

Український державний університет залізничного транспорту

Кафедра теплотехніки, теплових двигунів та енергетичного менеджменту

РОЗРОБКА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ЗАХОДІВ БУДІВЛІ ЦЕНТРУ ДОЗВІЛЛЯ У
ВІННИЦЬКІЙ ОБЛАСТІ

Пояснювальна записка і розрахунки
до магістерської роботи

КРМ 100.100.00.00.00 ПЗ і Р

Розробив: студент групи 218-ЕМ-Д23
спеціальності 144 (роботу виконано
самостійно, відповідно до принципів
академічної доброчесності)
Харченко Ю. С.

Керівник: асистент
Онищенко А.В.

Рецензент: стар. викл., к.т.н.
Рубльов В.І.

2024 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

“ ” 2024 року

**ЗАВДАННЯ
НА РОБОТУ МАГІСТРА**

Харченко Юлії Сергіївни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема проекту (роботи) «Розробка енергоефективних заходів будівлі центру дозвілля у Вінницькій області»

керівник проекту (роботи) Онищенко Андрій Володимирович, асистент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “30” вересня 2024 року № 43

2 Строк подання студентом закінченого проекту (роботи) 04.01.2025 р.

3 Вихідні дані до проекту (роботи) будівля центру дозвілля, яка розташована в Вінницькій області, розрахункова зимова температура зовнішнього повітря -21 °С, внутрішня температура приміщення 20°С, температурна зона I, поверховість – 2 поверхи, максимальна висота 8,330 м.

Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ; технології та методи енергозбереження в будівництві; ефективна теплоізоляція стін та дахів; енергоефективні вікна; енергоефективні системи опалення та охолодження; енергоефективне освітлення; інтелектуальні системи управління будинком; використання відновлюваних джерел енергії; коротка характеристика об'єкту; характеристика сімейного кафе; технологічний процес; побутові та кладові приміщення кафе; перший поверх; розрахункове енергоспоживання будівлі; розрахункове енергоспоживання будівлі до впровадження енергоефективних заходів; енергоспоживання після впровадження енергоефективних заходів; розділ енергоефективності будівлі; характеристика земельної ділянки, будівлі та розташування об'єктів; системи опалення, вентиляції гарячого водопостачання та освітлення; опалення; система вентиляції; система охолодження; система гарячого водопостачання; освітлення і електропостачання; облік енергоресурсів; автоматизація інженерних систем; основні об'ємно-планувальні показники; розрахункові кліматичні та теплоенергетичні параметри; визначення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій; розрахунок зовнішньої утепленої стіни будівлі; розрахунок суміщеного покриття; розрахунок опалювального підвалу (цокольного поверху); світлопрозорі огорожувальні конструкції; величини нормативних $R_{g \min}$ та

розрахункових $R_{\Sigma пр}$ показників з опору теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій; приведений коефіцієнт теплопередачі теплоізоляційної оболонки будівель; об'ємно-планувальні характеристики; визначення показників теплостійкості; визначення показників теплосасвоєння поверхнею підлоги; визначення енергоспоживання на опалення, вентиляцію, гаряче водопостачання, охолодження та освітлення; опис будівлі; зонування будівлі при розрахунку; сумарна теплопередача трансмісією через зону будівлі; узагальнені коефіцієнти теплопередачі трансмісією; сумарна теплопередача вентиляцією через зону будівлі; узагальнені коефіцієнти теплопередачі вентиляцією; усереднена за часом витрата повітря для вентиляції; усереднена за часом витрата повітря за рахунок інфільтрації; вентиляція з центральним попереднім підігріванням чи охолодженням; внутрішні теплонадходження будівлі; сонячні теплонадходження; загальні сонячні теплонадходження; сонячні теплонадходження через елементи будівлі; еквівалентна площа інсоляції закслених елементів; динамічні параметри; внутрішні умови; енергопотреби для опалення та охолодження; тривалість опалювального періоду та періоду охолодження для діяльності сезонно залежних технічних засобів; загальне енергоспоживання при опаленні (підсистеми тепловіддачі/ виділення); загальне енергоспоживання при опаленні; додаткова енергія для опалення; загальне енергоспоживання при охолодженні; загальне енергоспоживання систем вентиляції; енергопотреби гвп; енергоспоживання гвп; енергоспоживання при освітленні; вимоги до показника енергоефективності; зведені характеристики будівлі; техніко-економічний аналіз запроваджених енергоефективних заходів; комплекс робіт з модернізації та облаштування системи вентиляції з рекуперацією; утеплення перекриття неопалювального горища; утеплення суміщеного покриття; утеплення стін; заміна блоків віконних; показники рентабельності від впровадження енергоефективних заходів; дослідження оцінки вологісного режиму огорожувальних конструкцій; висновки; список використаних джерел

5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
Презентація в програмному продукті Microsoft PowerPoint (24 слайди)

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

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

7 Дата видачі завдання 10 червня 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Срок виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Теплотехнічні розрахунки	02.10.24 - 08.11.24	
2	Техніко-економічний розрахунок	13.11.24 - 11.12.24	
3	Дослідницька частина	12.12.24 - 16.12.24	
4	Презентація в Microsoft PowerPoint	17.12.24 - 29.12.24	

Студент

_____ Харченко Ю. С.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

_____ Онищенко А.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Дана кваліфікаційна робота включає в себе 24 слайди презентації, 94 аркушів пояснювальної записки формату А4, що включає 13 рисунків, 32 таблиці, 29 літературних джерел.

Ключові слова: БУДІВЛЯ ЦЕНТРУ ДОЗВІЛЛЯ, ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ, МІКРОКЛІМАТ, ВИТРАТИ НА ЕНЕРГОНОСІЇ, ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ, НОРМАТИВНІ ВИМОГИ, ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ, РЕКОМЕНДАЦІЇ, ТЕПЛОТЕХНІЧНІ ПОКАЗНИКИ, ОГРОДЖУВАЛЬНІ КОНСТРУКЦІЇ, ОПАЛЕННЯ, ВЕНТИЛЯЦІЯ, ГАРЯЧЕ ВОДОПОСТАЧАННЯ, ОСВІТЛЕННЯ, КЛАС ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ.

Об'єктом дослідження даної магістерської роботи є будівля центру дозвілля, розташована у місті Могилів-Подільський Вінницької області.

Предметом дослідження є аналіз енергоспоживання цієї будівлі.

Метою роботи є покращення мікроклімату всередині приміщень, зниження витрат на енергоносії та оптимізація управління й обслуговування будівлі та її технічного обладнання.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати наступні завдання:

Оцінити відповідність розрахункових показників енергоефективності будівлі встановленим нормативним вимогам.

Визначити потенціал енергозбереження.

Розробити технічно та економічно обґрунтовані рекомендації щодо підвищення енергоефективності будівлі.

У процесі дослідження автор використовував інформацію з різних джерел, зокрема текстові матеріали, методи розрахунків, методологію дослідження, а також конкретні характеристики та параметри, наведені в літературних джерелах [1-29]. Крім того, автор мав право використовувати неопубліковані авторські розробки (сучасну наукову та інноваційну інформацію), отримані під час консультацій з науковим керівником, викладачами та іншими фахівцями, виключно для виконання цієї роботи.

Результатом дослідження стала оцінка відповідності розрахункових показників енергоефективності будівлі нормативним значенням. Було визначено потенціал енергозбереження та розроблено техніко-економічне обґрунтування рекомендацій щодо підвищення енергоефективності будівлі. На основі запропонованих енергоефективних заходів було проведено розрахунки теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій та енерговитрат на опалення, вентиляцію, гаряче водопостачання та освітлення центру дозвілля. В результаті було визначено клас енергоефективності будівлі.

ABSTRACT

This qualification work includes 24 presentation slides and 94 pages of explanatory notes in A4 format, containing 13 figures, 32 tables, and 29 literature sources.

Keywords: LEISURE CENTER BUILDING, ENERGY CONSUMPTION, MICROCLIMATE, ENERGY COSTS, ENERGY EFFICIENCY, REGULATORY REQUIREMENTS, ENERGY SAVING, RECOMMENDATIONS, THERMOTECHNICAL INDICATORS, ENCLOSING STRUCTURES, HEATING, VENTILATION, HOT WATER SUPPLY, LIGHTING, ENERGY EFFICIENCY CLASS.

The object of research of this master's thesis is the building of a leisure center located in Mohyliv-Podilskyi, Vinnytsia region.

The subject of research is the analysis of the energy consumption of this building.

The aim of the work is to improve the indoor microclimate, reduce energy costs, and optimize the management and maintenance of the building and its technical equipment.

To achieve this goal, the following tasks must be completed:

Assess the compliance of the calculated energy efficiency indicators of the building with the established regulatory requirements.

Determine the energy saving potential.

Develop technically and economically sound recommendations for increasing the building's energy efficiency.

In the course of the research, the author used information from various sources, including textual materials, calculation methods, research methodology, as well as specific characteristics and parameters provided in literature sources [1-29]. In addition, the author had the right to use unpublished author's developments (modern scientific and innovative information) obtained during consultations with the research supervisor, lecturers, and other specialists, exclusively for the performance of this work.

The result of the research is an assessment of the compliance of the calculated energy efficiency indicators of the building with regulatory values. The energy saving potential was determined, and a technical and economic justification for recommendations on increasing the building's energy efficiency was developed. Based on the proposed energy efficiency measures, calculations of the thermotechnical indicators of enclosing structures and energy consumption for heating, ventilation, hot water supply, and lighting of the leisure center were carried out. As a result, the building's energy efficiency class was determined.

АКТ

перевірки кваліфікаційної роботи магістра на наявність ознак академічного плагіату.

Відповідно до даних сервісу Strikeplagiarism кваліфікаційна робота «РОЗРОБКА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ЗАХОДІВ БУДІВЛІ ЦЕНТРУ ДОЗВІЛЛЯ У ВІННИЦЬКІЙ ОБЛАСТІ»,

Автора: Харченко Ю.С.

(ПІБ автора повністю)

містить 29,36 % запозичень. Ознаки академічного плагіату – відсутні

Перевірку виконав
доцент кафедри теплотехніки
теплових двигунів та
енергетичного менеджменту _____

Олег ВАСИЛЕНКО

(підпис)

27.12.2024 р.

Зміст

Вступ.....	9
1 Технології та методи енергозбереження в будівництві	11
1.1 Ефективна теплоізоляція стін та дахів	11
1.2 Енергоефективні вікна	11
1.3 Енергоефективні системи опалення та охолодження.....	11
1.4 Енергоефективне освітлення.....	12
1.5 Інтелектуальні системи управління будинком.....	12
1.6 Використання відновлюваних джерел енергії	13
2 Коротка характеристика об'єкту	14
3 Характеристика сімейного кафе	16
4 Технологічний процес.....	17
4.1 Побутові та кладові приміщення кафе	17
4.2 Перший поверх	18
5 Розрахункове енергоспоживання будівлі	20
5.1 Розрахункове енергоспоживання будівлі до впровадження енергоефективних заходів.....	20
5.2 Енергоспоживання після впровадження енергоефективних заходів.....	21
6 Розділ енергоефективності будівлі.....	23
6.1 Характеристика земельної ділянки, будівлі та розташування об'єктів.....	23
6.2.1. Системи опалення, вентиляції гарячого водопостачання та освітлення...	24
6.2.1.1 Опалення	24

					КРМ 100.100.00.00.00 ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Харченко			Розробка енергоефективних заходів будівлі центру дозвілля у Вінницькій області	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		Онищенко А.В.					5	94
<i>Реценз.</i>						218-ЕМ-Д23		
<i>Н. Контр.</i>		Онищенко А.В.						
<i>Затверд.</i>		Василенко О.В.						

6.2.1.2 Система вентиляції.....	25
6.2.1.3 Система охолодження.....	26
6.2.1.4 Система гарячого водопостачання	26
6.2.1.5 Освітлення і електропостачання.....	27
6.2.1.7 Облік енергоресурсів	27
6.2.1.8. Автоматизація інженерних систем.....	27
6.3 Основні об'ємно-планувальні показники	28
6.4 Розрахункові кліматичні та теплоенергетичні параметри	29
7 Визначення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій.....	31
7.1 Розрахунок зовнішньої утепленої стіни будівлі	31
7.2 Розрахунок суміщеного покриття	37
7.3 Розрахунок опалювального підвалу (цокольного поверху).....	39
7.4 Світлопрозорі огорожувальні конструкції	42
7.5 Величини нормативних $R_{g \min}$ та розрахункових $R_{\Sigma \text{пр}}$ показників з опору теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій	43
7.6 Приведений коефіцієнт теплопередачі теплоізоляційної оболонки будівель.....	44
7.7 Об'ємно-планувальні характеристики	45
7.8 Визначення показників теплостійкості.....	45
7.9 Визначення показників теплосасвоєння поверхнею підлоги	45
8 Визначення енергоспоживання на опалення, вентиляцію, гаряче водопостачання, охолодження та освітлення	49
8.1 Опис будівлі.....	49
8.2 Зонування будівлі при розрахунку	50
8.3.1 Сумарна теплопередача трансмісією через зону будівлі.....	50
8.3.2 Узагальнені коефіцієнти теплопередачі трансмісією.....	51

8.4.1. Сумарна теплопередача вентиляцією через зону будівлі	52
8.4.2. Узагальнені коефіцієнти теплопередачі вентиляцією	53
8.4.3 Усреднена за часом витрата повітря для вентиляції.....	54
8.4.4. Усреднена за часом витрата повітря за рахунок інфільтрації	55
8.4.5 Вентиляція з центральним попереднім підігріванням чи охолодженням..	56
8.5 Внутрішні теплонадходження будівлі	58
8.5 Сонячні теплонадходження.....	59
8.5.1. Загальні сонячні теплонадходження	59
8.5.2 Сонячні теплонадходження через елементи будівлі	59
8.5.3. Еквівалентна площа інсоляції закслених елементів.....	60
8.6 Динамічні параметри	61
8.7 Внутрішні умови	63
8.8 Енергопотреби для опалення та охолодження.....	63
8.9 Тривалість опалювального періоду та періоду охолодження для діяльності сезонно залежних технічних засобів	65
8.10 Загальне енергоспоживання при опаленні (підсистеми тепловіддачі/ виділення).....	65
8.11 Загальне енергоспоживання при опаленні	65
8.12 Додаткова енергія для опалення.....	65
8.13 Загальне енергоспоживання при охолодженні.....	66
8.14 Загальне енергоспоживання систем вентиляції	67
8.15 Енергопотреби ГВП	68
8.16 Енергоспоживання ГВП	68
8.17 Енергоспоживання при освітленні	69
8.18 Вимоги до показника енергоефективності	72

9 Зведені характеристик будівлі	73
10 Техніко-економічний аналіз запроваджених енергоефективних заходів	77
Захід №1 : Комплекс робіт з модернізації та облаштування системи вентиляції з рекуперацією	77
Захід №2 : Утеплення перекриття неопалювального горища	79
Захід №3 : Утеплення суміщеного покриття.....	80
Захід №4 : Утеплення стін.....	82
Захід №5 : Заміна блоків віконних	83
10.1 Показники рентабельності від впровадження енергоефективних заходів..	85
11 Дослідження оцінки вологісного режиму огороджувальних конструкцій	87
Висновки	91
Список використаних джерел	92

Вступ

Впровадження енергоефективних заходів в існуючих будівлях закладів торгівлі є важливим з кількох причин. По-перше, це дозволяє значно знизити витрати на експлуатацію будівель. По-друге, енергоефективні заходи сприяють покращенню умов праці та обслуговування клієнтів. По-третє, впровадження таких заходів допомагає зменшити викиди парникових газів, що має позитивний вплив на екологічну ситуацію. Крім того, підвищення енергоефективності будівель підвищує їх ринкову вартість та конкурентоспроможність. Нарешті, дотримання законодавчих вимог щодо енергоефективності дозволяє уникнути штрафів та отримати можливі державні субсидії та пільги. Загалом, енергоефективні заходи приносять економічну вигоду, сприяють екологічній безпеці та підвищують комфорт для користувачів.

Об'єктом дослідження даної магістерської роботи є будівля центру дозвілля, розташована у місті Могилів-Подільський Вінницької області.

Предметом дослідження є аналіз енергоспоживання цієї будівлі.

Метою роботи є покращення мікроклімату всередині приміщень, зниження витрат на енергоносії та оптимізація управління й обслуговування будівлі та її технічного обладнання.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати наступні завдання:

Оцінити відповідність розрахункових показників енергоефективності будівлі встановленим нормативним вимогам.

Визначити потенціал енергозбереження.

Розробити технічно та економічно обґрунтовані рекомендації щодо підвищення енергоефективності будівлі.

У процесі дослідження автор використовував інформацію з різних джерел, зокрема текстові матеріали, методи розрахунків, методологію дослідження, а також конкретні характеристики та параметри, наведені в літературних джерелах [1-29]. Крім того, автор мав право використовувати неопубліковані авторські розробки (сучасну наукову та інноваційну інформацію), отримані під час консультацій з

науковим керівником, викладачами та іншими фахівцями, виключно для виконання цієї роботи.

Результатом дослідження стала оцінка відповідності розрахункових показників енергоефективності будівлі нормативним значенням. Було визначено потенціал енергозбереження та розроблено техніко-економічне обґрунтування рекомендацій щодо підвищення енергоефективності будівлі. На основі запропонованих енергоефективних заходів було проведено розрахунки теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій та енерговитрат на опалення, вентиляцію, гаряче водопостачання та освітлення центру дозвілля. В результаті було визначено клас енергоефективності будівлі.

Список використаних джерел

1. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель
2. ДБН В.1.1-7-2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги.
3. ДБН В.2.5-28-2018 Природне і штучне освітлення
4. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування
5. ДБН В.2.6-220-2017 Покриття будинків і споруд
6. ДБН В.2.6-33:2018 Конструкції зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією
7. ДСТУ Б А.2.2-8:2010 Розділ «Енергоефективність» у складі проектної документації об'єктів
8. ДСТУ 9190:2022 Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання під час опалення, охолодження, вентиляції, освітлення та гарячого водопостачання
9. ДСТУ-Н Б А.2.2-13:2015 Енергетична ефективність будівель. Настанова з проведення енергетичної оцінки будівель
10. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожеж. Будівельна кліматологія
11. ДСТУ Б В.2.2-19:2007 Будинки і споруди. Метод визначення повітропроникності огорожувальних конструкцій в натурних умовах
12. ДСТУ Н Б В.2.2-27:2010 Будинки і споруди. Настанова з розрахунку інсоляції об'єктів цивільного призначення
13. ДСТУ Б В.2.2-39:2016 Будинки і споруди. Методи та етапи проведення енергетичного аудиту будівель
14. ДСТУ Б В.2.6-17-2000 (ГОСТ 26602.1-99) Конструкції будинків і споруд. Блоки віконні та дверні. Методи визначення опору теплопередачі
15. ДСТУ Б В.2.6-34-2008 Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Класифікація і загальні технічні вимоги
16. ДСТУ Б В.2.6-35-2008 Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням

індустріальними елементами з вентиляваним прошарком. Загальні технічні умови

17. ДСТУ Б В.2.6-36-2008 Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням штукатурками. Загальні технічні умови
18. ДСТУ 9191:2022 Теплоізоляція будівель Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель
19. ДСТУ- Н Б В.2.6-190:2013 Настанова з розрахункової оцінки показників теплостійкості та тепло засвоєння огорожувальних конструкцій
20. ДСТУ- Н Б В.2.6-191:2013 Настанова з розрахункової оцінки повітропроникності огорожувальних конструкцій
21. ДСТУ- Н Б В.2.6-192:2013 Настанова з розрахункової оцінки тепловологісного стану огорожувальних конструкцій
22. ДСТУ Б В.2.7-182-2009 Будівельні матеріали Методи визначення терміну ефективної експлуатації та теплопровідності будівельних ізоляційних матеріалів у розрахункових та стандартних умовах
23. ДСТУ Б В.2.7-276-2011 Матеріали полімерні рулонні і плиткові для підлог. Метод визначення показника тепло засвоєння (ГОСТ 25609-83, MOD)
24. ДСТУ Б EN 15217:2013 Енергетична ефективність будівель. Методи представлення енергетичних характеристик та енергетичної сертифікації будівель (EN 15217:2007,IDT)
25. ДСТУ Б EN 15459:2014 Енергетична ефективність будівель. Процедура енергетичної оцінки систем будівель (EN 15459:2007,IDT)
26. ДСТУ Б EN 15603:2013 Енергетична ефективність будівель. Загальне енергоспоживання та проведення енергетичної оцінки (EN 15603:2007,IDT)
27. ДСТУ Б EN ISO 13790:2011 Енергетична ефективність будівель. Розрахунок енергоспоживання на опалення та охолодження (EN ISO

13790:2008, IDT)

28. Каталог виробів ROCKWOOL

29. ДСТУ Б EN 15459:2014 Енергетична ефективність будівель. Процедура енергетичної оцінки систем будівель (EN 15459:2007, IDT)