

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

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ  
ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ (НА ПРИМЕРЕ ФИЛИАЛА  
«ВИТЕБСКИЕ ТЕПЛОВЫЕ СЕТИ» РУП «ВИТЕБСКЭНЕРГО»)

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

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

Обучающийся  
группы 10607122

 21.05.26

А. С. Никодимов

Руководитель

 05.06.26

Д. А. Лапченко

Консультанты

по разделу конструкторско-  
технологическая часть

 21.05.26

Е. А. Дерюгина

по разделу охрана труда

 21.05.2026

Ю. Н. Фасевич

Ответственный за нормоконтроль

 08.06.2026

А. В. Левковская

Объем проекта:

пояснительная записка – 113 страниц;

графическая часть – 9 листов;

магнитные (цифровые) носители – 1 единиц.

Минск 2026

## РЕФЕРАТ

Дипломный проект: 113 с., 11 рис., 28 табл., 51 источник, 11 прил.

**ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ, ТЕПЛОВЫЕ СЕТИ, ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ, СЕБЕСТОИМОСТЬ, ТЕПЛОВЫЕ ПОТЕРИ, РЕЖИМНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ, ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМЫЙ ПРИВОД, ПИ-ТРУБОПРОВОДЫ, ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ КОТЕЛЬНОЙ.**

Предметом исследования являются организационно-экономические механизмы и технические решения, направленные на повышение энергетической эффективности процессов выработки и транспортировки тепловой энергии.

Объектом исследования выступает производственно-хозяйственная и экономическая деятельность энергоснабжающей организации – филиала «Витебские тепловые сети» РУП «Витебскэнерго».

Цель дипломного проекта – на основе исследования современных тенденций развития систем теплоснабжения и комплексного анализа технико-экономических показателей предприятия разработать и экономически обосновать перспективные пути повышения энергетической эффективности филиала «Витебские тепловые сети» РУП «Витебскэнерго».

В процессе работы изучен передовой опыт и проанализирована деятельность филиала «Витебские тепловые сети»; обоснованы энергосберегающие мероприятия: режимная оптимизация работы оборудования, внедрение ЧРЭП на сетевых насосах и модернизация теплотрасс с применением ПИ-труб; выполнено техническое обоснование электрооборудования ТП 10/0,4 кВ котельной «Северная» (включая расчет токов КЗ); рассмотрены вопросы охраны труда и пожарной безопасности.

Областью возможного практического применения является внедрение предложенного комплекса энергосберегающих мероприятий в деятельность энергоснабжающих организаций для снижения себестоимости отпуска тепловой и электрической энергии, а также повышения надежности теплоснабжения.

Студент-дипломник подтверждает, что приведенный в дипломном проекте расчетно-аналитический материал объективно отражает состояние исследуемого объекта, все заимствованные из литературных и других источников теоретические и методологические положения и концепции сопровождаются ссылками на их авторов.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Об утверждении Концепции развития теплоснабжения в Республике Беларусь на период до 2025 года : постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 18 февр. 2010 г. № 225 : с изм. и доп. // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. URL: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=C21000225> (дата обращения: 05.03.2026).

2. Производство тепловой энергии на тепловых электростанциях и в котельных // Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – URL: <https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/realny-sektorekonomiki/energeticheskaya-statistika/graficheskii-material-grafiki-diagrammy/proizvodstvo-teplovoi-energii-po-kategoriyam-proizvoditelei/> (дата обращения: 05.03.2026).

3. Григорьева, Н. А. Результаты экономического анализа различных схем централизованного теплоснабжения : отчет / Н. А. Григорьева ; Проект ПРООН-ГЭФ «Повышение энергоэффективности жилых зданий в Республике Беларусь». – Минск, 2018.

4. Системы теплоснабжения // Блог об энергетике. – URL: <https://energoworld.ru/blog/sistemy-teplosnabzheniya/> (дата обращения: 08.03.2026).

5. О вопросах в области теплоснабжения : постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 11 сент. 2019 г. № 609 : с изм. и доп. // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C21900609> (дата обращения: 08.03.2026).

6. О Государственной программе «Устойчивая энергетика и энергоэффективность» на 2026-2030 годы : постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 31 дек. 2025 г. № 819 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – URL : <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C22500819> (дата обращения: 10.03.2026).

7. Удельные расходы топлива на отпуск электро- и теплоэнергии и потери в электро- и теплосетях, используемые в 2026 году в расчетах экономии топливно-энергетических ресурсов // Департамент по энергоэффективности Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь. – URL: [https://energoeffect.gov.by/programs/forming/spravka/20260213\\_sprav](https://energoeffect.gov.by/programs/forming/spravka/20260213_sprav) (дата обращения: 10.03.2026).

8. Методические рекомендации по составлению технико-экономических обоснований для энергосберегающих мероприятий : утв. Департаментом по энергоэффективности Гос. ком. по стандартизации Респ. Беларусь 11 мая 2017 г. // Энергоэффективность. – 2017. – № 5 (Приложение).

9. Поддержка разработки Национального плана действий по энергоэффективности для Беларуси (NEEAP) : отчет компании ENVIROS / Европейский банк реконструкции и развития (ЕБРР). – [Б. м.], 2020. – 129 с.

10. Об энергосбережении : Закон Респ. Беларусь от 8 янв. 2015 г. № 239-З : в ред. Закона Респ. Беларусь от 31 дек. 2025 г. № 128-З // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=H11500239> (дата обращения: 12.03.2026).

11. Об утверждении Программы социально-экономического развития Республики Беларусь на 2026-2030 годы : решение Всебелорусского народного собрания от 19 дек. 2025 г. № 1 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=P925v0001> (дата обращения: 16.03.2026).

12. Оценка экономического эффекта от применения предварительно изолированных труб, произведенных с использованием в качестве вспенивателя циклопентана : отчет о НИР (этап 2, заключ.) / Ин-т жилища – НИПТИС им. Атаева С. С. ; рук. Л. Н. Данилевский. – Минск, 2019. – 71 с. – № 2019.ОТ.980 НИР.

13. Богдан, Е. В. Типовой баланс мощности энергосистемы после ввода в эксплуатацию Белорусской АЭС / Е. В. Богдан, Н. Б. Карницкий // Энергетика Беларуси – 2022 : материалы Респ. науч.-практ. конф., Минск, 25-26 мая 2022 г. / Белорус. нац. техн. ун-т. – Мн. : БНТУ, 2022. – С. 49-53.

14. Четыре электродотла введено в минувшем году в филиале «Минская ТЭЦ-4» РУП «Минскэнерго» // РУП «Минскэнерго». – URL: <https://web.minskenrgo.by/news/novosti-predpriyatiya/chetyreelektrodotla-vvedeno-v-minuvshem-godu-v-filiale-minskaya-tets-4-rup-minskenrgo/> (дата обращения: 12.03.2026).

15. Реконструкция с установкой электродотлов ведется на Минской ТЭЦ-2 // РУП «Минскэнерго». – URL: <https://web.minskenrgo.by/news/novosti-predpriyatiya/rekonstruktsiya-s-ustanovkoj-elektrodotlov-vedetsya-na-minskoj-tets-2/> (дата обращения: 14.03.2026).

16. Самосюк, Н. А. Развитие автоматизированной системы управления в тепловых сетях Республики Беларусь / Н. А. Самосюк, Е. В. Матус // Социально-экономическое развитие организаций и регионов в условиях

цифровизации экономики : материалы докл. междунар. науч.-практ. конф. – Витебск : ВГТУ, 2020. – С. 317-321.

17. Автоматизация технологических процессов и разработка АСУ ТП // РУП «БЕЛТЭИ». – URL: <https://beltei.by/uslugi/avtomatizaciya-tekhnologicheskikh-processov/> (дата обращения: 15.03.2026).

18. Баран, А. Н. Учёт, контроль и регулирование энергоресурсов : курс лекций / А. Н. Баран ; под ред. В. А. Пашинского. – Мн. : ИВЦ Минфина, 2017. – 342 с.

19. Седнин, А. В. Проблемы развития гибридных систем теплоснабжения / А. В. Седнин, К. М. Дюсенов // Энергетика. Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. – 2024. – Т. 67, № 2. – С. 173-188.

20. Мышкина, Л. С. Повышение эффективности производства энергии в распределенной островной системе энергоснабжения / Л. С. Мышкина, Е. М. Насибова // Проблемы региональной энергетики. – 2025. – № 4 (68). – С. 152-167.

21. Бучнев, А. О. Создание класса энергетических просьюмеров как цель государственной политики в области регулирования возобновляемой энергетики / А. О. Бучнев // Государственная служба. – 2022. – Т. 24, № 2. – С. 38–45.

22. Витебские тепловые сети : [сайт] / РУП «Витебскэнерго». – Витебск, 2026. – URL: <https://www.vitebsk.energo.by/o-predpriyatii/filials/vitebskie-teplovye-seti/> (дата обращения: 23.03.2026).

23. Савицкая, Г. В. Комплексный анализ хозяйственной деятельности предприятия : учебник / Г. В. Савицкая. – 7-е изд., перераб. и доп. – Минск : Инфра-М, 2024. – 607, [1] с. – (Высшее образование).

24. Лимонов, А. И. Организация производства : учебно-методическое пособие для студентов специальности 1-27 01 01-10 «Экономика и организация производства (энергетика)» / А. И. Лимонов, Н. А. Самосюк. – Минск : БНТУ, 2020. – 65 с.

25. Модернизация хозяйственного механизма сквозь призму экономических, правовых, социальных и инженерных подходов : сб. материалов XV Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 21 нояб. 2019 г. – Минск : БНТУ, 2019. – 511 с.

26. Инструкция о порядке планирования и калькулирования затрат на оказание услуг по электроснабжению и теплоснабжению, оказываемых энергоснабжающими организациями, входящими в состав государственного производственного объединения электроэнергетики «Белэнерго» : [утв. постановлением М-ва энергетики Респ. Беларусь, 24 дек. 2013 г. № 51 : в ред.

постановлений М-ва энергетики Респ. Беларусь от 24.11.2015 № 38 и от 29.11.2019 № 43]. – Минск, 2019. – 244 с.

27. Современные тенденции в развитии экономики энергетики : сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 3 дек. 2020 г. – Минск : БНТУ, 2021. – 222 с.

28. Акулёнок, А. Ю. Регулирование рыночной экономики энергетики Республики Беларусь / А. Ю. Акулёнок ; науч. рук. И. А. Оганезов // Современные тенденции в развитии экономики энергетики : сборник материалов VI Международной научно-практической конференции, 28 ноября 2025 г. / Белорусский национальный технический университет. – Минск : БНТУ, 2025. – С. 87–88.

29. Кундас, С. П. Основы энергосбережения и нетрадиционные источники энергии : учеб.-метод. пособие для студентов специальности 1-70 04 03 «Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов» и 1-70 04 02 «Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна» / С. П. Кундас. – Минск : БНТУ, 2020. – 391 с.

30. Экономика предприятия (энергетики) : пособие для студентов специальности 1-27 01 01 «Экономика и организация производства» : в 3 ч. / В. Н. Нагорнов [и др.]. – Минск : БНТУ, 2021. – Ч. 1. – 62 с.

31. Декларация об уровне тарифов на электрическую энергию, отпускаемую республиканскими унитарными предприятиями электроэнергетики ГПО «Белэнерго» для юридических лиц и индивидуальных предпринимателей : зарегистрирована приказом Министерства антимонопольного регулирования и торговли Респ. Беларусь от 26 февр. 2026 г. № 40 // ГПО «Белэнерго». – URL: <https://www.energo.by/content/klientam-yuridicheskim-litsam/tarify/> (дата обращения: 26.05.2026).

32. Романюк, В. Н. Интенсивное энергосбережение промышленных теплотехнологий / В. Н. Романюк, А. А. Бобич, Т. В. Бубырь // Энергоэффективность. – 2014. – № 2. – С. 24–26.

33. О ценах на природный газ : постановление Министерства антимонопольного регулирования и торговли Респ. Беларусь от 18 февр. 2026 г. № 10 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – 07.03.2026.

34. Байбаков, С. А. Частотно-регулируемый привод. Регулирование центробежных насосов и методы регулирования отпуска тепла в тепловых сетях (окончание) / С. А. Байбаков, Е. А. Субботина, К. В. Филатов [и др.] // РосТепло.ru: [сайт]. – URL: [https://www.rosteplo.ru/Tech\\_stat/stat\\_shablon.php?id=3192](https://www.rosteplo.ru/Tech_stat/stat_shablon.php?id=3192) (дата обращения: 15.03.2026).

35. Черных, Д. С. Частотно-регулируемые приводы для насосного оборудования в системах теплоснабжения / Д. С. Черных // Шаг в науку. – 2023. – № 2. – С. 79–81.

36. Экономическая эффективность применения частотно-регулируемого привода для нагнетательных машин / А. А. Злобин, А. П. Мальцев, И. Ю. Медведева, Г. А. Романов // Энергобезопасность и энергосбережение. – 2014. – № 3 (57). – С. 28–33.

37. Лысенкова, М. В. Инвестиционное проектирование : учеб. пособие для студентов учреждений высшего образования по специальности «Экономика и управление на предприятии» / М. В. Лысенкова. – Минск : БГЭУ, 2021. – 417, [1] с.

38. Ставка рефинансирования Национального банка Республики Беларусь // Национальный банк Республики Беларусь. – URL: <https://www.nbrb.by/statistics/monetarypolicyinstruments/refinancingrate> (дата обращения: 15.05.2026).

39. Плясунков, А. В. Инвестиционное проектирование : пособие / А. В. Плясунков. – Минск : БНТУ, 2022. – 41 с.

40. Петрова, Е. Е. Инвестиционный анализ : учебное пособие / Е. Е. Петрова, С. В. Арапов, Т. В. Бикезина. – Санкт-Петербург : РГГМУ, 2021. – 220 с.

41. Невзорова, А. Б. Теплогазоснабжение, отопление и вентиляция : учебник / А. Б. Невзорова. – Гомель : БелГУТ, 2014. – 279 с.

42. Романюк, Ф. А. Расчет уставок микропроцессорных защит : учебно-методическое пособие для студентов специальности 1-43 01 09 «Релейная защита и автоматика» / Ф. А. Романюк, Е. В. Булойчик, Н. Н. Бобко, А. Г. Сапожникова ; под общ. ред. Ф. А. Романюка. – Минск : БНТУ, 2017. – 44 с.

43. Радкевич, В. Н. Выбор электрооборудования систем электроснабжения промышленных предприятий : пособие для студентов специальности 1-43 01 03 «Электроснабжение (по отраслям)» / В. Н. Радкевич, В. Б. Козловская, И. В. Колосова. – Минск : БНТУ, 2017. – 172 с.

44. Рожкова, Л. Д. Электрооборудование электрических станций и подстанций : учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / Л. Д. Рожкова, Л. К. Карнеева, Т. В. Чиркова. – 10-е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2013. – 448 с.

45. Вакуумный выключатель ВВ/TEL-10-20/1000 У2 // Силовые трансформаторы. – URL: <https://transform74.ru/tr/616A/568/> (дата обращения: 26.05.2026).

46. Трансформатор тока ТОЛ-10-100/5 // ПанЭнергоМет. – URL: [https://ktptm.ru/products/transformator\\_toka\\_tol-10\\_0\\_5\\_10r\\_100\\_5](https://ktptm.ru/products/transformator_toka_tol-10_0_5_10r_100_5) (дата обращения: 26.05.2026).

47. Трансформатор напряжения НТМИ-10 // ТД Трансформатор. – URL: <https://www.tdtransformator.ru/transformatory-izmeritelnye/transformatory-napryazheniya/ntmi-10-transformatory-napryazheniya-maslyanye-ktz/> (дата обращения: 26.05.2026).

48. Филянович, Л. П. Методические указания по разделу «Охрана труда» в дипломных проектах для студентов специальности 1-43 01 06 «Энергоэффективные технологии и энергетический менеджмент» / Л. П. Филянович, А. А. Снарский. – Минск : БНТУ, 2020. – 15 с. – URL: <https://rep.bntu.by/handle/data/79598> (дата обращения: 26.05.2026).

49. Охрана труда : учебно-методическое пособие для студентов технических специальностей / А. М. Лазаренков [и др.]. – 3-е изд., доп. и перераб. – Минск : БНТУ, 2025. – 145 с.

50. Филянович, Л. П. Пособие по охране труда для студентов энергетического факультета / Л. П. Филянович, А. А. Снарский. – Минск : БНТУ, 2020. – 40 с. – URL: <https://rep.bntu.by/handle/data/79599> (дата обращения: 26.05.2026).

51. Филянович, Л. П. Методические указания к выполнению раздела «Охрана труда» в дипломных проектах студентов специальностей 1-43 01 08 «Паротурбинные установки атомных электрических станций», 1-43 01 04 «Тепловые электрические станции» / Л. П. Филянович, Е. В. Мордик. – Минск : БНТУ, 2021. – 26 с.