

Український державний університет залізничного транспорту

Кафедра теплотехніки, теплових двигунів та енергетичного менеджменту

ВПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ЗАХОДІВ В ЗАКЛАДАХ
ДОШКІЛЬНОЇ ОСВІТИ

Пояснювальна записка і розрахунки
до дипломного проекту

КРМ 100.023.033.040.00.00.00 ПЗ

Розробив: студент групи 217-ЕМ-Д23
спеціальності 144 (роботу виконано
самостійно, відповідно до принципів
академічної доброчесності)

Сумцов А.Л.

Керівник: проф., д.т.н.

Редько І.О.

Рецензент: к.т.н., доц..

Логвіненко О.А.

2025 рік

Український державний університет залізничного транспорту
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет механіко-енергетичний
Кафедра «Теплотехніка, теплові двигуни та енергетичний менеджмент»
Освітній рівень магістр
Спеціальність 144 «Теплоенергетика»
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри _____ К.Т.Н., доц.
_____ О.В. Василенко
« _____ » _____ 2025 року

ЗАВДАННЯ

НА РОБОТУ МАГІСТРА

Сумцов Андрій Леонідович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема проекту (роботи) «ВПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ЗАХОДІВ В ЗАКЛАДАХ ДОШКІЛЬНОЇ ОСВІТИ»

керівник проекту (роботи) Редько Ігор Олександрович, д.т.н., професор
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “24” вересня 2025 р. № 15

2 Строк подання студентом закінченого проекту (роботи) 04.01.2026 р.

3 Вихідні дані до проекту (роботи) характеристика теплової мережі, нормативні вимоги до кліматичних умов в приміщеннях, нормативні вимоги до термічних опорів будівельних конструкцій, кліматичні характеристики регіону.

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Вступ; 1 Загальна характеристика об'єкту та методики проведення енергетичного аудиту будівлі; 2 Огороджувальна оболонка будівлі; 3 Інженерні системи та обладнання; 4 Енергоспоживання; 5 Енергоефективні заходи; 6 Потенціал енергоефективності; 7 Екологічні вигоди; 8 Енергомоніторинг; Висновки; Список використаних джерел.

5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Презентація в програмному продукті Microsoft PowerPoint (17 слайдів)

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

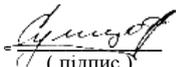
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Техніко-економічні розрахунки	Василенко О.В., доц.		
Нормоконтроль	Онищенко А.В., асист.		

7 Дата видачі завдання 02 січня 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Пояснювальна записка		
2	1 Розрахунково-дослідна частина	30.09.25 - 25.10.25	
3	Дослідницька частина	07.12.25 - 11.12.25	
4	Презентація в Microsoft PowerPoint	12.12.25 - 29.12.25	

Студент


(підпис)

Сумцов А.Л.
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)


(підпис)

Редько І. О.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Дана кваліфікаційна робота включає в себе 17 слайдів презентації, 80 аркушів пояснювальної записки формату А4, що включає 24 рисунків, 50 таблиць та 21 літературних джерела.

Ключові слова: АДМІНІСТРАТИВНА БУДІВЛЯ, ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ, ВНУТРІШНІЙ МІКРОКЛІМАТ, ВИТРАТИ НА ЕНЕРГІЮ, ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ, ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ, РЕКОМЕНДАЦІЇ, НОРМАТИВНІ ЗНАЧЕННЯ, ОГОРОДЖУВАЛЬНІ КОНСТРУКЦІЇ, ОПАЛЕННЯ, ВЕНТИЛЯЦІЯ, ГАРЯЧЕ ВОДОПОСТАЧАННЯ, ОСВІТЛЕННЯ, КЛАС ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ.

Мета роботи - дослідження методів підвищення енергоефективності будівлі ЗДО.

Об'єкт дослідження - процеси пов'язанні з енергоефективністю будівлі ЗДО.

Предмет дослідження - методи і моделі термомодернізації та енергоефективності будівель.

Завдання роботи: Оцінка відповідності розрахункових показників енергоефективності будівлі встановленим мінімальним вимогам згідно ДСТУ 9190:2022 та ДБН В.2.6-31:2021, визначення потенціалу енергозбереження, розробка технічно та економічно обґрунтованих рекомендацій для підвищення рівня енергоефективності будівлі. Під час підготовки та виконання проекту автор використовував інформацію, включаючи тексти, методи розрахунків, методологію дослідження та конкретні характеристики і параметри, знайдені в джерелах [1-21], цитованих у літературі. Крім того, автору дозволяється використовувати інформацію, отриману під час консультацій з керівником проекту, науково-педагогічними працівниками та іншими особами, яка складається з неопублікованих авторських розробок (сучасної наукової та інноваційної інформації), виключно для виконання цієї роботи.

Практична цінність - полягає в розробці пропозиції застосування енергоефективних заходів для термомодернізації будівлі ЗДО. Оцінка відповідності розрахункових показників енергоефективності будівлі нормативним значенням, визначення потенціалу енергозбереження та розробка технічно та економічно обґрунтованих рекомендацій щодо підвищення енергоефективності будівлі. Проведено розрахунки теплотехнічних показників огороджувальних конструкцій, енерговитрат на опалення, вентиляцію, гаряче водопостачання та освітлення адміністративної будівлі, визначено клас енергоефективності будівлі G.

Запропоновано 7 заходів з енергоефективності із загальним потенціалом енергозбереження 305 682,88 кВт·год/рік та скороченням викидів CO₂ на 32,1 тонн на рік, а також рекомендації щодо впровадження системи енергетичного менеджменту згідно ISO 50006:2016.

ABSTRACT

This qualification paper includes 17 presentation slides and 80 pages of an A4 explanatory note, which contains 24 figures, 50 tables, and 21 literary sources.

Keywords: ADMINISTRATIVE BUILDING, ENERGY CONSUMPTION, INDOOR MICROCLIMATE, ENERGY COSTS, ENERGY EFFICIENCY, ENERGY SAVING, RECOMMENDATIONS, STANDARD VALUES, BUILDING ENVELOPES, HEATING, VENTILATION, HOT WATER SUPPLY, LIGHTING, ENERGY EFFICIENCY CLASS.

The aim of the work is to research methods for improving the energy efficiency of a preschool education institution (PEI) building.

The object of the study is the processes related to the energy efficiency of the PEI building.

The subject of the study is the methods and models of thermal modernization and energy efficiency of buildings.

The objectives of the work: * To evaluate the compliance of calculated energy efficiency indicators of the building with the established minimum requirements according to DSTU 9190:2022 and DBN V.2.6-31:2021; to determine the energy-saving potential; to develop technically and economically justified recommendations to increase the energy efficiency level of the building.

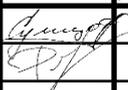
During the preparation and execution of the project, the author utilized information including texts, calculation methods, research methodology, and specific characteristics and parameters found in sources [1-21] cited in the literature. Furthermore, the author was permitted to use information obtained during consultations with the project supervisor, academic staff, and other individuals, consisting of unpublished original developments (modern scientific and innovative information), exclusively for the completion of this work.

Practical value lies in the development of proposals for applying energy-efficient measures for the thermal modernization of the PEI building. This includes evaluating the compliance of the building's calculated energy efficiency indicators with regulatory values, determining the energy-saving potential, and developing technically and economically justified recommendations for improving building energy efficiency. Calculations of the thermal performance of building envelopes, as well as energy consumption for heating, ventilation, hot water supply, and lighting of the administrative building, were performed. The building's energy efficiency class was determined to be **G**.

12 energy efficiency measures have been proposed with a total energy-saving potential of 305,682.88 kWh/year and a reduction in CO₂ emissions of 32.1 tons per year, along with recommendations for implementing an energy management system in accordance with ISO 50006:2016.

Зміст

Вступ	8
1 Загальна характеристика об'єкту та методики проведення енергетичного аудиту будівлі	11
1.1 Загальна характеристика об'єкту	11
1.2 Методика проведення енергетичного аудиту будівлі	14
1.3 Приладова база	16
2 Огороджувальна оболонка будівлі	17
2.1 Стіни	17
2.2 Вікна	17
2.3 Двері	19
2.4 Дах	20
2.4.1 Перекриття холодного горища	20
2.4.2 Покриття суміщене	21
2.5 Утеплення підлоги на ґрунті	22
3 Інженерні системи та обладнання	24
3.1 Система опалення	24
3.2 Система вентиляції та кондиціонування	27
3.3 Система гарячого водопостачання	28
3.4 Система освітлення	29
3.5 Інше впливове обладнання	30
4 Енергоспоживання	31
4.1 Виміряне енергоспоживання	31
4.2 Базове енергоспоживання та енергетичний бюджет будівлі	32
5 Енергоефективні заходи	36

					КРМ 100.023.033.040.00.00.00 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Сумцов			Впровадження енергоефективних заходів в закладах дошкільної освіти	Літ.	Арк.	Аркуші
Перевір.		Редько					6	80
Н. Контр.		Онищенко			УкрДУЗТ			
Затверд.		Василенко						

5.1 Встановлення геліколекторів для потреб ГВП	37
5.2 Встановлення сонячної електростанції 17 кВт для забезпечення власних потреб	39
5.3 Встановлення позамержевих фотоелектричних систем для забезпечення освітлення	41
5.4 Утеплення суміщеного покриття	43
5.5 Встановлення геліостанції для потреб опалення	45
5.6 Заміна блоків віконних	47
5.7 Утеплення перекриття неопалювального горища	49
5.8 Заміна зовнішніх дверей	50
5.9 Встановлення індивідуального теплового пункту (ІТП)	52
5.10 Модернізація системи опалення	54
5.11 Утеплення підлоги на ґрунті	56
5.12 Утеплення стін	57
5.13 Комплекс робіт із модернізації та облаштування системи освітлення у приміщеннях будівлі	59
6 Потенціал енергоефективності	61
7 Екологічні вигоди	66
7.1 Екологічні питання, пов'язані з утворенням небезпечних відходів	66
7.2 Оцінка скорочення обсягів поставленої, первинної енергії та викидів парникових газів	66
8 Енергомоніторинг	68
Висновки	76
Список використаних джерел	78

Вступ

Актуальність роботи. В умовах сучасних викликів, пов'язаних із дефіцитом енергетичних ресурсів та зростанням їх вартості, питання енергетичної незалежності України набуває особливої актуальності. Рациональне використання енергоресурсів і зменшення їх споживання в бюджетній сфері є не лише економічною необхідністю, а й важливим чинником національної безпеки держави. Підвищення енергоефективності будівель комунального призначення дозволяє знизити залежність від зовнішніх енергопостачань та сприяє сталому розвитку територіальних громад.

На законодавчому рівні ці питання врегульовані Законом України «Про енергетичну ефективність», який визначає основні принципи державної політики у сфері рационального використання енергії. Крім того, євроінтеграційний курс України передбачає гармонізацію національного законодавства з вимогами Європейського Союзу, зокрема положеннями Європейського зеленого курсу (European Green Deal), що орієнтований на поступовий перехід до будівель із майже нульовим споживанням енергії. У цьому контексті модернізація існуючого фонду громадських будівель є пріоритетним завданням [1, 2].

За оцінками Європейської комісії, відновлення України потребуватиме значних фінансових ресурсів. Європейський Союз надає підтримку Україні у формуванні якісно нового майбутнього відповідно до концепції Build Back Better and Greener, що передбачає не лише відбудову зруйнованої інфраструктури, а й комплексну модернізацію держави з орієнтацією на зелений курс розвитку. У сфері будівництва це означає впровадження принципів сталого будівництва із використанням сучасних енерго- та ресурсоефективних технологій, інноваційних підходів до управління, а також екологічно безпечних будівельних матеріалів. Такий підхід повністю узгоджується з цілями Європейської зеленої угоди та стратегіями цифрової трансформації Європейського Союзу [3].

Особливе місце серед об'єктів комунального сектору займають заклади дошкільної освіти (ЗДО), які часто є найбільш проблемними з точки зору енергоефективності. Значна частина будівель дитячих садків зведена за типовими проєктами радянського періоду та характеризується низьким рівнем теплоізоляції огорожувальних конструкцій, зношеними інженерними мережами та застарілими системами опалення і вентиляції [4]. Водночас для таких закладів встановлюються підвищені вимоги до параметрів мікроклімату, зокрема необхідність підтримання стабільної температури повітря в межах +20...+22 °С та забезпечення якісного повітрообміну без утворення протягів. Недотримання цих умов негативно впливає на здоров'я та комфорт перебування дітей [5].

Додатково проблему ускладнює висока вартість утримання закладів дошкільної освіти, оскільки значна частина фінансових ресурсів місцевих бюджетів спрямовується на оплату опалення та електроенергії, що обмежує можливості інвестування в розвиток освітнього процесу. При цьому на практиці часто виникає так званий «конфлікт» між заходами з енергозбереження та забезпеченням здорових умов перебування дітей. Зокрема, після поверхневого утеплення будівель і встановлення герметичних пластикових вікон без належної модернізації систем вентиляції спостерігається погіршення повітрообміну, підвищення вологості та поява грибка. Це свідчить про необхідність комплексного підходу до підвищення енергоефективності ЗДО з урахуванням санітарно-гігієнічних вимог.

Таким чином, підвищення енергоефективності закладів дошкільної освіти вимагає системного та науково обґрунтованого підходу, оскільки фрагментарне впровадження енергозберігаючих заходів без урахування технічного стану будівель і специфіки експлуатації може призвести до погіршення мікроклімату та санітарно-гігієнічних умов перебування дітей. З огляду на застарілу інфраструктуру більшості ЗДО, високі вимоги до температурно-вологісного режиму та повітрообміну, а також обмежені фінансові ресурси громад, проведення енергетичного аудиту є необхідним етапом перед впровадженням енергоефективних технологій. Саме енергетичний аудит дозволяє комплексно

оцінити фактичне споживання енергоресурсів, виявити основні джерела втрат, визначити технічно та економічно доцільні заходи з модернізації, а також забезпечити баланс між енергозбереженням і збереженням здоров'я дітей, що відповідає вимогам національного законодавства та європейських стандартів сталого розвитку.

Мета роботи - дослідження методів підвищення енергоефективності будівлі ЗДО.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

- Проаналізувати конструкцію будівлі її розташування
- Провести аналіз споживання енергетичних ресурсів
- Запропонувати заходи з енергомодернізації будівлі
- Оцінити техніко-економічний ефект від впровадження енергоощадних заходів
- Оцінити екологічний ефект

Об'єкт дослідження - процеси пов'язані з енергоефективністю будівлі ЗДО.

Предмет дослідження - методи і моделі термомодернізації та енергоефективності будівель.

Практична цінність - полягає в розробці пропозиції застосування енергоефективних заходів для термомодернізації будівлі ЗДО.

Список використаних джерел

- 1 Закон України «Про енергетичну ефективність» URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1818-20#Text>
- 2 Європейський зелений курс (European Green Deal) URL: <https://ukraine-eu.mfa.gov.ua/posolstvo/galuzeve-spivrobotnictvo/klimat-yevropejska-zelena-ugoda>
- 3 Готові проектні рішення щодо проектування та реконструкції енергоефективних будівель закладів дошкільної освіти URL: <https://infobox.prozorro.org/articles/gotovi-proektni-rishennya-shchodo-proektuvannya-ta-rekonstrukciji-energoefektivnih-budivel-zakladiv-doshkilnoji-osviti>
- 4 Обов’язкова енергомодернізація шкіл та дитсадків збільшує мінімум на 20% строк експлуатації будівель URL: <https://www.kmu.gov.ua/news/obovyazkova-energomodernizaciya-shkil-ta-ditsadkiv-zbilshuye-minimum-na-20-strok-ekspluatatsiyi-budivel-lev-parchaladze>
- 5 Санітарний регламент для закладів дошкільної освіти URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0563-16#Text>
- 6 Липоводолинський ЗДО "Берізка", Липова Долина URL: <https://lpd.dytsadok.org.ua/istoriya-zakladu-14-28-37-08-02-2023/>
- 7 Енергетичний менеджмент” / Ю.В. Дзядикевич, М.В. Буряк, Р.І. Розум – Тернопіль: Економічна думка, 2010. – 295 с.
- 8 Колектор сонячний з вакуумних труб Atmosfera CBK Twin Power®-30 URL: https://avante.com.ua/ua/catalog/kollektor_solnechnyy_iz_vakuumnykh_trub_atmosfera_cbk_twin_power-30-01233/
- 9 Сонячні електростанції 17 кВт URL: <https://www.solargarden.com.ua/product-category/sonyachni-elektrostantsii-17-kvt/>
- 10 Мережевий інвертор 18кВт Growatt 18000 UE URL: <https://www.solargarden.com.ua/product-category/sonyachni-elektrostantsii-17-kvt/>

11 Amerisolar AS-6P-330W, Poly, 1000V, 40мм URL: <https://my-energy.prom.ua/ua/p778841409-amerisolar-330w-poly.html>

12 Закон України «Про комерційний облік теплової енергії та водопостачання» URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2119-19#Text>

13 Енергетичний менеджмент та енергоефективність: Підручник для студентів зі спеціальності електроенергетика, електротехніка та електромеханіка / І. О. Самойленко, О.Г. Гриб, А. О. Запорожець, та ін. Харків: ФОП Бровін О.В., 2020. – 348 с.

14 Порядок впровадження систем енергетичного менеджменту. Затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 23 грудня 2021р. № 1460 URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1460-2021-%D0%BF/ed20211223#n34>

15 Хмельнюк М. Г., Яковлева О. Ю., Остапенко О. В., Бежан В. О. Енергетичний менеджмент і аудит. 1 частина : підручник. 2-ге вид., переробл. і доп. / за ред. М. Г. Хмельнюка. Одеса : ФОП Бондаренко М. О., 2020. 237 с.

16 Іншеков Є. М., Нікітін Є. Є., Тарновский М. В., Чернявський А.В. Посібник з муніципального енергетичного менеджменту : навч. посіб. Київ : Поліграф плюс, 2014. 238 с.

17 Дегтярєва О.О. Застосування PDCA-циклу для цілей енергетичного контролінгу/ Проблеми системного підходу в економіці – Вип. № 3(77)-1, 2020. С. 146 – 150. DOI: <https://doi.org/10.32782/2520-2200/2020-3-42>

18 Ковалко О.М., Новосельцев О.В., Євтухова Т.О. Вступ до теорії енергоефективності багаторівневих систем: методи та моделі енергетичного менеджменту в системі житлово-комунального господарства. – Київ: НАН України, ІТТФ, 2014, 252 с.

19 Тренінговий посібник для підготовки енергоаудиторів багатоквартирних житлових будівель у контексті Фонду енергоефективності України / А. Чернявський, В. Литвин, Д. Марусич, К. Шишка, С. Наскальний–К.: Проект «Підтримка національного Фонду енергоефективності та програми екологічних реформ S2I в Україні», , 2021. – 400 с.

20 Керівництво з впровадження системи енергетичного менеджменту відповідно до вимог міжнародного стандарту ISO 50001:2018. / А. Чернявський, Є. Іншеков, К. Яшина, О. Бориченко, О. Соловей, П. Пертко. UNIDO, 2021. – 137 с.

21 Воронко, Ірина & Голуб, Галина. (2025). Сучасні технології безпроводного зв'язку у задачах автоматизації технологічних процесів. International Science Journal of Engineering & Agriculture. 4. 125-139. DOI:10.46299/j.isjea.20250403.11.