


БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ энергетический  
КАФЕДРА Электрические системы

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

 М.И. Фурсанов  
.. 9 .. 08 2021 г.

**РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА**

**Модель прогнозирования и оптимизации объемов передачи  
электроэнергии с учетом её оптимального технологического расхода**

Специальность 1-43 01 02 Электроэнергетические системы и сети

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

Обучающийся  
группы 10602116

  
08.06.21.  
подпись, дата

В.А. Гоманова

Руководитель

  
07.06.21  
подпись, дата

Д.А. Секацкий  
ст. преподаватель

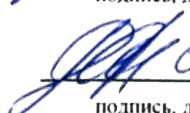
Консультанты:

по технологической части

  
07.06.21  
подпись, дата

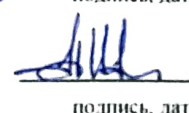
Д.А. Секацкий  
ст. преподаватель

по электроэнергетической части

  
07.06.21  
подпись, дата

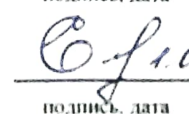
Д.А. Секацкий  
ст. преподаватель

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

  
07.06.2021  
подпись, дата

А.А. Волков  
ст. преподаватель

Объем проекта:

Расчетно-пояснительная записка – 156 страниц;

графическая часть – 9 листов;

магнитные (цифровые) носители – 1 единиц

Минск 2021

## РЕФЕРАТ

Дипломный проект: 147 с., 165 рис., 15 табл., 37 источников, 5 прил.

### РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СЕТЬ, ПОТЕРИ, ОПТИМИЗАЦИЯ, ГРАФИКИ НАГРУЗОК, КОМПЕНСИРУЮЩИЕ УСТРОЙСТВА, СЕКЦИОНИРУЮЩИЕ ПУНКТЫ, РЕКЛОУЗЕРЫ, НАКОПИТЕЛИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Объектом исследования является распределительная электрическая сеть части Молодеченского РЭС в виде 2-х кольцующихся подстанций 35/10 кВ с суммарно 9-ю отходящими линиями.

Цель проекта - оптимизация работы исследуемой сети за счет разностороннего её анализа и соответственного развития более практичными, «классическими» и менее капиталозатратными методами, а также более современными и дорогостоящими технологиями.

В процессе работы проведен обзор и анализ литературы по теме дипломного проектирования. Выполнен разносторонний анализ предоставленной информации о сети: топология, конфигурация, состав установленной мощности, графики нагрузок подстанций в виде часовых замеров, перетоков мощности по сети, показателей надежности электроснабжения потребителей сети.

Определена доля технологического расхода электроэнергии от общего количества отпущенной электроэнергии, проведено сравнение показателей надежности с общереспубликанскими. Разработаны мероприятия по повышению надежности электроснабжению за счет применения реклоузеров на базе вакуумных выключателей, произведена установка компенсирующих устройств с целью уменьшения перетоков реактивной мощности для снижения потерь в сети, а также рассмотрена возможность установки накопителей в сети для сглаживания графика нагрузки, резервирования потребителей и снижения потерь. Проведена технико-экономическая оценка эффективности мероприятий, в результате которой в окончательном варианте проекта по модернизации остались лишь те мероприятия, которые показали свою экономическую эффективность. Рассмотрены вопросы охраны труда и техники безопасности при работе в модернизируемой сети.

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 ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Электротехнический справочник : в 4 т. / редкол.: В.Г. Герасимов [и др.]. – 9-е изд. – М. : Издательство МЭИ, 2003-2004. – Т. 3 : Производство, передача и распределение электрической энергии. – 2004. – 964 с.
2. Электрическая часть станций и подстанций: [учебник для вузов по специальности "Электрические станции"] / А.А. Васильев [и др.]; под ред. А. А. Васильева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Энергоатомиздат, 1990. – 575 с.
3. Фурсанов, М.И. Расчеты технологического расхода (потерь) электроэнергии на ее транспорт в электрических сетях энергосистем : учебно-методическое пособие / М. И. Фурсанов, А. А. Золотой, В. В. Макаревич. – Минск : БНТУ, 2018. – 111 с.
4. Герасименко, А. А. Передача и распределение электрической энергии: учеб. пособие / А. А. Герасименко, В. Т. Федин. – Ростов-н/Д. : Феникс; Красноярск : Издательские проекты, 2006. – 720 с.
5. Системы электрооборудования жилых и общественных зданий : СН 4.04.01-2019 : введ. 29.11.2019. - Минск : Минстройархитектуры, Минск : Минсктиппроект, 2020. - 42 с.
6. 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. – Мн.: БНТУ, 2007. – 151 с.
7. Федин, В.Т. Основы проектирования энергосистем : учеб. пособие для студентов энергетических специальностей : в 2 ч. / В.Т. Федин, М.И. Фурсанов. – Минск : БНТУ, 2010. – Ч. 1. – 322 с.
8. Правила устройства электроустановок : сборник нормативных правовых актов Республики Беларусь / составители: Л. С. Овчинников, Н. В. Овчинникова. - Минск : Дизайн ПРО, 2012. - 1375 с.
9. Программный комплекс «Telarm». Руководство пользователя [Электронный ресурс] - Режим доступа: [https://www.tavrida.com/upload/iblock/ad3/TER\\_CSdoc\\_UG\\_2.pdf](https://www.tavrida.com/upload/iblock/ad3/TER_CSdoc_UG_2.pdf) – Дата доступа: 30.04.2021.
10. 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.
11. Федосеев, А. М. Релейная защита электроэнергетических систем: учеб. для вузов / А.М. Федосеев, М.А. Федосеев. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат, 1992. – 528 с.

12. Сахарова, И.В. Об учете качества услуг в тарифном регулировании распределительных электросетевых компаний в российской и зарубежной практике / И.В. Сахарова // Современная экономика: проблемы и решения. – 2013. – №5(41). – С. 43-51.
13. Шеметов, А.Н. Надежность электроснабжения : учеб. пособие для студентов специальности 140211 «Электроснабжение» / А.Н. Шеметов. – Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ им. Г.И. Носова», 2006. – 294 с.
14. Овсейчук, В.А. Учет надежности электроснабжения при расчете тарифов / В.А. Овсейчук, В.А. Непомнящий // Новости электротехники. – СПб., 2010. – № 4. – С. 21 – 26.
15. Калентионюк, Е. В. Оперативное управление в энергосистемах : учеб. пособие / Е. В. Калентионюк, В. Г. Прокопенко, В. Т. Федин ; под общ. ред. В. Т. Федина. – Минск : Вышэйшая школа, 2007. – 351 с.
16. Государственное производственное объединение «БелЭнерго» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.energo.by/>. – Дата доступа: 30.04.2021.
17. Федин, В.Т. Основы проектирования энергосистем : учеб. пособие для студентов энергетических специальностей : в 2 ч. / В.Т. Федин, М.И. Фурсанов. – Минск : БНТУ, 2010. – Ч. 2. – 203 с.
18. Фурсанов, М.И. Определение и анализ потерь электроэнергии в электрических сетях энергосистем / М.И. Фурсанов. — Минск.: УВИЦ при УП «Белэнергосбережение», 2005. – 208 с.
19. 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 г. – № 3. – С. 34–39.
20. Российская группа компаний «Таврида Электрик» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.tavrida.com/ter/>. / Дата доступа: 30.04.2021.
21. Берхане, А.М. Обоснование критерия оценки надежности электроснабжения / А.М. Берхане // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ». – 2015. – Т. 7, №1. – С. 1-24.
22. Неклепаев, Б. Н. Электрическая часть электростанций и подстанций. Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования / Б.Н. Неклепаев, И.П. Крючков. – М., Энергоатомиздат, 1989 г. – 688 с.
23. РУП "Минскэнерго" Филиал "Энергосбыт" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.energobyt.by/ru/>. – Дата доступа: 30.04.2021.
24. Список стран по ВВП (номинал) [Электронный ресурс] / Википедия. Свободная энциклопедия. – Режим доступа: <https://bit.ly/3pfHhby/>. – Дата доступа: 30.04.2021.

25. Программа расчетов режимов распределительной электрической сети [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://energy.mal.by///nodes/>. / Дата доступа: 30.04.2021.
26. Пособие к курсовому и дипломному проектированию для электроэнергетических специальностей вузов: Учеб. пособие. / В.М. Блок; под. ред. В.М. Блока. – М.: Высш. школа, 1990. – 383с.
27. Фурсанов, М.И. Расчеты технологического расхода (потерь) электроэнергии на ее транспорт в электрических сетях энергосистем : учебно-методическое пособие / М. И. Фурсанов, А. А. Золотой, В. В. Макаревич. – Минск : БНТУ, 2018. – 111 с.
28. 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.
29. Линейное коммутационное оборудование 6-35 кВ – секционирующие 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.
30. 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.
31. Каталог продукции компании «ЧИП и ДИП» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.chipdip.ru/catalog-show/power-factor-correction>. Дата доступа: 30.04.2021.
32. Каталог продукции компании «CONTA-CLIP» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [http://contaclip.ru/komponenty-krm/kondensatory\\_dlya\\_krm/](http://contaclip.ru/komponenty-krm/kondensatory_dlya_krm/). Дата доступа: 30.04.2021.
33. Российский информационно-аналитический сайт «Цены на аккумуляторные батареи впервые оказались ниже 100 долларов за киловатт-час» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.ixbt.com/news/2020/12/17/cena-na-akkumuljatornye-batarei-vpervye-okazalis-nizhe-100-dollarov-za-kilovattchas.html>. – Дата доступа: 30.04.2021.
34. Каталог продукции компании «Альтэко» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.altecology.ru/catalog/grid-tie-inverter/>. – Дата доступа: 30.04.2021.
35. Линейное коммутационное оборудование 6-35 кВ – секционирующие пункты (реклоузеры): СТО 34.01-2.2-032-2017: в 2 т. : Введ.: 14.11.2017. – М: ПАО «Россети», 2017. – Т. 2: Секционирующие пункты (реклоузеры). – 201 с.

36. TER\_RecDoc\_PG\_1 Техническая информация реклоузеры Rec15, Rec25. – Версия 7.0. – Севастополь: Таврида Электрик. – 2021. – 154 с.

37. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей = Правілы тэхнічнай эксплуатацыі электраўстановак спажыўцоў : ТКП 181-2009 (02230) : введ. 20.05.2009. - Минск : Минэнерго, 2009. - 332 с.