


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

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

 Т. Ф. Манцерова

«10» 06 2026 г.

РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕРОПРИЯТИЙ ПО СНИЖЕНИЮ  
ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ  
(НА ПРИМЕРЕ ФИЛИАЛА «МИНСКИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ»  
РУП «МИНСКЭНЕРГО»)

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


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

Обучающийся  
группы 10607122

 08.06.2026

Д. А. Войтукевич

Руководитель

 08.06.2026

Е. И. Тымуль


Консультанты

по разделу конструкторско-  
технологическая часть

 22.05.26


Е. А. Дерюгина

по разделу охрана труда

 07.05.2026

Ю. Н. Фасевич

Ответственный за нормоконтроль

 08.06.2026

А. В. Левковская

Объем проекта:

пояснительная записка – 106 страниц;

графическая часть – 9 листов;

магнитные (цифровые) носители – 1 единиц.

Минск 2026

## РЕФЕРАТ

Дипломный проект: 106 с., 14 рис., 30 табл., 50 источников, 2 прил.

### ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ, ПОТЕРИ, ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ, ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ, ТЕХНИЧЕСКИЕ ПОТЕРИ, РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНАЯ СЕТЬ.

Предметом исследования являются потери электроэнергии в электрических сетях, а также методы и технологии по их снижению.

Объектом исследования являются электрические сети филиала «Минские электрические сети» РУП «Минскэнерго».

Цель работы – обоснование решений, направленных на повышение экономичности и надежности электроснабжения и оценка эффективности мероприятий по снижению потерь электроэнергии в электрических сетях филиала «Минские электрические сети» РУП «Минскэнерго».

В процессе проектирования рассмотрены основы энергосбережения и классификация потерь электроэнергии, выполнен анализ производственно-хозяйственной деятельности филиала за 2023–2025 гг., исследованы динамика и структура потерь, проведено технико-экономическое обоснование повышения класса напряжения распределительной сети, рассчитаны потери электроэнергии в сети КЛ-10 кВ № 5,32 и рассмотрены вопросы охраны труда, электробезопасности и пожарной безопасности.

Элементами практической значимости полученных результатов являются расчет технических потерь в конкретной электрической сети, выявление наиболее нагруженных участков и оборудования, оценка экономического эффекта от мероприятий по снижению потерь, а также возможность применения результатов при планировании модернизации электрических сетей.

Студент-дипломник подтверждает, что приведенный в дипломном проекте расчетно-аналитический материал объективно отражает состояние рассматриваемых электрических сетей филиала «Минские электрические сети» РУП «Минскэнерго» и основан на исходных данных, выполненных расчетах и актуальных подходах к оценке эффективности мероприятий по снижению потерь электроэнергии.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Потери электроэнергии в электрических сетях энергосистем / В. Э. Воронницкий [и др.] ; под ред. В. Н. Казанцева. – Москва : Энергоатомиздат, 1983. – 366 с.
2. Фурсанов, М. И. Определение и анализ потерь электроэнергии в электрических сетях энергосистем : монография. – Минск : УВИЦ при УП «Белэнергосбережение», 2005.
3. Железко, Ю. С. Расчет, анализ и нормирование потерь электроэнергии в электрических сетях / Ю. С. Железко, А. В. Артемьев, О. В. Савченко. – Москва : НЦ ЭНАС, 2002. – 280 с.
4. Потери энергии в электрических сетях и установках : учебное пособие / Г. В. Маслакова, А. А. Митрофанов, Е. А. Чащин, Ю. А. Шурыгин. – Липецк : Липецкий государственный технический университет, 2018. – 79 с.
5. Об энергосбережении : Закон Республики Беларусь от 08.01.2015 № 239-З [Электронный ресурс] // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=N11500239>. – Дата доступа: 04.06.2026.
6. О Государственной программе «Устойчивая энергетика и энергоэффективность» на 2026–2030 годы : постановление Совета Министров Республики Беларусь от 31.12.2025 № 819 [Электронный ресурс] // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C22500819>. – Дата доступа: 04.06.2026.
7. Об утверждении Правил электроснабжения : постановление Совета Министров Республики Беларусь от 17.10.2011 № 1394 [Электронный ресурс] // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=C21101394>. – Дата доступа: 04.06.2026.
8. Железко, Ю. С. Потери электроэнергии. Реактивная мощность. Качество электроэнергии : руководство. – Москва : ЭНАС, 2016. – 456 с.
9. Кобец, Б. Б. Инновационное развитие электроэнергетики на базе концепции Smart Grid / Б. Б. Кобец, И. О. Волкова. – Москва : Энергия, 2010. – 207 с.
10. Smart Grids – основы и технологии энергосистем будущего / Б. М. Бухгольц, З. А. Стычински ; под общ. ред. Н. И. Воропая. – Москва : Издательский дом МЭИ, 2017. – 461 с.
11. Рачковский, Н. В. Искусственный интеллект в электроэнергетике = Artificial intelligence in electrical engineering / Н. В. Рачковский, Д. В. Самандык ; науч. рук. О. А. Пекарчик // Электроэнергетика и электротехника [Электронный

ресурс] : материалы 80-й науч.-техн. конф. студентов и аспирантов «Актуальные проблемы энергетики». – Минск : БНТУ, 2024. – С. 103–105. – Режим доступа: <https://rep.bntu.by/handle/data/145084>. – Дата доступа: 04.06.2026.

12. Применение искусственного интеллекта в электроэнергетике = Application of artificial intelligence in the electric power industry / И. Н. Адамович, Т. Е. Садовская, Д. О. Курто, Д. С. Эйсмонт ; науч. рук. Е. Н. Савкова, И. А. Ринговский // Актуальные проблемы энергетики – 2025 [Электронный ресурс]: материалы научно-технической конференции. – Минск : БНТУ, 2025. – С. 381–384. – Режим доступа: <https://rep.bntu.by/handle/data/164108>. – Дата доступа: 04.06.2026.

13. Минские электрические сети [Электронный ресурс] // РУП «Минскэнерго». – Режим доступа: <https://web.minskenergo.by/filialy/minskie-elektricheskie-seti/>. – Дата доступа: 13.04.2026.

14. Данные производственно-хозяйственной деятельности филиала «Минские электрические сети» РУП «Минскэнерго» за 2023–2025 годы. – Минск, 2026.

15. Лапченко, Д. А. Анализ производственно-хозяйственной деятельности: финансовый анализ: учебно-методическое пособие для студентов специальности 1-27 01 01 «Экономика и организация производства» / Д. А. Лапченко, Е. И. Тымуль; Белорусский национальный технический университет, Кафедра «Экономика и организация энергетики». – Минск : БНТУ, 2018. – 55 с.

16. В Минске появились электрические сети напряжением 20 кВ [Электронный ресурс] // Министерство энергетики Республики Беларусь. – 14.06.2024. – Режим доступа: <https://minenergo.gov.by/press/lenta/v-minskero-yavilis-elektricheskie-seti-napryazheniem-20-kv/>. – Дата доступа: 04.06.2026.

17. Впервые в Республике Беларусь осуществлено включение под напряжение объектов распределительной электрической сети 20 кВ [Электронный ресурс] // РУП «Минскэнерго». – 23.05.2024. – Режим доступа: <https://web.minskenergo.by/news/novosti-predpriyatiya/vpervye-v-respublike-belarus-osushhestvleno-vklyuchenie-pod-napryazhenie-obektov-raspredelitelnoj-elektricheskoy-seti-20kv/>. – Дата доступа: 04.06.2026.

18. IEC 60038:2009. IEC standard voltages. – International Electrotechnical Commission, 2009.

19. Асташев, Д. С. Применение напряжения 20 кВ для распределительных электрических сетей России // Электротехнические и информационные комплексы и системы.

20. Оценка и обеспечение эффективности воздушных электрических сетей напряжением 20 кВ // Электроэнергия. Передача и распределение.

21. Нормальная схема электрических соединений ПС 110/10 кВ «Центральная». Филиал «Минские электрические сети», 2022.

22. СП «Электрические сети внешнего электроснабжения». Проект строительных правил, устанавливающих правила проектирования сетей внешнего электроснабжения напряжением 0,38–750 кВ.

23. Комплектное распределительное устройство на номинальное напряжение 20 кВ «КРУ-МЭТЗ-20» [Электронный ресурс] // ОАО «Минский электротехнический завод имени В. И. Козлова». – Режим доступа: <https://metz.by/ktp-vnutrennej-ustanovki-i-nku/komplektnye-raspre-delitelnye-ustrojstva-serii-kru-metz-20-kv/>. – Дата доступа: 20.04.2026.

24. Техническое описание КРУ-МЭТЗ-20 [Электронный ресурс] // ОАО «Минский электротехнический завод имени В. И. Козлова». – Режим доступа: <https://metz.by/wp-content/uploads/2020/06/KATALOG-KRU-METZ-20.pdf>. – Дата доступа: 22.04.2026.

25. Трансформаторы силовые масляные ТМГ [Электронный ресурс] // ОАО «Минский электротехнический завод имени В. И. Козлова». – Режим доступа: <https://metz.by/transformatory-silovye-maslyanye/transformatormtg/>. – Дата доступа: 22.04.2026.

26. Трансформаторы ТМГ-630/20-У2, ТМГ-1000/20-У2, ТМГ-1250/20-У2. Руководство по эксплуатации [Электронный ресурс] // ОАО «Минский электротехнический завод имени В. И. Козлова». – Режим доступа: <https://metz.by/wp-content/uploads/2024/06/VIEL.672333.006-RE-TMG-630-1000-1250.pdf>. – Дата доступа: 05.05.2026.

27. КТП типа КТПБК и 2КТПБК с коридором обслуживания [Электронный ресурс] // ОАО «Минский электротехнический завод имени В. И. Козлова». – Режим доступа: <https://metz.by/ktp-v-zhelezobetonnoj-monolitnoj-obolochke/ktp-tipa-ktpbk-i-2ktpbk-s-koridorom-obsluzhivaniya/>. – Дата доступа: 05.05.2026.

28. АПВП, 20 кВ [Электронный ресурс] // ООО «Строка», г. Минск. – Режим доступа: <https://stroka.by/catalog/cable-and-wire-products/kabeli-silovye-s-izolyatsiey-iz-spe-na-napryazhenie-20-kv/apvp-20-kv/>. – Дата доступа: 25.05.2026.

29. Тарифы на электрическую энергию для юридических лиц и индивидуальных предпринимателей [Электронный ресурс] // Филиал «Энергосбыт» РУП «Минскэнерго». – Режим доступа: <https://www.energosbyt.by/ru/info-potrebitelyam/ur-l/tarify/tarify-elektro>. – Дата доступа: 07.05.2026.

30. Ставка рефинансирования [Электронный ресурс] // Национальный банк Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://www.nbrb.by/statistics/monetarypolicyinstruments/refinancingrate>. – Дата доступа: 08.05.2026.

31. Просмотр электронного аукциона № auc0001076256. Комплектная трансформаторная подстанция КТПБ 2×2500-20/0,4 У1 [Электронный ресурс] // Государственные закупки Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://goszakupki.by/auction/1076256>. – Дата доступа: 10.05.2026.

32. Комплектные распределительные устройства КРУ-МЭТЗ-10-14 [Электронный ресурс] // Белорусская универсальная товарная биржа. – Режим доступа: [https://ppt.butb.by/orders/?lang=en&order\\_number=1024925&order\\_type=demands](https://ppt.butb.by/orders/?lang=en&order_number=1024925&order_type=demands). – Дата доступа: 10.05.2026.

33. Однолинейная схема КЛ-10 кВ № 5,32 филиала «Минские электрические сети» РУП «Минскэнерго». – Минск, 2026.

34. Ус, А. Г. Электроснабжение промышленных предприятий и гражданских зданий : учебное пособие / А. Г. Ус, Л. И. Евминов. – Минск : НПО «Пион», 2002. – 457 с.

35. Радкевич, В. Н. Электроснабжение промышленных предприятий : учебное пособие / В. Н. Радкевич, В. Б. Козловская, И. В. Колосова. – 2-е изд., исправленное. – Минск : ИВЦ Минфина, 2017. – 589 с.

36. Справочник по проектированию электрических сетей и электрооборудования / под ред. Ю. Г. Барыбина, Л. Е. Федорова, М. Г. Зименкова, А. Г. Смирнова. – Москва : Энергоатомиздат, 1991. – 464 с.

37. Неклепаев, Б. Н. Электрическая часть электростанций и подстанций. Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования / Б. Н. Неклепаев, И. П. Крючков. – Москва : Энергоатомиздат, 1989. – 608 с.

38. ТКП 339-2022 (02230). 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 приемо-сдаточных испытаний. – Минск: Минэнерго, 2022. – 614 с.

39. ТКП 427-2022 (33240). Электроустановки. Правила по обеспечению безопасности при эксплуатации. – Введ. 2022-07-01. – Минск: Минэнерго, 2022. – 166 с.

40. Охрана труда в энергетической отрасли: учебник: 2-е изд., доп. и перераб. / А.М. Лазаренков, Л.П. Филянович, В.П. Бубнов. – Минск: ИВЦ Минфина, 2011. – 672 с.

41. ТКП 181-2009. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. – Минск: Минэнерго РБ, 2009.

42. Электронный учебно-методический комплекс по дисциплине «Охрана труда» / А.М. Лазаренков, Т.П. Кот, Е.Ф. Пантелеенко,

Ю.Н. Фасевич. – Регистр. № БНТУ ЭУМК МТФ 35-547; регистр. свид-во НИРУП «ИППС» № 186 2022905 от 02.07.2020 г.

43. Филянович, Л.П. Учебно-практическое пособие для студентов энергетического факультета «Электрозащитные средства» / Л.П. Филянович, Е.В. Мордик, Ю.Н. Фасевич. – Минск: БНТУ, 2021.

44. ТКП 290-2010. Правила применения и испытания средств защиты, используемых в электроустановках: утв. постановлением Министерства энергетики Республики Беларусь от 27.12.2010 № 74.

45. ГОСТ 12.4.026-2015. Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристика.

46. Охрана труда и пожарная безопасность: учебное пособие / А.М. Лазаренков, Ю.Н. Фасевич; под общ. ред. А.М. Лазаренкова. – Минск: ИВЦ Минфина, 2025. – 636 с.

47. ТКП 474-2013. Категорирование помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности: утв. постановлением МЧС Республики Беларусь от 29.01.2013 № 4 с изм. и доп.

48. ТКП 295-2011. Пожарная техника. Огнетушители. Требования к выбору и эксплуатации с изм. МЧС Республики Беларусь № 2 от 01.10.2020.

49. СН 2.02.05-2020. Пожарная безопасность зданий и сооружений: утв. постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 12.11.2020 № 79.

50. СН 02.03-2019. Пожарная автоматика зданий и сооружений.