

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**

Исследование влияния источников распределенной генерации на снижение потерь электрической энергии в распределительных сетях

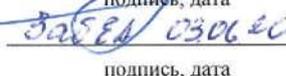
Специальность 1-43 01 02 Электроэнергетические системы и сети
Специализация 1-43 01 02 01 Проектирование и эксплуатация электроэнергетических систем

Обучающийся
группы 30602114


подпись, дата

А.В. Черневский

Руководитель


подпись, дата

Е.А. Заборская

ведущий инженер

Консультанты:

по технологической части


подпись, дата

Д.А. Секацкий

ст. преподаватель

по электроэнергетической части


подпись, дата

Д.А. Секацкий

ст. преподаватель

по разделу «Экономическая часть»


подпись, дата

В.А. Лимонов

к.э.н., доцент

по разделу «Охрана труда»


подпись, дата

Е.В. Мордик

ст. преподаватель

Ответственный за нормоконтроль


подпись, дата

В.В. Макаревич

ст. преподаватель

Объем проекта:

Расчетно-пояснительная записка – 96 страницы;

графическая часть - листов;

магнитные (цифровые) носители – 1 единица

Минск 2020

РЕФЕРАТ

Дипломный проект: 96 с., 7 рис., 16 табл., 52 источника

РАСПРЕДЕЛЕННАЯ ГЕНЕРАЦИЯ, ПОТРЕБИТЕЛЬ, ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СЕТЬ, ТРАНСФОРМАТОР, ПОДСТАНЦИЯ, КОРОТКОЕ ЗАМЫКАНИЕ, ТОК НАГРУЗКИ, МОЩНОСТЬ

Объектом исследования является распределительная электрическая сеть.

Цель проекта – анализ применения источников распределенной генерации для снижения потерь активной мощности.

В дипломном проекте выполнены следующие исследования:

– проведен обзор научно-технической литературы по теме дипломного проектирования, рассмотрены теоретические основы структурного анализа и определения обоснованных уровней технологического расхода электроэнергии в электрических сетях;

– дано обоснование использования источников распределенной генерации для регулирования уровня потерь электроэнергии в электрических сетях;

– выбрана сеть 35-110 кВ, произведен расчет ее режима, внедрены мероприятия по снижению потерь, дана оценка эффективности проведенных мероприятий;

– рассмотрено влияние источников малой генерации на окружающую среду;

– проведен сравнительный анализ полученных результатов с имеющимися в настоящий момент аналогами электроэнергетических комплексов;

– рассмотрены вопросы охраны труда;

– проанализировано развитие солнечной энергетики в Республике Беларусь. Рассмотрены конструктивные особенности разных типов солнечных коллекторов.

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. Фурсанов, М.И. Определение и анализ потерь электроэнергии в электрических сетях энергосистем / М.И. Фурсанов.– Минск: УВИЦ при УП “Белэнергосбережение”, 2005. – 208 с.
2. Фурсанов, М.И. Анализ и снижение технических потерь электроэнергии в электрических сетях 0,38 кВ РЭС / М.И. Фурсанов, Е.М. Гецман // Наука – образованию, производству, экономике : материалы 13-й Международной научно-технической конференции. Т. 1. - Минск : БНТУ, 2015. – С. 60.
3. Лычев, П.В. Электрические сети энергетических систем / П.В. Лычев, В.Т. Федин. Учебное пособие. – Минск: Універсітэцкае, 1999. – 255 с.
4. Фурсанов, М.И. Анализ и снижение технических потерь электроэнергии в электрических сетях 0,38 кВ РЭС / М.И. Фурсанов, Е.М. Гецман // Наука – образованию, производству, экономике : материалы 13-й Международной научно-технической конференции. Т. 1. - Минск : БНТУ, 2015. – С. 60.
5. Официальный портал ГПО “Белэнерго”. Раздел “Возобновляемая энергетика” [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.energo.by/content/investoram/vozobnovlyaemaya-energetika/>.
6. Закон Республики Беларусь от 27 декабря 2010 г. № 204-З «О возобновляемых источниках энергии».
7. Бегалов, Д.В. Вопросы строительства объектов распределенной энергетики / Д.В. Бегалов // Малая энергетика: труды Международной научно-практической конференции. г.Москва, Россия. – Москва, 2005. С. 50-53.
6. Железко, Ю.С. Расчёт, анализ и нормирование потерь электроэнергии в электрических сетях: Руководство для практических расчётов / Ю.С. Железко, А.В. Артемьев, О.В. Савченко. М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2009. – 314 с.
7. 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.
8. Воротницкий, В.Э. Потери электроэнергии в электрических сетях энергосистем / В.Э. Воротницкий, Ю.С. Железко.– М.: Энергоатомиздат, 1983. – 368 с.
9. Воротницкий, В.Э. Потери электроэнергии в электрических сетях: анализ и опыт снижения / В.Э. Воротницкий.М.: НТФ Энергопрогресс, 2006. – 104 с.: ил. – (Библиотечка электротехника, приложение к журналу Энергетик. Выпуск 4 (88)).
10. Поспелов, Г.Е. Электрические системы и сети: Учебник / Г.Е. Поспе-

лов, В.Т. Федин, П.В. Лычев. Мн.: УП “Технология”, 2004. – 720 с.

11. Глазунов, А.А. Об экономически целесообразной емкостной компенсации в сетях промышленных предприятий / А.А. Глазунов, Хиен Нгуен, В.А. Строев // Электричество, – 1968. – № 3. – С. 6–11.

12. Казак, Н. А. Техничко–экономический расчет компенсации реактивной мощности в электроустановках промышленных предприятий / Н.А. Казак // Электричество, – 1961. – № 12. – С. 28–31.

13. Идельчик .В. И. Электрические системы и сети: Учебник для вузов / В.И.Идельчик. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 592 с

14. Рокотяна, С.С. Справочник по проектированию электроэнергетических систем / Под ред. С.С. Рокотяна и И.М.Шапиро.– 3-е изд., перераб. и доп.– М.: Энергоатомиздат, 1985.– 352 с.

15. Александров, Г.Н. Передача электрической энергии / Г.Н. Александров. 2-е изд. Спб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2009. - 412 с.

16. Афонин, В.В. Электрические системы и сети. Часть 2: Расчет электрических сетей / В.В. Афонин, К.А. Набатов. Учебное пособие.– Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2014. – 129 с. – ISBN978-5-8265-1261-6.

17. Блок, В.М. Электрические сети и системы / В.М. Блок. М.: Высшая школа, 1986. - 430 с.

18. Веников В.А., Глазунов А.А., Жуков Л.А. и др. Электрические системы. Электрические сети /Учебник для электроэнергетических специальностей вузов. - Под ред. В.А. Веникова, В.А. Строева. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Вышш. шк., 1998. - 511 с., ил.

19. Веников, В.А. Оптимизация режимов электростанций и энергосистем/ В.А. Веников, В.Г. Журавлев, Т.А. Филиппова. 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат, 1990. - 352 с.

20. Арзамасцев, Д.А. Модели оптимизации развития энергосистем / Д.А. Арзамасцев, А.В. Липес, А.Л. Мызин.М.: Вышш. шк., 1987. - 272 с.

21. Падалко, Л.П. Экономика электроэнергетических систем: Учебное пособие для энергетических специальностей втузов / Л.П. Падалко, Г.Б. Пекелис.–2-е изд., перераб. и доп.– Минск: Вышш.шк., 1985. – 336 с.

22. Горнштейн, В.М. Методы оптимизации режимов энергосистем/ В.М. Горнштейн, Б.П. Мирошниченко, А.В. Пономарев. М.: Энергия, 1981. - 336 с.

23 Гительсон, С.М. Оптимальное регулирование конденсаторов на промышленных предприятиях / С.М. Гительсон. – М.: Энергия, 1967. – 152 с.: ил.

24. Александров, О.И. Уменьшение потерь в сложнзамкнутой электрической сети путем компенсации реактивных мощностей нагрузок: Опыт плани-

рования, анализа потерь энергии и разработки мероприятий по их снижению в энергосистеме / О.И. Александров, Л.П. Падалко, Н.Н. Никольская – Минск: Высшая школа, 1974.

25. Ковалёв, М.М. Дискретная оптимизация (целочисленное программирование) / М.М. Ковалёв. Минск: БГУ, 1977. - 192 с.

26. Холмский, В.Г. Расчет и оптимизация режимов электрических сетей (специальные вопросы) / В.Г. Холмский Учебное пособие для вузов. - М.: Высшая школа, 1975. - 280 с

27. Гиршин, С. С. Методы расчета и оптимизация режимов электроэнергетических систем: конспект лекций / С. С. Гиршин, Л. В. Владимиров. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2010.– 48 с.

28. Вайнштейн, Р.А. Математические модели элементов электроэнергетических систем в расчетах установившихся режимов и переходных процессов: учебное пособие / Р.А. Вайнштейн, Н.В. Коломиец, В.В. Шестакова. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 115 с.

29. ГОСТ 32144–2013. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.

30. Железко, Ю.С. Компенсация реактивной мощности и повышение качества электроэнергии / Ю.С. Железко. М.: Энергоатомиздат, 1985. – 224 с.

31. Костин В.Н. Оптимизационные задачи электроэнергетики. Учебное пособие / В.Н. Костин. - Спб.: СЗТУ, 2003. - 120 с.

32. Синьков В.М., Богословский А.В. и др. Оптимизация режимов энергетических систем. Киев: Издательское объединение «Вища школа», 1976. – 308 с.

33. 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: Выш. шк., 2007. - 351 с.: ил.

34. Воротницкий В. Э. / Снижение потерь электроэнергии в электрических сетях. Динамика, структура, методы анализа и мероприятия/ В. Э. Воротницкий, М. А. Калинин, Е. В. Комкова, В. И. Пятигор // Энергосбережение.– 2005. № 2. С. 90–94.

35. Каргиев В.М. и др. Ветроэнергетика. Руководство по применению ветроустановок малой и средней мощности / Каргиев В. М., Мартиросов С. Н., Муругов В. П., Пинов А. Б., Сокольский А. К., Харитонов В. П. - Москва: ИнтерСоларЦентр, 2001. - 62 с.

36. Малая энергетика: труды Международной научно-практической

конференции. 11-14 октября 2005 г., г. Москва, Россия. – Москва, 2005. – 287 с.

37. Гуревич Ю.Е., Мамиконянц Л.Г., Шакарян Ю.Г. Проблемы обеспечения надежного электроснабжения потребителей от газотурбинных электростанций небольшой мощности // *Электричество*, 2002. № 2, с.2-9.

38. Государственная программа "Энергосбережение" на 2016 – 2020 годы (в редакции Постановления СМ РБ от 29.12.2018 №986). – 109 с.

39. Комплексная программа по проектированию, строительству и реконструкции энергоэффективных жилых домов в Республике Беларусь на 2009–2010 годы и на перспективу до 2020 года. – 86 с.

40. Бегалов, Д.В. Вопросы строительства объектов распределенной энергетики / Д.В. Бегалов // *Малая энергетика: труды Международной научно-практической конференции*. г. Москва, Россия. – Москва, 2005. С. 50-53.

41. Воропай, Н.И. Распределенная генерация в электроэнергетических системах / Н.И. Воропай // *Малая энергетика: труды Международной научно-практической конференции*. г. Москва, Россия. – Москва, 2005. С. 50-53.

42. Развитие возобновляемых источников энергии в Республике Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://energobelarus.by/articles/alternativnaya_energetika/razvitie_vozobnovlyaemykh_istochnikov_energii_v_respublike_belarus/.

43. Энергетическая революция: «ветряное» будущее [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://energobelarus.by/articles/alternativnaya_energetika/energeticheskaya_revolyutsiya_vetryanoe_budushchee/.

44. Твайделл Д., Уэйт А. Возобновляемые источники энергии: пер. с англ. под ред. Коробкова В.А.: Москва, Энергоатомиздат, 1990. – 387 с.

45. ТКП 427-2012. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок / Министерство энергетики Республики Беларусь. – Минск : Энергопресс, 2013. – 160 с.

46. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей и правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей /–7-е изд., перераб. и доп. – Минск: ЗАО "Ксения", 2006. – 671 с.

47. Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов. Утверждены постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 28 июня 2012 г. № 37. – 158 с.

48. Власенко, Е. О. Новый этап развития солнечной энергетики / Е. О. Власенко; науч. рук. М. М. Олешевич // *Актуальные проблемы энергетики : материалы 69-й научно-технической конференции студентов и аспирантов / Бело-*

русский национальный технический университет, Энергетический факультет. Секция 3: Электроснабжение. – Минск : БНТУ, 2014. – С. 109

49. Олешкевич М. М. Возобновляемые источники энергии в электроэнергетике Беларуси [электронный ресурс] / Олешкевич М. М, Руденя А. С. // Минск: БНТУ, 2017. Режим доступа: <https://doi.org/10.21122/1029-7448-2014-03-37-41>.

50. Олешкевич, М. М. Возобновляемые источники энергии в электроэнергетике Беларуси = Renewable energy sources in electric-power industry of Belarus / М. М. Олешкевич, А. С. Руденя // Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. Энергетика. – 2014. – № 3. – С. 49-61.

51. Немкович, А. С. Перспективы развития солнечной энергетики в Республике Беларусь / А. С. Немкович ; науч. рук. М. М. Олешкевич // Актуальные проблемы энергетики : материалы 65-й научно-технической конференции студентов и аспирантов / Белорусский национальный технический университет, Энергетический факультет. – Минск : БНТУ, 2013. – С. 272-276.

52. Тарифы на электрическую энергию для населения, установленные постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 30.12.2013 № 1166. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.energo.by/upload/doc/fiz.litc.-2.pdf>.