМАТИЗАЦИЯ, НАДЕЖНОСТЬ, ПОТЕРИ, РЕКЛОУЗЕР, ЦИФРОВОЙ ДВОЙНИК, СИСТЕМА SCADA, SMART-РЕТРОФИТ, ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

Объектом исследования является замкнутая распределительная электрическая сеть напряжением 10 кВ, работающая в нормально-разомкнутом режиме обшей протяженностью порядка 100 км с числом подстанций, равным 3-м.

Цель проекта – автоматизация распределительной электрической сети с разработкой лабораторной работы по дисциплине «Управление энергосистемами».

В процессе работы проведен обзор и анализ литературы по теме дипломного проектирования. Выполнен анализ состояния распределительной электрической сети района «А». Определены показатели надежности электроснабжения потребителей сети «как есть», а также величина технологического расхода электроэнергии на её передачу. Осуществлен экскурс в современные способы автоматизации распределительных сетей с различными целевыми критериями. Разработаны варианты мероприятий развития электрической сети в зависимости от поставленных целей: для критерия наилучшего показателя надежности или для наибольшей экономической эффективности. Проведена технико-экономическая оценка эффективности мероприятий для обоих вариантов развития сети, которая показала, что оба варианта показывают свою экономическую целесообразность в разной степени доходности. Рассмотрены вопросы охраны труда и техники безопасности как при проведении модернизации сети, так и при эксплуатации её в штатных и аварийных режимах.

Разработана лабораторная работа, позволяющая изучить и практически закрепить материал по вопросам надежности электроснабжения в современной логике с качественной инвестиционной оценкой капитальных вложений.

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 ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Концепция развития электрогенерирующих мощностей и электрических сетей на период до 2030 года [Электронный ресурс] / Министерство энергетики Республики Беларусь. Режим доступа: <http://www.minenergo.gov.by/>. – Дата доступа: 16.05.2021.
2. Отраслевая программа развития электроэнергетики на 2016 – 2020 годы [Электронный ресурс] / Министерство энергетики Республики Беларусь. Режим доступа: <http://www.minenergo.gov.by/>. – Дата доступа: 14.05.2021.
3. Будзко, И. А. Электроснабжение сельского хозяйства / И. А. Будзко, Т. Б. Лещинская, В. И. Сукманов. – М: Колос, 2000. – 241 с.
4. Анищенко, В.А. Основы надежности систем электроснабжения : пособие для студентов специальности 1-43 01 03 «Электроснабжение» специализации 1-43 01 03 01 «Электроснабжение промышленных предприятий» / В.А. Анищенко, И.В. Колосова. – Минск: БНТУ, 2007. – 151 с.
5. Автоматика электроэнергетических систем: Учеб. пособие для вузов/ В.Л. Козис [и др.] ; под ред. В.Л. Козиса и Н.И. Овчаренко. – М.: Энергоиздат, 1981. – 480 с.
6. Фурсанов, М.И. Методология и практика расчетов потерь электроэнергии в электрических сетях энергосистем / М.И. Фурсанов. – Минск: Тэхналогія. – 226 с.
7. ГОСТ 32144-2013. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. – Введ. 07.01.2014. – М.: Стандартинформ, 2013. – 10 с.
8. Автоматизация распределительных электрических сетей напряжением 0,4–10 кВ = Аўтаматызацыя размеркавальных электрычных сетак напружаннем 0,4–10 кВ : ТКП 609-2017 (33240) : введ. 22.06.2017. - Минск : Минэнерго, 2017. 178 с.
9. Поспелов, Г.Е. Электрические системы и сети / Г.Е. Поспелов, В.Т. Федин, П.В. Лычев. – Минск: Технопринт, 2004. – 689 с.
10. Линейное коммутационное оборудование 6-35 кВ – секционированные пункты (реклоузеры): СТО 34.01-2.2-032-2017: в 2 т. : Введ.: 14.11.2017. – М: ПАО «Россети», 2017. – Т. 2: Секционированные пункты (реклоузеры): в 2 кн.: Кн. 1: «Реклоузеры АО «ГК «Таврида Электрик». – 201 с.
11. TER\_RecDос\_PG\_1 Техническая информация реклоузеры Rec15, Rec25. – Версия 7.0. – Севастополь: Таврида Электрик. – 2021. – 56 с.



12. TER\_CBdoc\_PG\_10 Решения для SMART-ретрофита шкафов КСО, КРУН, КРУ с применением коммутационных модулей LD\_8. – Версия 7.1. – Севастополь: Таврида Электрик. – 2021. – 54 с.
13. Российская группа компаний «Таврида Электрик» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.tavrida.com/ter/>. / Дата доступа: 30.04.2021.
14. Герасименко, А.А. Передача и распределение электрической энергии / А.А. Герасименко, В.Т. Федин. – Красноярск: Издательские проекты, 2008. – 452 с.
15. Electrical Power Interruption Cost Estimates for Individual Industries, Sectors, and U.S. Economy. P. J. Balducci, J. M. Roop, L. A. Schienbein, J. G. DeSteele, M. R. Weimar. February 2002. Prepared for the U.S. Department of Energy. Office of Power Technologies. Office of Distributed Resources under Contract DE-AC06-76RL01830. Prepared for the U.S. Department of Energy under Contract DE-AC06-76RL01830. – 15 с.
16. Берхане, А.М. Обоснование критерия оценки надежности электроснабжения / А.М. Берхане // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ». – 2015. – Т. 7, №1. – С. 1-24.
17. Список стран по ВВП (номинал) [Электронный ресурс] / Википедия. Свободная энциклопедия. – Режим доступа: <https://bit.ly/3pfHhby/>. – Дата доступа: 30.04.2021.
18. Линейное коммутационное оборудование 6-35 кВ – секционированные пункты (реклоузеры): СТО 34.01-2.2-032-2017: в 2 т. : Введ.: 14.11.2017. – М: ПАО «Россети», 2017. – Т. 1: Общие данные. – 24 с.
19. Фурсанов, М.И. Определение и анализ потерь электроэнергии в электрических сетях энергосистем / М. И. Фурсанов. – Минск: УВИЦ при УП «Белэнергосбережение». – 2005. – 208 с.
20. Фурсанов, М.И. Программно-вычислительный комплекс GORSR для расчета и оптимизации распределительных (городских) электрических сетей 10(6) кВ / М. И. Фурсанов, А. Н. Муха // Энергетика. (Изв. высш. учеб. заведений и энерг. объединений СНГ). – 2000. – № 3. – С. 34–39.
21. TER\_RecDoc\_PG\_1 Техническая информация реклоузеры Rec15, Rec25. – Версия 7.0. – Севастополь: Таврида Электрик. – 2021. – 117 с.
22. СТП 09110.47.104–11 Методические рекомендации по автоматизации распределительных электрических сетей 0,4–10 (6) кВ Белорусской энергосистемы: стандарт ГПО «Белэнерго». – Минск: Белэнерго, 2011. – 36 с.
23. Лимонов, А.И. Экономика производства (энергетика) : методическое пособие для студентов заочной формы обучения специальностей 1-43 01 02 «Электроэнергетические системы и сети» и 1-53 01 04 «Автоматизация и

управление энергетическими процессами» / А. И. Лимонов, А. В. Левковская, Н. А. Самосюк. – Минск : БНТУ, 2014. – 49 с.

24. Руководство по эксплуатации TER\_Rec15\_All\_L5. – Версия 2.0. – Севастополь: Таврида Электрик. – 2021. – 56 с.

25. Нейман, Л.Р. Теоретические основы электротехники: Учебник для вузов: в 2 т. / Л.Р. Нейман, К.С. Демирчян. – Л.: Энергоиздат. 1981. – Т. 1. – 416 с.

26. Тураев, В.А. О наведённых напряжениях на воздушных линиях / В.А. Тураев // Электрические станции. – 1995. – № 8. – С. 48-53.

27. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок = Правілы тэхнікі бяспекі пры эксплуатацыі электраўстановак : ТКП 427-2012 (02230). – Введ: 28.11.12. – Мн: Минэнерго, 2013. – 148 с.

28. Перенапряжения и защита от них в воздушных и кабельных электропередачах высокого напряжения / Костенко М.В. [и др.]. – Л.: Наука. – 1998. – 303 с.

29. Правила устройства электроустановок : сборник нормативных правовых актов Республики Беларусь / составители: Л. С. Овчинников, Н. В. Овчинникова. – Минск: Дизайн ПРО, 2012. – 1375 с.