


БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
КАФЕДРА «ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ЭНЕРГЕТИКИ»

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

  
Т.Ф. Манцерова

«12» 06 2023 г.

РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

ВНЕДРЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ПОДСТАНЦИЙ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ  
НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

Специальность 1-27 01 01 – «Экономика и организация производства»


Направление специальности 1-27 01 01-10 – «Экономика и организация  
производства (энергетика)»

Обучающийся  
группы 30607117



Е.С. Савчик

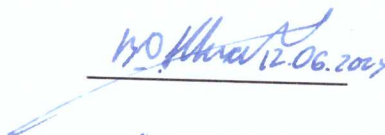
Руководитель

  
12.06.2023

Е.П. Корсак

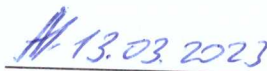
Консультанты

по разделу конструкторско-  
технологическая часть

  
12.06.2023

В.Д. Тихно

по разделу охрана труда

  
13.03.2023

Г.Л. Автушко

Ответственный за нормоконтроль

  
12.06.2023

А.В. Левковская

Объем проекта:

пояснительная записка – 95 страниц;

графическая часть – 9 листов;

магнитные (цифровые) носители – 1 единиц.

Минск 2023

## РЕФЕРАТ

Дипломный проект: 95 с., 29 рис., 20 табл., 54 источника

ЭНЕРГЕТИКА, ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС, ЦИФРОВИЗАЦИЯ, ЦИФРОВАЯ ПОДСТАНЦИЯ, НАДЕЖНОСТЬ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ.

Объектом исследования дипломного проекта является подстанция «Мозырь-330».

Предметом исследования является эффективность использования цифровых подстанций в электроэнергетическом комплексе Республики Беларусь.

Цель дипломного проекта: проведение технико-экономического анализа модернизации традиционных подстанций с целью повышения надежности электроснабжения потребителей.

В процессе исследования был проведен углубленный теоретический анализ состояния и перспектив развития цифровизации энергетической отрасли в мире, дана оценка уровня цифровизации различных стран и состояния электроэнергетического комплекса Республики Беларусь. Результатом исследования является обоснование целесообразности внедрения цифровых подстанций в Республике Беларусь на основе Программы финансирования на 2021-2025 г, а так же расчет экономической эффективности проекта реконструкции подстанции «Мозырь-330». Была рассмотрена методика построения графиков нагрузки подстанции, рассмотрены вопросы охраны труда.

Элементами практической значимости полученных результатов является обоснование эффективности реконструкции подстанции.

Результатами внедрения является получение экономической выгоды и выполнение целей устойчивого развития Республики Беларусь.

Областью возможного практического применения является электроэнергетический комплекс Республики Беларусь

Студент-дипломник подтверждает, что приведённый в дипломном проекте расчетно-аналитический материал объективно отражает область освоения цифровых технологий в электроэнергетическом комплексе Республики Беларусь, все заимствованные из литературных и других источников теоретические и методологические положения и концепции сопровождаются ссылками на их авторов.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Концепция энергетической безопасности Республики Беларусь (постановление Совета Министров Республики Беларусь от 23.12.2015 № 1084).
2. Комплексный план развития электроэнергетической сферы до 2025 года с учетом ввода Белорусской атомной электростанции и межотраслевой комплекс мер по увеличению потребления электроэнергии до 2025 года (постановление Совета Министров Республики Беларусь от 01.03.2016 № 169).
3. Концепция развития электрогенерирующих мощностей и электрических сетей на период до 2030 года (постановление Министерства энергетики Республики Беларусь от 25.02.2020 № 7).
4. Программа комплексной модернизации производств энергетической сферы на 2021 – 2025 годы.
5. Влияние эффектов цифровизации в энергетике на экономические показатели деятельности предприятия // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований: Материалы Международной научно-практической конференции. V Всероссийская научная конференция молодых ученых. В 4 частях. Комсомольск-на-Амуре, 2022. – с. 217-220.
6. Международный опыт цифровой трансформации электроэнергетики. / Доклад на стратегической сессии Ассоциации организаций цифрового развития отрасли «Цифровая энергетика». - Москва: Роланд Бергер, 2020. – 19 с.
7. Головенчик Г.Г., Хэ Я. Десять драйверов китайского цифрового чуда // Цифровая трансформация. – 2021. – № 3(16).
8. Максимцев И.А., Костин К.Б., Березовская А.А., Онуфриева О.А. Современные тенденции развития цифровизации в мировой энергетике // Вопросы инновационной экономики. – 2023. – Том 13. – № 2.
9. Хитрых Д. О цифровой трансформации энергетической отрасли // Энергетическая политика. – 2021. – № 10(164). – с. 76-89.
10. Барина В.А., Девятова А.А., Ломов Д.Ю. Роль цифровизации в глобальном энергетическом переходе и в российской энергетике // Вестник международных организаций: образование, наука, новая экономика. – 2021. – № 4. – с. 126-145.
11. Аналитики спрогнозировали ситуацию с российской нефтью в случае эмбарго. Officelife.media. [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

URL: <https://officelife.media/news/32489-es-nbsp-gotovit-poetapnyu-zapret-na-nbsp-rossiyskiyu-neft/part3/> дата доступа: 02.05.2023.

12. Бизнес. Образование. Экономика : Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 2 апреля 2020 г. : сб. ст. В 2 ч. / редкол.: В. В. Манкевич (гл. ред.) [и др.]. – Минск : Институт бизнеса БГУ, 2020. – Ч. 1. – С. 106-111.

13. Индексы, которые характеризуют надежность системы электроснабжения[Электронный ресурс] / Сайт ГПО Белэнерго. – Режим доступа: [https://www.belenergo.by/content/infocenter/actual/indeksy-kotorye-kharakterizuyut-nadezhnost-sistemy-elektrosnabzheniya\\_\\_26/](https://www.belenergo.by/content/infocenter/actual/indeksy-kotorye-kharakterizuyut-nadezhnost-sistemy-elektrosnabzheniya__26/) – Дата доступа: 01.05.2023.

14. Индексы надежности электроснабжения[Электронный ресурс] / Сайт ГПО Белэнерго. – Режим доступа: <https://belenergo.by/content/deyatelnost-obedineniya/osnovnye-pokazateli/indeksy-nadezhnosti/> – Дата доступа: 01.05.2023.

15. О цифровой трансформации энергетической отрасли[Электронный ресурс] / научный журнал Энергетическая политика. – Режим доступа: <https://energypolicy.ru/o-czifrovoj-transformaczii-energeticheskoy-otrasli/neft/2021/19/05/> – Дата доступа: 02.05.2023.

16. Сиваков, Т. А. Цифровая трансформация в энергетике / Т. А. Сиваков, А. В. Чешун ; науч. рук. О. А. Пекарчик // Актуальные проблемы энергетики - 2021 [Электронный ресурс] : материалы студенческой научно-технической конференции / сост.: И. Н. Прокопеня, Т. А. Петровская ; редкол.: Е. Г. Пономаренко (пред.) [и др.]. – Минск : БНТУ, 2021. – С. 562-565.

17. Цифровая трансформация в энергетике. Проблемы и перспективы развития [Электронный ресурс] / цифровая трансформация в энергетике. Проблемы и перспективы развития. – Режим доступа: <http://smartenergysummit.ru/novosti/czifrovaya-transformaczija-v-energetikeproblemyi-i-perspektivy-razvitiya/>. – Дата доступа: 05.04.2023.

18. Белорусская энергосистема. Цифровая трансформация[Электронный ресурс] / сайт Министерства энергетики Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://minenergo.gov.by/press/video/beloruskaya-energositema-tsifrovaya-transformatsiya/> – Дата доступа: 02.05.2023.

19. Зорина Т., Прусов С. Цифровая трансформация электроэнергетики Беларуси в рамках общих подходов к цифровизации ТЭК стран СНГ. Наука и инновации. 2022;(2):59-65.

20. Ермакова, Э. Э. Цифровизация энергетического сектора Беларуси / Э. Э. Ермакова, А. А. Кацер // Минерально-сырьевой комплекс: инженерные

и экономические решения : сборник материалов XVII Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию БНТУ, 29 октября 2020 г. / редкол. С. Ю. Солодовников (пред.) [и др.]. – Минск : БНТУ, 2020. – С. 118-119.

21. Наумович, О. А. Новая модель ведения бизнеса в условиях цифровой трансформации / О. А. Наумович // Минерально-сырьевой комплекс: инженерные и экономические решения : сборник материалов XVII Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию БНТУ, 29 октября 2020 г. / редкол. С. Ю. Солодовников (пред.) [и др.]. – Минск : БНТУ, 2020. – С. 53-55.

22. Макарова, И. В. Концептуальные основы цифровой индустриализации / И. В. Макарова, О. Д. Угольникова // Минерально-сырьевой комплекс: инженерные и экономические решения: сборник материалов XVII Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию БНТУ, 29 октября 2020 г. / редкол. С. Ю. Солодовников (пред.) [и др.]. – Минск : БНТУ, 2020. – С. 56-57.

23. Дубров, А. А. Цифровая подстанция как средство повышения надежности электроснабжения / А. А. Дубров, А. П. Мурашко // Первый шаг в науку : 72-я научно-техническая конференция учащихся, студентов и магистрантов : сборник научных работ, Гомель, 27 мая 2021 г. - Минск : БНТУ, 2021. – С. 29-33.

24. Симаков А. В., Харламов В. В., Чернев М. Ю. Разработка математической модели функционирования электротехнических комплексов релейной защиты цифровых подстанций // Омский научный вестник. 2023. № 1 (185). С. 93–98.

25. Лапченко, Д. А. Анализ производственно-хозяйственной деятельности предприятия : учебное пособие для студентов специальности 1-27 01 01 «экономика и организация производства» / Д. А. Лапченко, Т. Ф. Манцерава, Е. И. Тымуль. – Минск : БНТУ, 2017. – 278 с.

26. Лапченко, Д. А. Анализ производственно-хозяйственной деятельности предприятия [Электронный ресурс] : учебно-методический комплекс для студентов специальности 1-27 01 01-10 «Экономика и организация производства (энергетика)» / Д. А. Лапченко, Т. Ф. Манцерава, Е. И. Тымуль ; Белорусский национальный технический университет, Кафедра «Экономика и организация энергетики». – Минск : БНТУ, 2018.

27. Лапченко, Д. А. Анализ производственно-хозяйственной деятельности предприятия : учебное пособие для студентов учреждений высшего образования специальности 1-27 01 01 "Экономика и организация производства" / Д. А. Лапченко, Т. Ф. Манцерава, Е. И. Тымуль ;

Белорусский национальный технический университет, Кафедра «Экономика и организация энергетики». – Минск : БНТУ, 2017. – 278 с.

28. Агафонова, В. В. Особенности анализа прибыли и рентабельности на энергетических предприятиях / В. В. Агафонова, И. Р. Шорохов ; науч. рук.: В. В. Агафонова, И. Р. Шорохов // Актуальные проблемы энергетики [Электронный ресурс] : материалы 77-й научно-технической конференции студентов и аспирантов (Апрель 2021 г.) / редкол.: Е. Г. Пономаренко [и др.] ; сост. Т. Е. Жуковская. – Минск : БНТУ, 2021. – Ч. 2 : Электроэнергетика и электротехника. – С. 167-170.

29. Самосюк, Н. А. Энергосбережение как механизм управления затратами на энергетических предприятиях / Н. А. Самосюк // Экономическая наука сегодня : сборник научных статей / Белорусский национальный технический университет, Факультет технологий управления и гуманитаризации, Кафедра «Экономика и право» ; редкол.: С. Ю. Солодовников (пред. редкол.). – Минск : БНТУ, 2018. – Вып. 7. – С. 105-112

30. Энергосбережение на предприятии. Эффективная экономия ресурсов. [Электронный ресурс] / Сайт Power Coup Electric. – Режим доступа <https://powercoup.by/energoberezhenie/energoberezhenie-na-predpriyatii> - Дата доступа: 18.05.2023.

31. Санитарные нормы и правила «Требования к контролю воздуха рабочей зоны», гигиенический норматив «Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны», утвержденные постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь 11.10.2017 № 92.

32. СН 4.02.03-2019 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.

33. Санитарные нормы и правила «Требования к микроклимату рабочих мест в производственных и офисных помещениях» и гигиенический норматив «Показатели микроклимата производственных и офисных помещений», утвержденные постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 30.04.2013г. № 33.

34. СН 2.04.03-2020 Естественное и искусственное освещение.

35. СН 2.02.05-2020 Пожарная безопасность зданий и сооружений.

36. СН 2.02.02 Противопожарное водоснабжение.

37. Санитарные нормы, правила и гигиенические нормативы "Шум на рабочих местах, в транспортных средствах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки", утвержденные постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 16.11.2011г. № 115.

38. Санитарные нормы и правила «Требования при работе с видеодисплейными терминалами и электронно-вычислительными машинами», гигиенический норматив «Предельно-допустимые уровни нормируемых параметров при работах с видеодисплейными терминалами и электронно-вычислительными машинами», утвержденные постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь 28 июня 2013 № 59.

39. Санитарные нормы и правила «Требования к условиям труда работающих и содержанию производственных объектов», утвержденные постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 08.07.2016 № 85.

40. ТКП 339-2022 Правила устройства и защитные меры электробезопасности.

41. ТКП 181-2009 Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей.

42. ТКП 474-2013 Категорирование помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности, утвержденные постановлением МЧС РБ от 29.01.2013 г. №4.

43. Нормы оснащения первичными средствами пожаротушения помещений производственных и складских зданий, зданий сельскохозяйственного назначения и иных помещений, категорируемых по взрывопожарной опасности, утвержденные постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 18 мая 2018 № 35.

44. Специфические требования по обеспечению пожарной безопасности взрывопожароопасных и пожароопасных производств, утвержденные постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 20.11.2019 № 779.

45. Инструкции по тушению пожаров в электроустановках организаций Республики Беларусь, утвержденной постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь и Министерства энергетики Республики Беларусь от 28 мая 2004 г. №20/15.

46. Санитарные нормы и правила «Требования к производственной вибрации, вибрации в жилых помещениях, помещениях административных и общественных зданий», гигиенический норматив «Предельно допустимые и допустимые уровни нормируемых параметров при работах с источниками производственной вибрации, вибрации в жилых помещениях, помещениях административных и общественных зданий», утвержденных постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 26.12.2013 г. № 13.

47. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ «Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».

48. Санитарные нормы и правила «Требования к производственной вибрации, вибрации в жилых помещениях, помещениях административных и общественных зданий», гигиенический норматив «Предельно допустимые и допустимые уровни нормируемых параметров при работах с источниками производственной вибрации, вибрации в жилых помещениях, помещениях административных и общественных зданий», утвержденных постановлением Министерства здравоохранения РБ от 26.12.2013 г. № 132.

49. «Требования к электромагнитным излучениям радиочастотного диапазона при их воздействии на человека» от 05.03.2015 №23 и Гигиенический нормативом «Предельно допустимые уровни электромагнитных излучений радиочастотного диапазона при их воздействии на человека» от 05.03.2015 № 23.

50. Федин, В.Т. Основы проектирования энергосистем: учебное пособие для студентов энергетических специальностей: в 2 ч. / В.Т. Федин, М.И. Фурсанов. – Минск: БНТУ, 2009. – Ч. 1. – 322 с.

51. Кудрин, Б.И. Электроснабжение промышленных предприятий / Б.И. Кудрин. – М.: Интермет – Инжиниринг, 2005. – 671 с.

52. Гуртовцев А.А. Выравнивание графиков электрической нагрузки энергосистемы / А.А. Гуртовцев, Е.П. Забелло // Энергетика и ТЭК. - 2008. — № 7/8. - С. 13-20.

53. Забелло Е.П. Косвенные методы управления электрическими нагрузками в Белорусской энергосистеме / Е.П. Забелло, А.И. Сульжиц, А.М. Сульжиц // Энергетика и ТЭК. — 2009. — № 4. — С. 22-26.

54. Короткевич А. Баланс мощностей Белорусской энеЛ госистемы и проблемы регулирования суточного графика нагрузок / А. Короткевич, О. Фоменко // Энергетика и ТЭК. — 2008. — № 4. — С. 12-15.