

Український державний університет залізничного транспорту

Кафедра теплотехніки, теплових двигунів та енергетичного менеджменту

ЕНЕРГЕТИЧНИЙ АУДИТ БУДІВЛІ ЛЦЕЮ
Пояснювальна записка і розрахунки
до магістерської роботи

КРМ 100.100.00.00.00 ПЗ і Р

Розробив: студент групи 216-ЕМ-323
спеціальності 144 (роботу виконано
самостійно, відповідно до принципів
академічної доброчесності)
Мамедов Ніджат Нізамі огли
Керівник: к.т.н., доц.
Каграманян А.О.

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**

Мамедова Ніджата Нізамі огли

(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема проекту (роботи) «Енергетичний аудит будівлі ліцею»
керівник проекту (роботи) Каграманян Артур Олександрович, к.т.н., доцент

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від “30” вересня 2024 року № 10/24

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

3 Вихідні дані до проекту (роботи) Закарпатська область, двоповерхова будівля опорного ліцею, вологість – 72%; швидкість вітру – 2,4 м/с, температура внутрішнього повітря в обстежуваних приміщеннях: +20 °С.

Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
Вступ; Теоретичні основи енергоаудиту; Передумови проведення енергоаудиту;
Перелік умовних позначень, символів та скорочень; Кліматичні дані; Інформація про об'єкт; Детальний енергетичний аудит; Визначення термічних та геометричних характеристик матеріалів огорожувальних конструкцій теплового контуру будівлі.
Візуальне обстеження огорожувальних конструкцій; Система теплопостачання будівлі; Система вентиляції будівлі; Система охолодження будівлі; Система освітлення в будівлі; Вимірювальні прилади, що застосовувались в ході проведення обстеження; Методика визначення енергоспоживання на опалення, вентиляцію, гаряче водопостачання та освітлення; Визначення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій; Розрахунок зовнішньої утепленої стіни будівлі; Розрахунок суміщеного покриття; Об'ємно-планувальні характеристики; Сумарна теплопередача трансмісією через зону будівлі; Узагальнені коефіцієнти теплопередачі трансмісією; Сумарна теплопередача вентиляцією через зону будівлі; Узагальнені коефіцієнти теплопередачі вентиляцією; Внутрішні теплонадходження будівлі; Сонячні теплонадходження; Загальні сонячні теплонадходження; Сонячні теплонадходження через елементи будівлі; Еквівалентна площа інсоляції зашкленних елементів; Еквівалентна площа інсоляції непрозорих елементів будівлі; 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; Загальне енергоспоживання при охолодженні; Загальне енергоспоживання систем вентиляції; Енергопотреби ГВП; Енергоспоживання ГВП; Енергоспоживання при освітленні; Вимоги до показника енергоефективності; Енергоспоживання будівлі; Клас енергоефективності будівлі; Енергоефективні заходи та економічне обґрунтування впроваджених енергоефективних заходів; Огороджувальні конструкції; Утеплення зовнішніх стін; Утеплення перекриття горища будівлі; Заміна вікон; Заміна дверних конструкцій; Система тепlopостачання; Модернізація системи розподілу та подачі тепла; Заміна джерела тепlopостачання; Влаштування заходів для нормалізації санітарних вимог; Влаштування системи освітлення будівлі; Модернізація системи вентиляції; Показники рентабельності від впровадження енергоефективних заходів; Екологічні вигоди; Енергетичний моніторинг: опис запропонованої системи енергомоніторингу; Висновки; Список використаних джерел.

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

Презентація в програмному продукті Microsoft PowerPoint (21 слайду)

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 10 червня 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Срок виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Теплотехнічні розрахунки	06.10.24 - 29.10.24	
3	Техніко-економічний розрахунок	01.11.24 - 05.12.24	
5	Дослідницька частина	06.12.24 - 09.12.24	
6	Презентація в Microsoft PowerPoint	10.12.24 - 28.12.24	

Студент Мамедов Ніджат Нізамі огли
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи) Каграманян А.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Дана кваліфікаційна робота включає в себе 21 слайд презентації, 76 аркушів пояснювальної записки формату А4, що включає 2 рисунки, 33 таблиці, 23 літературних джерела.

Ключові слова: БУДІВЛЯ ТЕРЕБЛЯНСЬКОГО ОПОРНОГО ЛІЦЕЮ, ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ, ВНУТРІШНІЙ МІКРОКЛІМАТ, ВИТРАТИ НА ЕНЕРГІЮ, ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ, ЕНЕРГЕТИЧНЕ ОБСТЕЖЕННЯ, ПАЛИВНО-ЕНЕРГЕТИЧНІ РЕСУРСИ, ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ, РЕКОМЕНДАЦІЇ, ТЕПЛОТЕХНІЧНІ ПОКАЗНИКИ, ОГРОДЖУВАЛЬНІ КОНСТРУКЦІЇ, ОПАЛЕННЯ, ВЕНТИЛЯЦІЯ, ГАРЯЧЕ ВОДОПОСТАЧАННЯ, ОСВІТЛЕННЯ, КЛАС ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ, ЕНЕРГЕТИЧНИЙ СЕРТИФІКАТ.

Об'єктом дослідження в даній магістерській роботі є будівля Терехлянського опорного ліцею, розташованого в Закарпатській області.

Предметом дослідження є енергоспоживання цієї будівлі.

Мета роботи полягає у покращенні внутрішнього мікроклімату, зменшенні витрат на енергію та забезпеченні ефективнішого управління та обслуговування будівлі та її технічного обладнання.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати наступні завдання: провести енергетичне обстеження огорожувальних конструкцій та інженерних систем будівлі ліцею; визначити точні дані про фактичне енергоспоживання будівлі, ефективність використання паливно-енергетичних ресурсів під час її експлуатації та порівняти фактичне енергоспоживання з нормативними значеннями (оцінити відповідність фактичних або розрахункових показників енергетичної ефективності будівлі встановленим мінімальним вимогам); визначити потенціал енергозбереження; розробити технічно та економічно обґрунтовані рекомендації щодо підвищення енергетичної ефективності будівлі.

ABSTRACT

This qualification work includes 21 presentation slides and 76 pages of explanatory notes in A4 format, containing 2 figures, 33 tables, and 23 literature sources.

Keywords: BUILDING OF TEREPLYA SUPPORT LYCEUM, ENERGY CONSUMPTION, INDOOR MICROCLIMATE, ENERGY COSTS, ENERGY EFFICIENCY, ENERGY SURVEY, FUEL AND ENERGY RESOURCES, ENERGY SAVING, RECOMMENDATIONS, THERMOTECHNICAL INDICATORS, ENCLOSING STRUCTURES, HEATING, VENTILATION, HOT WATER SUPPLY, LIGHTING, ENERGY EFFICIENCY CLASS, ENERGY CERTIFICATE.

The object of research in this master's thesis is the building of the Tereblya Support Lyceum, located in the Zakarpattia region.

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

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

To achieve this aim, the following tasks must be completed: conduct an energy survey of the enclosing structures and engineering systems of the lyceum building; determine accurate data on the building's actual energy consumption, the efficiency of fuel and energy resources use during its operation, and compare actual energy consumption with regulatory values (assess the compliance of actual or calculated building energy efficiency indicators with established minimum requirements); determine the energy saving potential; develop technically and economically sound recommendations for increasing the building's energy efficiency.

АКТ

перевірки кваліфікаційної роботи магістра на наявність ознак академічного плагіату.

Відповідно до даних сервісу Strikeplagiarism кваліфікаційна робота «ЕНЕРГЕТИЧНИЙ АУДИТ БУДІВЛІ ЛІЦЕЮ»,

Автора: Мамедов Н.Н.

(ПІБ автора повністю)

містить 33,91 % 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 Теоретичні основи енергоаудиту.....	9
2 Передумови проведення енергоаудиту.....	13
2.1 Перелік умовних позначень, символів та скорочень.....	14
3 Кліматичні дані.....	17
4 Інформація про об'єкт.....	18
5 Детальний енергетичний аудит	22
5.1 Визначення термічних та геометричних характеристик матеріалів огороджувальних конструкцій теплового контуру будівлі. Візуальне обстеження огороджувальних конструкцій.....	23
5.3 Система теплопостачання будівлі	29
6.5 Система вентиляції будівлі	32
5.6 Система охолодження будівлі	33
5.7 Система освітлення в будівлі.....	33
6 Вимірювальні прилади, що застосовувались в ході проведення обстеження	35
7 Методика визначення енергоспоживання на опалення, вентиляцію, гаряче водопостачання та освітлення.....	36
7.1 Визначення теплотехнічних показників огороджувальних конструкцій.....	36
7.1.1 Розрахунок зовнішньої утепленої стіни будівлі	36
7.1.2 Розрахунок суміщеного покриття.....	36
7.2 Об'ємно-планувальні характеристики	37
7.3 Сумарна теплопередача трансмісією через зону будівлі	37
7.4 Узагальнені коефіцієнти теплопередачі трансмісією.....	37
7.5 Сумарна теплопередача вентиляцією через зону будівлі	38
7.6 Узагальнені коефіцієнти теплопередачі вентиляцією.....	39

					КРМ 100.100.00.00.00. ПЗ і Р			
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Мамедов			Енергетичний аудит будівлі ліцею	Літ.	Лист	Листів
Перевірив		Каграманян А. О.					5	76
Реценз.						гр. 216-ЕМ-323		
Н. Контр.		Онищенко А.В.						
Затверд.		Василенко О.В..						

7.7	Внутрішні теплонадходження будівлі	40
7.8	Сонячні теплонадходження.....	40
7.8.1	Загальні сонячні теплонадходження	40
7.8.2	Сонячні теплонадходження через елементи будівлі	41
7.8.3	Еквівалентна площа інсоляції закслених елементів.....	42
7.8.4	Еквівалентна площа інсоляції непрозорих елементів будівлі	43
7.9	Динамічні параметри	44
7.10	Внутрішні умови	44
7.11	Енергопотреби для опалення та охолодження.....	45
7.12	Тривалість опалювального періоду та періоду охолодження для діяльності сезонно залежних технічних засобів	45
7.13	Загальне енергоспоживання при опаленні (підсистеми тепловіддачі/ виділення)	45
7.14	Загальне енергоспоживання при опаленні.....	46
7.15	Загальне енергоспоживання при охолодженні.....	46
7.16	Загальне енергоспоживання систем вентиляції	46
7.17	Енергопотреби ГВП	47
7.18	Енергоспоживання ГВП	47
7.19	Енергоспоживання при освітленні	48
7.20	Вимоги до показника енергоефективності	50
8	Енергоспоживання будівлі	51
8.1	Клас енергоефективності будівлі	53
9	Енергоефективні заходи та економічне обґрунтування впроваджених енергоефективних заходів	54
9.1	Огороджувальні конструкції.....	55
9.1.1	Утеплення зовнішніх стін	55
9.1.2	Утеплення перекриття горища будівлі	57
9.1.3	Заміна вікон	58
9.1.4	Заміна дверних конструкцій	59
9.2	Система теплопостачання.	60

9.2.1 Модернізація системи розподілу та подачі тепла.....	60
9.3 Заміна джерела тепlopостачання	61
9.4 Влаштування заходів для нормалізації санітарних вимог	63
9.4.1 Влаштування системи освітлення будівлі	63
9.5 Модернізація системи вентиляції.....	64
9.6 Показники рентабельності від впровадження енергоефективних заходів	65
10 Екологічні вигоди.....	67
11 Енергетичний моніторинг: опис запропонованої системи енергомоніторингу	68
Висновки	73
Список використаних джерел	75

Вступ

Енергоаудит, або енергетичне обстеження будівлі, – це процес, що дозволяє оцінити ефективність використання енергії в будівлі, виявити шляхи її заощадження та визначити можливості для зменшення енергоспоживання. Він надає комплексну картину технічного стану будівлі та її теплових втрат, допомагає визначити першочергові заходи з реновації та розрахувати терміни їх окупності. По суті, енергоаудит є складовою експертизи будівлі, спрямованої на оцінку її технічного стану та енергоефективності. Енергоаудитора можна порівняти з лікарем, який діагностує "хвороби" будівлі, пов'язані з втратами енергії.

Об'єктом дослідження в даній магістерській роботі є будівля Теремлянського опорного ліцею, розташованого в Закарпатській області.

Предметом дослідження є енергоспоживання цієї будівлі.

Мета роботи полягає у покращенні внутрішнього мікроклімату, зменшенні витрат на енергію та забезпеченні ефективнішого управління та обслуговування будівлі та її технічного обладнання.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати наступні завдання: провести енергетичне обстеження огорожувальних конструкцій та інженерних систем будівлі ліцею; визначити точні дані про фактичне енергоспоживання будівлі, ефективність використання паливно-енергетичних ресурсів під час її експлуатації та порівняти фактичне енергоспоживання з нормативними значеннями (оцінити відповідність фактичних або розрахункових показників енергетичної ефективності будівлі встановленим мінімальним вимогам); визначити потенціал енергозбереження; розробити технічно та економічно обґрунтовані рекомендації щодо підвищення енергетичної ефективності будівлі.

Список використаних джерел

- 1 ДСТУ Б В.2.2-39:2016 «Методи та етапи проведення енергетичного аудиту будівель»;
- 2 ДСТУ Б В.2.2-19:2007 «Метод визначення повітропроникності огорожувальних конструкцій в натуральних умовах»;
- 3 ДСТУ-Н Б В.2.6-191:2016 «Настанова з розрахункової оцінки повітропроникності огорожувальних конструкцій»;
- 4 ДСТУ Б EN 13187:2011 «Теплові характеристики будівель. Якісне виявлення теплових відмов в огорожувальних конструкціях. Інфрачервоний метод»;
- 5 ДСТУ Б EN 15251:2011. «Розрахункові параметри мікроклімату приміщень для проектування та оцінки енергетичних характеристик будівель по відношенню до якості повітря, теплового комфорту, освітлення та акустики»;
- 6 ДБН В.2.6-31-2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель»;
- 7 ДСТУ Б А.9190 «Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні»;
- 8 ДСТУ Б EN 15603:2013 «Енергетична ефективність будівель. Загальне енергоспоживання та проведення енергетичної оцінки (EN 15603:2008, IDT)»;
- 9 ДСТУ Б EN 15217:2012 «Енергоефективність будівель. Методи представлення енергетичних характеристик та енергетичної сертифікації будівель»;
- 10 ДСТУ Б EN 15316-1:2011 «Системи теплозабезпечення будівель. Методика розрахунку енергоспоживання та енергоефективності системи»;
- 11 ДБН В.2.5-64:2012 «Внутрішній водопровід та каналізація»;
- 12 ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування»;
- 13 ДСТУ ISO 50002:2016 «Енергетичні аудити. Вимоги та настанова щодо їх проведення»;
- 14 ДСТУ ISO 50004:2016 (ISO 50004:2014, IDT) «Настанова щодо впровадження, супровід та поліпшення системи енергетичного менеджменту»;
- 15 ДСТУ Б В.2.6-9191 «Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель»;

- 16 ДСТУ-Н Б В.2.6-146:2010 «Конструкції будинків і споруд. Настанова щодо проектування й улаштування вікон та дверей»;
- 17 ДСТУ-Н Б А.2.2-13:2015 «Настанова з проведення енергетичної оцінки будівель»;
- 18 ДСТУ Б EN ISO 13790:2011 Енергоефективність будівель. Розрахунок енергоспоживання на опалення та охолодження (EN ISO 13790:2008, IDT);
- 19 ДБН В.2.5-28-2006 Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення;
- 20 ДСТУ Б В.2.6-101:2010 Конструкції будинків і споруд. Метод визначення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій;
- 21 ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія»
- 22 ДСТУ Б EN ISO 13790:2011 Енергоефективність будівель. Розрахунок енергоспоживання на опалення та охолодження (EN ISO 13790:2008, IDT).
- 23 ДБН В.2.2-4:2018: Заклади дошкільної освіти»