

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

Недасько Андрій Сергійович

Підвищення енергоефективності будівлі ДНЗ № 24 "Оленка" СМР  
впровадженням смарт-заходів з використанням можливостей сучасних  
технологій альтернативної енергетики

Кваліфікаційна робота магістра  
зі спеціальності 144 «Теплоенергетика»  
(Енергетичний менеджмент)

*В роботі не виявлено текстових,  
ілюстративних та інших запозичень  
без коректного на них посилання*

Керівник роботи: \_\_\_\_\_  
(підпис)

Сотник М.І.

\_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я, по батькові)

д. т. каф. ПГМ

\_\_\_\_\_  
(наукове звання та наукова ступінь)

Суми – 2022

Сумський державний університет

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри \_\_\_\_\_

«    » \_\_\_\_\_ 20\_\_р.

## ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА

Здобувача \_\_\_\_\_ Недатько Андрій Сергійович  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи: Підвищення енергоефективності будівлі ДНЗ № 24 "Оленка" СМР впровадженням смарт-заходів з використанням можливостей сучасних технологій альтернативної енергетики

затверджена наказом по університету № \_\_\_\_\_ від «    » \_\_\_\_\_ 2022 р

2 Термін здачі студентом закінченої роботи – до 21.12.2022 р

3 Вихідні дані до кваліфікаційної роботи: Результати аналітичного вивчення інформації щодо актуальності проведення розрахункових робіт за темою магістерської роботи

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

Вступ (актуальність, задачі та мета виконаної роботи).

Розділ 1 – Характеристика об'єкта енергетичного обстеження (дані про об'єкт дослідження; характеристика систем постачання енергоресурсів, їх обліку; існуючі тарифи висновки за розділом).

Розділ 2 – Інструментальне обстеження (загальний опис методів та результатів вимірювання; висновки).

Розділ 3 – Комплексний аналіз рівня енергоефективності об'єкта енергетичного обстеження (розбір об'ємів та ефективності енергоспоживання; порівняння показників з нормами, висновки)

Розділ 4 – Розрахунковий аналіз показників енергоефективності (принцип розрахунків тепловтрат та теплонадходжень; аналіз даних; висновки).

Розділ 5 – Заходи з енергозбереження (перелік рекомендованих заходів для зменшення споживання енергоресурсів).

Розділ 6 – 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.**

5 Консультанти кваліфікаційної роботи, із зазначенням розділів проекту

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях			

6 Дата видачі завдання 07.11.2022 р

*Керівник*

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_

(підпис)

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

Пор. №	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Проходження переддипломної практики	з 07.11 до 04.12.2022	
2	Захист переддипломної практики	до 08.12.2022	
3	Виконання 1-го розділу	до 21.11.2022	
4	Виконання 2-го розділу	до 05.12.2022	
5	Виконання 3-го розділу	до 18.12.2022	
6	Представлення виконаної роботи	до 21.12.2022	
7	Проходження перевірки на плагіат	до 22.12.2022	
8	Проведення захисту роботи	з 22.12 до 28.12.2022	
9			
10			

*Студент-магістр*

\_\_\_\_\_  
(підпис)

*Керівник випускної роботи*

\_\_\_\_\_  
(підпис)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 70 с., 6 рисунків, 15 таблиць, 3 додатки, 32 літературних джерела.

*Мета роботи:* проведення енергетичного обстеження будівлі ДНЗ № 24 "Оленка" СМР для подальшого підвищення енергоефективності будівлі з урахуванням впровадження елементів альтернативної енергетики зважаючи на наявний стан стін зовнішніх огорожувальних конструкцій, розрахунку тепловтрат та аналізу використання енерго- та теплоспоживання.

Відповідно до поставленої мети були вирішені такі завдання:

- виявлення реального стану огорожуючих конструкцій будівлі з застосуванням тепловізійного обладнання;
- аналіз системи постачання та використання паливно-енергетичних ресурсів;
- знаходження потенційних напрямків з впровадження енергозберіжних заходів;
- фінансовий аналіз впроваджень заходів з енергозбереження.

*Предметом дослідження* є система енергопостачання та енергоспоживання будівлі ДНЗ № 24 "Оленка" СМР.

*Об'єктом дослідження* є будівля дитячого закладу та її система енергозабезпечення.

*Ключові слова:* енергетичне обстеження, лічильник, енергозбереження, енергоаудит, теплові втрати, теплонадходження, енергозбереження, тепловий баланс, енергозберіжні заходи, тепловізор, модернізація.

*Тема роботи: «Підвищення енергоефективності будівлі ДНЗ № 24 "Оленка" СМР впровадженням смарт-заходів з використанням можливостей сучасних технологій альтернативної енергетики»*

## ЗМІСТ

### ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА

#### РЕФЕРАТ

1	ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ.....	9
1.1	Загальні відомості про об'єкт енергетичного обстеження .....	9
1.2	Опис дійсного стану об'єкта енергетичного обстеження.....	9
1.3	Обстеження енергетичних систем і системи водопостачання об'єкта ....	10
1.3.1	Система тепlopостачання.....	10
1.3.2	Система електропостачання.....	10
1.3.3	Система водопостачання та водовідведення.....	10
1.3.4	Система обліку споживання енергоносіїв .....	11
1.3.5	Існуючі тарифи на енергоносії та воду .....	11
1.4	Аналіз споживання енергоносіїв та води .....	11
1.5	Розрахунковий аналіз показників енергоефективності.....	13
1.5.1	Визначення питомих величин рівня енергоефективності.....	13
2.	ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ УМОВ ЗАПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНИХ ЗАХОДІВ.....	15
2.1	Розрахунковий аналіз стану огорожувальних конструкцій.....	15
2.2	Розрахунок теплової потужності системи тепlopостачання будівлі .....	16
2.3	Теплові втрати через огорожувальні конструкції.....	18
2.4	Визначення базового рівня енергоспоживання системою тепlopостачання об'єкту.....	21
2.5	Розрахунковий аналіз можливих енергозберіжних заходів.....	25
2.5.1	Встановлення сонячної електростанції.....	25
2.5.2	Побудова та створення системи моніторингу теплоспоживання.....	29
2.5.3	Утеплення стін.....	31
2.5.4	Заміна ламп розжарювання на більш енергоефективні.....	36

3. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	38
3.1 Характеристика досліджуваного об'єкту.....	38
3.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії .....	38
3.2.1 Мікроклімат робочої зони .....	38
3.2.2 Освітлення робочої зони.....	40
3.2.3 Віброакустичні коливання робочої зони.....	40
ВИСНОВКИ.....	42
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	43
ДОДАТОК А - .....	45
ДОДАТОК Б - .....	46
ДОДАТОК Б - .....	47
ДОДАТОК Г - .....	48



## ВСТУП

Енергоаудит або енергетичне обстеження - це обстеження, які проводяться компаніями в різних галузях, окремих підприємств і будівлях з точки зору споживання енергії. Енергоаудит призначений для впровадження механізмів підвищення ефективності та системи енергоменеджменту усіх закладів. Енергетичний аудит проводять незалежні особи (енергоаудитори) або ж фірми, які уповноважені на це господарськими об'єктами. Він може проводитися за ініціативою суб'єктів, а також у випадках, передбачених законодавством [28-30].

Об'єктом енергетичного аудиту є Сумський санаторний дошкільний навчальний заклад (ясла-садок) № 24 «Оленка» СМР, що знаходиться за адресою вул. Пушкіна, 49А, м. Суми, Сумська область, 40000.

Метою проведення цього енергетичного аудиту є проведення енергетичного обстеження будівлі ДНЗ № 24 "Оленка" СМР для подальшого підвищення енергоефективності будівлі з урахуванням впровадження елементів альтернативної енергетики зважаючи на наявний стан стін зовнішніх огорожувальних конструкцій, розрахунку тепловтрат та аналізу використання енерго- та теплоспоживання.

# **1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ**

## **1.1 Загальні відомості про об'єкт енергетичного обстеження**

Сумський санаторний дошкільний навчальний заклад (ясла-садок) № 24 «Оленка» підпорядковується Управлінню освіти і науки Сумської міської ради та повністю утримується за рахунок коштів місцевого бюджету. Будівля розташована за адресою: вул. Пушкіна, 49А, м. Суми, Сумська область, 40000.

У закладі працює 27 працівників та виховується 58 дітей. Будівля Сумського ДНЗ №24 площею забудови 375,92 м<sup>2</sup> складається з двох поверхів та підвального приміщення. Висота будівлі ДНЗ - 6,25 м, опалювальна площа – 599,7 м<sup>2</sup>, опалювальний об'єм закладу – 1799,1 м<sup>3</sup>

У закладі встановлений п'ятиденний робочий тиждень. Режим роботи закладу з 7<sup>00</sup> години до 19<sup>00</sup> години, вихідними днями є субота та неділя.

## **1.2 Опис дійсного стану об'єкта енергетичного обстеження**

Загальний стан будівлі дошкільного навчального закладу в цілому є задовільним. Стіни будівлі не мають явних пошкоджень, старі дерев'яні вікна замінені на металопластикові з однокамерним склопакетом. Загальнообмінна вентиляція будівлі є природньою, здійснюється у приміщеннях лише за наявності нещільності в огорожувальних конструкціях (вікон) та відкриванню дверей, через це відбувається втрата великої кількості корисної теплоти під час відкриття вікон в будівлі.

Через відсутність утеплених перекриттів (покрівлі та стелі) у закладі деякі приміщення верхнього поверху мають значно нижчі температури порівняно з приміщеннями першого поверху та не відповідають нормативним показникам.

Магістральні трубопроводи теплопостачання до будівлі прокладені під землею та під'єднуються в тепловому пункті до головних подавальних трубопроводів закладу. Ввід теплової мережі передбачений до теплового пункту, розміщеного у підвальному приміщенні (див. Додаток А) де є вільний доступ обслуговуючого персоналу до приладів тепlopункту, наявне освітлення, та відповідає вимогам Правил технічної експлуатації тепловикористовуючих устаткувань і теплових мереж. Трубопроводи тепломережі і деталі вузла обліку теплової енергії закладу сталеві, неповністю ізольовані.

Система теплової мережі будівлі двотрубна з нижньою розводкою; за напрямом з'єднання опалювальних приладів – горизонтальна.

В якості опалювальних приладів використовуються конвективні чавунні секційні радіатори типу МС-140. Опалювальні прилади розташовані під вікнами в кожному приміщенні. Доступ до опалювальних приладів необмежений.

Заклад щомісячно отримує акт прийому-передачі теплової енергії та рахунок за спожиту теплову енергію. Оплата за спожиту теплову енергію здійснюється у наступному за розрахунковим місяці.

Основними завданнями персоналу, що обслуговує теплопункт є:

- нагляд за технічним станом устаткування, його роботою;
- зняття показань лічильника;
- спостереження за параметрами теплоносія з метою забезпечення надійного і якісного теплопостачання, раціонального використання енергії.

### **1.3 Обстеження енергетичних систем і системи водопостачання об'єкта**

Основними технічними системами, що забезпечують функціонування будівлі закладу, являються системи теплопостачання, електропостачання, водопостачання, та система водовідведення (каналізації).

#### **1.3.1 Система теплопостачання**

Теплопостачання будівлі ДНЗ № 24 здійснюється централізовано згідно чинного договору про надання послуг з централізованого опалення, укладеного з ТОВ «Сумитеплоенерго».

Система теплової мережі дошкільного навчального закладу двотрубна з нижньою розводкою; за напрямом з'єднання опалювальних приладів – горизонтальна.

#### **1.3.2 Система електропостачання**

Електропостачання будівлі ДНЗ № 24 здійснюється централізовано згідно чинного договору про надання послуг з електропостачання, укладеного з ТОВ «Енера-Суми», та розподілу й транспортування з ТОВ «Сумиобленерго».

Облік споживання електричної енергії на потреби будівлі закладу здійснюється двома лічильниками NIK-2301 АПЗ. Облік реактивної енергії не ведеться.

#### **1.3.3 Система водопостачання та водовідведення**

Водопостачання та водовідведення будівлі Сумського ДНЗ №24 відбувається згідно чинного договору, укладеного з КП «Міськводоканал» СМР. Основними споживачами холодної води є працівники та вихованці дошкільного навчального закладу. Блік здійснюється лічильником холодної води M-NQn 10.

### **1.3.4 Система обліку споживання енергоносіїв**

У вузлу обліку теплової енергії за технічними умовами передбачено встановлення лічильника тепла LQM-III-FAUN марки АРАТОР, який є у наявності.

Всі засоби обліку спожитих енергоресурсів та води закладу визнано придатними до застосування на підставі результатів проведених повірок.

Дата останньої повірки лічильника тепла – 11 червня 2018 року, повірку було проведено ДП «Укрметртестстандарт».

### **1.3.5 Існуючі тарифи на енергоносії та воду**

Тарифи на енергоносії і водопостачання/водовідведення станом на 01.01.2022 року (з ПДВ):

Теплова енергія: 1613,76 грн/Гкал;

Електрична енергія: 5,3 грн/кВт·год;

Водопостачання: 15,984 грн/м<sup>3</sup>;

Водовідведення: 16,668 грн/м<sup>3</sup>.

### **1.4 Аналіз обсягів споживання теплоенергії**

На рисунку 1.1 та у таблиці 1.1 приведена динаміка та обсяги споживання будівлею ДНЗ теплової енергії за 2019–2021 роки та частково за 2022 рік.

Таблиця 1.1 – Споживання теплової енергії будівлею у 2019-2022 роки

Місяць	Рік			
	2019	2020	2021	2022
	Гкал	Гкал	Гкал	Гкал
Січень	19,67	16,22	17,82	18,03
Лютий	16,24	15,67	18,53	13,99
Березень	14,68	6,81	14,45	9,54
Квітень	4,47	-	4,92	-
Травень	-	-	-	-
Червень	-	-	-	-
Липень	-	-	-	-
Серпень	-	-	-	-
Вересень	-	-	-	-
Жовтень	3,72	4,76	3,33	4,62
Листопад	14,78	13,82	13,19	8,53
Грудень	17,99	18,42	14,12	X
Всього	91,55	75,7	86,36	54,71

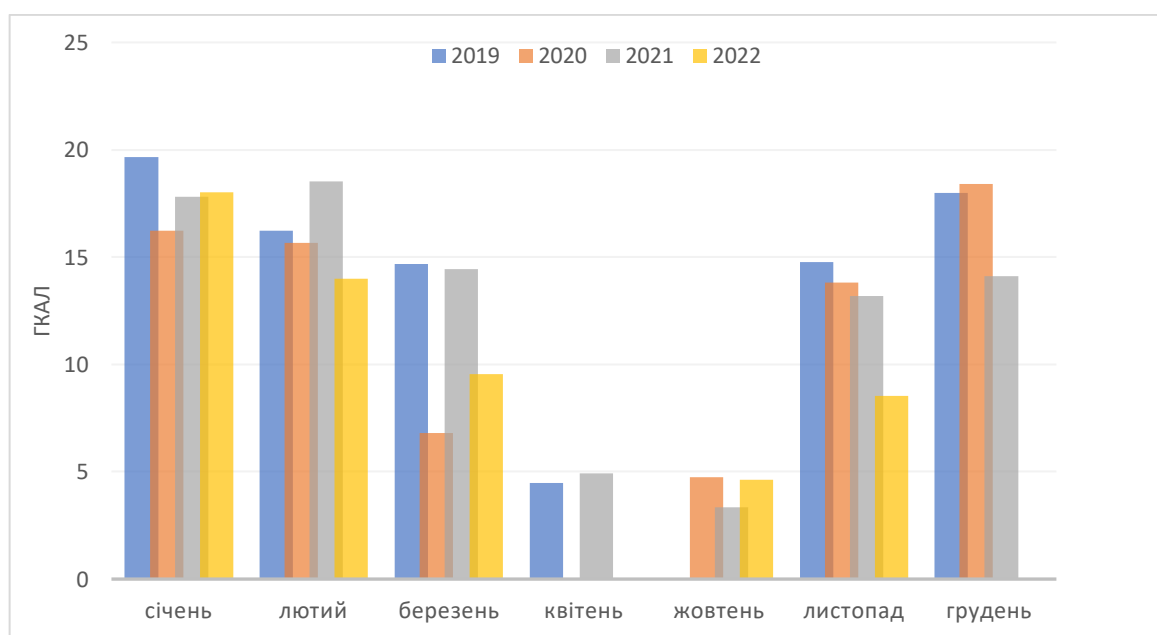


Рисунок 1.1 – Споживання теплової енергії будівлею ДНЗ у 2019-2022 роки

З таблиці та діаграми видно, що максимум споживання теплової енергії на опалення з рідкими виключеннями приходиться на грудень, січень і лютий, а мінімум – квітень та жовтень. Нерівномірність теплоспоживання у відповідні періоди кожного року пов'язана з різною температурою довкілля.

Обсяги спожитої будівлею закладу холодної води за 2019–2021 роки та частково за 2022 рік наведено на рисунку 1.2 та у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Обсяг холодної води, спожитої будівлею закладу за 2019-2022 роки

	2019	2020	2021	2022
Січень	68	48	44	45
Лютий	49	57	59	45
Березень	58	56	54	0
Квітень	57	64	49	21
Травень	61	58	30	30
Червень	55	68	15	13
Липень	58	54	43	9
Серпень	52	51	48	7
Вересень	59	57	57	28
Жовтень	50	59	49	24
Листопад	44	55	54	21
Грудень	48	57	59	X
Всього	658	627	561	243

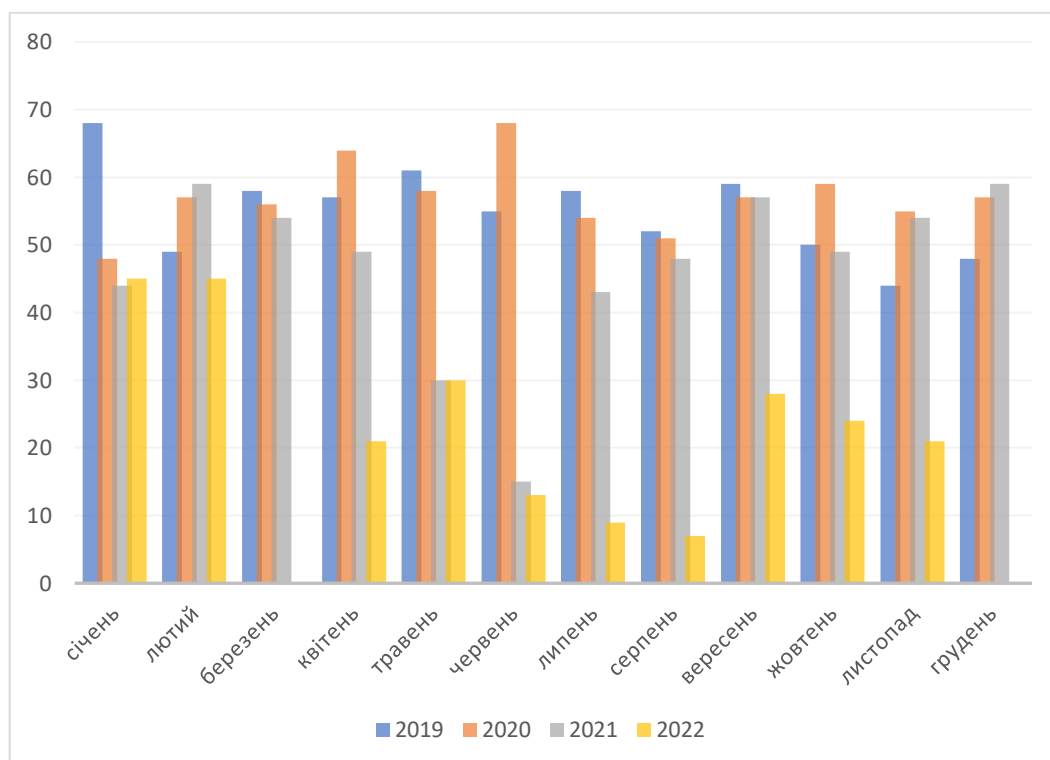


Рисунок 1.2 – Динаміка споживання холодної води будівлею ДНЗ за 2019–2022 роки

З таблиці 1.2 та рисунку 1.2 можна зробити висновок що різниця у місячному споживанні води виникає через те, що у літні місяці потреба у

споживанні холодної води значно знижається через зменшення кількості вихованців.

Обсяги спожитої будівлею закладу електричної енергії за 2019–2021 роки та частково за 2022 рік наведено на рисунку 1.3 та у таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Кількість електричної енергії, спожитої будівлею закладу за 2019–2022 роки

Місяць	Рік			
	кВт*год			
	2019	2020	2021	2022
січень	3556	3515	3548	2663
лютий	3664	3533	3687	2684
березень	3259	1636	3524	382
квітень	3345	1073	3346	919
травень	3334	1065	2865	592
червень	2960	2318	2574	537
липень	2903	1667	2724	496
серпень	2481	1618	1954	512
вересень	3863	3187	3756	573
жовтень	3447	3369	3634	743
листопад	3719	3148	3345	421
грудень	3704	3714	3521	X
Всього	40235	29843	38478	10522

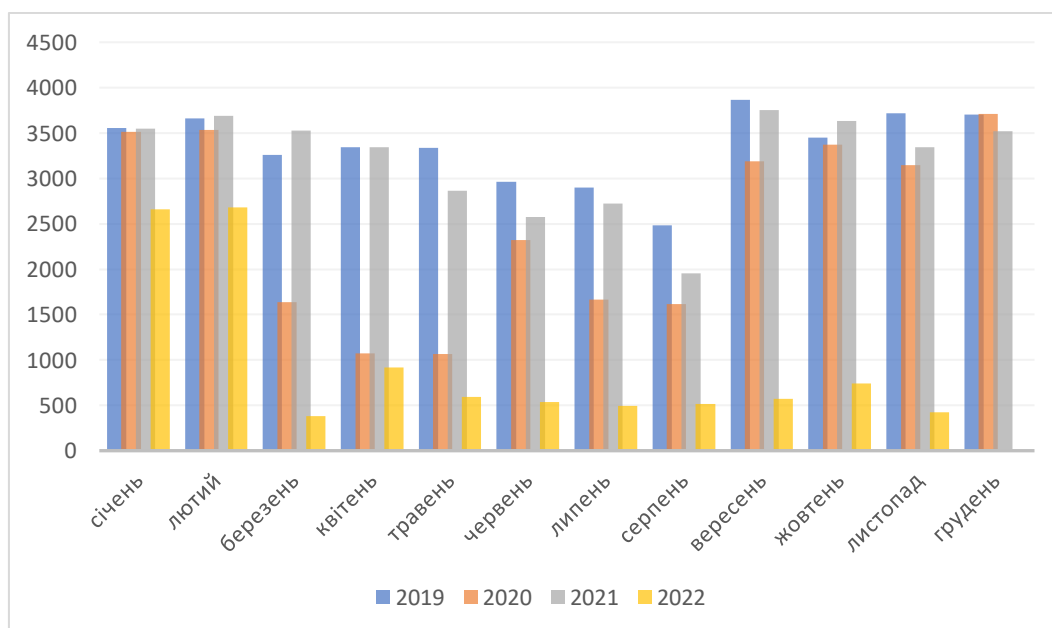


Рисунок 1.3 – Динаміка споживання електричної енергії будівлею за 2019–2022 роки

Рисунок 1.3 – Динаміка споживання електричної енергії будівлею ДНЗ за 2019–2022 роки

На таблиці 1.3 та рисунку 1.3 можна спостерігати різницю місячного споживання електроенергії, що виникає насамперед через тривалість світлового дня та кількість вихованців, що зростає у зимові місяці.

## 1.5 Розрахунковий аналіз показників енергоефективності

### 1.5.1 Визначення питомих величин рівня енергоефективності

З метою надання об'єктивного висновку про ефективність споживання теплової енергії на опалення будівлі закладу, який обстежується, необхідно провести порівняння дійсних обсягів споживання теплової енергії зі встановленими державними нормами. Аналіз ефективності системи тепlopостачання закладу необхідно проводити за фактичними величинами попередніх опалювальних періодів, у яких середньомісячні температури знаходяться у діапазоні нормованих показників [6, 7]. У подальших аналітичних розрахунках, за базовий період приймається опалювальний період 2020–2021 року.

Питома потреба ( $EP$ ) – це показник енергоефективності будинку, що визначає кількість теплоти, яку необхідно подати до об'єму будівлі для забезпечення нормованих теплових умов мікроклімату в приміщеннях і відноситься до одиниці опалювальної площі або об'єму будинку [5, п.3.24]:

$$EP = \frac{Q_{оп}}{V_{буд}^{оп}}, \frac{\text{кВт}\cdot\text{год}}{\text{м}^3} \quad (1.1)$$

де  $Q_{оп}$  – величина споживаної теплової потужності будинку за весь опалювальний період (за обліковими даними), кВт·год;

$V_{буд}^{оп}$  – опалювальний об'єм будинку, м<sup>3</sup>.

Питома потреба на опалення будинків повинна відповідати умові [5, п.5.1]:

$$EP \leq EP_{max}, \quad (1.2)$$

де  $EP$  – питома річна енергопотреба будівлі, кВт·год/м<sup>3</sup>;



$EP_{max}$  – максимально допустиме значення питомої річної енергопотреби будівлі за опалювальний період, кВт год/м<sup>3</sup> [5, п.5.3].

Нормативна питома енергопотреба для будинків та споруд дитячих дошкільних закладів першої температурної зони становлять [5, табл.1]:

$$EP_{max} = 48 \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{м}^3} = 0,041 \frac{\text{Гкал}}{\text{м}^3}.$$

Згідно наданих закладом облікових даних, фактичні тепловитрати на опалення приміщень закладу за опалювальні періоди становлять:

- опалювальний період 2019–2020 рік –  $Q_{оп} = 75,66$  Гкал/рік;
- опалювальний період 2020–2021 рік –  $Q_{оп} = 92,74$  Гкал/рік;
- опалювальний період 2021–2022 рік –  $Q_{оп} = 70,17$  Гкал/рік.

Значення фактичних питомих енерговитрат за періодами опалення становлять:

- опалювальний період 2019–2020 рік –  $EP = 0,042$  Гкал/м<sup>3</sup>;
- опалювальний період 2020–2021 рік –  $EP = 0,052$  Гкал/м<sup>3</sup>;
- опалювальний період 2021–2022 рік –  $EP = 0,039$  Гкал/м<sup>3</sup>.

Осереднене значення показника енергоефективності будинку за визначеними опалювальними періодами становить –  $EP = 0,044$  Гкал/м<sup>3</sup>, тоді як нормативна питома енергопотреба для ДНЗ –  $0,041$  Гкал/м<sup>3</sup>.

За результатами порівняння фактичних і нормованих показників із споживання теплової енергії можна зробити наступний висновок, а саме:

Отриманий результат не відповідає нормативній умові (1.2). Треба зазначити, що для дотримання встановлених для будівлі лімітів по теплоспоживанню, застосовується «ручне» регулювання засувками. При цьому, за відсутності пристроїв автоматичного погодозалежного регулювання теплового потоку, що надходить до системи опалення будівлі, регулювання відбувається без чіткого визначення його необхідної миттєвої величини та без відповідної методики прогнозування рівня теплоспоживання. Це призводить до того, що у деякі періоди опалювального року відбувається надлишковий відбір теплоти, а у деякі недостатній відбір теплоти. Також, кількісне регулювання теплоносія без відповідного спеціалізованого обладнання, призводить до порушень циркуляції теплоносія в системі опалення будівлі. Як наслідок цього – нерівномірний прогрів приміщень закладу.

З метою виправлення описаної ситуації пропонується впровадження автоматизованої системи моніторингу споживання теплової енергії, етапи впровадження якої включають у т. ч. теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій будівлі та проведення інструментальних вимірювань для визначення їх фактичного теплового стану.

З метою визначення рівня споживання електричної енергії необхідно провести порівняння річного питомого споживання електричної енергії по будівлі з нормованим значенням відповідно до норм витрат електричної та теплової енергії для установ і організацій бюджетної сфери України [7, табл. 8.3].

Для будівлі ДНЗ осереднене фактичне питома споживання електричної енергії становить – 380 кВт·год у рік на дитину. Згідно з нормативним показником, величина споживання електричної енергії для дошкільних дитячих виховних закладів з електрифікованими харчоблоками у Сумській області - 1140 кВт·год на дитину.

Фактичне значення не перевищує нормоване, що є гарним показником.

Споживання води в будівлях змінюється в залежності від кількості відвідувачів, технічних потреб і пори року. На підставі відомих значень витрат води і відомої кількості людей в будівлі визначають певні показники споживання холодної води на одну людину в добу. Це можна порівняти з нормативним значенням споживання холодної води на людину. Відповідно до [8 Таблица А.2 п.7]: «Розрахункові (конкретні) середньорічні середньодобові витрати води, л/добу, навчальними закладами (спеціальними санаторіями), будинками дитини, для дітей дошкільного будинку з денним перебуванням, загальний об'єм води на дитину становить 40 л/добу.

Фактичне середнє споживання холодної води навчального закладу, л/добу, річна тривалість експлуатації об'єкта – 250 днів – 39 л/добу.

Порівнюючи норму споживання води та фактичне значення витрати, робимо висновок що вони не перевищують норматив.

## 2 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ УМОВ ЗАПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНИХ ЗАХОДІВ

### 2.1 Розрахунковий аналіз стану огорожувальних конструкцій

Результати розрахунку опору теплопередачі огорожувальних конструкцій будівлі закладу, який обстежується, отримані відповідно до методики наданій у документації [4] та представлені у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Результати розрахунку опору теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій

№ п/п	Найменування конструктивного елемента	Матеріал шару	Товщина шару, $\delta_i$ , м	Теплопровідність $\lambda_i, \frac{Вт}{м \cdot К}$	$R_{\Sigma пр}, \frac{м^2 \cdot К}{Вт}$	$R_{q \min}, \frac{м^2 \cdot К}{Вт}$
1	Стіни	Кладка з цегли звичайної на цементно-піщаному розчині	0,51	0,81	0,83	3,3
		Цементно-піщана штукатурка	0,03	0,81		
2	Суміщене покриття	Залізобетонна плита	0,22	1,92	5	5,35
		Розчин цементно-піщаний	0,05	0,14		
		Скловолокно	0,2	0,043		
3	Вікна	Металопластикові з двокамерним склопакетом	–	–	0,64	0,75
4	Підлога	Залізобетонна плита	0,22	1,92	0,45	3,75
		Розчин цементно-піщаний	0,04	0,81		
		Лінолеум ПВХ	0,002	0,35		

Отримані результати ( $R_{\Sigma пр} \ll R_{q \min}$ ) показують, що опір теплопередачі конструкцій зовнішніх огорожувальних конструкцій не відповідає нормативним вимогам [5, табл. 3]. Це свідчить про недостатність теплозахисних властивостей огорожувальних конструкцій та необхідність реалізації енергозберігаючих заходів для підвищення опору теплопередачі.

### 2.2 Розрахунок теплової потужності системи тепlopостачання будівлі

Для оціночного аналізу теплової характеристики обстежуваної будівлі будь-якого призначення при дійсному стані огорожувальних конструкцій без

урахування всіх видів тепловтрат і теплонадходжень її теплову потужність можна розрахувати за збільшеними показниками. Визначена величина теплової потужності використовується при впровадженні заходу з модернізації теплового пункту закладу застарілої конструкції на сучасний індивідуальний тепловий пункт з елементами автоматичного керування за режимами теплоспоживання або запровадження системи моніторингу теплоспоживання.

Методика визначення величини фактичної питомої опалювальної характеристики будівлі [11], Вт/м<sup>3</sup>·°С, за дійсними параметрами стану огорожувальних конструкцій (див. таблиця 2.1):

Фактична питома опалювальна характеристика будівлі

$$q_{\text{пит}}^{\phi} = 0,51 \text{ Вт/м}^3 \cdot ^{\circ}\text{С}$$

Максимальна розрахункова теплова потужність будівлі

$$Q_{\phi} = 55,12 \text{ кВт} \quad \text{або} \quad Q_{\phi} = 0,047 \text{ Гкал}$$

Розрахункова величина теплової енергії, яка потрібна була для опалення всієї будівлі за опалювальний період 2021–2022 року (120 діб, 2880 год), при умові дотримання температурного режиму у системі теплопостачання, та середній температурі за опалювальний сезон (01.11.2021–28.02.2022) –1°С [9] буде становити:

$$Q_{\text{р.оп}} = 65,29 \text{ Гкал}$$

Згідно наданих облікових даних по закладу за прийнятий базовий порівняльний опалювальний період 2021–2022 року, фактичні обсяги теплоспоживання на опалення становлять  $Q_{\text{ф.оп}}=58,19$  Гкал. Фактична величина є меншою від необхідної розрахункової на 11%

Встановлений факт невідповідності у споживанні теплової енергії дійсних показників розрахунковим, це свідчить про те, що заклад не отримує у повному обсязі теплової енергії від системи теплопостачання, що може бути пов'язано з недодержанням температурного графіку у магістральних мережах, а також із-за неможливості прогнозованого регулювання обсягів теплонадходження внаслідок відсутності відповідного обладнання, яке забезпечує якісний моніторинг у керуванні режимами роботи системи теплопостачання будівлі [9].

Встановлено що температура теплоносія, який подається у систему опалення не відповідає затвердженому температурному графіку централізованого теплопостачання, до якого під'єднаний заклад. Наприклад,

облікові показники температури теплоносія на вході у тепловпункт, які при середньодобовій температурі зовнішнього повітря нуль градусів за шкалою Цельсія дорівнюють у середньому значенні 53,8<sup>0</sup>С.

Враховуючи висновок щодо дійсного стану огорожувальних конструкцій об'єкту щодо їх невідповідності нормованим показникам опору теплопередачі (див. таблиця 2.1), загальний рівень енергоефективності будівлі та функціонування системи опалення є низьким.

### 2.3 Теплові втрати через огорожувальні конструкції

Тепловтрати через огорожувальні конструкції будівлі: стіни, світлові та дверні прорізи, стелю, дахові перекриття, неутеплену підлогу і так далі – визначаються за формулою [7, пункт 2.1]:

$$Q_0 = \frac{F_{\text{орр}}}{R_0} \cdot (t_B - t_3) \cdot n, \text{ Вт} \quad (4.4)$$

де:  $F_{\text{орр}}$  – розрахункова площа поверхні огорожувальної конструкції по внутрішнім межах, м<sup>2</sup>[7];

$R_0$  – опір теплопередачі стін та інших прозорих та непрозорих конструктивних елементів. Для визначення тепловтрат для дійсного стану підставляють  $R_{\Sigma \text{пр}}$ , для визначення тепловтрат при правильній утепленій конструкції підставляється  $R_{q_{\text{min}}}$ , м<sup>2</sup>·К/Вт [7];

$t_B$ ,  $t_3$  – відповідно температури всередині приміщення і розрахункової температури зовнішнього повітря [2, табл. 2], <sup>0</sup>С;

$n$  – коефіцієнт, прийнятий залежно від положення зовнішньої поверхні відносно зовнішнього повітря [7, дод. Б, табл. 12].

Додаткові тепловтрати через зовнішні стіни, обумовлені орієнтацією будинків [7, пункт 2.2]:

$$Q_{\text{ор}}^{\partial} = Q_{\text{ст}} \cdot \beta_{\text{ор}}, \text{ Вт} \quad (4.5)$$

де:  $Q_{ст}$  – тепловтрати крізь зовнішні стіни приміщень, Вт [7];

$\beta_{ор}$  – коефіцієнт добавки на орієнтацію зовнішньої стіни для сторін світу. Допускається для практичних розрахунків для всіх зовнішніх стін будинку, незалежно від орієнтації приймати  $\beta_{ор} = 0,13$  – при двох і більше зовнішніх стін у приміщенні [7].

Додаткові тепловтрати через не утеплені підлоги розташовані над холодними підвалами [7, пункт 2.2]:

$$Q_{підл}^{\partial} = 0,05 \cdot Q_{пдл}, \text{ Вт.} \quad (4.6)$$

Додаткові тепловтрати на інфільтрацію холодного повітря через світлові прорізи та двері [7, пункт 2.3]:

$$Q_{вкн}^{інф} = 0,28 \cdot G_{н.вкн} \cdot F_{вкн} \cdot c \cdot (t_B - t_3), \text{ Вт} \quad (4.7)$$

де:  $c$  – питома теплоємність повітря, яка дорівнює  $1,005 \text{ кДж/кг}^{\circ}\text{C}$  [7];

$t_B, t_3$  – відповідно температури усередині приміщення і розрахункового зовнішнього повітря,  $^{\circ}\text{C}$  [7];

$G_{н.вкн}$  - кількість інфільтрованого холодного повітря через нещільність віконного огороження. Для розрахунків беруть нормативну повітропроникність віконних прорізів [7, дод. Б, табл. 13]  $G_{н.вкн} = 6 \text{ кг/(м}^2 \cdot \text{год)}$  ;

$F_{вкн}$  - площа віконних прорізів та дверей,  $\text{м}^2$ .

Розрахунок тепловтрат

При проведенні вимірювань у будівлі ДНЗ №24 «Оленка» було виявлено, що температура в середині приміщень складає  $21^{\circ}\text{C}$  та відповідає нормам [4, табл. В.2].

Згідно нормативних документів [2, 4] Місто Суми знаходиться у I температурній зоні, тому температура всередині приміщень береться  $t_{в} = 21^{\circ}\text{C}$  [4, табл. В.2], а температура зовні  $t_{з,п} = -25^{\circ}\text{C}$  [2, таблиця 2].

Розрахунок тепловтрат через зовнішні стіни (4.4):

$$F_{\text{стіни}} = 372,63; R_{\text{ст}} = 0,83 \text{ м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}; t_{в} = 21; t_{з} = -25, n = 1$$

$$Q_{\text{ст}} = \frac{372,63}{0,83} \cdot (21 - (-25)) \cdot 1 = 20651,78 \text{ Вт.}$$

Розрахунок тепловтрат через дах (4.4):

$$F_{\text{даху}} = 375,92, R_{\text{даху}} = 5 \text{ м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}; t_{в} = 21; t_{з} = -25; n = 1$$

$$Q_{\text{даху}} = \frac{375,92}{5} \cdot (21 - (-25)) \cdot 1 = 3458,46 \text{ Вт}$$

Розрахунок тепловтрат через вікна (4.4):

$$F_{\text{вкн}} = 104,86; R_{\text{вкн}} = 0,64 \text{ м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}; t_{в} = 21; t_{з} = -25; n = 1$$

$$Q_{\text{вкн}} = \frac{104,86}{0,64} \cdot (21 - (-25)) \cdot 1 = 7536,81 \text{ Вт.}$$

Розрахунок тепловтрат через підлогу (4.4):

$$F_{\text{підлоги}} = 375,92; R_{\text{підл}} = 0,45 \text{ м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}; t_{в} = 21; t_{з} = -25; n = 0,4$$

$$Q_{\text{підл}} = \frac{375,92}{0,45} \cdot (21 - (-25)) \cdot 0,4 = 4343,96 \text{ Вт.}$$

Розрахунок тепловтрат через двері (4.4):

$$F_{\text{дв}} = 32,6 \text{ м}^2; R_{\text{дв}} = 0,34 \text{ м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}; t_{в} = 21; t_{з} = -25; n = 1$$

$$Q_{дв} = \frac{32,6}{0,5} \cdot (21 - (-25)) \cdot 1 = 2999,2 \text{ Вт};$$

Розрахунок додаткових тепловтрат

Тепловтрати через зовнішні стіни з урахуванням щодо сторін світу (4.5):

$$Q_{ор}^{\partial} = 20651,78 \cdot 0,13 = \text{Вт}.$$

Розрахунок тепловтрат через неутеплену підлогу над холодними підвалами (4.6):

$$Q_{пдл}^{\partial} = 0,05 \cdot 4343,96 = \text{Вт}$$

Розрахунок інфільтрації холодного повітря через світлові прорізи (4.7):

$$Q_{вкн}^{інф} = 0,28 \cdot 6 \cdot 104,86 \cdot 1,005 \cdot (21 - (-25)) = 8144,09 \text{ Вт}.$$

Розрахунок інфільтрації холодного повітря через двері:

$$Q_{дв}^{інф} = 0,28 \cdot 6 \cdot 32,6 \cdot 1,005 \cdot (21 - (-25)) = 2531,92 \text{ Вт}$$

Результати розрахунків тепловтрат зовнішніх конструктивних елементів будівлі закладу наведено у таблиці 2.2 та рисунку 2.1 з відсотковим співвідношенням.



Таблиця 2.2 – Сумарні тепловтрати будівлі у відсотковому співвідношенні

Складова тепловтрат	Втрати теплоти, кВт	%
Стіни	20,65	42
Дах	3,4	7
Вікна	7,5	15
Підлога	4,3	9
Двері	2,9	6
Інфільтрація	10,7	21
Всього	49,45	100

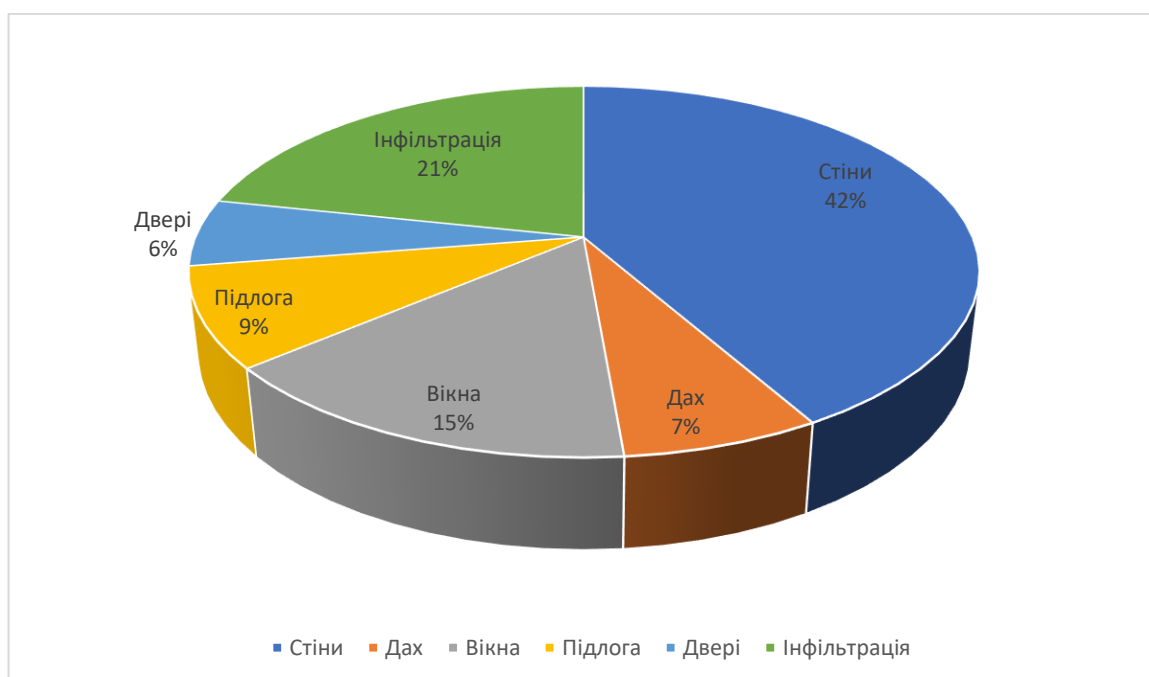


Рисунок 2.1 - Сумарні тепловтрати будівлі у відсотковому співвідношенні

#### 2.4 Визначення базового рівня енергоспоживання системою теплопостачання об'єкту

Статистичні дані багаторічного моніторингу енергоспоживання будівлями різного призначення свідчать про те, що їх системи теплопостачання є одними з найбільш енерговитратних, тому при розробленні заходів з енергозбереження для підвищення енергоефективності роботи таких систем, необхідно визначитись з базовим рівнем показників теплоспоживання, від яких буде обраховуватись майбутня економія витрат.

Базовий рівень споживання теплової енергії – показник споживання теплової енергії будівлями при дійсному їх стані до початку впровадження енергоефективних заходів. Або, як визначено у [10, п.3.1]: Базове енергоспоживання – кількість енергії, яку споживає будівля в розрахункових

умовах внутрішнього мікроклімату в будівлі та зовнішнього середовища при проектних характеристиках функціонування відповідних інженерних систем будівлі.

При подальшому визначені економії енерговитрат від впровадження енергозберіжних заходів, базовий показник рівня енергоспоживання повинен бути скоригований з урахуванням необхідності дотримання санітарних умов перебування персоналу та відвідувачів за нормативними показниками при розрахункових температурах зовнішнього повітря, а також мають враховуватися всі індивідуальні конструктивні особливості дійсного стану будівлі на момент проведення енергоаудиту.

Фактичні величини теплоспоживання за останній звітний період опалювального року приймаються базовими, і у подальшому від них будуть розраховуватися відхилення рівня теплоспоживання.

Як було зазначено вище, у наступному порівняльному аналізі, за базовий період приймається опалювальний період 2021–2022 року.

На рисунку 2.2 представлені графіки базового (фактичного) рівня теплоспоживання та за нормативними розрахунковими показниками ДНЗ № 24.

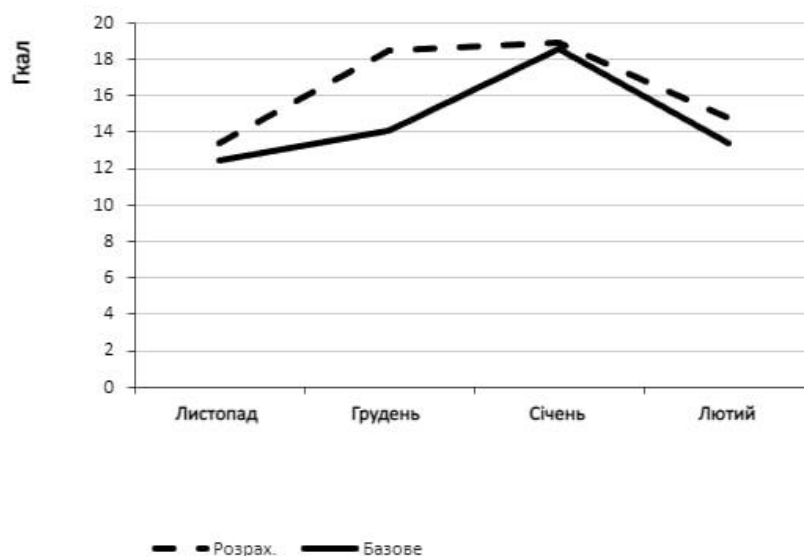


Рисунок 2.2 – Співвідношення базового теплоспоживання з розрахунковим теплоспоживанням за опалювальний період 2021–2022 роки

Встановлений факт невідповідності у споживанні теплової енергії за базовим рівнем у порівнянні з розрахунковим рівнем за нормованими показниками свідчить про те, що обстежуваний заклад не отримує у повному обсязі теплової енергії від системи тепlopостачання, та не має ефективної технології якісного та кількісного регулювання обсягів споживання теплоенергії.

## 2.4 Опис можливих енергозберіжних заходів

Запропоновано впровадження наступних енергозберігаючих заходів:

- Встановлення сонячної електростанції;
- Побудова та створення системи моніторингу теплоспоживання;
- Утеплення стін;
- Заміна ламп розжарювання на більш енергоефективні.

#### **2.4.1 Встановлення сонячної електростанції**

Сонячні батареї – це напівпровідникові пристрої, які переробляють ультрафіолетові промені сонячного світла в електроенергію, акумулюють її, та живлять побутові прилади. Такий процес є фотоелектричним, сонячна батарея, генеруючи сонячну електроенергію з постійним струмом 12/24 В, передає її на інвертор для перетворення на електроенергію зі змінним струмом 220/380 В.

Такий метод отримання дешевої та екологічно чистої електроенергію почали запроваджуватися в Україні відносно нещодавно і ще не досить відомий широкому колу користувачів. [23]

#### **2.4.2 Побудова та створення системи моніторингу теплоспоживання**

Зважаючи на технічний стан огорожувальних конструкції будівлі установи, що підключена до системи централізованого тепlopостачання, а також графік функціонування закладу, вбачається доцільним впровадження у теплопункті закладу автоматизованої системи моніторингу та короткотермінового прогнозування теплоспоживання будівлею.

Така система вже була опробована у м. Суми і дає можливість у режимі online контролювати реальне теплоспоживання будівлею, виключаючи людський фактор.

#### **2.4.3 Утеплення стін;**

Оскільки огорожувальні конструкції навчальних закладів мають недостатній опір теплопередачі (див. табл. 2.1), через них втрачається велика частина теплової енергії (див. рис. 2.1) Аналіз балансу тепловтрат вказує на те, що більшу частину тепловтрат припадає на втрати через стіни. Суттєво зменшити тепловтрати через цей тип зовнішніх огорожувальних конструкцій навчального закладу дозволить додаткове утеплення стін, тим самим зменшуючи економічні витрати на потужність системи опалення та спожиту теплову енергію. До того ж, після впровадження запропонованого вище енергозберігаючого заходу будівля матиме сучасний естетичний вигляд.

#### **2.4.4 Заміна ламп розжарювання на більш енергоефективні.**

Основа споживання електроенергії майже в будь-яких закладах чи будівлях - це освітлення. Тому, замінивши лампи розжарювання на економічні LED-лампи, можна суттєво скоротити своє електроспоживання та відповідно заощадити кошти на його оплаті. Строк служби звичайної лампи розжарювання становить 1-1,5 тис. годин, енергоощадна лампа прослужить 10 тис. годин, LED-лампа - до 50 тис. годин. Так, залежно від кількості ламп, потужності та часу їхнього горіння можна економити чималі обсяги електроенергії в місяць. [22]

### **2.5 Розрахунковий аналіз можливих енергозбережних заходів**

#### **2.5.1 Встановлення сонячної електростанції**

З метою економії коштів та покриття частини споживання будівлею ДНЗ запропоновано встановлення сонячної електростанції з необхідним обладнанням, таким як контролер, інвертор та акумулятор для збереження накопиченої сонячної енергії. Маючи дані погодинного споживання електроенергії струмоприймачами закладу (див. табл. 2.3) та добові обсяги

погодинного споживання електроенергії струмоприймачами закладу (див табл. 2.4), приймаємо значення обсягу максимальної установленної генерації електроенергії за 35 кВт.

У таблиці 2.3 наведено перелік струмоприймачів закладу з графіками їх роботи і потужністю.

Таблиця 2.3 – Перелік струмоприймачів закладу

Назва обладнання	Марка обладнання	Налаштування	Режим роботи
Холодильник	Nord DX 220-7010	0,9 кВт	24
Плита електрична промислова	ПЕ-6-7.00.00.000.ПС	21,8 кВт + 5-10%	8
Машина пральна	Hotpoint-Ariston 601	2,2 кВт	2
Комп'ютер	ASUS		9
Холодильник	Чинар	0,17 кВт	24
Електром'ясорубка	CLATRONIK FW 3	0,15 кВт	1
Холодильник	Мінськ 216	1,34 кВт	24
Холодильник	Мінськ 216	1,34 кВт	24
Електричний привід	ПУ-0,6	0,55 кВт	1
Домашній кінотеатр	Samsung HT UP 30 K	0,08 кВт	4
Холодильник	Снайга	0,11 кВт	24
Холодильник	Nord DX 428-7	0,63 кВт	24
Водонагрівач	Atlantic	2,2 кВт	8
Водонагрівач	Atlantic	2,2 кВт	8
Водонагрівач	Atlantic	2,2 кВт	8
Пилосос	Sencor SVC 730RD	1,6 кВт	1
Електрична праска		1 кВт	4
Принтер	Epson L386	0,1-0,24 кВт	8
Ноутбук	Lenovo 320-151 AP	0,02 кВт	4
Ноутбук	Lenovo 320-151 AP	0,02 кВт	4
Ноутбук	Dell	0,02 кВт	4
Принтер	Epson L3050	0,01 кВт	3
Мультимедійна система	AserX1223H	0,1-0,24 кВт	2
Моноблок	Dell		5
Ноутбук	Acer Extensa 15EX 2519	0,02 кВт	4

У таблиці 2.4 приведено обсяг погодинного споживання електроенергії будівлею ДНЗ.

Таблиця 2.4 Обсяги погодинного споживання електроенергії струмоприймачами закладу на протязі доби

Години доби	Споживання електроенергії (кВт*год)
01:00	4,49
02:00	4,49
03:00	4,49
04:00	4,49
05:00	4,49
06:00	4,49
07:00	34,56
08:00	34,64
09:00	35,19
10:00	35,19
11:00	34,8
12:00	34,82
13:00	34,82
14:00	34,82
15:00	38,1
16:00	7,77
17:00	9,52
18:00	6,24
19:00	5,04
20:00	4,49
21:00	4,49
22:00	4,49
23:00	4,49
24:00	4,49

У таблиці 2.3 та на рисунку 2.3 можна спостерігати що з 19:00 по 06:00 заклад споживає лише необхідну для роботи цілодобових струмоприймачів електричної енергії – холодильників та освітлення у кімнаті охорони. До того ж, у літній період на протязі 4 годин (07:00-09:00 та 17:00-19:00) та взимку на протязі 6 годин (07:00-09:00 та 15:00-19:00) працює система освітлення будівлі ДНЗ.

Приблизно з 07:00 активізується харчоблок закладу і залишається активним до 16:00 години, зумовлюючи великі обсяги споживання у ці години. Також у цей час персоналом ДНЗ активно використовуються комп'ютери, ноутбуки, мультимедійна система та домашній кінотеатр, що знаходяться у закладі.

З 17:00 до 18:00 ми можемо лише спостерігати незначне відхилення від споживання цілодобових струмоприймачів, це пов'язано з експлуатацією пральної машини та пилососу.

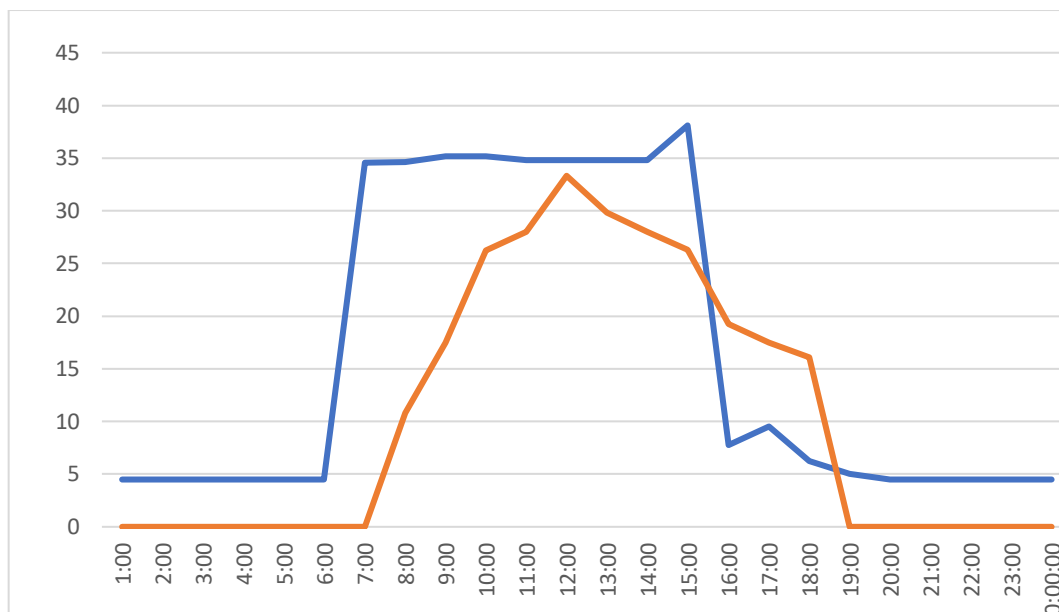


Рис. 2.3 Відношення обсягів погодинного споживання електроенергії струмоприймачами ДНЗ до розрахункової генерації сонячною електростанцією з максимальною потужністю 35 кВт

З відношення обсягів погодинного споживання до генерації (див. рис. 2.3) також видно що найбільшим споживання є о 15 годині – 38,1 кВт\*год, тоді як генерація досягає піку о 12 годині – 33,32 кВт\*год.

До запропонованого комплексу системи сонячної генерації електроенергії зазвичай входять:

- сонячні панелі;
- акумулятор;
- контролер;
- інвертор [24].

Обсяги погодинного споживання електроенергії струмоприймачами закладу на протязі доби представлені на таблиці 2.4.

Обираємо комплект сонячних батарей EcoFlow 400W Solar Panel [17] кількістю. Вартість робіт з встановлення приймаємо за 30% від загальних витрат на матеріали.

Розрахунок повного добового навантаження на інвертор:

$$W_c = 39490 / 0,98 * 850 = 342,5 \text{ А*год}$$



Розрахунок генерації сонячними панелями улітку:

$$W_{\text{літо}} = 0,5 * 400 * 5,88 * 1000 / 1000 = 1176 \text{ Вт/год}$$

де 1000 Вт / м<sup>2</sup> – це інтенсивність сонячної радіації, при якій панелі тестуються;

0,5 - поправочний коефіцієнт для літнього періоду [24];

5,88 – найкращий рівень інсоляції для Сумської області у червні [27].

Розрахунок генерації сонячними панелями взимку:

$$W_{\text{зима}} = 0,7 * 400 * 0,95 * 1000 / 1000 = 266 \text{ Вт/год}$$

де 1000 Вт / м<sup>2</sup> – це інтенсивність сонячної радіації, при якій панелі тестуються;

0,7 - поправочний коефіцієнт для зимового періоду [24].

0,95 - найгірший рівень інсоляції для Сумської області, у грудні [27].

Розрахунок необхідної кількості сонячних панелей для повного заміщення споживання закладом:

$$N_{\text{літо}} = 39490 / 1176 = 34$$

$$N_{\text{зима}} = 39490 / 266 = 149$$

Влітку для автономного споживання електроенергії знадобиться 34 комплекти панелей, тоді як взимку – 149.

Площа однієї сонячної панелі складає 1,92 м<sup>2</sup>;

Площа даху будівлі ДНЗ №24 складає 375,92 м<sup>2</sup>.

Максимальна кількість сонячних панелей (за умови плоского їх розміщення), яку можна розмістити на даху будівлі складає 195 штуки. Кут розміщення сонячних панелей - 35 градусів, орієнтація – на південь . Наявна площа даху будівлі дозволяє розмістити на даху закладу необхідну кількість станцій.

Таблиця 2.5 – Річна генерація електроенергії сонячною станцією з максимальною потужністю 35 кВт\*год

Місяць року	Генерація за місяць, кВт*год	Генерація помісячно, %
Січень	213	0,642
Лютий	448	1,347
Березень	938	2,82
Квітень	5320	16,13
Травень	4970	14,95
Червень	4952	14,89
Липень	3976	11,96
Серпень	5026	15,12
Вересень	3944	11,87
Жовтень	1200	3,61
Листопад	462	1,39
Грудень	189	0,57
Всього	31640	100

Розрахунок економії впровадженого заходу:

$$31640 \text{ кВт} * 5,3 \text{ грн} = 167692 \text{ грн}$$

Необхідна кількість панелей  $N$  для обраної сонячної станції з обраною максимальною потужністю [32]:

$$N = \frac{10200}{P_{\text{пан}} * PR} \quad (3.20)$$

де:  $P_{\text{пан}}$  – потужність однієї панелі, Вт;

$PR$  – системні витрати – забруднення, затінення, нагрів в проводах і тд.

[32]

$$N = \frac{35000}{400 * 0,7} = 125 \text{ од}$$

Розрахунок капіталовкладення:

Таблиця 2.6 – Загальні витрати на впровадження запропонованого заходу

	Кількість, од.	Ціна за одиницю, грн	Вартість, грн
Сонячна панель	125	7462	932750
Акумулятор	1	2650	2650
Інвертор	1	40800	40800
Контролер заряду	1	1 248	1248
Сонячний кабель	2	1238	2476
Всього, $K_{\text{зах}}$			979924

Розрахунок терміну окупності:

$$T_{\text{ок}} = \frac{979924}{167692} = 5,84 \text{ роки}$$

### 2.5.2 Побудова та створення системи моніторингу теплоспоживання

Враховуючи стан огорожувальних конструкцій будівлі та зокрема неефективне «ручне» керування засувкою тепlopункта ДНЗ №24 «Оленка», що розташований у підвальному приміщенні, рекомендовано встановлення системи моніторингу теплозабезпечення для можливості безперервного контролю роботи системи споживання теплової енергії онлайн. [15]

Наявні результати функціонування системи з запровадженням регулювання показують що наявність запропонованої системи моніторингу може знижувати фактичне теплоспоживання за опалювальний сезон на 10%

Розрахунок кількості теплової енергії для опалення будівлі ДНЗ за на одну добу при середній температурі  $0^{\circ}\text{C}$ : [15]

$$Q_{\text{р.оп}} = \frac{55,12}{(21 - (-25))} \cdot [(21 - (-1)) \cdot (120 - 12) + (16 - (0)) \cdot 10] \cdot 8,6 \cdot 10^{-4} \\ = 0,52 \text{ Гкал}$$

Виходячи з чинного тарифу на теплову енергію, що становить на період 01 січня 2022 року 1613,76 грн/Гкал з ПДВ, розрахункова економія коштів на теплоспоживання, відносно до рівня базового теплоспоживання за опалювальний сезон 2021–2022 рр.  $Q_{\text{ф.оп}}=58,19$  Гкал, з урахуванням прийнятої економії у 10%, становить:

$$E_{\text{ф}} = 58,19 \times 0,1 \times 1613,76 = 9390,47 \text{ грн. (з ПДВ).}$$

Відповідно до запропонованої схеми організації обліку та моніторингу споживання теплової енергії, в будівлі приміщення необхідно встановити наступне обладнання:

1. Термінал з передачі даних (контроллер);
2. Модуль M-BUS.
3. Теплолічильник.

Розрахунок капіталовкладення:

$$K_{\text{зах}} = K_{\text{осн}} + K_{\text{суп}} \quad (4.13)$$

де:  $K_{\text{осн}}$  – вартість придбання теплоізоляційного матеріалу, грн;

$K_{\text{суп}}$  – вартість монтажу ізоляції, грн.

Ціна модуля-передавача складає 10200 грн; ціна контролеру теплового лічильнику – 1700 грн; ціна теплового лічильнику – 29800 грн, вартість робіт з установки – 6700 грн.

$$K_{\text{зах}} = 10200 + 1700 + 29800 + 6700 = 48400 \text{ грн.}$$

Результати розрахунків дисконтованого терміну окупності запропонованого енергозберігаючого заходу представлено у табл. 2.7.

Таблиця 2.7 – Результати розрахунку дисконтованого терміну окупності

Грошові потоки	Роки									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Витрати, тис. грн.	-48.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Дисконовані витрати, тис. грн	-42.08	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Грошові надходження, тис. грн	9.39	8.16	7.1	6.17	5.36	4.66	4.06	3.53	3.06	2.67
Дисконтні грошові надходження, тис. грн.	8.165	7.1	6.17	5.36	4.66	4.05	3.53	3.06	2.66	2.32
Накопичені дисконтовані витрати, тис. грн.	-42.08	-33.92	-26.82	-20.6	-15.3	-10.61	-6.55	-3.02	0.048	2.72
Накопичені дисконтовані грошові надходження, тис. грн.	8.16	7.1	6.17	5.36	4.66	4.05	3.53	3.06	2.66	2.32
Різниця між накопиченими дисконтованими витратами і накопиченими дисконтованими надходженнями, тис. грн.	-33.92	-26.82	-20.65	-15.3	-10.6	-6.55	-3.02	0.04	2.71	5.04

З дев'ятого року різниця між накопиченими дисконтованими витратами і накопиченими дисконтованими надходженнями становить +0,048 тис. гривень. Дійсний дисконтний період окупності - більше 9 років.

Розрахунок дисконтованого терміну окупності:

$$DPP = 9 + 0,048/2,66 = 9,02 \text{ років}$$

### 2.5.3 Утеплення стін

У зв'язку зі станом огорожувальних конструкцій будівлі ДНЗ ( $R_{\Sigma пр} \ll R_{q min}$ ) та невідповідності їх фактичного опору теплопередачі нормативним вимогам (див. табл. 2.1) пропонується утеплення огорожувальних конструкцій теплоізоляційними матеріалами з необхідною товщиною для досягнення умови  $R_{\Sigma пр} \geq R_{q mi}$ . Таким чином буде забезпечена нормативна вимога за величиною опору теплопередачі.

Оскільки 42% тепловтрат припадає саме на стіни (див. рис. 2.1), утеплення самого цього конструктивного елемента будівлі ДНЗ буде найбільш доцільним.

Згідно чинного ДБН теплоізоляційний матеріал для дошкільних закладів повинний складатися з негорючих матеріалів [15, п. 9.8]. Запобігання накопичення вологи та появи грибку буде досягнене нанесенням ізоляції тільки на зовнішні поверхні стін.

**Розрахунок необхідної товщини базальтової вати IZOVAT 125 з коефіцієнтом теплопровідності 0,042 Вт/(м<sup>2</sup>\*К)  $\delta_{ym}$  [10], [16]:**

$$\delta_{ym} = \left[ R_{q min} - \left( \frac{1}{\alpha_s} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{\alpha_3} \right) \right] \cdot \lambda_{ym} = [R_{q min} - R_{\Sigma пр}] \cdot \lambda_{yt}, \text{ м}$$

(4.18)

де  $\lambda_{yt}$  – теплопровідність матеріалу, Вт/(м·К) [14, додаток Б, табл. 15];

$\alpha_6$  та  $\alpha_3$  – коефіцієнт тепловіддачі поверхонь огорожувальних конструкцій, Вт/(м<sup>2</sup>·К) [7, дод. Б, табл. 9];

$\lambda_{ip}$  – теплопровідність матеріалу і-го шару конструкції у розрахункових умовах експлуатації, Вт/(м·К);

$\delta_i$  – товщина і-го шару конструкції, м ;

$n$  – кількість шарів у конструкції за напрямком теплового потоку [7];

$R_{\Sigma Pr}$  – дійсний опір теплопередачі огорожувальної конструкції, м<sup>2</sup>·К/Вт [7];

$R_{q min}$  – мінімально допустиме значення опору теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції, м<sup>2</sup>·К/Вт [7].

$$\delta_{yt} = [3,3 - 0,82] \cdot 0,042 = 0,1 \text{ м}$$

Розрахунок тепловтрат через стіни будівлі, Вт [13, пункт 1]:

$$Q_{стн} = \frac{F_{стн}}{R_{q min}} \cdot (t_{в} - t_{з,р}) \cdot 10^{-3} \quad (4.19)$$

Розрахунок тепловтрати стін після впровадження заходу:

$$Q_{стн2} = \frac{372,63}{3,3} \cdot (21 - (-25)) \cdot 10^{-3} = 5194,24 \text{ Вт}$$

Розрахунок економії витрат теплоти після впровадження заходу, кВт [13, пункт 1]:

$$\Delta Q_{огр} = (Q_{стн1} - Q_{стн2}) \quad (4.20)$$

$$\Delta Q_{\text{орг}} = (20651,78 - 5194,24) = 15457,54 \text{ кВт}$$

Розрахунок річної економії коштів після впровадження заходу:

$$15457,54 \cdot \frac{(21 - (-1,2))}{(21 - (-25))} \cdot 24 \cdot 164 = 29362,3 \frac{\text{кВт}\cdot\text{год}}{\text{рік}} = 25,24 \text{ Гкал} \quad (4.21)$$

Розрахунок річної економії коштів після впровадження енергозбережного заходу, тис. грн [13, пункт 13]:

$$E = Q_{\text{стн}}^{\text{Ек.рік}} * \frac{\text{Ек.рік} * Q_{\text{Д}}}{100} \quad (4.22)$$

$$25,24 * \frac{1613,76}{1000} = 40,731 \text{ грн.}$$

Ціна утеплення 1 м<sup>2</sup> стін наведена у таблиці 2.5:

Таблиця 2.8 – Вартість утеплення 1м<sup>2</sup> стіни [16],

Матеріал	Одиниця виміру	Кількість на 1 м <sup>2</sup> , грн	Ціна на 1 м <sup>2</sup> , грн
Базальтова вата IZOVAT 125	м <sup>2</sup>	1	213
Грунтовка силікатна «Ферозит Грунт 15»	л	0,2	4
Клей універсальний Shrapen	м <sup>2</sup>	10	53,2
Дюбель, 160 мм	шт.	6	18,6
Сітка армуюча, скловолокно	м <sup>2</sup>	1,08	17,28
Силікована грунтуюча фарба SILICON PUTZGRUND	кг	0,28	8,8



Силікована декоративна штукатурка SILICON REIBERPUTZ	кг	2,94	147
Ціна утеплення 1 м <sup>2</sup> стін			461,9

Розрахунок капіталовкладення (4.13):

$$K_{\text{осн}} = 461,9 * 372,63 = 172110,34 \text{ грн};$$

$$K_{\text{суп}} = 385 * 372,63 = 143462,55 \text{ грн [16];}$$

$$K_{\text{зах}} = \frac{172110,34 + 143462,55}{1000} = 143634,66 \text{ грн.}$$

Розрахунок терміну окупності:

$$T_{\text{ок}} = \frac{143634,66}{40731} = 3,52 \text{ роки}$$

#### 2.5.4 Заміна ламп розжарювання на більш енергоефективні

Система освітлення ДНЗ №24 «Оленка» складається з 25 ламп розжарювання (13 ламп потужністю по 100 Вт кожна, 9 – по 75 Вт, 3 – по 60 Вт).

Загальна потужність системи освітлення закладу – 3,24 кВт.

Пропонується замінити ці лампи на сучасний аналог – світлодіодну лампу Jazzway 12 Вт, вартістю 35 грн за одиницю з гарантією 2 роки [12].

Розрахунок бюджету впровадження заходу (4.13):

$$K = 35 * 25 \text{ од} = 875 \text{ грн}$$

Система освітлення будівлі ДНЗ працює у літні місяці на протязі 4 годин (07:00-09:00 та 17:00-19:00), у зимові місяці на протязі 6 годин (07:00-09:00 та 15:00-19:00). Середнє значення годин у розрахунку прийнято за 5.

Розрахунок споживання ламп до заміни:

Лампи на 100 Вт:

$$\frac{100 \text{ Вт} \cdot 5 \text{ год} \cdot 13 \text{ од.} \cdot 250 \text{ днів}}{1000} = 1625 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік};$$

Лампи на 75 Вт:

$$\frac{75 \text{ Вт} \cdot 5 \text{ год} \cdot 9 \text{ од.} \cdot 250 \text{ днів}}{1000} = 843,75 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік};$$

Лампи на 60 Вт:

$$\frac{60 \text{ Вт} \cdot 5 \text{ год} \cdot 3 \text{ од.} \cdot 250 \text{ днів}}{1000} = 225 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік}.$$

Розрахунок річних витрат лампами накаливання:

$$E_{\text{н.л.}} = (1625 + 843,75 + 225) \cdot 5,3 = 14276,9 \text{ грн}$$

де: 5,3 – дійсний тариф на електричну енергію станом на 01.01.2022 року (з ПДВ).

Розрахунок річного споживання лампами після заміни:

$$\frac{12 \text{ Вт} \cdot 5 \text{ год} \cdot 250 \text{ од.} \cdot 250 \text{ днів}}{1000} = 375 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік}.$$

Розрахунок витрати на світлодіодні лампи:

$$E_{\text{н.л.}} = 375 \cdot 5,3 = 1987,5 \text{ грн}$$

Розрахунок річної економії, грн:

$$E = 25,24 * \frac{1613,76}{1000} = 40,731 \text{ грн}$$

Розрахунок простого терміну окупності:

$$T_{\text{ок}} = \frac{40731}{14276,9} = 2,85 \text{ року}$$

## **3. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ**

### **3.1 Характеристика досліджуваного об'єкту**

Безпека на виробництві з точки зору охорони праці має велике значення для працівників, оскільки контролює їх фізичний стан. Це не може не позначатися на житті, здоров'ї та продуктивності праці працівників. Неналежний стан охорони праці може спричинити соціально-економічні проблеми для працівників та їхніх сімей.

Соціально-економічне значення охорони праці полягає в:

- Підвищенні продуктивності праці, збільшенні валового внутрішнього продукту,
- Зниженні витрат, таких як витрати на лікарняні та виплати компенсацій за несприятливі умови праці

У цьому розділі наведено аналіз небезпек і шкідливих факторів для людини та навколишнього середовища, які можуть виникнути під час роботи працівників ДНЗ. Тут, серед іншого, розглядаються технічні рішення для професійної та промислової гігієни та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Нижче наведені основні потенційні небезпеки під час роботи на полігоні.

- Ризик ураження електричним струмом через порушення правил електробезпеки або несправності електроприладів;
- Порушення функцій опорно-рухового апарату внаслідок тривалих статичних навантажень при роботі на ПК.
- Неналежна ергономіка робочого місця внаслідок непередбаченого планування робочого місця. Це може призвести до механічних пошкоджень, ураження електричним струмом і травм опорно-рухового апарату.
- Негативний вплив на зір і продуктивність працівника поганого освітлення робочої зони внаслідок несправності освітлювального обладнання або неправильної конструкції системи освітлення;
- шкідливий вплив на здоров'я працівників недостатніх параметрів повітряного середовища робочої зони внаслідок неправильного проектування системи вентиляції або її несправності;
- Ризик виникнення пожежі через несправність електрообладнання, недотримання або порушення обслуговуючим персоналом правил пожежної безпеки. Може виникнути пожежа.
- Неналежна поведінка персоналу в надзвичайних ситуаціях.

### **3.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії**

#### **3.2.1 Мікроклімат робочої зони**

Під мікрокліматом виробничих приміщень розуміють клімат внутрішнього середовища цих приміщень, який визначається діючими на

організм людини поєднаннями температури, вологості та швидкості руху повітря, а також інтенсивності теплового випромінювання.

Якщо з технічних чи економічних міркувань оптимальні норми не забезпечуються, то встановлюються допустимі величини показників мікроклімату.

Вибираємо для приміщення для роботи у ДНЗ категорію важкості робіт за фізичним навантаженням – легка Іа [18].

Відповідно допустимі показники температури, відносної вологості та швидкості руху повітря у робочій зоні для холодного та теплого періодів року приведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Допустимі показники мікроклімату в приміщенні

Період року	Категорія робіт	Температура повітря, °С	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с
Холодний період	Легка Іа	22-24	40-60	0,1
Теплий період	Легка Іа	23-25	40-60	0,1

При опроміненні менше 25% поверхні тіла людини, допустима інтенсивність теплового опромінення складає 100 Вт/м<sup>2</sup>.

Повітря робочої зони не повинно містити шкідливих речовин з концентраціями вище гранично допустимих концентрацій (ГДК) в повітрі робочої зони та підлягає систематичному контролю з метою запобігання можливості перевищення ГДК, значення яких для роботи з ЕОМ наведено в таблиці 3.2 [19].

Таблиця 3.2 – Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин

Назва речовини	ГДК, мг/м <sup>2</sup>	Агрегатний стан	Клас небезпеки
Озон	0,1	Пара	4
Оксиди азоту	5	Пара	2
Пил	4	Аерозоль	2

Для встановлення необхідних за нормативами параметрів мікроклімату і складу повітря робочої зони передбачено такі заходи:

1) у приміщенні повинна бути розміщена система кондиціонування для теплого і опалення для холодного періодів року;

2) припливно-витяжна система вентиляції, а при несприятливих погодних умовах кондиціонування.

### 3.2.2 Освітлення робочої зони

Для забезпечення раціональних гігієнічних умов на робочих місцях значні вимоги висуваються до якісних та кількісних параметрів освітлення.

З точки зору задач зорової роботи в приміщенні, в якому проводиться робота працівників ДНЗ, знаходимо, що вони відповідають IV розряду зорових робіт. Вибираємо контраст об'єкта з фоном – середній та характеристику фону – середню, яким відповідає підрозряд зорових робіт В [20].

Нормовані значення коефіцієнта природного освітлення (КПО) та мінімальні значення освітленості при штучному освітленні наведені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Нормовані значення КПО і мінімальні освітленості при штучному освітленні

Характеристика зорової роботи	Найменший розмір об'єкта розрізнення, мм	Розгляд зорової роботи	Підрозгляд зорової роботи	Контраст об'єкта розрізнення з фоном	Характеристика фону	Освітленість при штучному освітленні, лк			КПО для бокового освітлення, %	
						Комбіноване		загальне	Природного	Суміщеного
						всього	у т. ч. від загального			
Середньої точності	0,5-1	IV	в	середній	середній	400	200	200	1,5	0,9

З метою забезпечення нормованих значень параметрів освітлення передбачено такі заходи:

1) за недостатнього природного освітлення у світлу пору доби доповнення штучним за допомогою люмінесцентних ламп з утворенням системи суміщеного освітлення;

2) застосування загального штучного освітлення в темну пору доби

### 3.2.3 Віброакустичні коливання робочої зони

Зважаючи на те, що під час експлуатації майже будь-яких пристроїв генерується шум, потрібно передбачати захист від шуму.

Визначено, що приміщення, де проводиться робота працівників ДНЗ може мати робочі місця із шумом, що спричиняється вентиляторами блоку живлення ЕОМ і кулерами мікропроцесора та відеокарти.

З метою попередження травмування працівників від дії шуму він підлягає нормуванню. Основним документом стосовно виробничого шуму, що діє в нашій країні, допустимі рівні звукового тиску, рівні звуку і еквівалентні рівні шуму на робочих місцях у виробничих приміщеннях не мають бути більшими ніж значення, що приведені в таблиці 3.4 [21].

Таблиця 3.4 – Нормовані рівні звукового тиску і еквівалентні рівні звуку

Рівні звукового тиску в дБ в октавних полосах із середньо-геометричними частотами, Гц									Рівні звуку і еквівалентні рівні звуку, дБА
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

Для встановлення нормованого рівня шуму в приміщенні проводять наступні заходи:

- 1) Оздоблення стін спеціальними перфорованими плитами, панелями для шумопоглинання;
- 2) Контроль рівня шуму принаймні раз на рік.

## **ВИСНОВКИ**

У результаті виконання кваліфікаційної роботи магістра було проведено енергетичне обстеження систем енергопостачання Сумського санаторного дошкільного навчального закладу (ясла-садок) № 24 «Оленка». Будівля розташована за адресою: вул. Пушкіна, 49А, м. Суми, Сумська область, 40000.

Під час енергетичного обстеження було проведено обстеження дійсного стану конструктивних елементів будівлі, а також системи теплопостачання, електропостачання, водопостачання та водовідведення, зроблені висновки щодо фактичного стану систем, були розраховані види тепловтрат та зроблені відповідні висновки щодо впровадження необхідних заходів. Розрахунки показали, що чимала частка теплової енергії втрачається через огорожуючі конструкції, найбільша частка втрат припала на стіни. У зв'язку з цим фактом було розроблено відповідні енергозберігаючі заходи. З метою підвищення енергоефективності закладу було запропоновано наступні заходи:

- Утеплення стін;
- встановлення сонячної електростанції;
- моніторингу теплоспоживання;
- Заміна ламп розжарювання на більш енергоефективні.

Був визначений економічний ефект від запровадження перелічених заходів, зроблені висновки щодо доцільності їх впровадження.

Отримано розрахункові результати фінансової економії від впровадження енергозберіжних заходів з подальшим визначенням їх термінів окупності. Отримані результати термінів окупності задовольняють сучасним вимогам щодо реалізації заходів з енергозбереження.



## ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

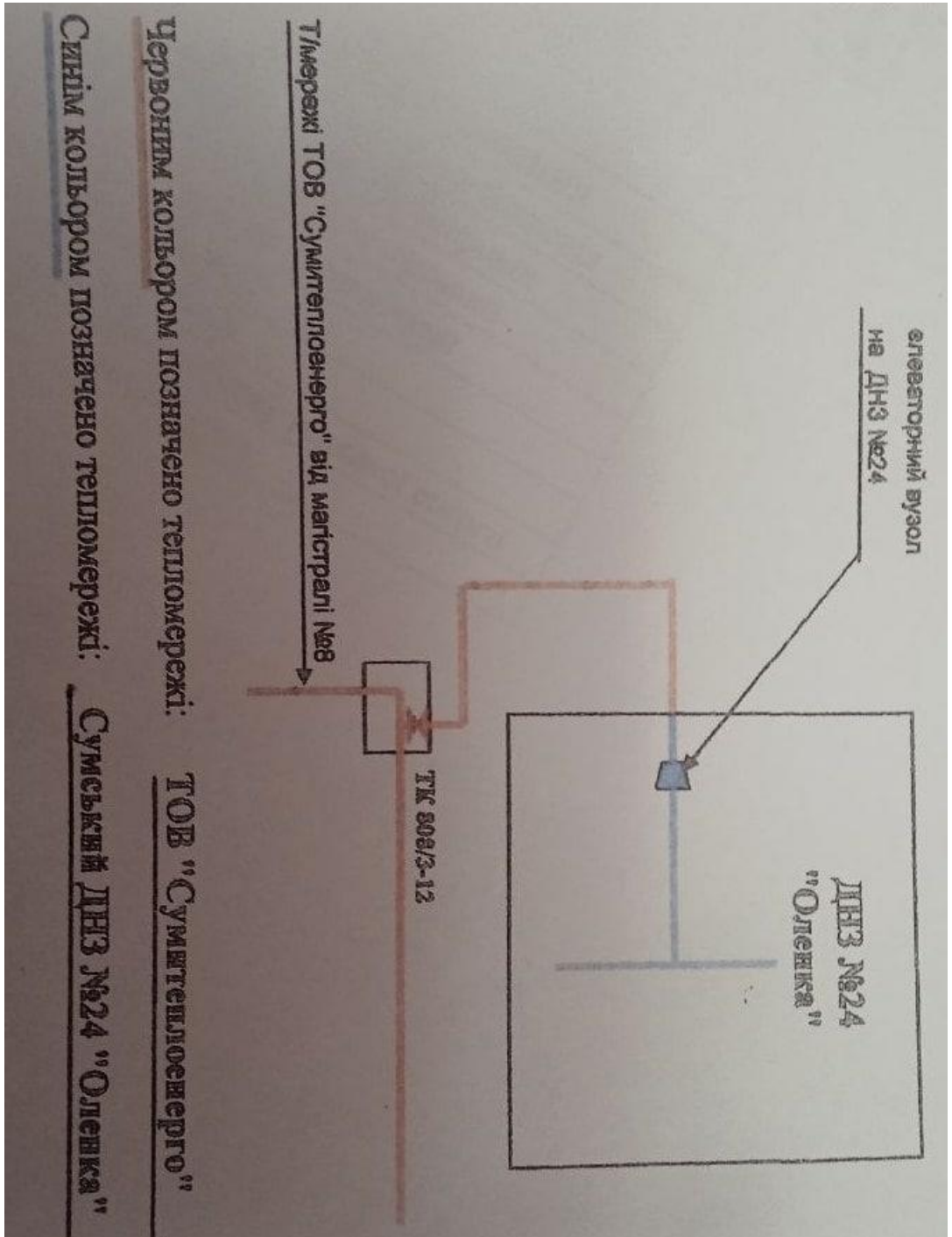
1. ДСТУ 4065:2001 "Енергозбереження. Енергетичний аудит. Загальні технічні вимоги";
2. ДСТУ Б В.2.2-39:2016 Методи та етапи проведення енергетичного аудиту будівель. – К.: Мінрегіон України. –2009.
3. ДБН В.2.5-39:2008 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Теплові мережі»
4. ДСТУ Б В.2.6-189:2013 Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель. – К. : Мінрегіон України, 2014. – 51 с.
5. ДБН В.2.6-31:2016. Теплова ізоляція будівель. – К. : Міністерство регіонального розвитку, будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2017. – 30 с.
6. ДСТУ Н Б В.1.1–27:2010 "Будівельна кліматологія" – К. Мінрегіонбуд України, 2006. –72 с.
7. КТМ 204 України 244-94. Норми та вказівки з нормування витрат палива та теплової енергії на опалення житлових та громадських споруд, а також на господарсько-побутові потреби в Україні. Державний комітет України по житлово-комунальному господарству. – Київ, 2001 р.
8. Практичний посібник з енергозбереження для об'єктів промисловості, будівництва та житловокомунального господарства України. – Луганськ, вид-во «Місячне сяйво», 2010. – 696с.
9. [Електронний ресурс]: [http://rp5.ua/Архив\\_погоды\\_в\\_Сумах](http://rp5.ua/Архив_погоды_в_Сумах).
10. ДСТУ Б В.2.2-39:2016 «Методи та етапи проведення енергетичного аудиту будівель». – К. Мінрегіонбуд України, 2016. –47 с.
11. Еремкин А. И., Тепловой режим зданий: учебное пособие / А. И. Еремкин, Т. И Королева. – М. : Издательство АСВ, 2000. – 368 с.
12. [Електронний ресурс]: <https://epicentrk.ua>
13. 3986 Методичні вказівки до виконання розрахункових та практичних робіт на тему «Економія теплової енергії на опалення будівель і витрат на її генерацію.

14. 3711 Методичні вказівки до виконання розрахункових та практичних робіт на тему «Розрахунок теплового балансу будівель і споруд під час проведення енергетичного обстеження» з дисципліни «Системи виробництва та розподілу енергії» для студентів напряму підготовки 6.050601 «Теплоенергетика». - Суми: Сумський державний університет, 2014.
15. ДБН В.2.2-4:2018. Будинки і споруди. Заклади дошкільної освіти. ПАТ «Український зональний науково-дослідний і проектний інститут по цивільному будівництву» (ПАТ «КІЇВЗНДІЕП»). Розробники: Б. Губов; М. Коренюк, канд. Тех. Наук; В. Куцевич, д-р архіт. (науковий керівник). МІнрегіон України, 2018.
16. [Електронний ресурс]: <https://www.maximuscentr.com.ua/ru/utepljenje-hazobetona-myneralnoi-vatoi/>
17. [Електронний ресурс]: <https://prom.ua/ua/p1590548774-solnechnaya-panel-405.html>
18. [Електронний ресурс]: <https://buklib.net/books/35225/>.
19. [Електронний ресурс]: <https://buklib.net/books/35228/>.
20. ДБН В.2.5-28-2006. Природне і штучне освітлення, 2006.
21. [Електронний ресурс]: <https://buklib.net/books/35229/>.
22. [Електронний ресурс]: <https://pay.vn.ua/articles/146#>
23. [Електронний ресурс]: <https://sun-energy.com.ua/solar-power/solar-panels>
24. [Електронний ресурс]: <https://domvpavlino.ru/uk/calculation-of-solar-panels-for-the-house-calculationof-solar-panels-energystock>
25. [Електронний ресурс]: <https://brilliantsolar.com.ua/p1457549453-afore-invertor-kvt.html>
26. [Електронний ресурс]: <https://remkit.pro/p1719892908-gelevij-akumulyator-battery.html>
27. [Електронний ресурс]: <https://www.solar-battery.com.ua/karta-solnechnoy-aktivnosti-v-ukraine>

28. ДБН В.2.6-31:2016. Теплова ізоляція будівель. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2017.
29. ДСТУ Н Б В.1.1–27:2010 "Будівельна кліматологія" – К. Мінрегіонбуд України, 2006.
30. КТМ 204 України 244-94. Норми та вказівки з нормування витрат палива та теплової енергії на опалення житлових та громадських споруд, а також на господарсько-побутові потреби в Україні. Державний комітет України по житлово-комунальному господарству. – Київ, 2001 р.
32. Розрахунок геліосистеми з фотоелектричними перетворювачами [Текст]: метод. рек. до викон. розрахункової роботи для студ. спеціальності 144 «Теплоенергетика» /Уклад: В.І Шкляр, В.В. Дубровська, – К.: НТУУ «КПІ», 2015. – 52 с.

# ДОДАТОК А

## Схема теплового пункту ДНЗ № 24



## ДОДАТОК Б

Таблиця В.1 – Перелік освітлювальних приладів ДНЗ №24

Тип ламп	Загальна кількість ламп, од.	Потужність	Загальна потужність, кВт
Лампи розжарювання	13	100	1,3
	9	75	0,675
	3	60	0,18
Люмінесцентні лампи	12	18	0,22
Світлодіодні лампи	10	18	0,18
	23	12	0,552
	19	7	0,133
Всього	89	-	3,24

## ДОДАТОК В

### Результати тепловізійного обстеження

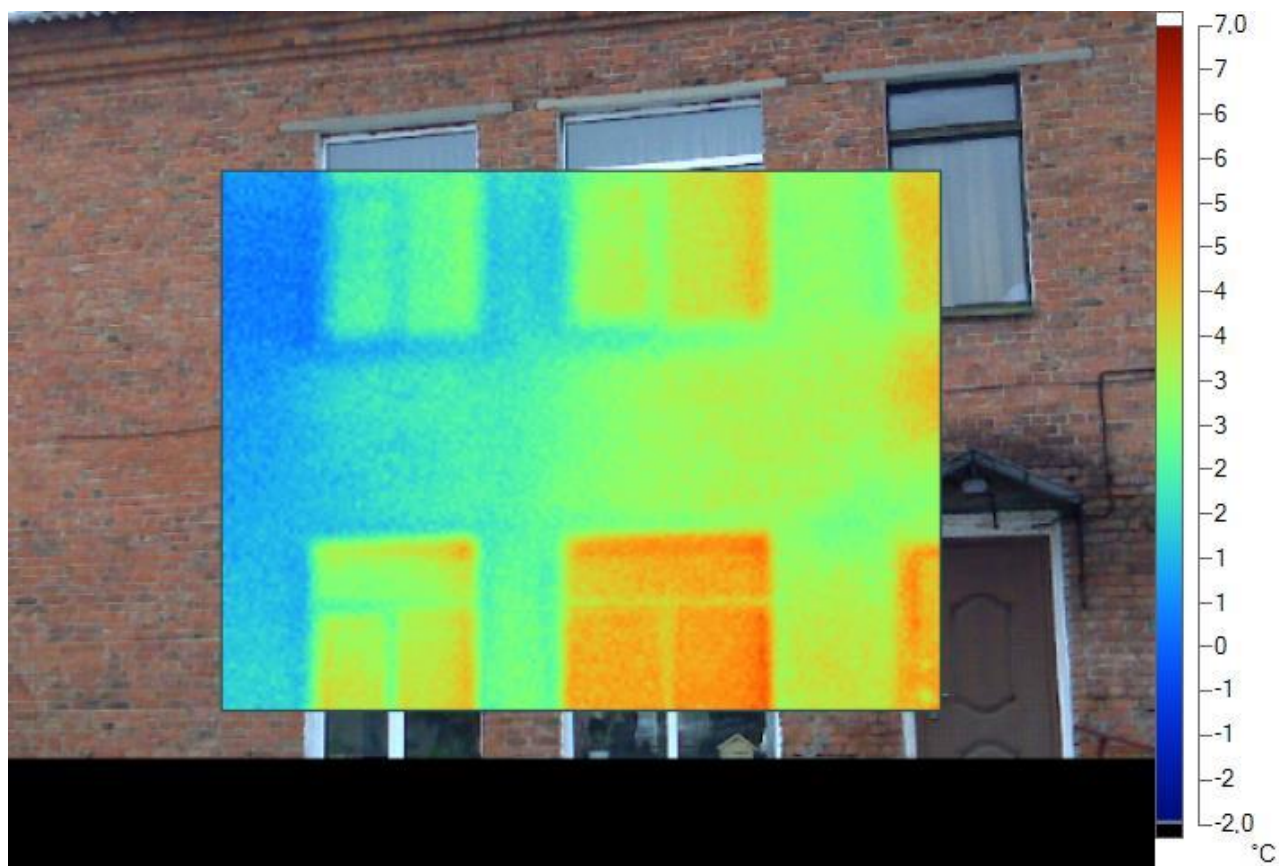
Тепловізійне обстеження будівлі Сумського санаторного дошкільного навчального закладу (ясла-садок) № 24 "Оленка" м. Суми, Сумської області було проведено 9 лютого 2021 року з використанням тепловізора FlukeTi25. У звіті надані термограми, які найбільш наочно демонструють типові проблемні місця будівель.

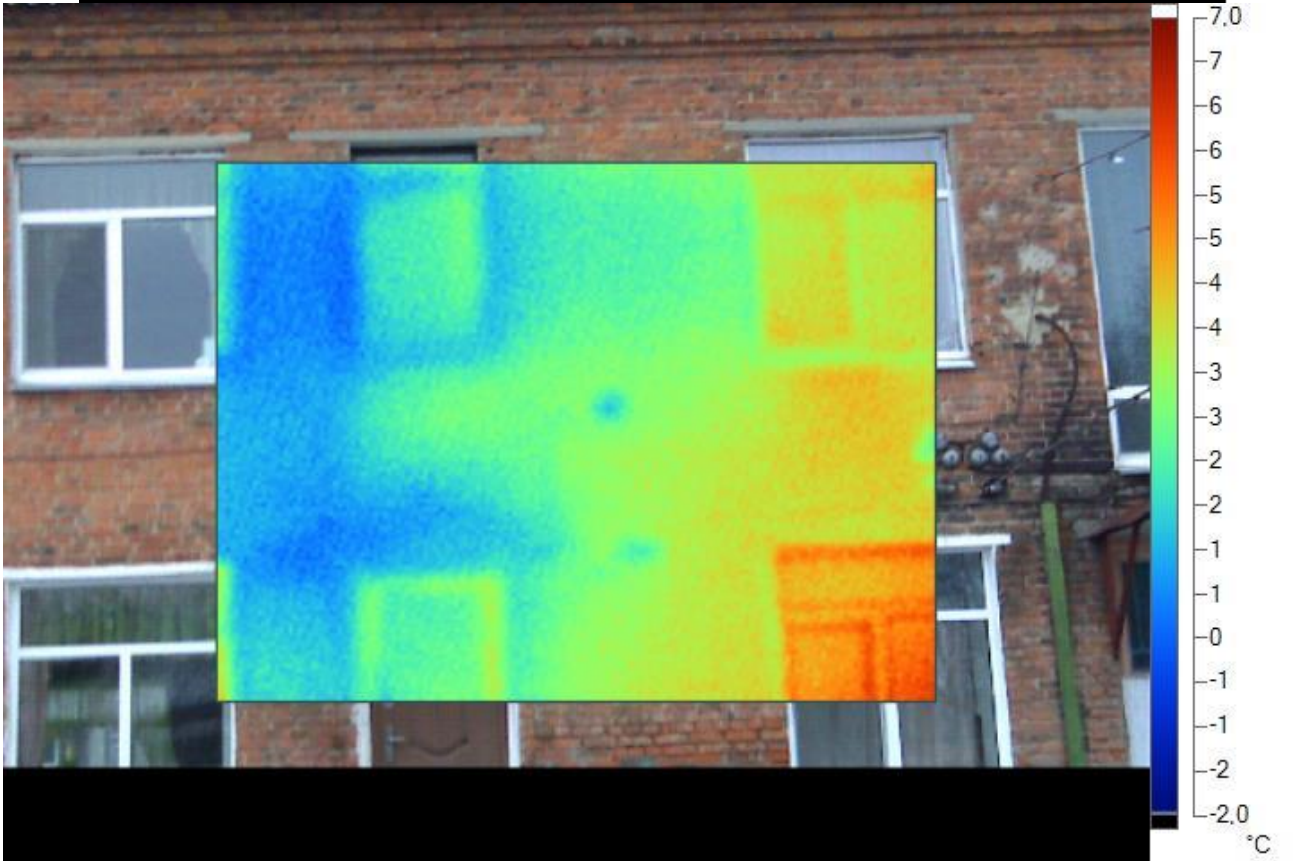
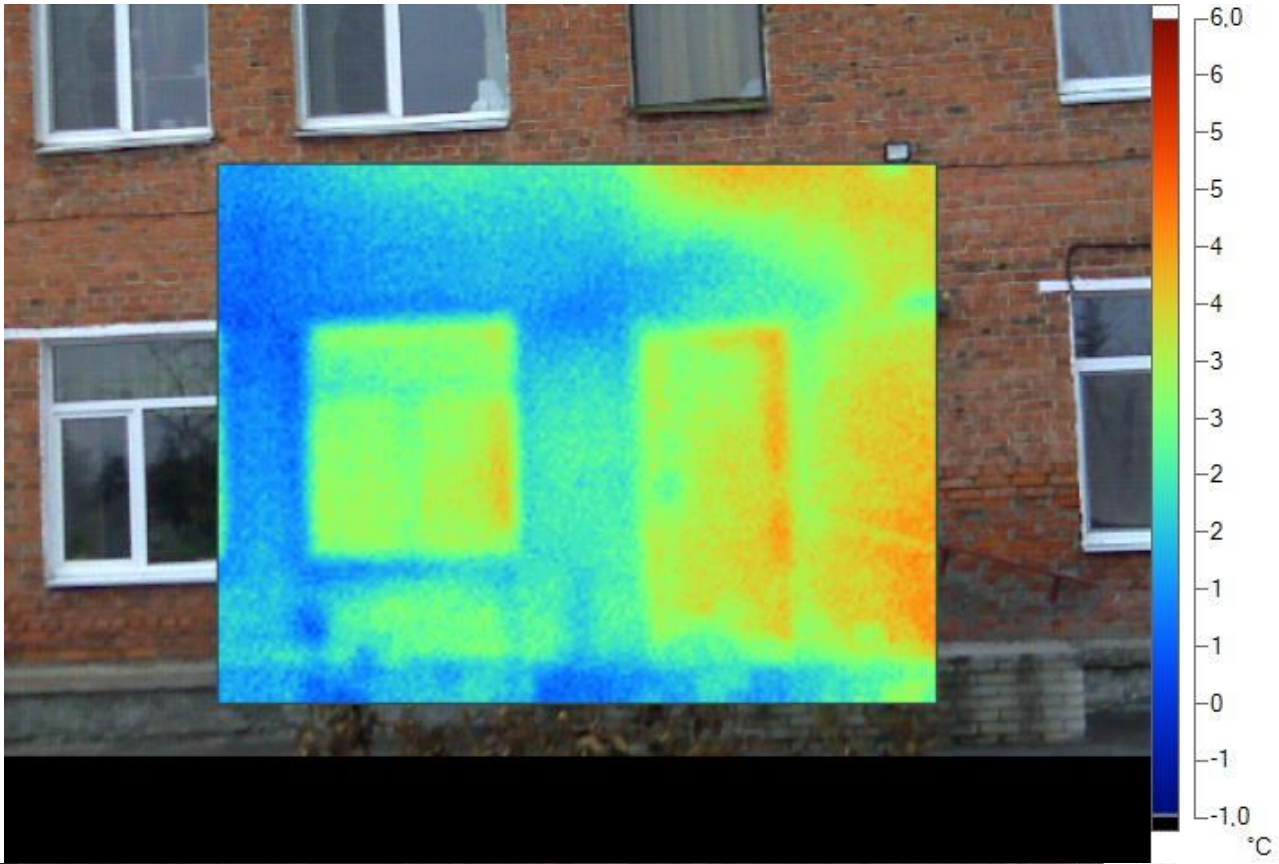
Мета обстеження – виявлення місць найбільших тепловтрат у будівлі ДНЗ № 24.

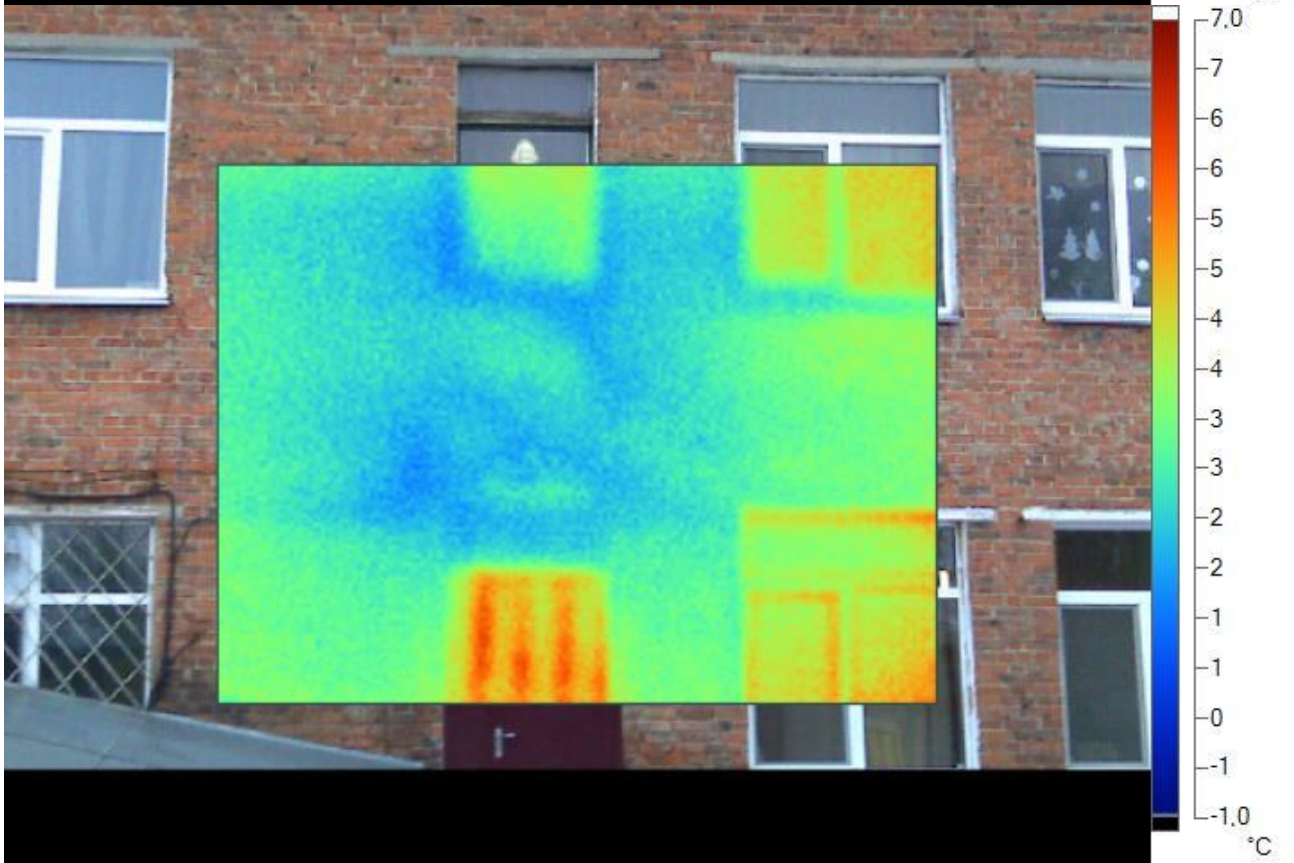
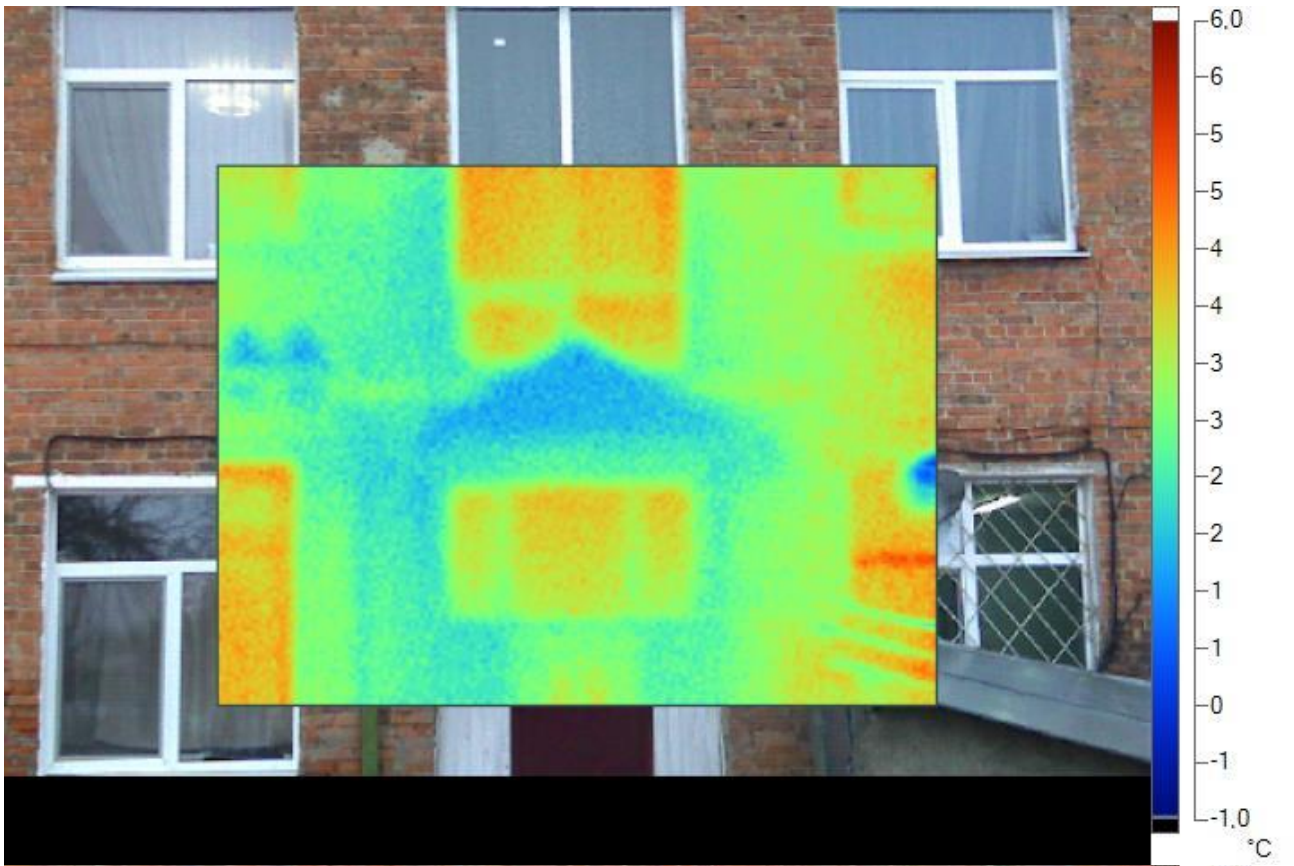
На момент проведення тепловізійного обстеження температура навколишнього середовища становила  $+4^{\circ}\text{C}$ . Середня температура всередині приміщень становила  $21^{\circ}\text{C}$ .

У додатку наведені термограми, які показують типові проблеми по тепловтратам, що притаманні майже всім огорожувальним конструкціям. Під час тепловізійного обстеження було зроблено 31 термограму.

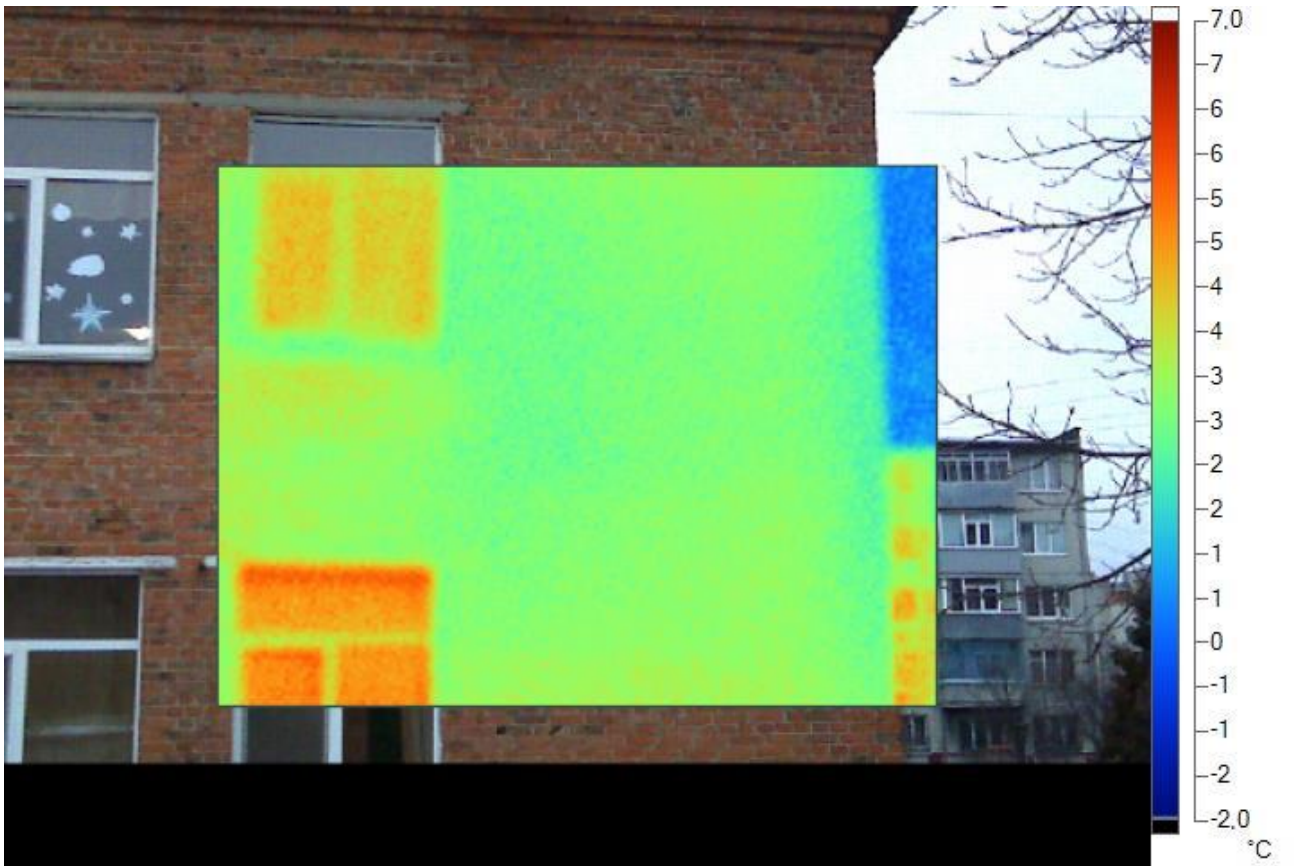
### Термограми із зазначенням місць найбільших втрат теплової енергії на об'єкті обстеження (ДНЗ №24)

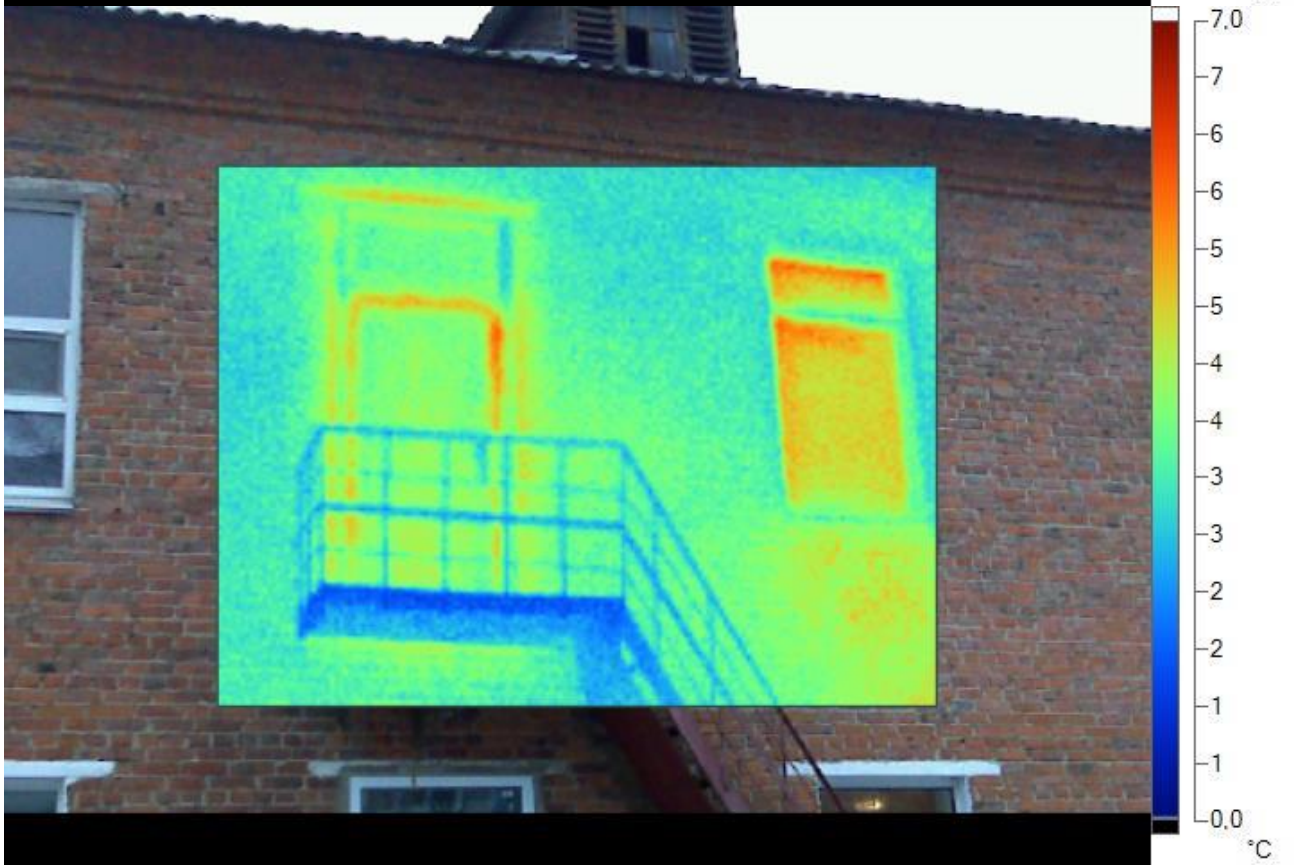
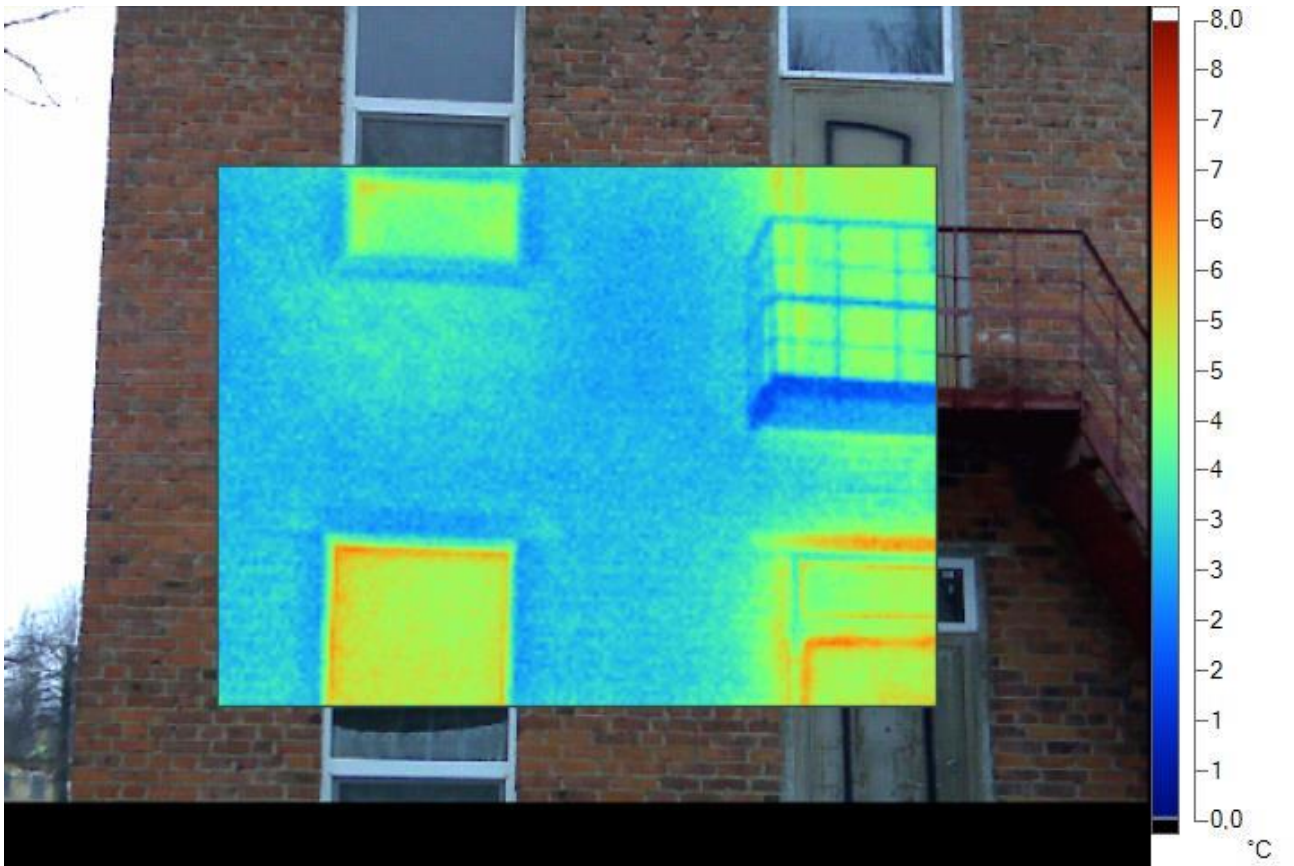








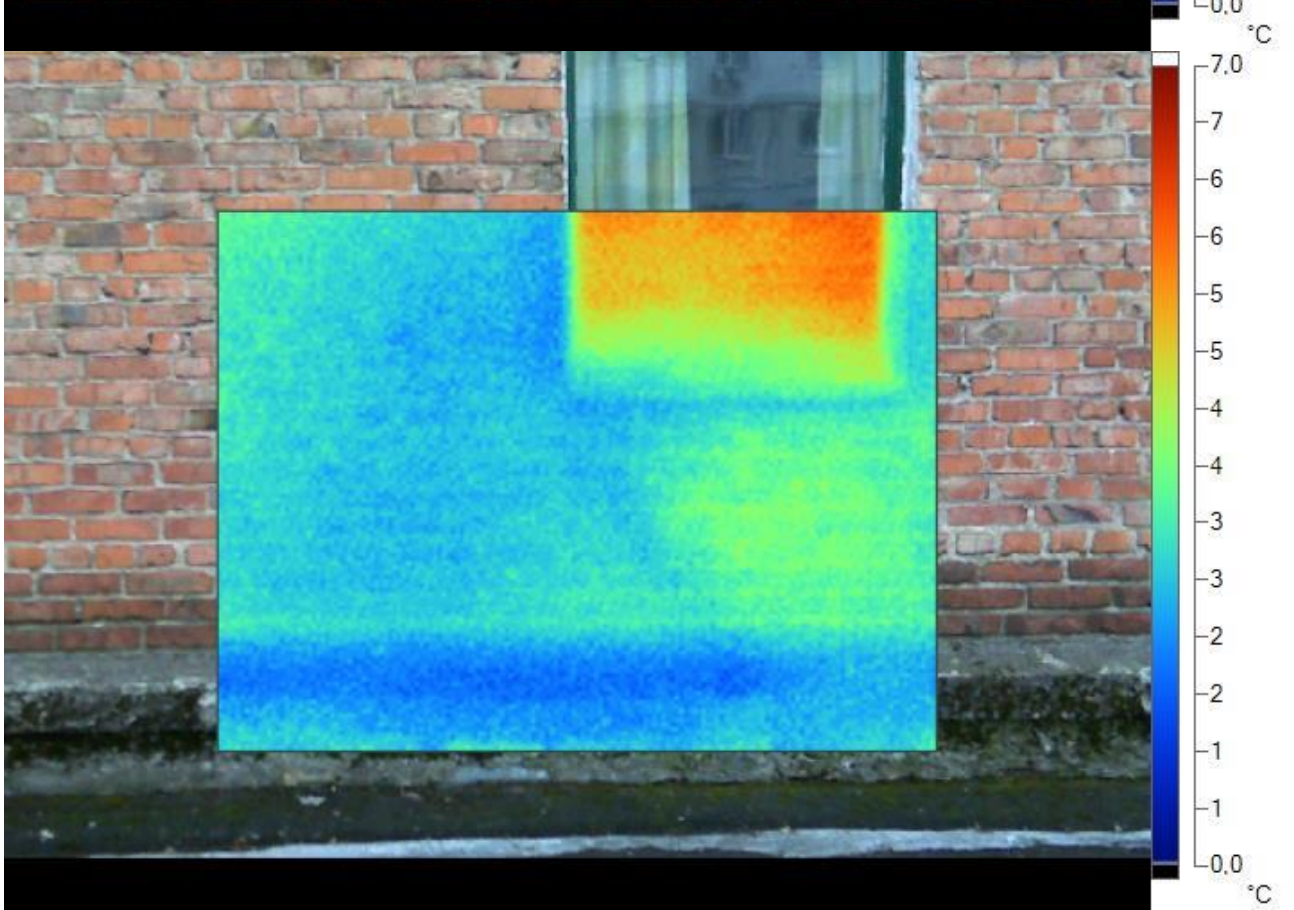
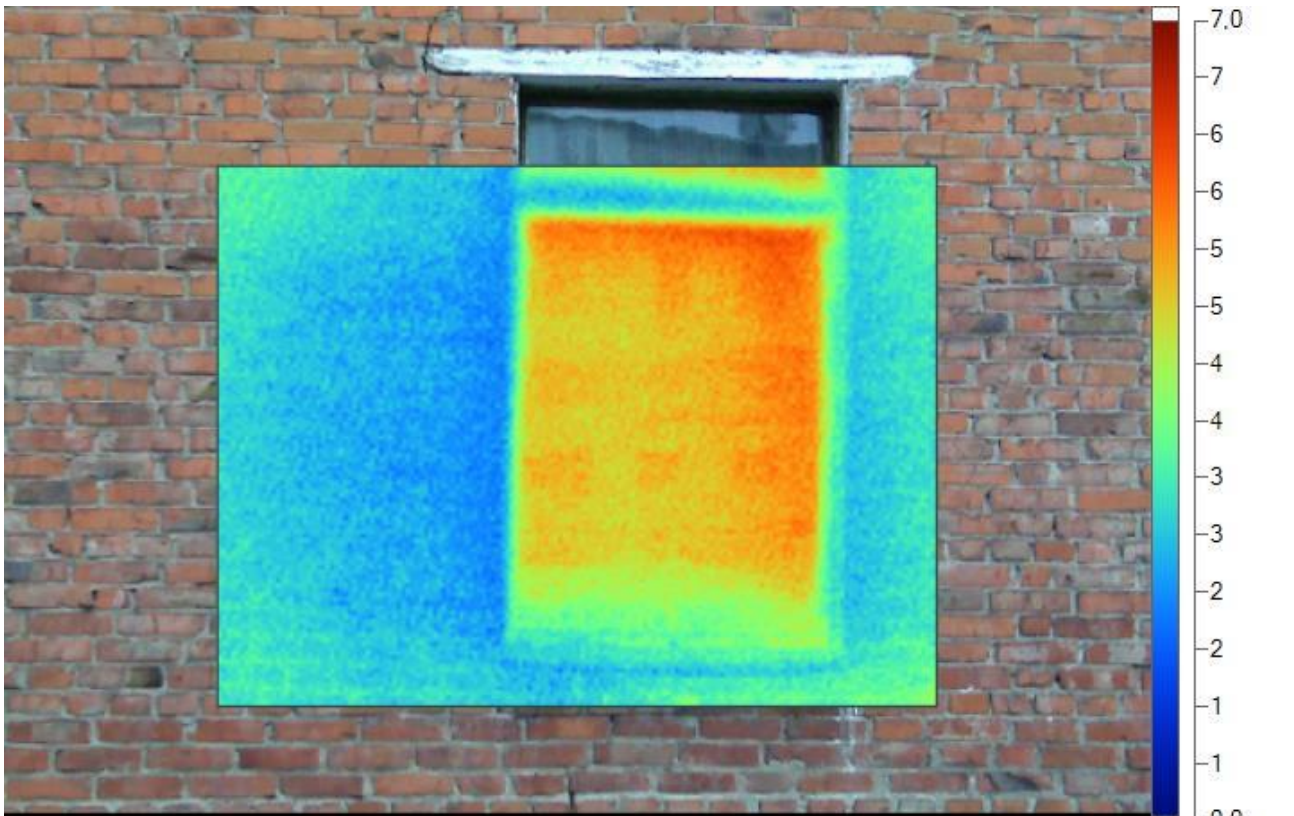


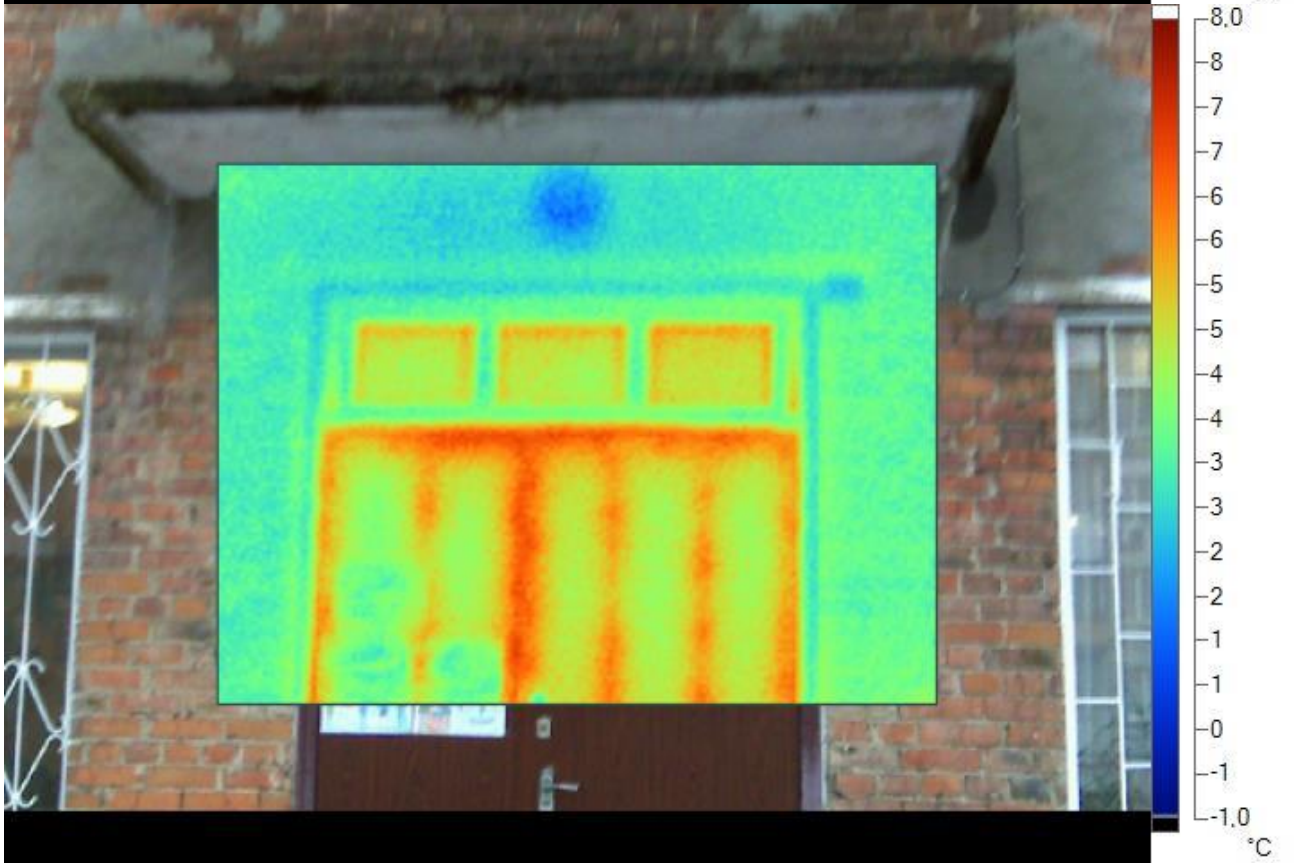
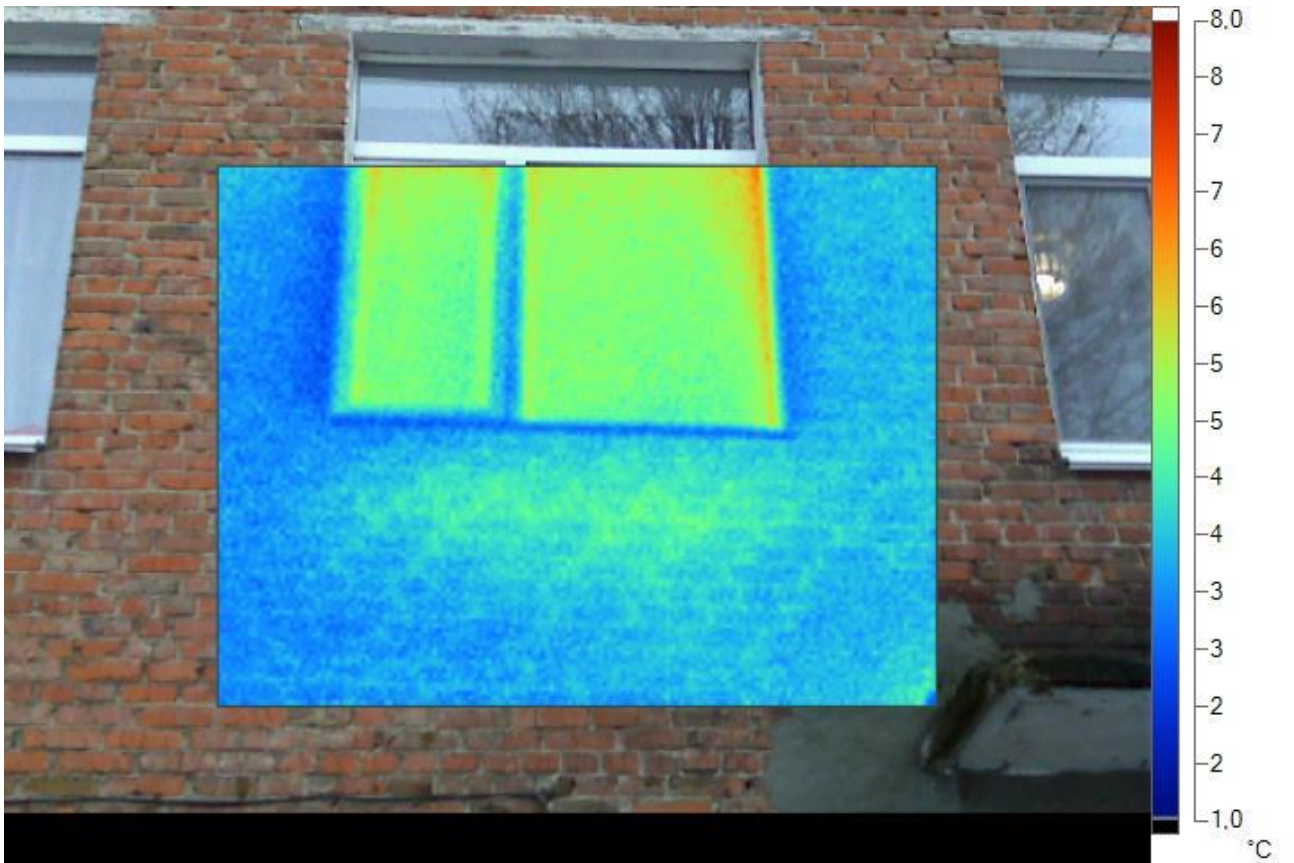


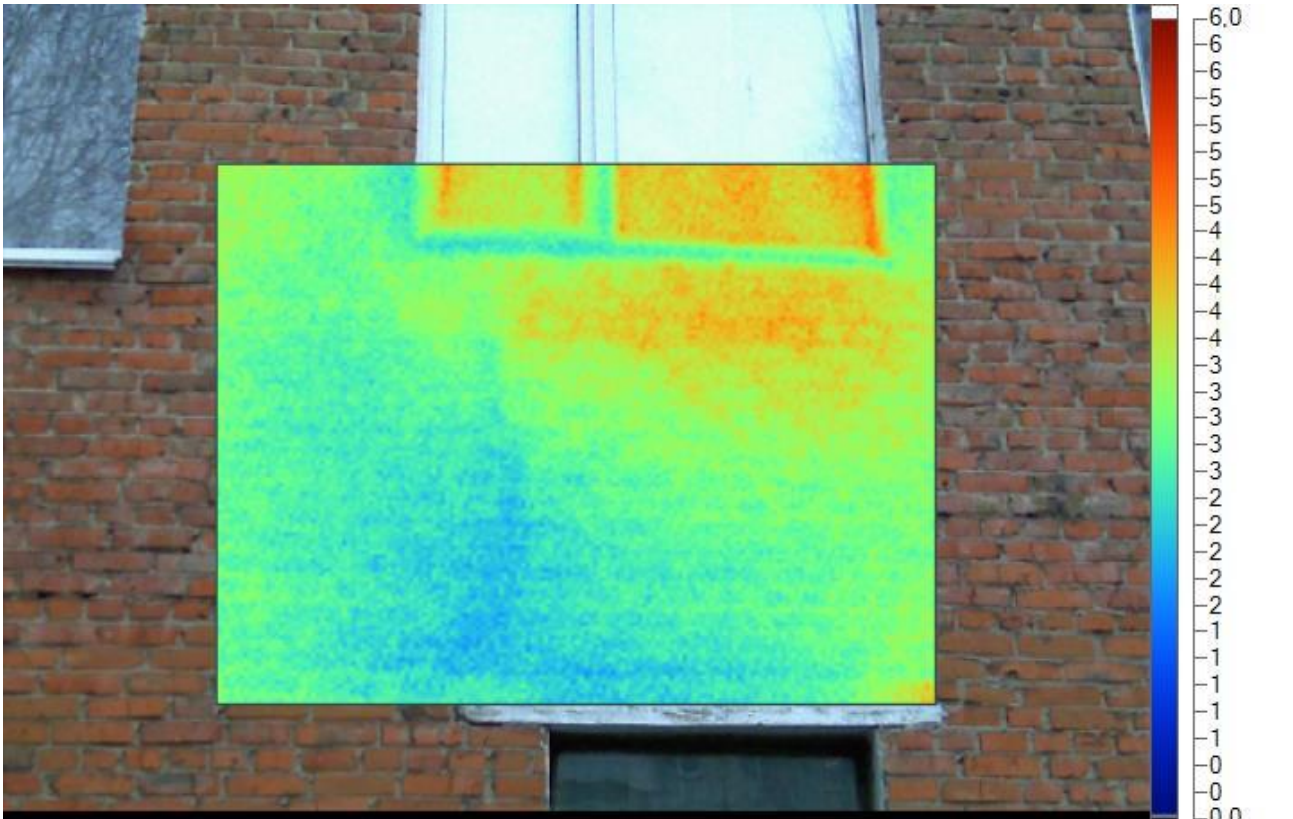






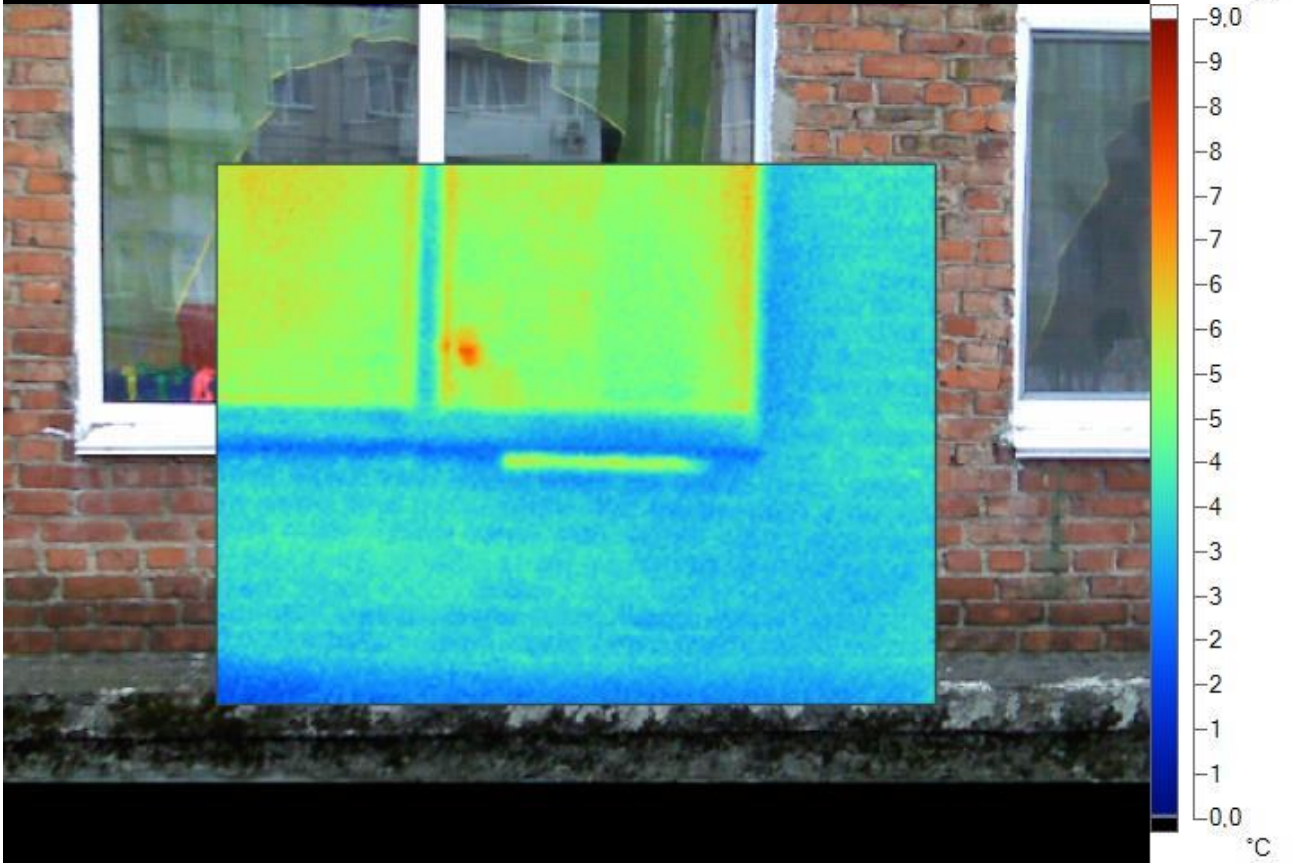
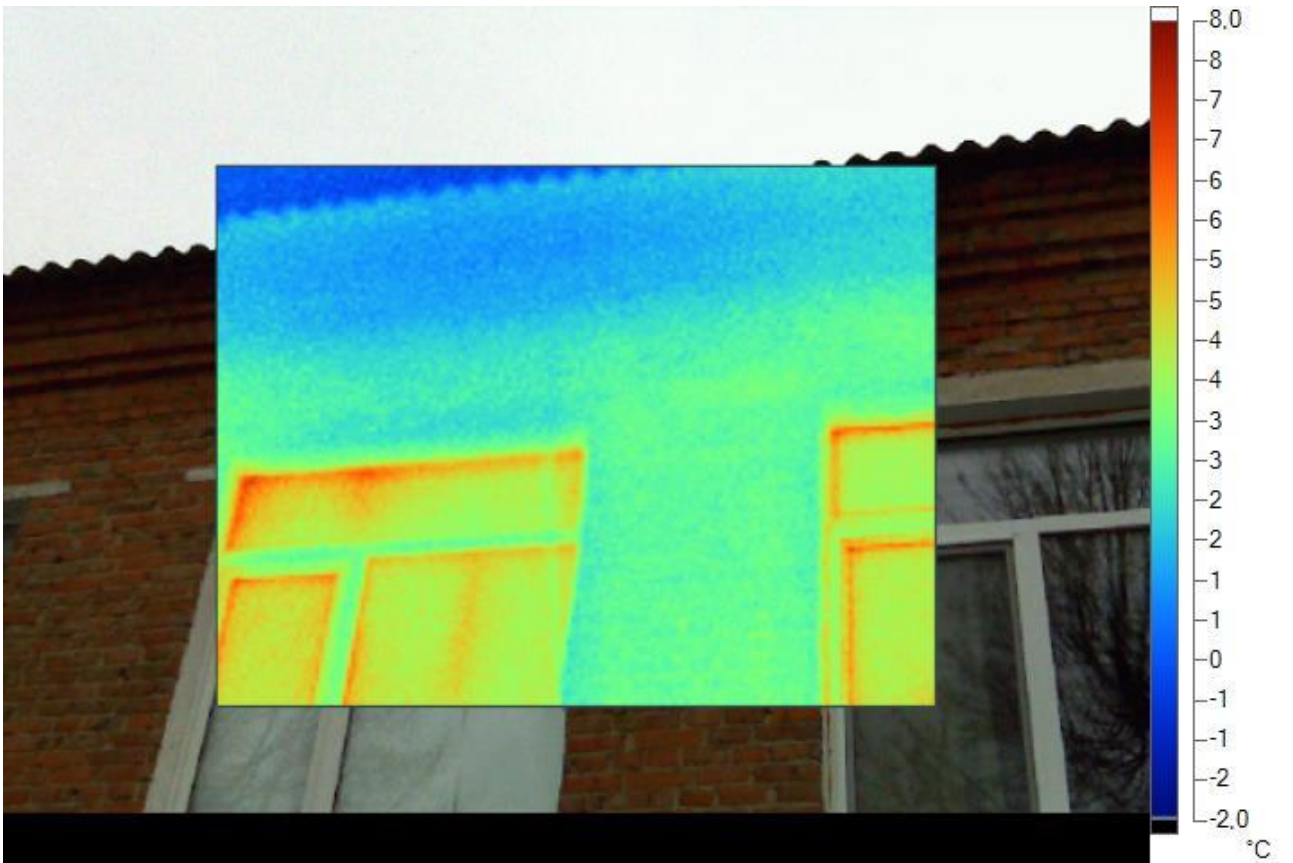


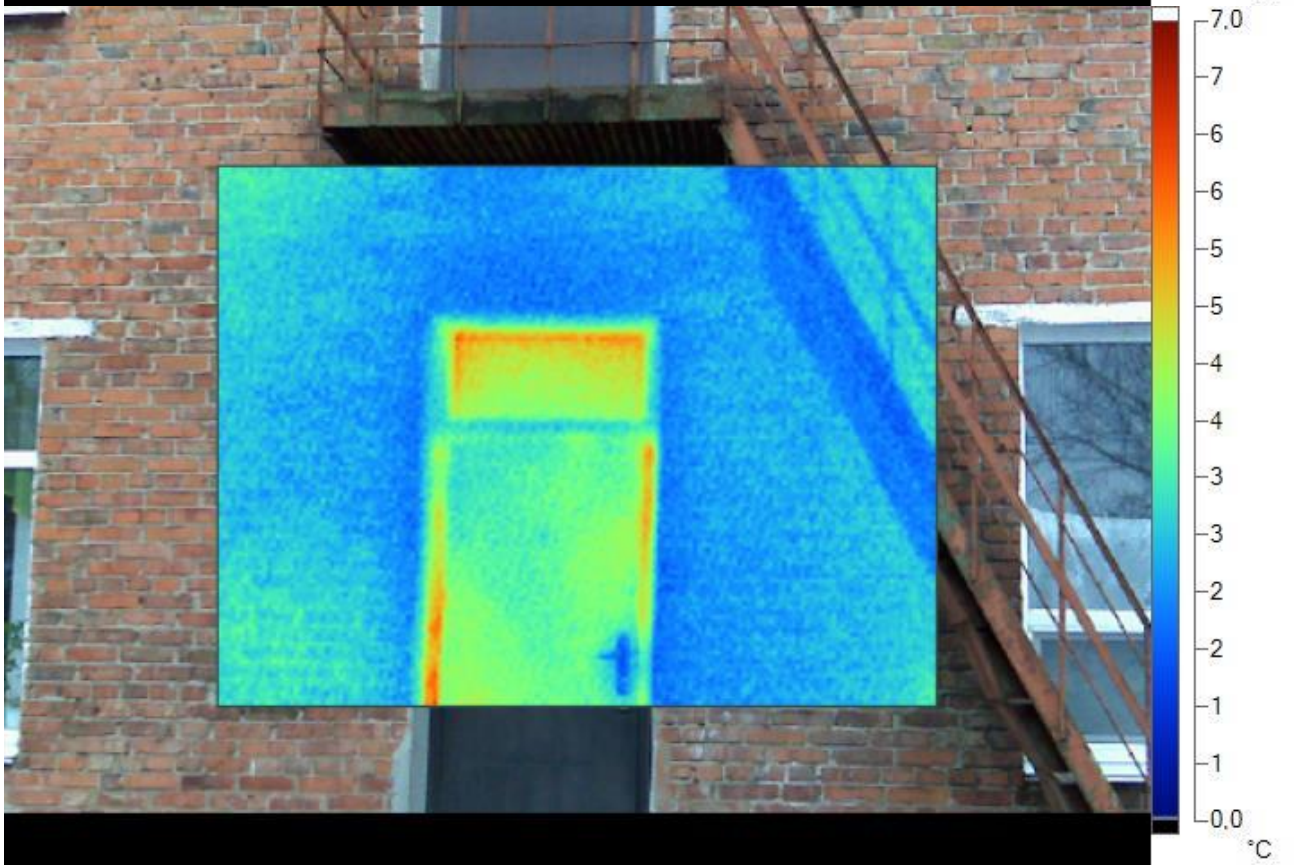
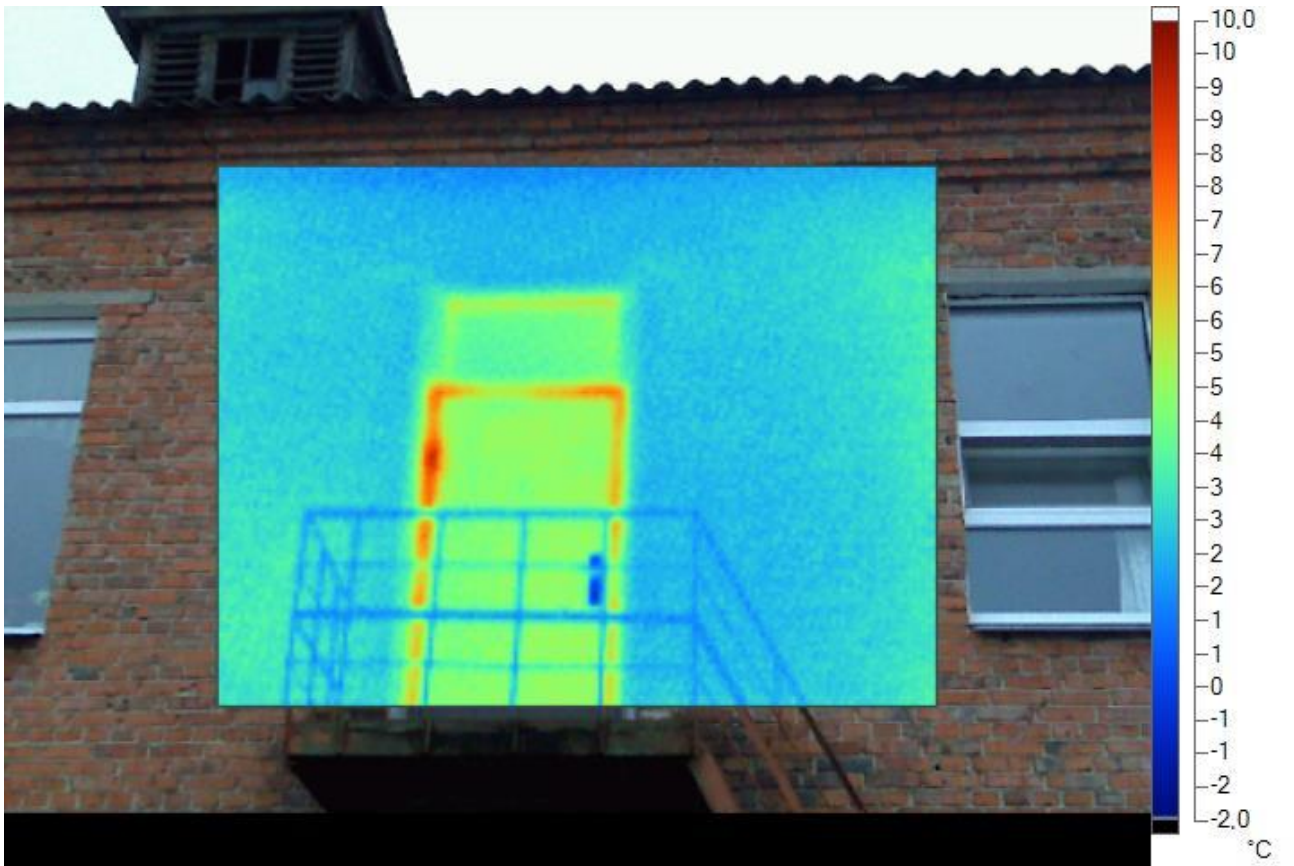


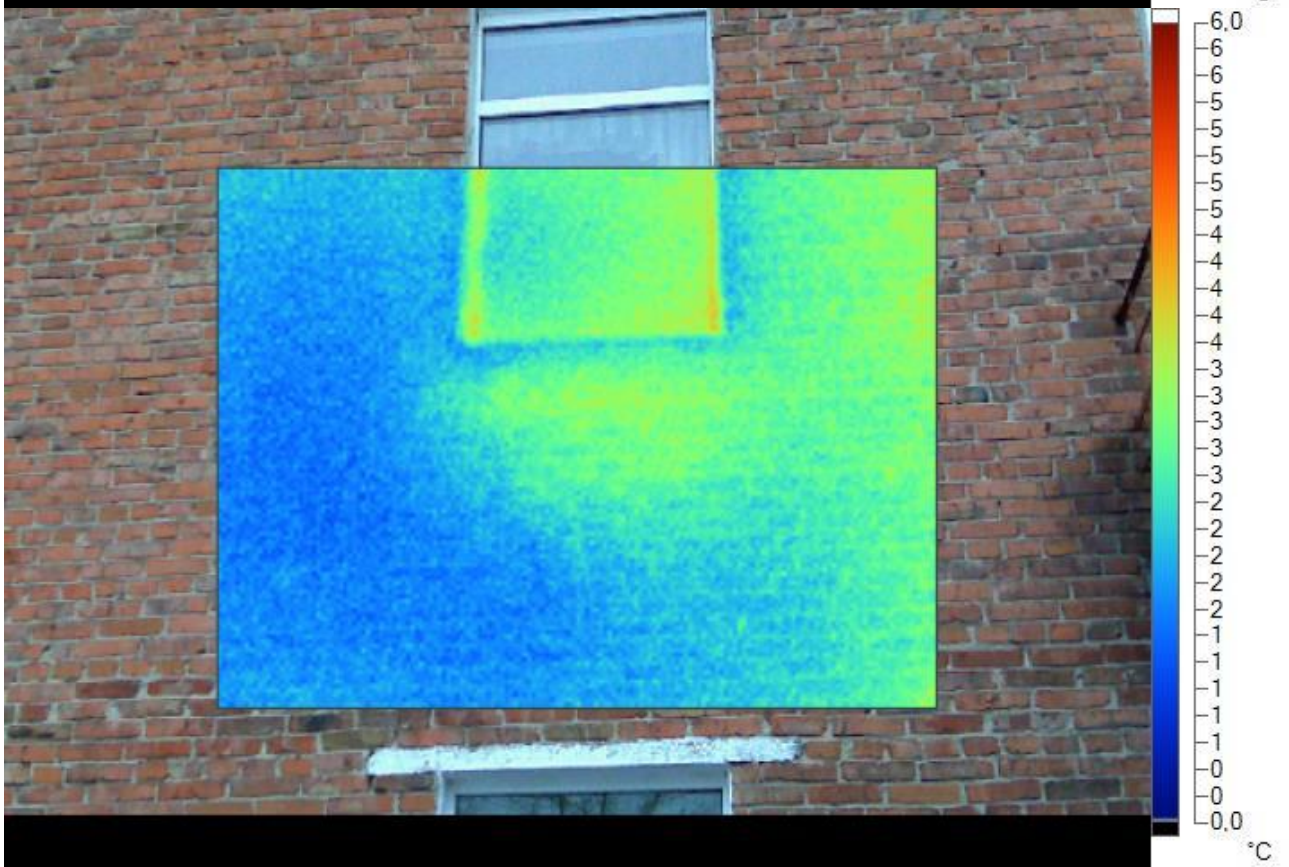


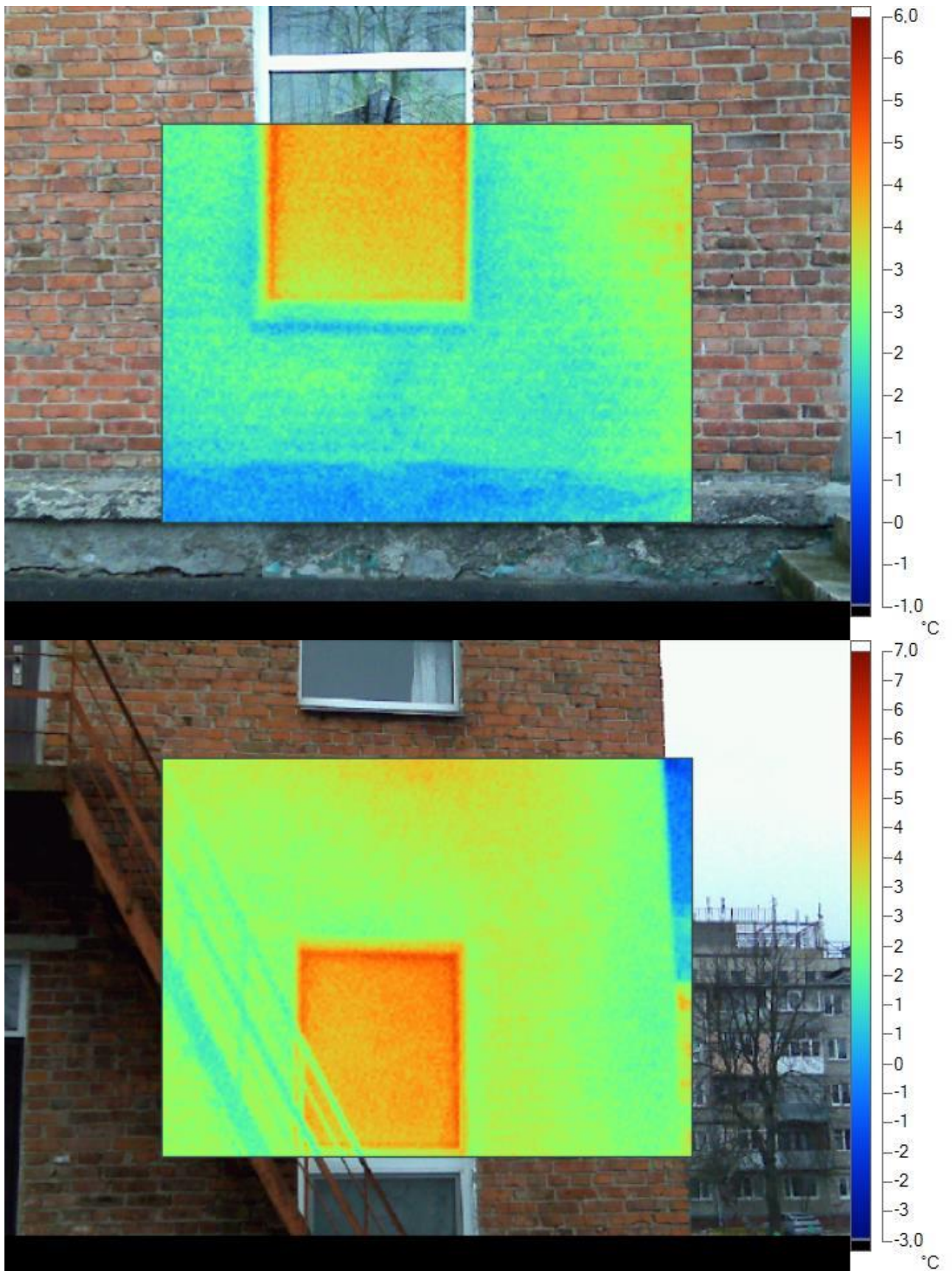












Тепловізійне обстеження виявило втрати тепла з приміщень, а саме:  
-підвищена температура зовнішньої поверхні стіни свідчить про часткову втрату стінами теплозахисних властивостей;

-відбуваються втрати тепла крізь місця стіни, де розташовані прилади опалення.