

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЇ ГІДРОАЕРОМЕХАНІКИ

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Микола СОТНИК

(підпис)(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

_____ 20__ р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня магістр

(бакалавр / магістр)

зі спеціальності 144 Теплоенергетика,

(код та назва)

освітньо-професійної програми «Енергетичний менеджмент»

(освітньо-професійної / освітньо-наукової)

(назва програми)

на тему: «Підвищення енергетичної ефективності систем енергозабезпечення адміністративної будівлі ТОВ «Будівельна виробничо-комерційна компанія «Федорченко»

Здобувачки групи ЕМ.м-31 Козолуп Владислава Вікторовича

(шифр групи) (прізвище, ім'я, по батькові)

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

_____ Козолуп Владислав

(підпис)

(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ здобувача)

Керівник

д.к.т.н. Сергій Хованський

(посада, науковий ступінь, вчене звання, ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

_____ (підпис)

Суми – 2024

Сумський державний університет
Факультет технічних систем та енергоефективних технологій
Кафедра прикладної гідроаеромеханіки
Спеціальність 144 «Теплоенергетика» (Енергетичний менеджмент)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри Микола СОТНИК

«__» _____ 20__ р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА**

Здобувача _____ Козолуп Владислав Вікторович _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи: «Підвищення енергетичної ефективності систем енергозабезпечення адміністративної будівлі ТОВ «Будівельна виробничо-комерційна компанія «Федорченко»»

затверджена наказом по університету № ____ від «__» _____ 2024 р

2 Термін здачі студентом закінченої роботи – до 08.12.2024 р

3 Вихідні дані до кваліфікаційної роботи: Результати аналітичного вивчення проектної та статистичної інформації щодо актуальності проведення робіт з обстеження визначеного об'єкта за темою магістерської роботи

4 Зміст кваліфікаційної роботи (перелік питань, що їх належить розробити):

Вступ (короткий опис загальних проблем з енергоспоживання та енергоефективності, до яких відноситься тематика кваліфікаційної роботи).

Розділ 1 – Характеристика об'єкта енергетичного обстеження (Характеристика об'єкту та предмету дослідження випускної роботи. Аналіз зібраних статистичних або дослідних даних з подальшим визначенням вихідних даних до розрахунку. Визначення та характеристика способу або методики проведення подальших розрахунків за отриманими вихідними даними. Висновки).

Розділ 2 – Розрахунковий аналіз можливих енергозберіжних заходів (Основні положення визначеної методики розрахунку; представлення результатів розрахунку за кожним енергозберіжним заходом. Аналіз отриманих результатів. Розробка заходів або напрямів з удосконалення енергетичної ефективності подальшого функціонування об'єкту дослідження. Висновки).

Розділ 3 – Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. (Характеристика можливих небезпечних факторів, які треба враховувати при проведенні практичного дослідження за тематикою роботи, та їх розрахунковий аналіз. Висновки)

Загальні висновки.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Проходження переддипломної практики	з 21.10 до 17.11.2024	
2	Захист переддипломної практики	до 20.11.2024	
3	Виконання 1-го розділу	до 17.11.2024	
4	Виконання 2-го розділу	до 27.11.2024	
5	Виконання 3-го розділу	до 05.12.2024	
6	Представлення виконаної роботи	до 08.12.2024	
7	Проходження перевірки на плагіат	до 14.12.2024	
8	Проведення захисту роботи	з 16.12 до 20.12.2024	

5 Дата видачі завдання 21.10.2024 р

Керівник

(підпис, прізвище і ініціали)

Завдання прийняв до виконання

(підпис, прізвище і ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: містить 42 сторінки, 7 рисунків, 10 таблиць, 21 літературних джерела.

Метою роботи є підвищення енергетичної ефективності систем енергозабезпечення адміністративної будівлі шляхом впровадження енергетичних заходів.

Відповідно до поставленої мети були вирішені такі *задачі*:

- дослідження та аналіз енергетичного стану будівлі та систем енергоспоживання;
- визначення ключових сфер, де можна модернізувати системи енергоспоживання;
- виконати інженерні та економічні розрахунки, необхідні для обраного напрямку модернізації;
- визначення основних техніко-економічних показників розроблених енергозберіжних заходів.

Предметом дослідження є енергетичні процеси в системах енергозабезпечення адміністративної будівлі ТОВ «Будівельна виробничо-комерційна компанія «Федорченко».

Об'єкт дослідження: адміністративна будівля ТОВ «Будівельна виробничо-комерційна компанія «Федорченко».

Ключові слова: ЕНЕРГЕТИЧНЕ ОБСТЕЖЕННЯ, ЕНЕРГОРЕСУРС, ОПІР ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ, ТЕПЛОВТРАТА, ГІБРИДНА СОНЯЧНА ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯ, АКУМУЛЯТОРНА БАТАРЕЯ, ОХОРОНА ПРАЦІ.

Тема роботи – Підвищення енергетичної ефективності систем енергозабезпечення адміністративної будівлі ТОВ «Будівельна виробничо-комерційна компанія «Федорченко»

ЗМІСТ

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА	
КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН	
РЕФЕРАТ	
ВСТУП.....	8
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ.....	10
1.1 Загальні відомості про об'єкт енергетичного обстеження.....	10
1.2 Опис дійсного стану об'єкта енергетичного обстеження.....	11
1.3 Експлуатаційна характеристика систем енергопостачання об'єкта.....	11
1.3.1 Система опалення.....	11
1.3.2 Система електропостачання.....	11
1.3.3 Система водопостачання та водовідведення.....	12
1.3.4 Система вентиляції.....	12
1.3.5 Існуючі тарифи на енергоносії та воду.....	12
1.4 Опис методів та приладів вимірювання.....	12
1.5 Аналіз результатів вимірювання.....	15
1.6 Аналіз обсягів споживання енергоресурсів.....	16
1.6.1 Аналіз обсягів споживання теплової енергії.....	16
1.6.2 Аналіз обсягів споживання електричної енергії.....	17
1.6.3 Аналіз обсягів споживання води.....	18
1.7 Розрахунковий аналіз показників енергоефективності.....	20
1.7.1 Розрахунок опору теплопередачі огорожуючих конструкцій.....	21
1.7.2 Розрахунок теплових витрат огорожуючих конструкцій.....	22
1.8 Висновки за розділом.....	23
2 РОЗРАХУНКОВИЙ АНАЛІЗ МОЖЛИВИХ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНИХ ЗАХОДІВ.....	25
2.1 Опис можливих енергозбережних заходів.....	25
2.2 Розрахунковий аналіз можливих енергозбережних заходів.....	25
2.2.1 Встановлення гібридної сонячної електростанції.....	25
2.2.2 Утеплення зовнішніх стін.....	27

2.2.2	Заміна дерев'яних вікон на металопластикові.....	30
2.3	Висновки за розділом.....	32
3	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	33
3.1	Аналіз можливих небезпечних факторів на об'єкті дослідження та їх розрахунок.....	33
3.2	Висновки за розділом.....	37
	ВИСНОВКИ.....	39
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	40

ВСТУП

У сучасному світі ефективне використання енергетичних ресурсів є не лише питанням економічної доцільності, а й важливим стратегічним викликом. Постійне зростання енергоспоживання, обмеженість природних ресурсів та екологічні загрози змушують людство переглядати усталені підходи до енергетичної політики. Енергетична ефективність сьогодні стає ключовим елементом глобального розвитку, що дозволяє гармонійно поєднувати економічний прогрес і збереження довкілля.

Енергоефективність — ефективне використання енергетичних запасів. Це застосування меншої кількості енергії для підтримання того ж рівня енергетичного забезпечення будівель або технологічних процесів на виробництві. Ця галузь знань перебуває на стику інженерії, економіки, юриспруденції і соціології.

На відміну від енергозбереження, головним чином спрямованого на зменшення енергоспоживання, енергоефективність — доцільне витрачання енергії.[1]

Це забезпечує зменшення фінансових витрат, знижує екологічне навантаження та сприяє досягненню міжнародних стандартів у сфері сталого розвитку.

Однак підвищення енергоефективності не обмежується суто технічними рішеннями. Важливу роль відіграє розвиток відновлюваних джерел енергії, інтеграція інноваційних технологій, таких як "розумні" мережі, системи автоматизації, енергоаудит і енергетичний менеджмент. Це дозволяє забезпечити прозорість енергоспоживання, оперативне виявлення втрат і оптимізацію процесів.

						<i>Лист</i>
						8
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Особливого значення набуває розвиток відновлюваних джерел енергії (ВДЕ), таких як сонячна, вітрова, біоенергетика. Для України використання потенціалу ВДЕ – це не лише шлях до зменшення залежності від викопних енергоресурсів, але й можливість створити нові робочі місця, розвивати регіональну економіку та впливати на екологічну ситуацію. Незважаючи на виклики, пов'язані з високими початковими інвестиціями та недосконалістю нормативно-правової бази, використання ВДЕ стає перспективним вектором енергетичної політики.

Крім того, важливим фактором підвищення енергоефективності є модернізація житлового фонду. Це включає утеплення будівель, впровадження енергоощадних технологій та заохочення використання сучасних енергоефективних приладів. Особливу роль відіграє підвищення обізнаності громадян щодо переваг раціонального використання енергії та простих способів її заощадження.

Ця робота зосереджена на аналізі сучасного стану систем енергозабезпечення України, дослідженні перспектив їх модернізації та впровадженні інноваційних підходів до управління енергоресурсами. Особливу увагу приділено економічним, технічним та соціальним аспектам, які впливають на ефективність використання енергії.

Підвищення енергетичної ефективності – це шлях до формування енергетично незалежної, економічно стабільної та екологічно відповідальної держави. Це завдання, яке виходить за рамки короткострокових вигод і спрямоване на забезпечення стійкого майбутнього для наступних поколінь. Тому дослідження у сфері енергоефективності є важливим внеском у вирішення глобальних і національних енергетичних викликів.

						Лист
						9
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ

1.1. Загальні відомості про об'єкт енергетичного обстеження

Об'єктом енергетичного обстеження є адміністративна будівля ТОВ «Будівельна виробничо-комерційна компанія «Федорченко». Будівля знаходиться за адресою: Тополянська вулиця, 26-1, Суми, Сумська область, 40000, (рисунки 1.1).



Рисунок 1.1 – Адміністративна будівля ТОВ «Федорченко»

Технічну характеристику будівель наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Технічна характеристика будівлі

Призначення будівлі	Навчальний заклад
Рік побудови	1991 рік
Кількість поверхів	2

Площа забудови	314,93
Опалювальна площа	267,69
Опалювальний об'єм будівлі	2141,52
Опалювальний об'єм за зовнішніми обмірами	2462,74

1.2. Опис дійсного стану об'єкта енергетичного обстеження

Загальний стан будівлі адміністративної будівлі є задовільним. Стіни будівель з червоної цегли, товщиною в дві цегли. Наявних пошкоджені стін немає. Зсередини виконана штукатурка. Переkritтя в будівлях – залізобетонне, товщиною 0,22 м. Будівля має горище яке не опалюється. Підлога виконана з залізобетонних плит та цементної стяжки. В будівлі встановлені дерев'яні вікна з двокамерним склопакетом. Навчальний заклад забезпечений штучною вентиляцією та системою кондиціонування.

1.3. Експлуатаційна характеристика систем енергопостачання об'єкта

1.3.1. Система опалення

Теплопостачання в закладі загальної середньої освіти відбувається за рахунок автономної системи теплопостачання, теплоносієм є гаряча вода. Постачальником теплової енергії є ТОВ «Сумитеплоенерго». А також підігрів води відбувається за рахунок твердопаливного котла на 95 кВт, встановленого в окремому приміщенні.

В якості опалювальних приладів використовуються сталеві та біметалеві радіатори. Опалювальні прилади розташовані під вікнами в кожному приміщенні, а також розташовані в коридорах. Доступ до опалювальних приладів необмежений.

1.3.2. Система електропостачання

										Лист
										11
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата						

Основними енергоспоживаючими системами адмінбудівлі є освітлення, безпеки та контролю доступу, електрообладнання та інформаційно-комунікаційне забезпечення.

Систему освітлення складають світлодіодні панелі на 36 Вт.

Постачальником електричної енергії є ТОВ «Сумиобленерго»

1.3.3. Система водопостачання

Адмінбудівля має централізовану систему водопостачання та водовідведення. Постачання здійснюється за допомогою ТОВ «Міськводоканал». Основним споживачем холодної води є працівники. Використана вода потрапляє у систему водовідведення та у мережу каналізації.

1.3.4. Система вентиляції

Адмінбудівлю обладнано механічною системою вентиляції, а також обмін повітря виконується природньо. Видалення повітря відбувається за рахунок вентиляційних каналів, які знаходяться над стелею будівлі. Природня система вентиляції здійснюється за рахунок відкривання вікон та дверей.

1.3.5. Існуючі тарифи на енергоносії

Теплопостачання – 3403,00 грн/Гкал з ПДВ.

Електропостачання – 6,29 грн/кВт·год з ПДВ.

Водопостачання – 21,27 грн/м³

Водовідведення – 22,10 грн/м³

1.4. Опис методів та приладів вимірювання

У сфері енергозбереження та енергоефективності важливу роль відіграють точні вимірювання, які дозволяють аналізувати споживання енергоресурсів, оцінювати ефективність систем енергозабезпечення та визначати шляхи їх модернізації.

						Лист
						12
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Методи вимірювань

1.1. Контактні методи

Контактний підхід передбачає прямий контакт приладу з об'єктом для отримання вимірюваних параметрів. Цей метод є ефективним для таких параметрів, як температура чи вологість. Наприклад, застосування термометрів або термопар забезпечує надійні результати при оцінці теплових характеристик систем.

1.2. Безконтактні методи

Безконтактні методи надають можливість дистанційного вимірювання за допомогою сучасних оптичних та інфрачервоних приладів. Наприклад, тепловізори дозволяють не тільки визначити температуру поверхонь, але й оцінити місця можливих теплових втрат.

1.3. Прямі методи

Прямі вимірювання передбачають отримання даних безпосередньо, без необхідності додаткових обчислень. Наприклад, напруга або струм вимірюються за допомогою мультиметра з високою точністю.

1.4. Непрямі методи

Цей підхід передбачає використання формул та розрахунків для отримання необхідних параметрів на основі попередньо виміряних величин. Наприклад, теплові втрати будівлі можна оцінити через вимірювання температурного градієнта та характеристик матеріалів огорожувальних конструкцій.

При проведенні енергетичного аудиту в адмінбудівлі ТОВ «Федорченко» було використано:

- лазерний далекомір UNI-T (рис. 1.2);

						Лист
						13
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

– пірометр VENETECH (рис. 1.3);

Лазерний далекомір – це пристрій, з якого можна точно визначити відстань до об'єкта з точки випромінювання з допомогою технології лазера.[2]

Він працює на основі відбивання лазерного проміню від поверхні об'єкта та розрахунку часу, що затрачається на проходження променя від далекоміра до об'єкта та назад.

Основна характеристика лазерного далекоміра наведена в таблиці 1.2



Рисунок 1.2 – Лазерний далекомір UNI-T

Таблиця 1.2 – Характеристика приладу [3]

Характеристика	Значення параметру
Діапазон вимірювання	0,05 – 100 м
Точність	$\pm (2 \text{ мм} + 5 \times 10^{-5} D)$
Клас	2
Потужність лазерного випромінювання	< 1 мВт

					Лист
					14
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

Довжина хвилі

630 — 670 нм

Лазерний пірометр — прилад для безконтактного вимірювання температури непрозорих тіл за їхнім випроміненням в оптичному діапазоні спектра. [4]

Він працює на основі принципу вимірювання інфрачервоного випромінювання, яке випромінюється тілом при його нагріванні.

Основна характеристика лазерного пірометра наведена в таблиці 1.3



Рисунок 1.3 – Лазерний пірометр VENETECH

Таблиця 1.3 – Характеристика приладу [5]

Характеристика	Значення параметру
Діапазон вимірювання температури	від -50 °C до +450 °C
Клас	2
Похибка	+/- 1,5%
Вихідна потужність	1 мВт
Спектральна чутливість	Від 8 мкм до 14 мкм

1.5. Аналіз результатів вимірювання

						Лист
						15
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

При проведенні енергетичного аудиту в адміністративній будівлі було використано:

Вимірювання величин проводилося 25.10.2024 року. Температура зовнішнього повітря становила в середньому 12⁰С.

Під час виміру було визначено, що середня температура приміщень склала 20⁰С. За допомогою далекоміра було проведено уточнюючі заміри будівлі.

1.6. Аналіз обсягів споживання енергоресурсів

1.6.1. Аналіз обсягів споживання теплової енергії

Кількість спожитої теплової енергії на період 2022-2024 року наведено у таблиці 1.4 та на рисунку 1.4.

Таблиця 1.4 – Кількість спожитої теплової енергії на період 2022-2023 року

Місяць	Рік		
	2022	2023	2024
	Гкал	Гкал	Гкал
Січень	86,03	-	-
Лютий	63,88	-	-
Березень	31,36	-	-
Квітень	-	-	-
Травень	-	-	-
Червень	-	-	-
Липень	-	-	-
Серпень	-	-	-
Вересень	-	-	-
Жовтень	-	-	-
Листопад	-	-	-
Грудень	-	-	-

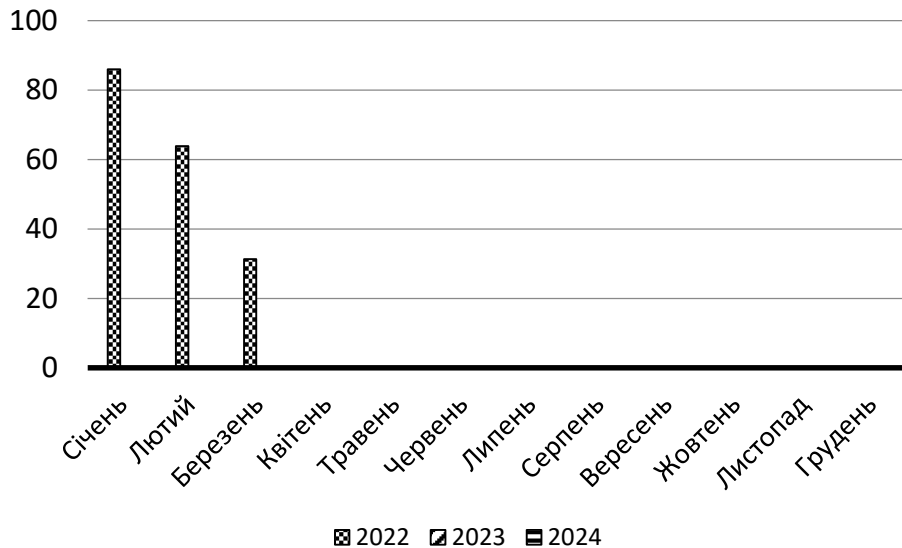


Рисунок 1.4 – Динаміка споживання теплової енергії за 2022-2024 роки

З діаграми видно, що до початку повномасштабного вторгнення РФ на територію України, компанія користувалась послугами постачальника. Потім почала користуватись власним котлом, через що облік теплової енергії не вівся.

1.6.2. Аналіз обсягів споживання електричної енергії

Кількість спожитої електроенергії на період 2022-2024 року наведено у таблиці 1.5 та на рисунку 1.5.

Таблиця 1.5 – Кількість спожитої електроенергії на період 2022-2024 року

Місяць	Рік		
	2022	2023	2024
	кВт·год	кВт·год	кВт·год
Січень	2313	2471	2386
Лютий	1827	2411	2231
Березень	907	1855	1938
Квітень	625	881	998

Травень	571	737	812
Червень	527	662	720
Липень	461	651	642
Серпень	536	661	706
Вересень	552	869	711
Жовтень	2158	2257	-
Листопад	2388	2287	-
Грудень	2312	2361	-

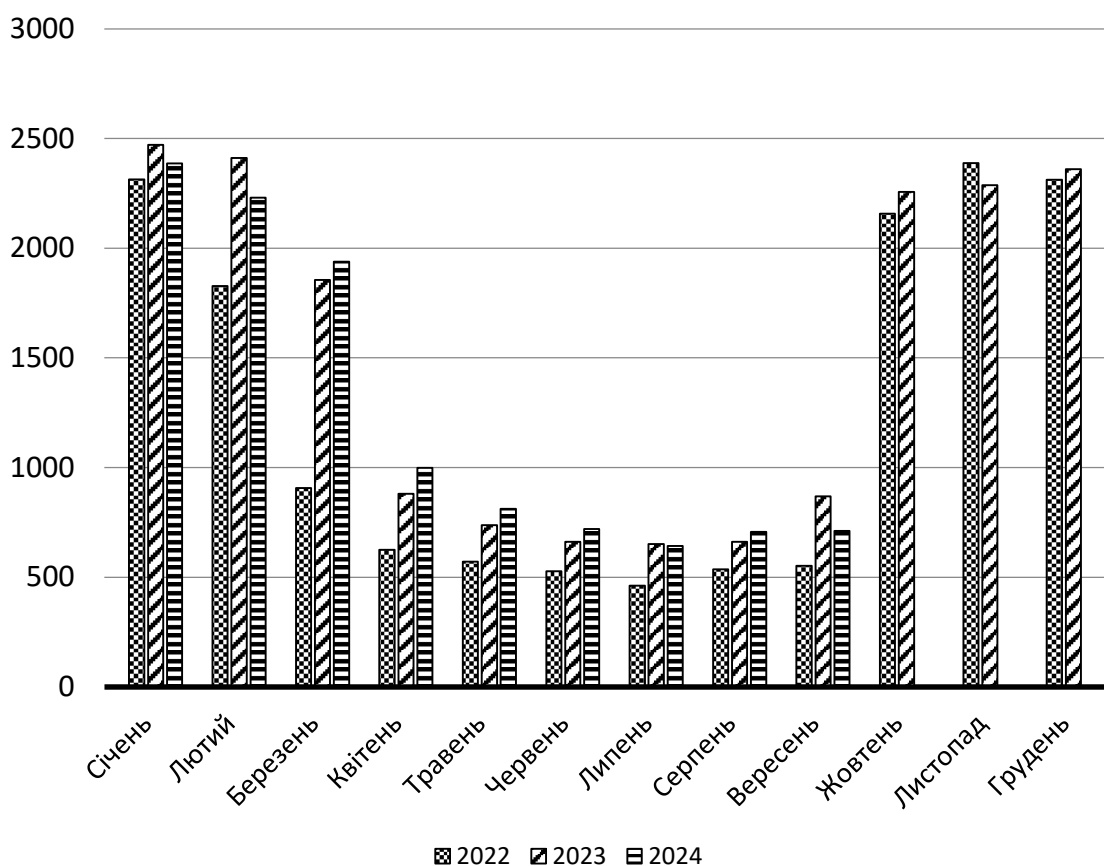


Рисунок 1.5 – Динаміка споживання електричної енергії будівлею за 2022-2024 роки

1.6.3. Аналіз обсягів споживання води

Кількість спожитої вод на період 2022-2024 року наведено у таблиці 1.6 та на рисунку 1.6.

					Лист
					18
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

Таблиця 1.6 – Кількість спожитої води на період 2022-2024 року

Місяць	Рік		
	2022	2023	2024
	м ³	м ³	м ³
Січень	118	66	104
Лютий	89	63	93
Березень	7	81	79
Квітень	16	73	70
Травень	48	89	65
Червень	44	62	58
Липень	39	54	60
Серпень	40	67	68
Вересень	46	80	77
Жовтень	53	99	-
Листопад	61	118	-
Грудень	58	103	-

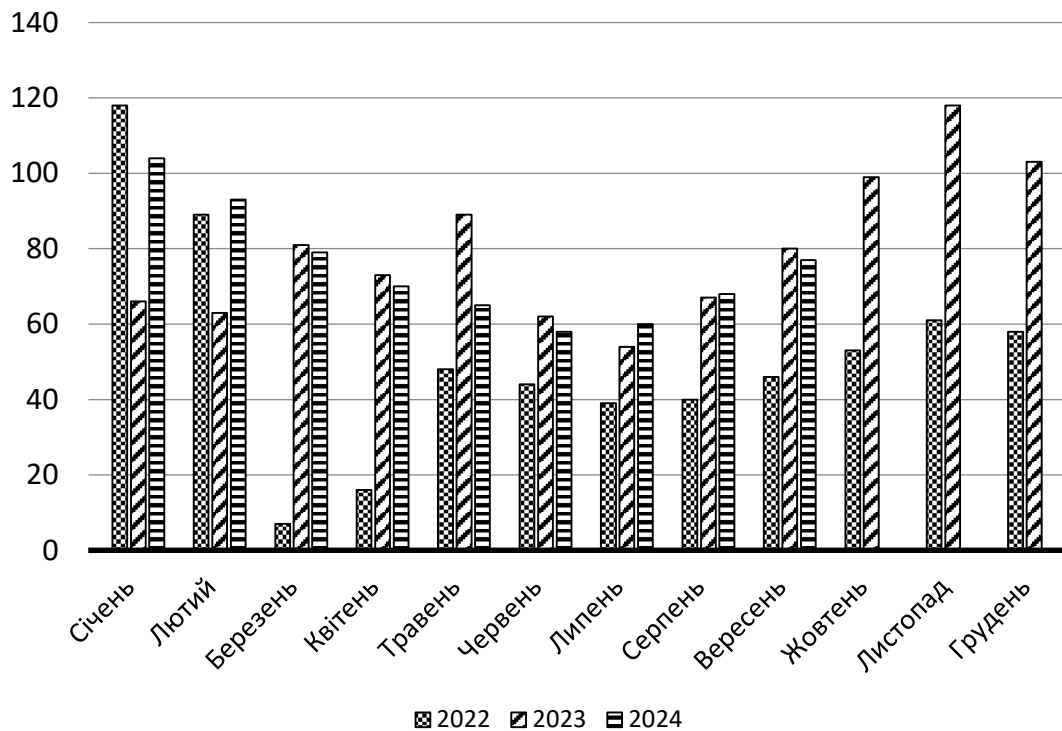


Рисунок 1.6 – Динаміка споживання води будівлею за 2022-2024 роки

1.7. Розрахунковий аналіз показників енергоефективності

Результати розрахунку опору теплопередачі огорожувальних конструкцій будівель закладу, який обстежується, отримані відповідно до методики наданій у документації [6] та представлені у таблиці 1.7.

Таблиця 1.7 – Результати розрахунку опору теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій

№ п/п	Найменування конструктивного елементу	Матеріал шару	Товщина шару, $\delta_i, \text{м}$	Тепло-провідність $\lambda_i, \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$	$R_{\Sigma np}, \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$	$R_{q \min}, \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$
1	Стіни	Цементно-піщана штукатурка	0,03	0,81	1,16	4,0
		Кладка з цегли червоної	0,51	0,53		
2	Горищне покриття	Дошка (дуб)	0,05	0,41	2,65	7,0
		Цементно-піщана штукатурка	0,02	0,87		

		Залізобетонна плита	0,22	1,92		
		Повітряний прошарок	0,05	0,023		
3	Вікна	Дерев'яні з двокамерним склопакетом	–	–	0,6	0,9
4	Підлога 1-го поверху	Залізобетонна плита	0,22	1,92	0,49	5,0
		Цементно-піщана стяжка	0,07	0,81		
		Плитка керамічна	0,01	1,10		

Примітка. * – величина визначена за пропорцією площ стін різних типів виконання.

Отримані результати ($R_{\Sigma пр} \ll R_{q min}$) свідчать про невідповідність дійсного опору теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій нормативним вимогам [7, табл. 1]. Це свідчить про недостатні теплозахисні характеристики огорожувальних конструкцій та вказує на необхідність впровадження енергозберігаючих заходів для підвищення опору теплопередачі.

1.7.1. Розрахунок опору теплопередачі огорожуючих конструкцій

1) Стіни

Червона цегла товщиною 0,51 та теплопровідністю 0,53 Вт/м·К, цементно піщана штукатурка товщиною 0,03 м та теплопровідністю 0,81 Вт/м·К.

$$R_{\Sigma пр}^{ст} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,51}{0,53} + \frac{0,02}{0,87} + \frac{1}{23} = 1,14 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$$

2) Дах

Залізобетонна плита товщиною 0,22 м та теплопровідністю 1,92 Вт/м·К, дошка(дуб) товщиною 0,05 м та теплопровідністю 0,41 Вт/м·К, цементно піщана штукатурка товщиною 0,03 м та теплопровідністю 0,81 Вт/м·К, повітряний прошарок товщиною 0,05 м та теплопровідністю 0,023 Вт/м·К.

						Лист
						21
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$R_{\Sigma \text{пр}}^{\text{ст}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{1,92} + \frac{0,05}{0,41} + \frac{0,03}{0,87} + \frac{0,05}{0,023} + \frac{1}{6} = 2,63 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$$

3) Підлога

Залізобетонна плита товщиною 0,22 м та теплопровідністю 1,92 Вт/м·К, цементно піщана стяжка товщиною 0,07 м та теплопровідністю 0,81 Вт/м·К, лінолеум товщиною 0,005 м та теплопровідністю 0,4 Вт/м·К.

$$R_{\Sigma \text{пр}}^{\text{ст}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{1,92} + \frac{0,07}{0,81} + \frac{0,01}{1,10} + \frac{1}{6} = 0,49 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$$

4) Вікна

Один тип вікон – дерев'яні з двокамерним склопакетом $R_{\Sigma \text{пр}} = 0,6 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$.

1.7.2. Розрахунок теплових витрат огороджуючих конструкцій

1) Теплові витрати через стіни

$$F_{\text{стін}} = 524,7 \text{ м}^2, R_{\text{стін}} = 1,14 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}, t_{\text{в}} = 20, t_{\text{з}} = -25, n = 1$$

$$Q_{\text{ст}} = \frac{524,7}{1,14} \cdot (20 - (-25)) \cdot 1 = 20354,7 \text{ Вт}$$

2) Теплові витрати крізь дах

$$F_{\text{дах}} = 187,38 \text{ м}^2, R_{\text{дах}} = 2,63 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}, t_{\text{в}} = 20, t_{\text{з}} = -25, n = 1$$

$$Q_{\text{дах}} = \frac{187,38}{2,63} \cdot (20 - (-25)) \cdot 1 = 3181,92 \text{ Вт}$$

3) Теплові витрати крізь підлогу

										Лист
										22
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата						

$$F_{\text{підл}} = 187,38 \text{ м}^2, R_{\text{підл}} = 0,49 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}, t_{\text{в}} = 20, t_{\text{з}} = -25, n = 1$$

$$Q_{\text{підл}} = \frac{187,38}{0,49} \cdot (20 - (-25)) \cdot 1 = 17208 \text{ Вт}$$

4) Теплові витрати крізь вікна

$$F_{\text{вік}} = 67,5 \text{ м}^2, R_{\text{вік}} = 0,6 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}, t_{\text{в}} = 20, t_{\text{з}} = -25, n = 1$$

$$Q_{\text{вік}} = \frac{67,5}{0,6} \cdot (20 - (-25)) \cdot 1 = 5062 \text{ Вт}$$

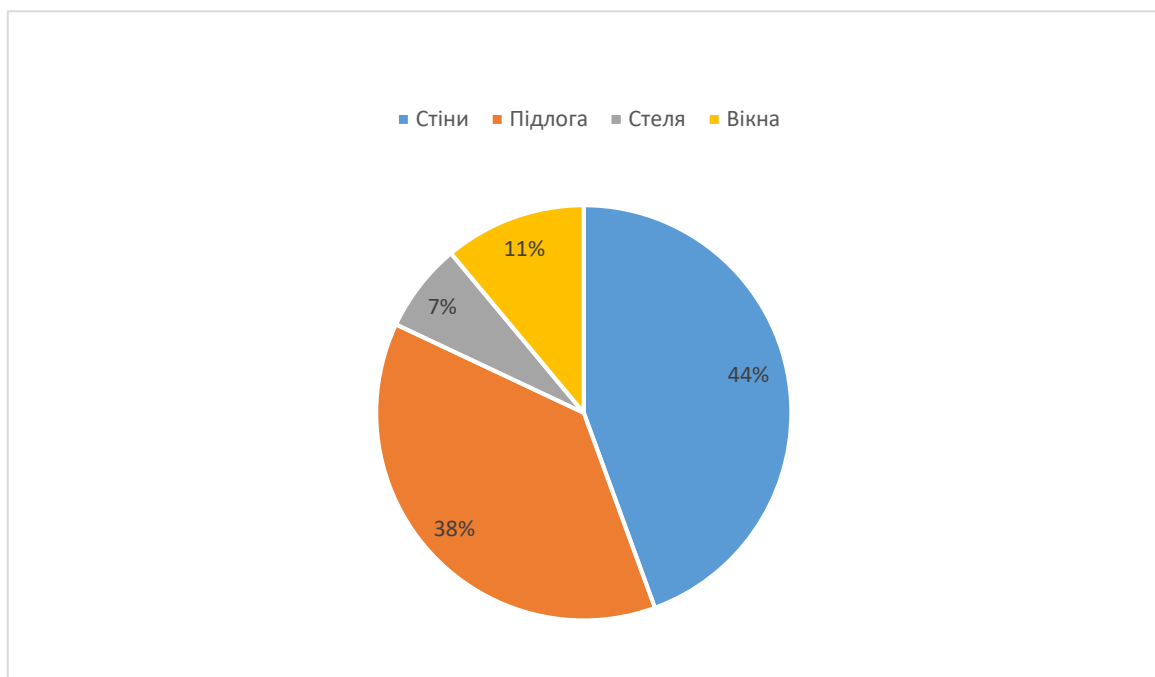


Рисунок 1.7 – Тепловтрати крізь огорожуючі конструкції

1.8. Висновки за розділом

В цьому розділі була представлена загальна інформація об'єкта енергетичного обстеження та проаналізований дійсний стан об'єкта енергетичного обстеження. Також було проаналізовано дані щодо споживання енергоносіїв та води. На основі проведених обчислень визначено поточні показники енергоефективності об'єкта. Вони свідчать про необхідність реалізації заходів для зниження енергоємності та підвищення ефективності

					Лист
					23
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

використання енергоресурсів. Найбільший показник тепловтрат отримали в стінах, він становить 20354,7 Вт.

						Лист
						24
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

2. РОЗРАХУНКОВИЙ АНАЛІЗ МОЖЛИВИХ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНИХ ЗАХОДІВ

2.1. Опис можливих енергозбережних заходів

За результатами проведення енергетичного обстеження було запропоновано такі заходи:

- 1) Встановлення гібридної сонячної електростанції;
- 2) Утеплення зовнішніх стін;
- 3) Заміна дерев'яних вікон на металопластикові;

2.2. Розрахунковий аналіз можливих енергозбережних заходів

2.2.1. Встановлення гібридної сонячної електростанції

Гібридна сонячна електростанція - це електростанція, яка дає можливість отримати все і одразу: зелений тариф, повну автономність та енергонезалежність. Вона поєднує в собі всі переваги автономної та мережевої сонячної електростанції. При такому рішенні є можливість користуватися власною енергією і продавати її надлишки по зеленому тарифу, а в разі її нестачі використовувати зовнішні енергомережі або акумуляторну батарею. [8]

Порахуємо витрату компанії на електроенергію за 2023 рік:

$$Q_{\text{рік}} = 18103 \cdot 6,29 = 113867,87 \text{ грн}$$

Порахуємо середню витрату електроенергії в день:

$$Q_{\text{рік}} = \frac{18103}{365} = 49 \text{ кВт/год}$$

						Лист
						25
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

На підставі даного розрахунку було запропоновано встановити гібридну сонячну електростанцію на 50 кВт.

Щорічна генерація електроенергії буде становити - 57500 кВт/год, а економія за рік становитиме - 361675 грн.[9]

Гібридна сонячна електростанція на 50кВт – комплект, який забезпечить потреби вашого дому вдень та вночі за допомогою використання акумуляторних батарей. [10]

В таблиці 2.1 наведені комплектуючі для впровадження даного заходу.

Таблиця 2.1 – Комплектуючі, їх кількість та ціна.[10]

Товар	Модель	Кількість	Ціна за 1 шт.	Сума
Сонячна панель	Сонячна панель Longi Solar LR5-72HTH-585M, (580Вт, монокристал, ККД 22.6%, 9BB, Half-Cell, PERC, 25 років гарантії)	88 шт.	110\$	9680\$
Гібридний інвертор	Гібридний інвертор Deye SUN-50K-SG01HP3-EU-BM4, 50кВт, 4 MPPT трекеери по 2 стрінги	1 шт.	6000 \$	6000\$
Контролер акумулятора	BMS Контролер Deye Bos-G 120-750Vdc (BMS+Base+3cables), гарантія 10 років	1 шт.	950\$	950\$
Акумуляторна батарея	Акумуляторний модуль високовольтний LiFePo4 Deye Bos-G5 потужністю 5.12кВт·год (60 00 циклів заряду - розряду, 10 років гарантії)	10 шт.	1250 \$	12500 \$

Система кріплення алюмінієвого профілю	Алюмінієва рейка, з'єднувач, шпилька, болт Т-подібний із гайкою, прижими	88 шт.	29\$	2552\$
Електрофурнітура	Набір конекторів MC4, кабель сонячний (TOP Cable, 6mm), щитова 24 позиційна, автомат 50А, перемички, стяжки, гофри, наконечники, ОПН	1 шт.	1200 \$	1200\$
Монтажні та пуско-налагоджувальні роботи	Робота по встановленню та запуску сонячної електростанції "під ключ"	1 шт.	3900 \$	3900\$
Всього				36782 \$

Знаходження простого терміну окупності даного заходу:

$$Q_d = \frac{1544844,25}{361675} = 4,2 \text{ роки}$$

2.2.2. Утеплення зовнішніх стін

Зовнішнє утеплення стін є одним із найефективніших способів підвищення енергоефективності будівель. Утеплення фасаду допомагає скоротити витрати на опалення в холодну пору року та кондиціювання у спеку, а також покращує мікроклімат усередині приміщень. Вибір правильного утеплювача для зовнішніх стінок відіграє ключову роль у забезпеченні комфорту та довговічності конструкції. Розглянемо основні види утеплювачів та їх особливості..

						Лист
						27
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Мінеральна вата є одним із найпопулярніших матеріалів для утеплення фасадів. Вона має хороші теплоізоляційні властивості, вогнестійкість і паропроникність, що допомагає "дихати" стінам.[11]

- Переваги: високі теплоізоляційні характеристики, хороша звукоізоляція, стійкість до вогню.
- Недоліки: вимагає додаткового захисту від вологи, оскільки з часом може втрачати теплоізоляційні властивості при намоканні.[11]

Товщина теплоізоляційного шару необхідного для кожного корпусу:

$$\delta_{\text{ут}} = [4 - 1,14] \cdot 0,04 = 0,1\text{м}$$

Ефект з економії теплової енергії спожитої будівлею за опалювальний період:

$$Q_{\text{стн}}^{\text{Ек.рік}} = 524,7 \cdot \left(\frac{1}{1,14} - \frac{1}{4} \right) \cdot (20 - (-1)) \cdot 183 \cdot 24 \cdot 8,6 \cdot 10^{-7} = 26,1 \text{ Гкал}$$

Економія споживання теплоти за рік у відсотковому співвідношенні:

$$\Delta Q_{\text{стн}}^{\text{Ек.рік}} = \frac{26,1 \cdot 100}{47,78} = 54\%$$

Скорегована економія тепла від базового рівня:

$$Q_{\text{стн}}^{\text{Ек.рік}} = \frac{117,37 \cdot 54\%}{100} = 63,37 \text{ Гкал}$$

Вартісна оцінка зекономленої енергії за рік:

						Лист
						28
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$E = 63,37 \cdot \frac{3403,00}{1000} = 215,64 \text{ тис грн.}$$

Також у вартість теплоізоляційного матеріалу входять додаткові складові, то приблизні затрати на них наведено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Додаткові складові, їх вартість та кількість [12, 13, 14, 15, 16, 17]

Матеріал	Одиниця виміру	Кількість	Ціна за 1 м ² , грн
Мінеральна вата	м ²	0,16 уп.	132,7 грн
Суміш для приклеювання	кг	6 кг	51,6 грн
Сітка армована штукатурна	г	160 г	146,3
Дюбель із цвяхом	шт	5 шт	5,6 грн
Штукатурка гіпсова	кг	1,9 кг	24,45 грн
Загальні витрати на 1 м ²			360,75 грн

Капіталовкладення на впровадження даного заходу:

$$K_{\text{суп}} = 524,7 \cdot 603 = 316\,394 \text{ грн [19]}$$

де, 524,7 – загальна площа стін;

603 – середня ціна за встановлення 1 м² утеплювача.

$$K_{\text{осн}} = 524,7 \cdot 360,75 = 189\,285,5 \text{ грн}$$

						Лист
						29
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_{\text{зах}} = 316\,394 + 189\,285,5 = 505\,679,5 \text{ грн}$$

Знаходження простого терміну окупності даного заходу:

$$Q_{\text{д}} = \frac{505\,679,5}{215\,640} = 2,3 \text{ роки}$$

2.2.3. Заміна дерев'яних вікон на металопластикові

Заміна дерев'яних вікон на металопластикові — це популярне рішення, яке дозволяє поліпшити теплоізоляцію, звукоізоляцію та зменшити витрати на енергоспоживання.

Виходячи з цього, варто замислитись над підвищенням енергозберігаючих властивостей склопакету. Це можна зробити за рахунок використання сучасних рішень конструкції склопакету. Одне з перших рішень — збільшення товщини склопакетів за рахунок кількості камер. Двокамерні склопакети є більш енергоефективними за рахунок формування двох незалежних теплоізоляційних шарів (камер) а також товщини повітряного прошарку. [18]

Теплові витрати крізь вікна становлять 5062 Вт, тому було запропоновано рішення замінити дерев'яні вікна на нові металопластикові з теплопровідністю $0,85 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$

Розрахуємо теплові витрати крізь нові металопластикові вікна:

$$F_{\text{вік}} = 67,5 \text{ м}^2, R_{\text{вік}} = 0,85 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}, t_{\text{в}} = 20, t_{\text{з}} = -25, n = 1$$

$$Q_{\text{вік}} = \frac{67,5}{0,85} \cdot (20 - (-25)) \cdot 1 = 3573 \text{ Вт}$$

Різниця між втратами становить:

					Лист
					30
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

$$\frac{5062}{3573} = 1,4 \text{ рази}$$

Ефект з економії теплової енергії спожитої будівлею за опалювальний період:

$$Q_{\text{стн}}^{\text{Ек.рік}} = 67,5 \cdot \left(\frac{1}{0,85} - \frac{1}{0,9} \right) \cdot (20 - (-1)) \cdot 183 \cdot 24 \cdot 8,6 \cdot 10^{-7} = 12 \text{ Гкал}$$

Економія споживання теплоти за рік у відсотковому співвідношенні:

$$\Delta Q_{\text{стн}}^{\text{Ек.рік}} = \frac{1,2 \cdot 100}{47,78} = 25\%$$

Скорегована економія тепла від базового рівня:

$$Q_{\text{стн}}^{\text{Ек.рік}} = \frac{117,37 \cdot 25\%}{100} = 14 \text{ Гкал}$$

Вартісна оцінка зекономленої енергії за рік:

$$E = 14 \cdot \frac{3403,00}{1000} = 47,6 \text{ тис грн.}$$

В таблиці 2.3 наведені затрати на введення даного енергозбережного заходу.

Таблиця 2.3 - Додаткові складові, їх вартість та кількість [19, 20]

Назва вікна	Кількість, шт	Ціна за одне вікно, грн
Вікно металопластикове WDS 5S	36 шт	6125 грн
Витрати за монтаж вікон, грн на 1 м ²		300 грн

						Лист
						31
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Капіталовкладення на впровадження даного заходу:

$$K_{\text{суп}} = 67,5 \cdot 300 = 20250 \text{ грн [19]}$$

де, 67,5 – загальна площа вікон;

300 – середня ціна за монтаж 1 м².

$$K_{\text{осн}} = 36 \cdot 6125 = 220500 \text{ грн}$$

$$K_{\text{зах}} = 20250 + 220500 = 240750 \text{ грн}$$

Знаходження простого терміну окупності даного заходу:

$$Q_{\text{д}} = \frac{240750}{47600} = 5 \text{ років}$$

2.3. Висновки за розділом

У результаті проведеного техніко-економічного аналізу енергозберігаючих заходів, було запропоновано:

- впровадження системи моніторингу споживання теплової енергії;
- утеплення зовнішніх стін закладу;
- заміна ламп розжарювання та люмінесцентних на більш ошадні світлодіодні; утеплення даху.

Також було розраховано вартісну оцінку економії енергії, витрати на впроваджені енергозберігаючі заходи та їх терміни окупності.

									<i>Лист</i>
									32
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>					

3. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Охорона праці - це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності.[21]

Основні принципи охорони праці:

1. Пріоритет життя і здоров'я працівників над економічними інтересами. Безпека працівника завжди повинна стояти на першому місці.
2. Попередження небезпек. Основна увага приділяється профілактиці ризиків, тобто виявленню та усуненню потенційних загроз до їх виникнення.
3. Системність. Охорона праці — це комплексний процес, що включає організаційні, технічні, санітарно-гігієнічні, соціально-економічні заходи.
4. Відповідальність роботодавця. Керівник підприємства чи організації відповідає за створення безпечних умов праці.
5. Участь працівників. Працівники також повинні активно брати участь у забезпеченні безпеки, дотримуючись інструкцій та правил.

3.1 Аналіз можливих небезпечних факторів на об'єкті дослідження та їх розрахунок

Об'єктом дослідження є двоповерхова офісна будівля площею 314,93 м². В офісі працює персонал із різними функціональними обов'язками: адміністративні працівники, ІТ-фахівці, технічні працівники. Аналіз небезпечних факторів для цього об'єкта враховує його характеристики, види обладнання та умови праці.

1. Фізичні небезпеки

1.1. Пожежна безпека

						Лист
						33
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Основні ризики пожежі в офісі пов'язані з електронною технікою, легкозаймистими матеріалами (папір, меблі), а також помилками в експлуатації електроприладів.

Розрахунок пожежного навантаження

Розрахунок щільності пожежного навантаження (q) дозволяє оцінити ступінь пожежної небезпеки:

$$\frac{\sum Q_i \cdot m_i}{S}$$

де:

Q_i — теплота згоряння матеріалу i , МДж/кг;

m_i — маса матеріалу i , кг;

S — площа приміщення, м².

Приклад:

У кімнаті площею 18 м² знаходиться 50 кг паперу ($Q_{\text{папір}}=17$ МДж/кг) і меблі масою 100 кг ($Q_{\text{дерево}}=12$ Дж/кг):

$$q = \frac{(17 \cdot 50) + (12 \cdot 100)}{18} = 113 \text{ МДж/м}^2$$

Значення менше 300 МДж/м² свідчить про відносно низький ризик, але вразливі місця все одно потребують уваги.

Заходи безпеки:

- Обладнати приміщення протипожежними системами (сигналізація, вогнегасники).
- Розробити план евакуації.
- Виконувати регулярну перевірку електроприладів.

					Лист
					34
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

1.2. Електробезпека

Робота з комп'ютерами, принтерами та іншою технікою створює ризик ураження струмом через несправність обладнання чи пошкодження проводки.

Оцінка струму короткого замикання:

$$I_k = \frac{U}{R_i \cdot R_{зем}}$$

де: $U=220$ В— напруга мережі;

R_i — опір ізоляції (1000 Ом);

$R_{зем}$ — опір заземлення (10 Ом).

Приклад:

$$I_k = \frac{220}{1000+10} = 0,22 \text{ А.}$$

Цей рівень безпечний, але при несправностях показник може зрости. Тому необхідні регулярні перевірки стану ізоляції та використання пристроїв захисного відключення (ПЗВ).

1.3. Механічні небезпеки

Ризики механічного травматизму в офісі пов'язані з:

- Падінням предметів (шафи, техніка).
- Травмами через ковзання на підлозі.
- Спотикання через неправильно розташовані дроти.

Профілактичні заходи:

- Закріплення меблів.
- Регулярна перевірка стану підлогового покриття.

					Лист
					35
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

- Організація кабель-менеджменту.

2. Умови праці: освітлення та температура

Освітлення

Рівень освітленості має відповідати нормам (300–500 люкс для робочих місць).

Розрахунок освітленості:

$$F = \frac{\Phi \cdot \eta}{S},$$

де: Φ — світловий потік ламп (4000 люмен на лампу);

$\eta = 0,7$ — коефіцієнт використання світла;

$S = 18 \text{ м}^2$ — площа кімнати.

Приклад:

В кімнаті встановлено 2 лампи:

$$E = \frac{4000 \cdot 2 \cdot 0,7}{18} = 311,1 \text{ люкс.}$$

Цього цілком достатньо для офісу.

Температура

Рекомендована температура: 18–26°C. Неefективна вентиляція або кондиціонування можуть створювати тепловий стрес.

					Лист
					36
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

3. Ергономічні ризики

Тривала робота за комп'ютером призводить до навантаження на опорно-руховий апарат, очі та загальну втому.

Оптимальні параметри:

- Висота столу: 70–75 см.
- Монітор на рівні очей (відстань 50–70 см).
- Перерви кожні 2 години роботи.

Профілактика:

- Облаштування комфортного робочого місця.
- Встановлення меблів, що регулюються.
- Використання анатомічних крісел.

4. Психосоціальні фактори

Стресові ситуації можуть виникати через перевантаження, конфлікти або недостатнє освітлення.

Методи оцінки:

- Проведення анкетування персоналу.
- Вимірювання рівня продуктивності $P = W_f/W_m$, де W_f — фактична продуктивність, W_m — максимальна можлива.

Рекомендації:

- Організація зон відпочинку.
- Проведення тренінгів зі стресостійкості.
- Забезпечення психологічної підтримки працівників.

3.2 Висновки за розділом

					Лист
					37
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

Аналіз небезпечних факторів для офісної будівлі показав, що основними ризиками є пожежі, несправності електроприладів, механічні небезпеки, а також ергономічні та психосоціальні фактори. Для забезпечення безпеки необхідно:

- Регулярно проводити технічні перевірки.
- Підтримувати оптимальні умови праці.
- Навчати персонал основам охорони праці та безпеки.

Ці заходи дозволять мінімізувати ризики, створивши комфортне та безпечне робоче середовище.

						<i>Лист</i>
						38
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

ВИСНОВКИ

У рамках кваліфікаційної роботи магістра було проведено комплексне енергетичне обстеження адміністративної будівлі що знаходиться за адресою: Тополянська вулиця, 26-1, Суми, Сумська область, 40000. Під час обстеження зібрано та проаналізовано загальну інформацію про об'єкт, визначено фактичний стан огорожуючих конструкцій, досліджено системи енергопостачання та їх реальне енергоспоживання. Для забезпечення точності досліджень було використано сучасні вимірювальні прилади, такі як лазерний далекомір та пірометр.

На основі отриманих даних запропоновано та прораховано енергозберігаючі заходи, спрямовані на зниження енергоспоживання будівлі. Для кожного заходу розраховано термін окупності, що дозволяє оцінити економічну доцільність впровадження запропонованих рішень.

Окрім цього, було проведено аналіз небезпечних і шкідливих факторів, які можуть впливати на об'єкт дослідження. Розраховані показники факторів небезпеки дозволили оцінити ризики для забезпечення безпеки персоналу та експлуатації будівлі.

Результати роботи мають практичне значення та можуть бути використані для підвищення енергоефективності, оптимізації витрат на енергоспоживання, а також забезпечення безпечної експлуатації об'єкта.

						Лист
						39
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Енергоефективність [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%BE%D0%B5%D1%84%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C>.

2. Як працює лазерний далекомір і де використовується [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://glushitel.zp.ua/ua/kak-rabotaet-lazerniy-dalnomer.html>.

3. Цифровий дальномір UNI-T LM100-I [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://uni-t.ua/ru/catalog/laser-distance-meter-uni-t-lm100-i/>.

4. Пірометр [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%96%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80>.

5. Інфрарчервоний пірометр з лазерним покажчиком Venetech GM300 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://mpr-kip.com/ua/p463860984-pirometr-infrakrasnyj-lazernym.html>.

6. ДСТУ Б В.2.6-189:2013 Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель. – К. : Мінрегіон України, 2014. – 51 с.

7. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. – К. : Міністерство розвитку громад та територій України, 2022. – 27 с.

8. Сонячні електростанції під ключ [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://insolenergy.com.ua/sonyachni-elektrostantsii/?gad_source=1&gclid=Cj0KCQiAx9q6BhCDARIsACwUxu4HW6zyrxuCqC-BiRyBGnr8auVwIL_WWdQFgWCMу-0NeuK_8ao1O5MaAIYCEALw_wcB.

9. Сонячна електростанція для підприємства [Електронний ресурс] – Режим доступу:

https://alteco.in.ua/ua/soniachna-elektrostantsiia-dlia-biznesu?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=stancii-

						Лист
						40
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

kvt&gad_source=1&gclid=Cj0KCQiAx9q6BhCDARIsACwUxu4Lw9h4xVyNyj5R Uk_Eo_PDectJ364_sB98GzwpWapAIP4evaVhF0aAqapEALw_wcB.

10. Гібридна сонячна станція на 50 кВт [Електронний ресурс] – Режим доступу:

https://sun-energy.com.ua/solar-power/solar-power-plants/gibrid_premym_50?srsltid=AfmBOopPLel6Nc1Le-sArCqztnmI0KNFCu6yacOmntGRX4PE-r8WQnFq.

11. Утеплювач для зовнішніх стін: що важливо знати? [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://pl2t.com/uk/blog/post/utepluvac-dla-zovnisnih-stin-so-vazlivo-znati/>.

12. Мінеральна вата [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://stroykan.com.ua/uk/mineralna-vata-50-mm-knauf-insulation-ekoboard-12-2-m2>.

13. Клей для приклеювання [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://stroykan.com.ua/uk/230-sumish-dlya-prikleyuvannya-mineralnoyi-vati-25kg>.

14. Сітка склотканина жовтогаряча фасадна армована штукатурна [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://hoz-misto.com.ua/ua/p1869295017-sitka-sklotkaninna-zhovtogaryacha.html?source=merchant_center&gad_source=1&gclid=Cj0KCQiApNW6BhD5ARIsACmEbkUSJKeUlrWoc4RAsMroddJlaygSRWLaSgJCUTjyiATnofTJN7ZQCbQaAhy8EALw_wcB.

15. Дюбель термоізоляційний із пластиковим цвяхом [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://stroykan.com.ua/uk/dyubel-termoizolyacijnij-iz-plastikovim-cvyahom-10*110-mm-100-sht.

16. Штукатурка Ротбанд Кнауф гіпсова [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://stroykan.com.ua/uk/shtukaturka-knauf-rotband-gipsova-universalna-25-kg>.

17. Фасадні роботи [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.rabotniki.ua/uk/fasadnye-raboty>.

18. Опір теплопередачі – важлива характеристика вікна [Електронний ресурс] – Режим доступу:

						Лист
						41
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

<https://vikna-epsilon.com/articles/opir-teploperedachi-vazhliva-harakteristika-vikna>.

19. Вікно металопластикове поворотно-відкидне [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://rozetka.com.ua/ua/462645604/p462645604/>.

20. Встановлення вікон [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://zahid-resurs.com/uk/poslugi/vstanovlennyamontazh-vikon>.

21. Охорона праці [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text>

						Лист
						42
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		