

Український державний університет залізничного транспорту

Кафедра теплотехніки, теплових двигунів та енергетичного менеджменту

ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАХОДІВ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ АДМІНІСТРАТИВНОЇ
БУДІВЛІ

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)

Ропало Я.В.

Керівник: к.т.н., доцент

Бабіченко Ю.А.

Рецензент: к.т.н., доц..

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**

_____ Ропала Ярослава Віталійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема проекту (роботи) «Впровадження заходів з енергозбереження адміністративної будівлі»

керівник проекту (роботи) Бабіченко Юлія Анатоліївна, к.т.н., доцент
(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) адміністративна будівля розташована в Івано-Франківській області, розрахункова зимова температура зовнішнього повітря -20°C , внутрішня температура приміщення 20°C , температурна зона I, поверховість – 2 поверхи, максимальна висота 11,964 м.

Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ; теорія та принципи енергозбереження в будівництві; загальна характеристика проекту; проект організації робіт; розрахункове енергоспоживання будівлі до впровадження енергоефективних заходів; енергоспоживання після впровадження енергоефективних заходів; розділ енергоефективності будівлі ліцею; 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 перекриття неопалювального горища; розрахунок суміщеного покриття; розрахунок перекриття над техпідпіллям; розрахунок перекриття над проїздами та під еркерами; розрахунок підлоги на ґрунті; світлопрозорі огорожувальні конструкції; величини нормативних rg_{min} та розрахункових g_{opr} показників з опору теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій; приведений коефіцієнт теплопередачі теплоізоляційної оболонки будівель; об'ємно-планувальні характеристики; визначення показників теплостійкості; визначення показників теплосвоєння поверхнею підлоги; визначення

показників повітропроникності; оцінка вологісного режиму огорожувальних конструкцій; 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; внутрішні теплонадходження будівлі; сонячні теплонадходження; загальні сонячні теплонадходження; сонячні теплонадходження через елементи будівлі; еквівалентна площа інсоляції застелених 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; розрахунок первинної енергії та викидів парникових газів; вимоги до показника енергоефективності; зведені характеристик будівлі; техніко-економічний аналіз запроваджених енергоефективних заходів; 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 (17 слайдів)

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	11.10.24 - 09.11.24	
2	Охорона праці	10.11.24 - 12.11.24	
3	Техніко-економічний розрахунок	13.11.24 - 02.12.24	
5	Дослідницька частина	11.12.24 - 14.12.24	
6	Презентація в Microsoft PowerPoint	15.12.24 - 25.12.24	

Студент

_____ Ропало Я. В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

_____ Бабіченко Ю.А.
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Дана кваліфікаційна робота включає в себе 17 слайдів презентації, 85 аркушів пояснювальної записки формату А4, що включає 9 рисунків, 33 таблиці, 29 літературних джерел.

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

Об'єктом дослідження цієї магістерської роботи є адміністративна будівля в Івано-Франківській області.

Предмет дослідження – енергоспоживання будівлі.

Мета роботи – покращення внутрішнього мікроклімату, зменшення витрат на енергію та забезпечення більш ефективного управління і обслуговування будівлі. Для досягнення мети магістерської роботи необхідно вирішити такі завдання: оцінити відповідність розрахункових показників енергоефективності будівлі встановленим мінімальним вимогам, визначити потенціал енергозбереження та розробити технічно і економічно обґрунтовані рекомендації щодо підвищення рівня енергоефективності будівлі. Під час підготовки та реалізації проекту автор використовував інформацію, включаючи тексти, методи розрахунків, методологію дослідження та конкретні характеристики і параметри з джерел [1-29], цитованих у літературі. Крім того, була використана інформація з консультацій з керівником проекту, науково-педагогічними працівниками та іншими особами, що містить неопубліковані авторські розробки.

Результатом роботи автора стала оцінка розрахункових показників енергоефективності будівлі порівняно з нормативними значеннями. Визначено потенціал енергозбереження та сформульовано технічно та економічно обґрунтовані рекомендації щодо підвищення енергоефективності будівлі. Виконано розрахунки теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій, енерговитрат на опалення, вентиляцію, гаряче водопостачання та освітлення адміністративної будівлі. Визначено клас енергоефективності будівлі.

ABSTRACT

This qualification work includes 17 presentation slides and 85 pages of explanatory notes in A4 format, containing 9 figures, 33 tables, and 29 literature sources.

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

The object of research of this master's thesis is an administrative building in the Ivano-Frankivsk region.

The subject of research is the building's energy consumption.

The aim of the work is to improve the indoor microclimate, reduce energy costs, and ensure more efficient building management and maintenance. To achieve the aim of the master's thesis, it is necessary to solve the following tasks: to assess the compliance of the calculated energy efficiency indicators of the building with the established minimum requirements, to determine the energy saving potential, and to develop technically and economically sound recommendations for increasing the building's energy efficiency. During the preparation and implementation of the project, the author used information, including texts, calculation methods, research methodology, and specific characteristics and parameters from sources [1-29] cited in the literature. In addition, information from consultations with the project manager, research and teaching staff, and other persons containing unpublished author's developments was used.

The result of the author's work is an assessment of the calculated energy efficiency indicators of the building compared to regulatory values. The energy saving potential was determined, and technically and economically sound recommendations for increasing the building's energy efficiency were formulated. Calculations of the thermotechnical indicators of enclosing structures, energy consumption for heating, ventilation, hot water supply, and lighting of the administrative building were performed. 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
«ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАХОДІВ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ
АДМІНІСТРАТИВНОЇ БУДІВЛІ»,

Автора: Ропало Я.В.

(ПІБ автора повністю)

містить 31,05 % запозичень. Ознаки академічного плагіату – відсутні

Перевірку виконав
доцент кафедри теплотехніки
теплових двигунів та
енергетичного менеджменту _____

Олег ВАСИЛЕНКО

(підпис)

26.12.2024 р.

Зміст

Вступ.....	8
1 Теорія та принципи енергозбереження в будівництві.....	11
2 Загальна характеристика проекту.....	13
3 Проект організації робіт	14
4 Заходи з охорони праці при експлуатації житлового будинку	19
5 Розрахункове енергоспоживання будівлі	21
5.1 Розрахункове енергоспоживання будівлі до впровадження енергоефективних заходів.....	21
5.2 Енергоспоживання після впровадження енергоефективних заходів.....	22
6 Розділ енергоефективності будівлі.....	23
6.2.1. Системи опалення, вентиляції гарячого водопостачання та освітлення... ..	24
6.2.1.1 Опалення	24
6.2.1.2 Система вентиляції.....	25
6.2.1.3 Система охолодження.....	25
6.2.1.4 Система гарячого водопостачання	26
6.2.1.5 Освітлення і електропостачання.....	26
6.2.1.7 Облік енергоресурсів	26
6.2.1.8. Автоматизація інженерних систем.....	26
6.3 Основні об’ємно-планувальні показники	28
6.4 Розрахункові кліматичні та теплоенергетичні параметри	28

					КРМ 100.100.00.00.00 ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Впровадження заходів з енергозбереження адміністративної будівлі	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		Ропало Я. В.					5	85
<i>Перевір.</i>		Бабіченко Ю. А.				218-ЕМ-Д23		
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>		Онищенко А.В.						
<i>Затверд.</i>		Василенко О.В.						

7	Визначення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій.....	30
7.1	Розрахунок зовнішньої утепленої стіни будівлі	30
7.2	Розрахунок перекриття неопалювального горища	36
7.3	Розрахунок перекриття над неопалюваними підвалами та техпідпіллями... ..	38
7.4	Розрахунок неопалювального підвалу	41
7.5	Світлопрозорі огорожувальні конструкції	44
7.6	Величини нормативних $R_{g \min}$ та розрахункових $R_{\Sigma пр}$ показників з опору теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій	46
7.7	Приведений коефіцієнт теплопередачі теплоізоляційної оболонки будівель	46
7.8	Об'ємно-планувальні характеристики	47
7.9	Визначення показників теплостійкості.....	47
7.10	Визначення показників теплосасвоєння поверхнею підлоги	48
8	Визначення енергоспоживання на опалення, вентиляцію, гаряче водопостачання, охолодження та освітлення	51
8.1	Опис будівлі.....	51
8.2	Зонування будівлі при розрахунку	51
8.3.1	Сумарна теплопередача трансмісією через зону будівлі.....	52
8.3.2	Узагальнені коефіцієнти теплопередачі трансмісією.....	53
8.4.1.	Сумарна теплопередача вентиляцією через зону будівлі	54
8.4.2.	Узагальнені коефіцієнти теплопередачі вентиляцією	56
8.4.3.	Усереднена за часом витрата повітря за рахунок інфільтрації	56
8.6	Сонячні теплонадходження.....	59
8.6.1.	Загальні сонячні теплонадходження	59
8.6.2	Сонячні теплонадходження через елементи будівлі	59
8.6.3.	Еквівалентна площа інсоляції застелених елементів.....	60

8.7	Динамічні параметри	61
8.8	Внутрішні умови	63
8.9	Енергопотреби для опалення та охолодження.....	63
8.10	Тривалість опалювального періоду та періоду охолодження для діяльності сезонно залежних технічних засобів.....	64
8.11	Загальне енергоспоживання при опаленні (підсистеми тепловіддачі/ виділення).....	65
8.12	Загальне енергоспоживання при опаленні	65
8.13	Додаткова енергія для опалення.....	65
8.14	Загальне енергоспоживання при охолодженні.....	65
8.15	Загальне енергоспоживання систем вентиляції	66
8.16	Енергопотреби ГВП	67
8.18	Енергоспоживання при освітленні	68
8.19	Вимоги до показника енергоефективності	70
9	Зведені характеристик будівлі	72
10	Техніко-економічний аналіз запроваджених енергоефективних заходів	76
10.1	Показники рентабельності від впровадження енергоефективних заходів..	77
11	Дослідження оцінки вологісного режиму огороджувальних конструкцій	79
	Висновки	82
	Список використаних джерел	83

Вступ

Світовий попит на енергоресурси невідомо зростає, що призводить до напруження на енергетичних ринках та підвищення цін. Політична нестабільність у країнах-експортерах і транзитерах енергоносіїв посилює цю ситуацію, а зростаюче використання викопного палива сприяє прискоренню кліматичних змін. Збільшення обсягів виробництва та диверсифікація джерел енергії є складним та дорогим процесом.

Натомість, підвищення енергоефективності пропонує значні переваги:

- Зниження цін на енергію: ефективніше використання енергії зменшує загальний попит, що сприяє стабілізації та зниженню цін.
- Створення нових робочих місць: впровадження енергоефективних технологій та заходів стимулює розвиток нових галузей економіки та створює нові робочі місця.
- Зменшення залежності від імпорту енергоносіїв: ефективне використання внутрішніх ресурсів та зменшення споживання імпортової енергії зміцнює енергетичну незалежність.
- Пом'якшення конфліктів в енергетичному секторі: зменшення конкуренції за обмежені енергетичні ресурси сприяє зниженню геополітичної напруженості.
- Зменшення шкідливих викидів вуглецю: ефективне використання енергії означає менше спалювання викопного палива, що призводить до скорочення викидів парникових газів та пом'якшення негативного впливу на клімат.

Досвід Європейського Союзу є яскравим прикладом ефективності енергозбереження. Завдяки впровадженим заходам з енергоефективності, ЄС зміг утримати споживання енергії на рівні 2000 року, незважаючи на значне економічне зростання (близько 30%). Фактично, за останні чотири десятиліття енергоефективність зробила більший внесок у забезпечення енергетичних потреб ЄС, ніж сумарний внесок нафти, газу та ядерної енергії.

23 липня 2018 року в Україні набув чинності Закон «Про енергетичну ефективність будівель», що зобов'язує власників будівель та замовників будівництва проводити енергоаудит і отримувати енергетичний сертифікат будівель. Уряд поступово підвищує мінімальні стандарти ефективності та пропонує довгострокову дорожню карту для модернізації існуючих будівель, щоб досягти цілей у будівельному секторі. З 1 липня 2019 року введено обов'язкову сертифікацію енергетичної ефективності будівель згідно з Законом «Про енергетичну ефективність будівель». Об'єкти, що підлягають обов'язковій сертифікації, включають будівельні об'єкти (нове будівництво, реконструкція, капітальний ремонт), класифіковані як середні (СС2) та значні (СС3) за наслідками відповідно до Закону України «Про регулювання містобудівної діяльності»; державні будівлі з опалювальною площею понад 250 квадратних метрів, які часто відвідують громадяни або в яких розташовані органи державної влади; будівлі з опалювальною площею понад 250 квадратних метрів, у яких розташовані органи місцевого самоврядування (якщо проводиться термомодернізація); а також будівлі, де здійснюється термомодернізація за державної підтримки з досягненням енергетичної ефективності, що не нижче мінімальних вимог.

Об'єктом дослідження цієї магістерської роботи є адміністративна будівля в Івано-Франківській області.

Предмет дослідження – енергоспоживання будівлі.

Мета роботи – покращення внутрішнього мікроклімату, зменшення витрат на енергію та забезпечення більш ефективного управління і обслуговування будівлі. Для досягнення мети магістерської роботи необхідно вирішити такі завдання: оцінити відповідність розрахункових показників енергоефективності будівлі встановленим мінімальним вимогам, визначити потенціал енергозбереження та розробити технічно і економічно обґрунтовані рекомендації щодо підвищення рівня енергоефективності будівлі. Під час підготовки та реалізації проекту автор використовував інформацію, включаючи тексти, методи розрахунків, методологію дослідження та конкретні характеристики і параметри з джерел [1-29], цитованих у літературі. Крім того, була використана інформація з

консультацій з керівником проекту, науково-педагогічними працівниками та іншими особами, що містить неопубліковані авторські розробки.

Результатом роботи автора стала оцінка розрахункових показників енергоефективності будівлі порівняно з нормативними значеннями. Визначено потенціал енергозбереження та сформульовано технічно та економічно обґрунтовані рекомендації щодо підвищення енергоефективності будівлі. Виконано розрахунки теплотехнічних показників огороджувальних конструкцій, енерговитрат на опалення, вентиляцію, гаряче водопостачання та освітлення адміністративної будівлі. 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)