

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЦЕНТР ЗАОЧНОЇ, ДИСТАНЦІЙНОЇ ТА ВЕЧІРНЬОЇ ФОРМ НАВЧАННЯ
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЇ ГІДРОАЕРОМЕХАНІКИ

Шаповал Олександр Володимирович

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ
ТЕПЛОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БУДІВЛІ КП «МІСЬКИЙ МІЖШКІЛЬНИЙ
НАВЧАЛЬНО-ВИРОБНИЧИЙ КОМБІНАТ» СМР

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)

Антоненко Сергій Сергійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

доцент каф. ПГМ

(наукове звання та наукова ступінь)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри ПГМ _____

Сотник М.І. _____

« » _____ 20 р. _____

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА

Здобувача Шаповал Олександр Володимирович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи: «Підвищення енергоефективності функціонування системи теплозабезпечення

будівлі КП «Міський міжшкільний навчально-виробничий комбінат» СМР».

затверджена наказом по університету № _____ від « » _____ 2022 р. _____

2 Термін здачі студентом закінченої роботи – до 02.12.2022 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 (короткий опис загальних проблем з енергоспоживання та енергоефективності, до яких відноситься тематика кваліфікаційної роботи. Представлення результатів з аналізу літературних та інформаційних джерел з сучасного стану питання за темою роботи. Надання аргументованих висновків щодо доцільності та актуальності виконання випускної роботи за обраною темою).

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 – Техніко-економічний аналіз умов запровадження енергозбережних заходів (Основні положення визначеної методики розрахунку; представлення результатів розрахунку за кожним етапом проведеної роботи. 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.

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 23.09.2021 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 24.09 до 16.10.2022	
2	Захист переддипломної практики	до 20.10.2022	
3	Виконання 1-го розділу	до 06.11.2022	
4	Виконання 2-го розділу	до 20.11.2022	
5	Виконання 3-го розділу	до 30.11.2022	
6	Представлення виконаної роботи	до 02.12.2022	
7	Проходження перевірки на плагіат	до 16.12.2022	
8	Проведення захисту роботи	до 28.12.2022	
9			
10			

Студент-магістр

_____ (підпис)

Керівник випускної роботи

_____ (підпис)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 51 с., 3 рисунків, 6 таблиці, 3 додатки, 26 літературних джерел.

Мета роботи: визначення потенціалу енергозбереження системи теплоспоживання, розроблення і обґрунтування енергозбережних заходів, зменшення витрат на енергоносії.

Відповідно до поставленої мети були вирішені такі завдання:

- аналіз обсягів споживання теплової енергії
- обстеження системи тепlopостачання об'єкта
- визначення базового рівня енергоспоживання системою тепlopостачання об'єкту
- розроблення і обґрунтування енергозбережних заходів.

Об'єкт енергообстеження: комунальна установа «Міський міжшкільний навчально-виробничий комбінат» СМР.

Предмет енергообстеження: система споживання теплової енергії.

Методи дослідження: інструментальне обстеження, статистичний метод визначення динаміки споживання енергії в часі, теплові та економічні методи розрахунку енергозбережних заходів.

Ключові слова: ТЕПЛОСПОЖИВАННЯ, ТЕПЛОВА ПОТУЖНІСТЬ, ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНІ ЗАХОДИ, УТЕПЛЕННЯ, МОДЕРНІЗАЦІЯ, ТЕПЛОВА ПОТУЖНІСТЬ.

Тема роботи «Підвищення енергоефективності функціонування системи теплозабезпечення будівлі КП «Міський міжшкільний навчально-виробничий комбінат»СМР».

ЗМІСТ

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА

РЕФЕРАТ

ВСТУП.....	6
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ.....	7
1.1 Загальні відомості про об'єкт енергетичного обстеження.....	7
1.2 Опис дійсного стану об'єкта енергетичного обстеження.....	7
1.3 Експлуатаційна характеристика систем енергопостачання об'єкта.....	8
1.4 Аналіз обсягів споживання теплової енергії.....	9
1.5 Аналіз енергоефективності роботи системи тепlopостачання.....	10
1.6 Інструментальне обстеження.....	13
2. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ УМОВ ЗАПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНИХ ЗАХОДІВ.....	14
2.1 Розрахунковий аналіз стану огорожувальних конструкцій.....	14
2.2 Розрахунок теплової потужності системи тепlopостачання будівлі.....	15
2.3 Визначення базового рівня теплоспоживання.....	18
2.4 Утеплення огорожувальних конструкцій.....	20
2.5 Система моніторингу теплоспоживання.....	26
2.5.1 Впровадження системи моніторингу теплоспоживання.....	26
2.5.2 Перелік обладнання, необхідного для організації та функціонування системи моніторингу.....	27
2.5.3 Розрахунковий аналіз потенціалу економії теплової енергії в результаті впровадження системи моніторингу, термін окупності.....	29
2.6 Аналіз концепції встановлення сонячного колектора для гарячої води.....	31
2.6.1 Обґрунтування доцільності впровадження даного заходу на об'єкті.....	31
2.6.2 Вартість впровадження заходу та шляхи фінансування даного заходу.....	33
3. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	35
3.1 Аналіз небезпечних і шкідливих факторів на об'єкті дослідження.....	35
3.2 Розрахунок повітрообміну для видалення надлишкового тепла.....	40
3.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях на досліджуваному об'єкті.....	42
ВИСНОВКИ.....	45
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	46
ДОДАТОК А.....	48
ДОДАТОК Б.....	49
ДОДАТОК В.....	50

ВСТУП

Енергоаудит відіграє ключову роль у ефективному використанні енергії в промисловості, в побуті, а також у сфері послуг. Він є інструментом повної оцінки споживання паливно-енергетичних ресурсів, визначення необхідних та достатніх управлінських впливів, а також для оцінки того, на скільки ці впливи є ефективними. Таким чином, енергетичний аудит (енергетичне обстеження) – постійно діючий механізм безупинного спостереження за станом об'єкта, який експлуатується, перевірка, порівняння з визначеним еталоном.

Предметом енергетичного аудита є процеси споживання палива і енергії, аналіз і надання рекомендацій щодо ефективного використання енергоресурсів. Основною метою енергетичного аудита є пошук можливостей енергозбереження і допомога господарським суб'єктам у визначенні напрямків ефективного енергозбереження.

Об'єктом енергетичного аудита може бути установа, підприємство будь-якої форми власності.

Призначення енергетичного аудиту полягає у розв'язанні наступних задач:

- складання карт споживання енергетичних ресурсів об'єктом;
- розробка організаційно-технічних заходів, щодо зниження витрати енергії;
- визначення потенціалу енергозбереження;
- фінансова оцінка організаційно-технічних заходів.

Енергетичний аудит проводять незалежні особи (енергоаудитори) або ж фірми, які уповноважені на це. Він може проводитися за ініціативою суб'єктів, а також у випадках, передбачених законодавством [1-2].

Ефективність і повнота аудита у значній мірі залежать від кваліфікації та досвіду енергоаудитора.

Об'єктом енергоаудита є Комунальна установа «Міський міжшкільний навчально-виробничий комбінат» Сумської міської ради м. Суми, Сумської області.. Там як магістерська робота виконувалася на реальному об'єкті замовником було замовлено енергоаудит системи теплопостачання та шляхи підвищення її енергоефективності.

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ

1.1 Загальні відомості про об'єкт енергетичного обстеження

Комунальна установа «Міський міжшкільний навчально-виробничий комбінат» (ММНВК) Сумської міської ради підпорядковується Управлінню освіти і науки Сумської міської ради та повністю утримується за рахунок коштів місцевого бюджету. Будівля розташована за адресою: вул. Ремісничка 17а, м. Суми, Сумська область, 40004.

У закладі працює 150 працівників та дітей. Установа ММНВК площею забудови 933,2 м² складається з двох поверхів. У закладі встановлений п'ятиденний робочий тиждень. Режим роботи закладу з 7:00 години до 17:00 години. Система централізовано гарячого водопостачання відсутня хоча персонал і учні мають в цьому потребу, тому користуються електричними приладами для нагріву, що збільшує обсяги електроспоживання.[26]

1.2 Опис дійсного стану об'єкта енергетичного обстеження

Загальний стан будівлі навчального закладу є задовільним. Стіни будівлі не мають явних пошкоджень. Застаріла конструкція дерев'яних вікон знаходиться в аварійному та пошкодженому стані. Частина старих дерев'яних вікон замінені на металопластикові з двокамерним склопакетом.

Стан вентиляційної системи за час її експлуатації погіршився, природна вентиляція у приміщеннях відбувається лише за наявності нещільності в огорожувальних конструкціях та відкриванню дверей, майже в усіх приміщеннях доводиться відкривати вікна для провітрювання. Таким чином відбувається втрата великої кількості корисної теплоти під час відкриття вікон в будівлі.

Підтримання комфортних температур внутрішнього повітря у приміщеннях з великими об'ємами вимагає більших витрат теплової енергії. Відсутність

утепленого перекриття у закладі призводить до того, що температура повітря у деяких приміщеннях на останньому поверсі значно нижча, ніж у приміщеннях першого поверху, та не відповідає нормативним показникам.

1.3 Експлуатаційна характеристика систем енергопостачання об'єкта

Теплопостачання Комунальної установи «Міський міжшкільний навчально-виробничий комбінат» Сумської міської ради здійснюється централізовано згідно договору про надання послуг з централізованого опалення, який укладено з ТОВ «Котельня північного промислового вузла » договір 1776–Т від 30.01.2022 року.

Магістральні трубопроводи до будівлі, прокладені під землею та під'єднуються в тепловому пункті до головних подавальних трубопроводів. Ввід теплової мережі передбачений до теплового пункту, розміщеного на першому поверсі де є вільний доступ обслуговуючого персоналу до приладів, наявне освітлення, та відповідає вимогам Правил технічної експлуатації тепловикористовуючих устаткувань і теплових мереж. [26]

Трубопроводи тепломережі і деталі вузла обліку теплової енергії сталеві, ізольовані.

Система теплової мережі дошкільного навчального закладу двотрубна з нижньою розводкою; за напрямом з'єднання опалювальних приладів – горизонтальна. [26]

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.

Опалювальна площа будівлі закладу – 1376 м².

Опалювальний об'єм закладу – 3440 м³.

Заклад щомісячно отримує акт прийому-передачі теплової енергії, та рахунок за спожиту теплову енергію. Оплата за спожиту теплову енергію здійснюється до кінця розрахункового місяця.

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.

У вузлу обліку теплової енергії за технічними умовами передбачено встановлення лічильника тепла CALMEX КОМПАКТ-MX-QN6,0-DN25 марки PREMEX. У теплопункті водолічильник, який під'єднаний до теплолічильника, встановлений на трубі з зовнішнім діаметром $D_{тр}$ 34 з діаметром умовного проходу Ду 25.

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

Дати останніх повірок лічильників:

- повірка лічильника тепла – 19 червня 2018;
- повірка лічильника води – 5 червня 2019 року;
- повірка лічильників електричної енергії – 25 січня 2019 року.

Повірку проведено ДП «Сумистандартметрологія»

1.4 Аналіз обсягів споживання теплової енергії

Слід зазначити, що у будівлі ММНВК встановлений лічильник теплової енергії, що дає змогу зробити точний аналіз споживання теплової енергії на опалення .

На рисунку 1.1 приведена динаміка споживання теплової енергії будівлею за 2019–2021 роки та частково за 2022 рік

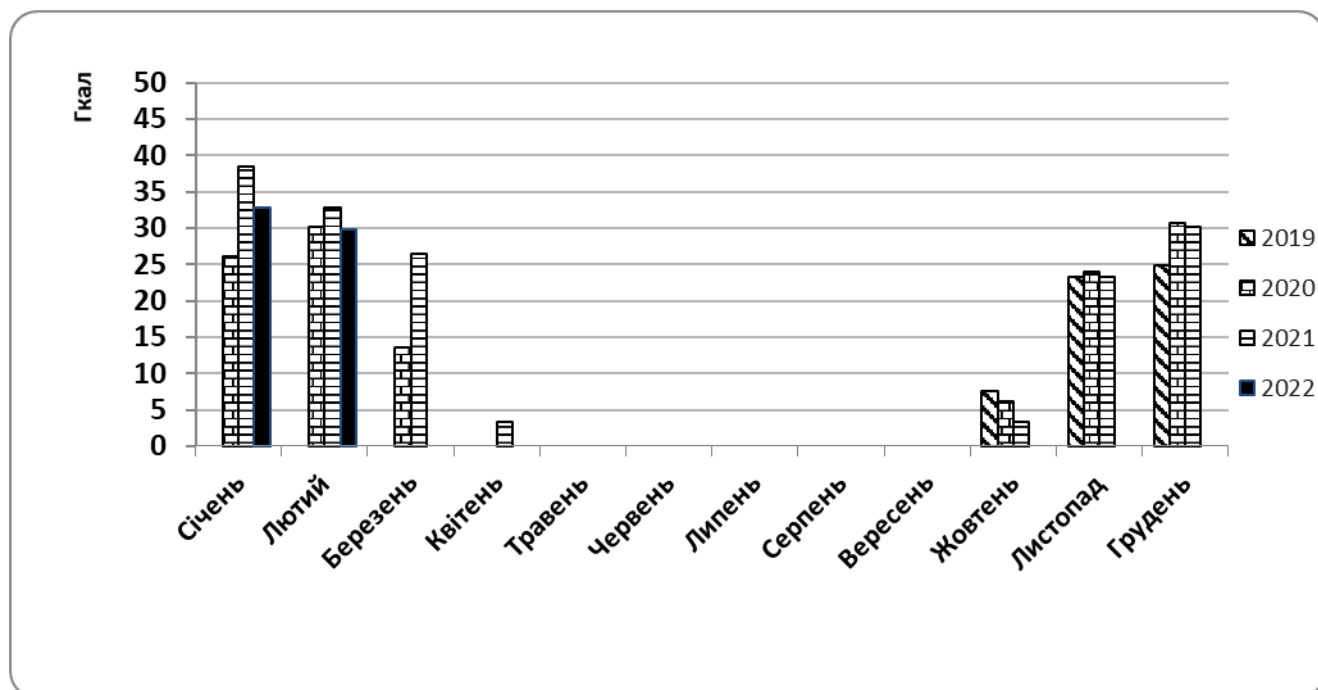


Рисунок 1.1 – Динаміка споживання теплової енергії будівлею за 2019–2022 роки

З діаграми видно, що максимум споживання теплової енергії на опалення припадає на грудень, січень і лютий, а мінімум – квітень та жовтень. Нерівномірність теплоспоживання у відповідні періоди кожного року пов'язана з різною температурою довкілля, різними встановленими лімітами, а також, із-за неможливості у прогнозованому споживанні обсягами теплової енергії внаслідок відсутності відповідного обладнання, яке забезпечує якісний моніторинг у керуванні режимами роботи системи теплопостачання будівлі.[26]

1.5 Аналіз енергоефективності роботи системи теплопостачання

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 теплопостачання закладу необхідно проводити за фактичними величинами попередніх опалювальних

періодів, у яких середньомісячні температури знаходяться у діапазоні нормованих показників [2, 3]. У подальших аналітичних розрахунках, за базовий період приймається опалювальний період 2021–2022 року.[20]

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 [1, 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, м³.

Питома потреба на опалення будинків повинна відповідати умові [1, п.5.1]:

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

де EP – питома річна енергопотреба будівлі, кВт·год/м³;

EP_{max} – максимально допустиме значення питомої річної енергопотреби будівлі за опалювальний період, кВт год/м³ [1, п.5.3].

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

$$EP_{max} = 30 \frac{\text{кВт}\cdot\text{год}}{\text{м}^3} = 0,026 \frac{\text{Гкал}}{\text{м}^3}.$$

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

- опалювальний період 2019–2020 рік – $Q_{\text{оп}} = 125,81$ Гкал;
- опалювальний період 2020–2021 рік – $Q_{\text{оп}} = 161,91$ Гкал;
- опалювальний період 2021–2022 рік – $Q_{\text{оп}} = 119,4$ Гкал.

Значення фактичних питомих енерговитрат за періодами опалення становлять:

- опалювальний період 2018–2019 рік – $EP = 0,036$ Гкал/м³;
- опалювальний період 2019–2020 рік – $EP = 0,047$ Гкал/м³;
- опалювальний період 2020–2021 рік – $EP = 0,034$ Гкал/м³.

Осереднене значення показника енергоефективності будинку за визначеними опалювальними періодами становить – $EP = 0,039$ Гкал/м³.

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

Отриманий результат по будівлі не відповідає нормативній умові (1.2). Треба зазначити, що за причиною дотримання встановлених для закладу вимог від теплопостачальної організації щодо експлуатації теплового пункту, регулювання відбору теплоти не проводиться. За результатами першого етапу проведеного енергообстеження, встановлено, що загальний стан огорожувальних конструкцій будівлі закладу (стіни, вікна, двері) знаходяться у значно пошкодженому стані, і не відповідають сучасним вимогам з опору теплопередачі. Тому, для утримання мінімально допустимого рівня температури внутрішнього повітря (18⁰С) заклад споживає в деякі періоди року завищену кількість теплоенергії для прогрівання приміщень, щоб компенсувати високі втрати теплоенергії через погіршений стан огорожувальних конструкцій. Але в загальному результаті не досягається постійний рівень комфортної температури за всіма приміщеннями закладу, який би відповідав діючим нормативним величинам [1].

1.6 Інструментальне обстеження

Підчас інструментально обстеження було використанні такі інструменти як тепловізор FlukeTi25, лазерний далекомір Fluke100, та пірометр.

Тепловізійне обстеження будівлі комунальної установи «Міський міжшкільний навчально-виробничий комбінат» Сумської міської ради було проведено 9 лютого 2022 року з використанням тепловізору FlukeTi25.

Мета обстеження – виявлення місць найбільших тепловтрат у будівлі ММНВК

На момент проведення тепловізійного обстеження температура навколишнього середовища становила $+4^{\circ}\text{C}$. Середня температура всередині приміщень становила 18°C .

У додатку В наведені термограми, які показують типові проблеми по тепловтратам, що притаманні майже всім огорожувальним конструкціям.

2 РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРАХУНКУ ВИЗНАЧЕНИХ ЗАДАЧ

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, δ_i , м	Тепло-провідність $\lambda_i, \frac{Вт}{м \cdot К}$	$R_{\Sigma пр}, \frac{м^2 \cdot К}{Вт}$		$R_{q min}, \frac{м^2 \cdot К}{Вт}$
1	Стіни	Кладка з цегли звичайної на цементно-піщаному розчині	0,51	0,81	0,81		3,3
		Цементно-піщана штукатурка	0,03	0,81			
2	Суміщене покриття	Залізобетонна плита	0,22	1,92	1,58		5,35
		Керамзит	0,15	0,12			
		Цемент. стяжка	0,02	1,4			
3	Вікна	Металопластикові з двокамерним склопакетом	–	–	0,64	0,42	0,75
		Дерев'яні	–	–	0,2		
4	Підлога	Розчин цементно-піщаний	0,2	0,81	0,62		3,75
		Дерев'яна	0,03	1,92			

Отримані результати ($R_{\Sigma пр} \ll R_{q min}$) свідчать про невідповідність дійсного опору теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій нормативним вимогам [5, табл.3]. Це вказує на незадовільні теплозахисні властивості

огороджувальних конструкцій, та вимагає впровадження енергозберіжних заходів щодо збільшення їх опору теплопередачі.

2.2 Розрахунок теплової потужності системи тепlopостачання будівлі

Для оціночного аналізу теплової характеристики обстежуваної будівлі будь-якого призначення при дійсному стані огороджувальних 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 застарілої конструкції на об'єкті енергетичного обстеження 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 [6], Вт/м³·°С, за дійсними параметрами стану огороджувальних конструкцій (див. таблиця 2.1):

$$q_{\text{пит}}^{\text{ф}} = \frac{P_{\text{б}}}{F_{\text{б}}} \cdot \left(\frac{1}{R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{стн}}} + g_0 \cdot \left(\frac{1}{R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{вкн}}} - \frac{1}{R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{стн}}} \right) \right) + \frac{1}{H_{\text{б}}} \cdot \left(0,9 \cdot \frac{1}{R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{стл}}} + 0,6 \cdot \frac{1}{R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{пдлг}}} \right), \quad (2.1)$$

де $P_{\text{б}}$ – периметр будівлі за зовнішніми розмірами огороджувальних конструкцій, м;

$F_{\text{б}}$ – площа будівлі в межах периметра, м²;

$H_{\text{б}}$ – висота будівлі в межах опалюваних приміщень, м;

g_0 – коефіцієнт скління будівлі;

$R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{стн}}$ – приведений опір теплопередачі зовнішніх стін, м²·К/Вт (див. таблиця 2.1);

$R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{стл}}$ – приведений опір теплопередачі стелі будівлі, м²·К/Вт (див. таблиця 2.1);

$R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{пдлг}}$ – термічний опір теплопередачі підлоги будівлі, м²·К/Вт (див. таблиця 2.1);

$R_{\Sigma пр}^{вкн}$ – опір теплопередачі вікон, $m^2 \cdot K / Вт$ (див. таблиця 2.1).

Максимальна розрахункова теплова потужність будівлі за збільшеними показниками, яка можлива для даної будівлі, кВт, за опалювальний період [6]:

$$Q_6 = a \cdot q_{\text{пит}}^{\phi} \cdot V_6 \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{з.р}}) \cdot 10^{-3}, \quad (2.2)$$

де V_6 – зовнішній об'єм будівлі в межах опалювальних приміщень, m^3 ;

$t_{\text{в}}$ – температура по приміщеннях будівлі, $^{\circ}C$ [5, табл.В.2];

$t_{\text{з.р}}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря для міста, де розташована будівля, $^{\circ}C$ [6];

a – поправковий коефіцієнт, за розрахунком дорівнює 1,01 [6]:

Розрахункові величини температур приймаються наступні:

– внутрішня температура приміщень $t_{\text{в}} = 18^{\circ}C$ (за вимогами температурного режиму [5, табл.В.2]);

– температура зовнішнього повітря $t_{\text{з.р}} = -25^{\circ}C$ [7].

Фактична питома опалювальна характеристика будівлі

$$q_{\text{пит}}^{\phi} = \frac{160,96}{688} \cdot \left(\frac{1}{0,81} + 0,31 \cdot \left(\frac{1}{0,42} - \frac{1}{0,81} \right) \right) + \frac{1}{6,44} \cdot \left(0,9 \cdot \frac{1}{1,58} + 0,6 \cdot \frac{1}{0,38} \right) = 0,71 \text{ Вт/м}^3 \cdot ^{\circ}C$$

Максимальна розрахункова теплова потужність будівлі

$$Q_6 = 0,96 \cdot 0,71 \cdot 4430,72 \cdot (18 - (-25)) \cdot 10^{-3} = 129,86 \text{ кВт} \quad \text{або} \quad Q_6 = 0,112 \text{ Гкал}$$

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 тепlopостачання, та середній температурі за опалювальний сезон (1.11.2021–28.02.2022) -1°C [7] буде становити:

Розрахунковий рівень теплової енергії на опалення будівлі за визначеним періодом, Гкал, в умовах запровадження режиму чергового опалення визначається, як:

$$Q_{p,оп} = Q_б \cdot \frac{(t_в^{cp} - t_{cp,п})}{(t_в^{cp} - t_{з,р})} \cdot n_{оп} \cdot 24 \cdot 8,6 \cdot 10^{-4}, \text{Гкал} \quad (2.3)$$

де $t_в^{cp}$ – осереднена температура по приміщеннях будівлі, $^{\circ}\text{C}$;

$t_{з,р}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря [7], $^{\circ}\text{C}$;

$t_{cp,п}$ – середня температура зовнішнього повітря за відповідний період, де розташована будівля, $^{\circ}\text{C}$ [7];

$n_{оп}$ – кількість годин за відповідний період опалення;

$$Q_{p,оп} = 129,86 \cdot \frac{(18 - (-1))}{(18 - (-25))} \cdot 2880 \cdot 24 \cdot 8,6 \cdot 10^{-4} = 142,12 \text{ Гкал}$$

Згідно наданих облікових даних по закладу за прийнятий базовий порівняльний опалювальний період 2021–2022 року, фактичні обсяги теплоспоживання на опалення становлять $Q_{ф,оп} = 119$ Гкал. Фактична величина є меншою від необхідної розрахункової на 18%

Розрахункова базова величина рівня теплоспоживання за період однієї доби коли середньодобова температура зовнішнього повітря дорівнює нуль градусів за шкалою Цельсія становить (3):

$$Q_{p,оп} = Q_б \cdot \frac{(t_в^{cp} - 0)}{(t_в^{cp} - t_{з,р})} \cdot 24 \cdot 8,6 \cdot 10^{-4}, \text{Гкал}$$

$$Q_{p,оп} = 129,86 \cdot \frac{(18 - 0)}{(18 - (-25))} \cdot 24 \cdot 8,6 \cdot 10^{-4} = 1,12 \text{ Гкал}$$

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

Встановлено, також, такий факт, що температура теплоносія, який подається у систему опалення, не відповідає затвердженому температурному графіку централізованого тепlopостачання, до якого під'єднаний заклад. Наприклад, облікові показники температури теплоносія на вході у тепlopункт, які при середньодобовій температурі зовнішнього повітря нуль градусів за шкалою Цельсія дорівнюють у середньому значенні $59,0^{\circ}\text{C}$ (див. додаток Б).

Враховуючи додатково висновок з 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 Визначення базового рівня теплоспоживання

Статистичні дані багаторічного моніторингу енергоспоживання будівлями різного призначення свідчать про те, що їх системи тепlopостачання 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 [7, 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 ММНВК.

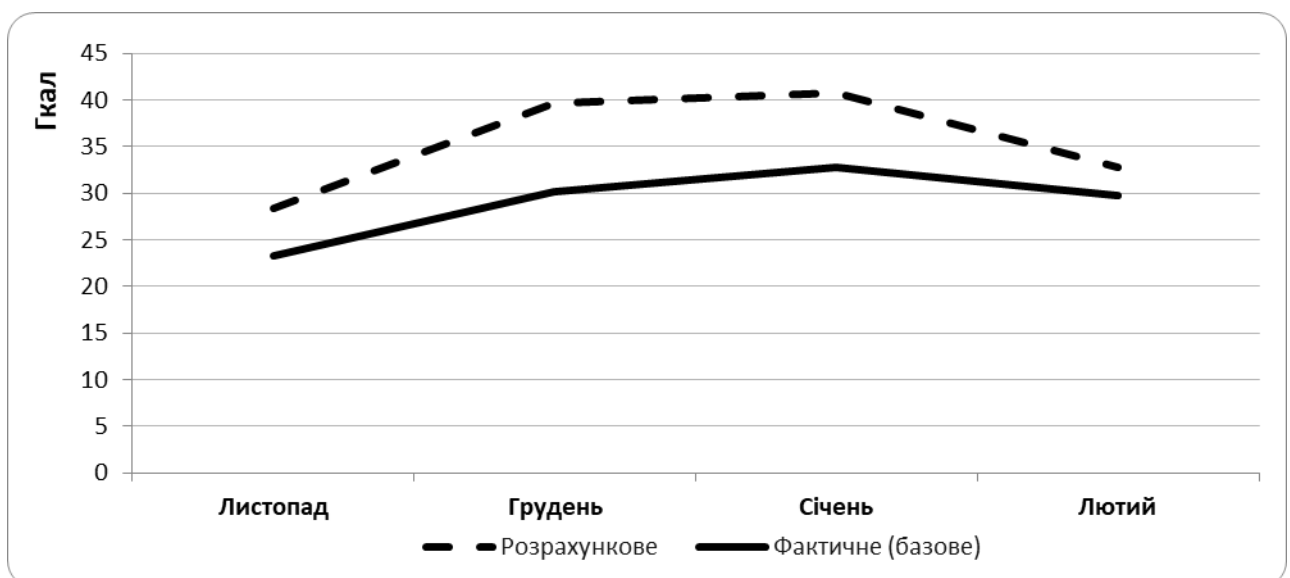


Рисунок 2.2 – Співвідношення базового теплоспоживання з розрахунковим теплоспоживанням за опалювальний період 2021–2022 роки

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 Утеплення огорожувальних конструкцій

У зв'язку з тим, що отримані результати ($R_{\Sigma np} \ll R_{qmin}$) свідчать про невідповідність дійсного опору теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій нормативним вимогам (див. табл. 2.1), необхідним є проведення відповідних розрахунків щодо заходів з покращення теплозахисних властивостей стін. Виведення показника опору теплопередачі стін на рівень нормативної величини здійснюється за допомогою теплоізоляції огорожувальних конструкцій спеціальними теплоізоляційними матеріалами.

При запровадженні утеплення огорожувальних конструкцій теплоізоляційними матеріалами з визначеною товщиною, буде забезпечена нормативна вимога за величиною опору теплопередачі, що задовольнятиме умову $R_{\Sigma np} \geq R_{qmin}$.

Визначення необхідної товщини теплоізоляційного шару δ_{ym} для утеплення огорожувальної конструкції проводиться за формулою [9]:

$$\delta_{ym} = [R_{qmin} - R_{\Sigma np}] \cdot \lambda_{ym} \quad (2.4)$$

де λ_{ym} – теплопровідність матеріалу теплоізоляції, Вт/(м · К) [10];

$R_{\Sigma np}$ – приведений (дійсний) опір теплопередачі огорожувальної конструкції, м²·К/Вт;

R_{qmin} – нормативний опір теплопередачі огорожувальної конструкції, м²·К/Вт [10].

Розрахунок економії теплової енергії від утеплення огорожувальних конструкцій (стін) по будівлі:

Для розрахунку необхідної товщини теплоізоляційного шару стін обираємо теплоізоляційний матеріал – мінеральну вату. $\lambda_{ym}=0,04$ Вт/(м·К):

Товщина теплоізоляції огорожувальних конструкцій (стін) становить:

$$\delta_{ym} = [3,3 - 0,81] \cdot 0,04 = 0,0996 \text{ м}$$

Обирається теплоізоляційний матеріал – товщиною 100 мм.

Ефект з економії теплової енергії від утеплення стін за опалювальний період розраховується за осередненими показником температури за опалювальний період [10]:

Розрахуємо втрати через стіни після ізоляції по формулі:

$$Q_{із}^{стн} = \frac{F_{стн}}{R_{qmin}} \times (t_{в} - t_{з}) \times n \quad (2.5)$$

$$Q_{із}^{стн} = \frac{1218}{3.3} \times (20 - (-25)) \times 1 = 16609,09 \text{ Вт}$$

Втрати через неутеплену стіну визначимо наступним чином:

$$Q_{стн} = \frac{F_{стн}}{R_{imp}} \times (t_{в} - t_{з}) \times n \quad (2.6)$$

$$Q_{стн} = \frac{1218}{0,81} \times (20 - (-25)) \times 1 = 67667,00 \text{ Вт}$$

Різницю між втратами через стіни до та після утеплення по формулі [10]:

$$\Delta Q_{стн} = Q_{стн} - Q_{із}^{стн} \quad (2.7)$$

$$\Delta Q_{\text{стн}} = 67667,00 - 16609,09 = 51057.57 \text{ Вт} = 51.058 \text{ кВт}$$

Тепловтрати за опалювальний період до утеплення визначимо за формулою:

$$Q_{\text{стн}}^{\text{рік}} = Q_{\text{стн}} \times \frac{(t_{\text{в}} - t_{\text{ср.оп}})}{(t_{\text{в}} - t_{\text{з}})} \times 24 \times n$$

де $t_{\text{ср.оп}} = -1^{\circ}\text{C}$ – середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період, $^{\circ}\text{C}$ [7];

$$Q_{\text{стн}}^{\text{рік}} = 67667,00 \times \frac{(20 - (-1))}{(20 - (-25))} \times 24 \times 120 = 90944 \text{ кВт} \frac{\text{год}}{\text{рік}}$$

$$Q_{\text{стн}}^{\text{рік}} = 78,19 \frac{\text{Гкал}}{\text{рік}}$$

Тепловтрати за опалювальний період після утеплення:

$$Q_{\text{ут.стн}}^{\text{рік}} = 16609,09 \times \frac{(20 - (-1))}{(20 - (-25))} \times 24 \times 120 = 22323 \text{ кВт} \frac{\text{год}}{\text{рік}}$$

$$Q_{\text{стн}}^{\text{рік}} = 19,19 \frac{\text{Гкал}}{\text{рік}}$$

Різниця споживання теплової енергії внаслідок впровадження заходу з утеплення огорожувальних конструкцій:

$$Q_{\text{зх. стн}}^{\text{Ек.рік}} = Q_{\text{стн}}^{\text{рік}} - Q_{\text{ут.стн}}^{\text{рік}} \quad (2.8)$$

$$Q_{\text{зх. стн}}^{\text{Ек.рік}} = 78,19 - 19,19 = 59 \frac{\text{Гкал}}{\text{рік}}$$

Для приведення у відповідність розрахункового результату економії теплової енергії від впровадження енергозбережного заходу до базового рівня споживання теплоти за останній опалювальний період, необхідно провести корегувальні розрахунки.

$$\delta Q_{\text{зх. стн}}^{\text{Ек.рік}} = \frac{Q_{\text{зх. стн}}^{\text{Ек.рік}} \times 100}{Q_{\text{р.оп}}}, \% \quad (2.9)$$

де $\delta Q_{\text{зх. стн}}^{\text{Ек.рік}}$ – розрахункова величина економії теплової енергії за опалювальний рік від енергозбережного заходу, Гкал/рік;

$Q_{\text{р.оп}} = 142,12$ Гкал/рік – розрахункова величина теплової енергії, яку повинно було спожити всією будівлею за останній опалювальний період (величина розрахована у п.2.2 відповідно до формули 2.3).

$$\delta Q_{\text{зх. стн}}^{\text{Ек.рік}} = \frac{59 \times 100}{142,12} = 41,51\%$$

Визначене відсоткове співвідношення переноситься на дійсну (фактичну) величину споживання теплової енергії за останній опалювальний період $Q_{\text{ф.оп}} = 119$ Гкал/рік (відповідно до пункту 1.3), який є базовим рівнем теплоспоживання. Таким чином, скорегована економія тепла від базового рівня споживання Гкал/рік, визначається як:

$$Q_{\text{зах.б}}^{\text{Ек.рік}} = \frac{\delta Q_{\text{зх. стн}}^{\text{Ек.рік}} \times Q_{\text{р.оп}}}{100}, \frac{\text{Гкал}}{\text{рік}} \quad (2.10)$$

$$Q_{\text{зах.б}}^{\text{Ек.рік}} = \frac{41,51 \times 119}{100} = 49,39 \frac{\text{Гкал}}{\text{рік}}$$

Вартісна оцінка зекономленої енергії за рік (для розрахунку за опалення в Гкал), тис.грн

$$\Delta E = Q_{\text{зах.б}}^{\text{Ек.рік}} \times \frac{S_{\text{Гкал}}}{1000} \quad (2.11)$$

де $S_{\text{Гкал}}$ – вартість 1 Гкал теплової енергії на опалення, грн/Гкал.

$$\Delta E = 49,39 \times \frac{4210,26}{1000} = 207,94 \text{ тис.грн}$$

Рекомендується утеплити стіни мінеральною ватою Isover товщиною 100 мм. Вартість однієї упаковки плити мінеральної вати складає 660 грн за $2,4 \text{ м}^2$ (відповідно 275 грн/м^2) [11]. Вартість робіт по встановленню плит складає 443 грн/м^2 [12]. Тоді вартість впровадження заходу знаходимо по формулі:

$$C_{\text{впров}} = F_{\text{стн}} \times (C_{\text{тов}} + C_{\text{робіт}}) \quad (2.12)$$

де $C_{\text{тов}}$ – вартість одиниці продукції, грн;

$C_{\text{робіт}}$ – вартість робіт на монтаж одиниці продукції, грн.

Вартість впровадження заходу для стін складає:

$$C_{\text{впров}} = 1218 \times (275 + 443) = 874524 \text{ грн.}$$

Надалі визначимо чистий дисконтований дохід (NPV).

Чистий дисконтований дохід NPV (Net Present Value). Чистий дисконтований дохід (чиста приведена вартість) – чистий дисконтований показник цінності проекту, визначається як сума дисконтованих значень нетто-надходжень (надходжень за винятком витрат), одержуваних у кожному році упродовж строку життя проекту. Будь-який проект, що дає позитивне значення NPV при обраній ставці дисконтування, є прийнятним [13].

Чим більше значення NPV, тим вигідніше проект. Критерій рентабельності – $NPV > 0$. Чистий дисконтований дохід є найбільш широко використовуваним показником для вибору з порівнюваних взаємовиключних проектів [13]:

$$NPV = \sum_{t=0}^N \frac{B_t}{(1+r)^t} - I_0 \quad (2.13)$$

Визначаємо рентабельність з прибутку R_p за формулою [13]:

$$R_p = \sum_{t=1}^T \Pi_t / \sum_{t=1}^T (B_t + K_t), \quad (2.14)$$

де Π – прибуток, грн;

B – поточні витрати, грн;

K – капітальні витрати, грн;

T – останній рік розрахункового періоду, рік;

t – поточний рік у розрахунковий період, рік.

Термін окупності проекту визначимо згідно формули [13]:

$$T_{ок} = K \times (1 + E)^t / \sum_{t=1}^T (D_t + B_t), \quad (2.15)$$

де E – ставка дисконтування, частка од.;

D – дохід, грн.

Розрахунок NPV

Рентабельність відповідно до формули (2.14):

$$R_p = 207970 / 874524 = 0,24$$

Термін окупності проекту визначимо згідно формули (2.15):

$$T_{ок} = 874524 \cdot (1 + 0,25) / 207970 = 5.3 \text{ роки.}$$

2.5 Система моніторингу теплоспоживання

2.5.1 Впровадження системи моніторингу теплоспоживання

Споживачі теплової енергії (у нашому випадку ММНВК), які підключені до централізованої системи тепlopостачання у м. Суми опалюються у відповідності до теплового графіку подачі теплоносія системи. У них практично відсутні «законні» технічні можливості додаткового регулювання надходження теплової енергії до будівлі. У першу чергу це стосується будівель шкіл, дитячих садків, адміністративних будівель та інших, де за графіком їх функціонування доречно організувати чергове опалення. Цей недолік централізованої системи опалення доцільно виправити встановленням на ввіді до будівлі індивідуальних теплових пунктів з функцією погодозалежного регулювання та програмування зміни теплового навантаження за добовим графіком.

У залежності від потужності теплового навантаження будівлі та наявності додаткового обладнання щодо приготування гарячої води до впровадження на об'єкті пропонується індивідуальний тепловий пункт.

Використання такого індивідуального теплового пункту дозволяє проводити регулювання індивідуального споживання тепла будівлею у відповідності до індивідуальних теплових властивостей будівлі, температурних показників повітря навколишнього середовища та добового графіку функціонування установи у автоматичному або «ручному» режимі, а також забезпечувати потреби установи у гарячій воді через індивідуальний проміжний теплообмінник.

Застереженням щодо застосування індивідуального теплообмінника має бути максимальна температура (або можливо доцільна) гарячої води на виході з теплообмінника. За умови температури теплоносія централізованої мережі $T_1 < 50^{\circ}\text{C}$, що може спостерігатися при температурі повітря зовнішнього середовища вище -3°C , вона може бути нижчою 50°C . За такої умови додатково необхідно передбачувати бак-накопичувач гарячої води відповідної місткості.

2.5.2 Перелік обладнання, необхідного для організації та функціонування системи моніторингу

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

Така система апробована у м.Суми і дає можливість у режимі «on-line» контролювати реальне теплоспоживання будівлею, виключаючи «людський фактор». Результати функціонування системи з запровадженням регулювання показують зниження фактичного теплоспоживання за опалювальний сезон на 9 %. Підготовчі роботи, які необхідно провести до початку функціонування системи у автоматичному режимі:

- проведення енергетичного аудиту будівлі, одним з результатів якого повинно бути визначене індивідуальне контрольне базове теплоспоживання у т. ч. при застосуванні «чергового» опалення; режими функціонування системи опалення будівлі у години «чергового опалення».
- визначення контрольних параметрів регулювання теплоспоживання (температура теплоносія, миттєве теплове навантаження, алгоритм регулювання);
- проведення тестової експлуатації системи;
- визначення управлінської ієрархії користувачів системи, їх права та обов'язки, рівні доступу до інформації.

Система побудована з використанням новітніх інформаційних технологій з каналами зв'язку через Internet, локальні власні мережі, або мережі мобільного зв'язку. Основною умовою для побудови системи є наявність на об'єкті теплового лічильника з цифровим виходом для зняття інформації.

Запровадження у експлуатацію вузлів обліку на системи диспетчеризації надаватиме можливість максимально заощаджувати на споживанні теплової енергії за рахунок узгодження дійсних потреб у тепловому навантаженні.

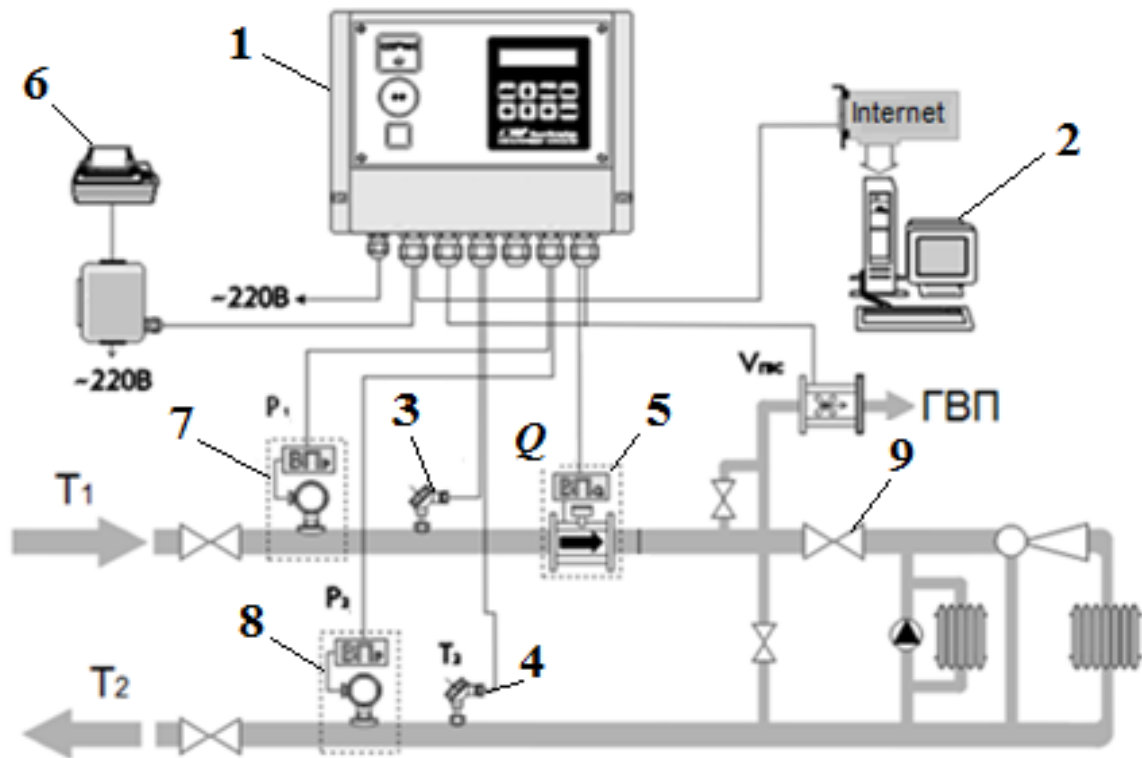


Рисунок 2.1 – Принципова схема організації обліку та моніторингу теплової енергії.
1 – теплорічильник; 2 – комп'ютеризоване робоче місце з моніторингу теплоспоживання; 3 – пристрій контролю температури на вході до системи тепlopостачання будівлі; 4 – пристрій контролю температури на виході з системи тепlopостачання будівлі; 5 – лічильник витрати теплоносія; 6 – пристрій (модем) для передавання даних в Інтернет; 7, 8 – пристрої з контролю тиску відповідно на вході та виході з системи тепlopостачання будівлі; 9 – вентиль на лінії подавання теплоносія до будівлі.

2.2.3 Розрахунковий аналіз потенціалу економії теплової енергії в результаті впровадження системи моніторингу, термін окупності

Аналіз статистичних даних теплоспоживання будівлями закладів, які вже підключені до міської системи моніторингу теплоспоживання, засвідчив націленість їх персоналу на виконання прогнозованих режимів теплоспоживання. За результатами моніторингу протягом опалювальних сезонів практично на всіх об'єктах додержувалися запропонованих системою лімітів теплоспоживання, а на деяких навіть отримали економію. Економія, зокрема, виникла через деяку невідповідність початкового розрахунку базової величини теплового навантаження будівель при температурі навколишнього повітря 0°C , а також внаслідок додаткового зниження теплоспоживання у неробочі години закладів. Через раціоналізацію режимів теплоспоживання внаслідок функціонування системи моніторингу були досягнуті економія енергоресурсів та бюджетних коштів на них, зниження обсягів забруднення довкілля.

Економія теплової енергії на об'єктах моніторингу склала від 0,8% до 18,95% при середньому рівні – 10% за сезон. Економія була одержана за рахунок дотримання прогнозованих лімітів теплоспоживання об'єктів та додаткових заходів щодо зниження теплового навантаження будівель у години відсутності людей у будівлях протягом доби.

Виходячи з тарифу на теплову енергію, що становить на період 01 січня 2022 року 4210,26 грн/Гкал з ПДВ, розрахункова економія коштів на теплоспоживання, відносно до рівня базового теплоспоживання за опалювальний сезон 2021–2022 рр. $Q_{\phi,оп}=119,4$ Гкал, з урахуванням прийнятої економії у 10%, становить:

$$E_{\phi} = 119,4 \times 0,1 \times 4210,26 = 50270,5 \text{ грн. (з ПДВ).}$$

Згідно до запропонованої схеми організації обліку та моніторингу споживання теплової енергії, треба встановити у будівлі закладу наступне обладнання:

1. Теплолічильник;
2. Модуль передачі даних;
3. Модем (універсальний контролер).

Орієнтовна вартість всього комплексу обладнання, необхідного для організації та функціонування системи моніторингу становить 27080,00 грн. з ПДВ.

Орієнтовна вартість проектних робіт та робіт з монтажу та налагодження системи моніторингу становить 9800,00 грн. з ПДВ. Загальна сума всіх витрат складає $K = 36880,00$ грн. з ПДВ.

Простий строк окупності у періодах опалювальних років розраховується тільки відносно базового рівня споживання теплової енергії на опалення (останній звітний період), що є найбільш об'єктивною оцінкою прогнозованої економії енергоресурсів, і буде дорівнювати:

$$T_{\text{ок}}^{\phi} = \frac{K}{E_{\phi}} = \frac{36880}{50270,5} = 0,73 \text{ роки}$$

Таким чином, основним результатом функціонування системи моніторингу теплоспоживання впродовж опалювального сезону є те, що запропонована система моніторингу за теплоспоживанням економічно дієва і є ефективною з точки зору:

- 1) формування контрольного значення миттєвого теплоспоживання на поточний та прогнозований період;
- 2) визначення добового ліміту теплоспоживання будівлею залежно від температури зовнішнього повітря;
- 3) встановлення багаторівневого контролю за фактичним теплоспоживанням будівлями в режимі on-line;

4) можливостей формування звітних графіків теплоспоживання та порівняння їх з прогнозованими графіками лімітів теплоспоживання (за фактичними та прогнозованими температурами зовнішнього середовища);

5) можливості встановлення та перевірки базового теплового навантаження будівель;

6) мотивації персоналу адміністративними методами до своєчасного регулювання обсягів теплоспоживання будівлями;

7) можливостей впливу персоналу через коригувальні дії на процеси теплоспоживання;

8) можливості проведення порівняльного аналізу теплоспоживання будівлями з метою розробки та впровадження енергозберігаючих заходів, оцінки їх техніко-економічної ефективності.[26]

2.6 Аналіз концепції встановлення технології сонячного колектора

2.6.1 Обґрунтування доцільності впровадження даного заходу на об'єкті

Так як на об'єкті є потреба в гарячій воді то пропонується розглянути питання з встановлення системи нагріву води сонячними колекторами. Зазначений захід з запровадження технологій альтернативної енергетики відповідає державному курсу на енергетичну незалежність і альтернативні джерела енергії.

Національна енергетична стратегія України на період до 2030 року передбачає поступове збільшення випуску в нашій країні обладнання для систем сонячного гарячого водопостачання та опалення, також передбачається випустити потім і встановити близько 2 млн. м² сонячних колекторів, що в свою чергу дасть можливість отримати відчутну економію, оскільки нинішній досвід експлуатації цих систем сонячного гарячого водопостачання в країні показав, що 1 м² сонячний колектор при оптимальних умовах дає економію від 0,1 до 0,15 тон у.п. за літній сезон, але це залежить від їхньої ефективності й особливостей клімату областей. Можна сказати, що великомасштабне використання сонячних систем сонячного

гарячого водопостачання в Україні до 2030 року дозволить заощадити в рамках прийнятої стратегії до 200 тис. тон у.п. [24. с.131].

В середньому річний потенціал сонячної енергії в Україні приблизно 1235 кВт год/м², що є достатньо високим і набагато вищим, ніж, наприклад, в Німеччині чи навіть Польщі, де вони активно використовуються. Для порівняння середньорічний потенціал сонячної енергії Сумської області буде вищим ніж на більшій частині Європи. В Україні є хороші можливості для ефективного використання теплоенергетичного обладнання на території України. [25, с.23]

Сонячний колектор – це прилад для нагрівання води за допомогою енергії сонця. Він акумулює сонячне тепло і передає його теплоносію. Теплоносій циркулює через змійовик до накопичувального резервуара і віддає тепло воді, яку можна використовувати для будь-яких потреб. Весь процес контролюється контролером, який запускає насосну групу коли теплообмінник набрав необхідну температуру. [21]

Зараз на ринку представлено два види сонячних колекторів:

1. Плоский сонячний колектор
2. Вакуумний колектор

Вакуумний колектор у нього більше ККД за розрахунками виробників на 20% більше ніж у плоских. Це повзано з конструктивними особливостями. Більше пристосований до ремонту бо можна замінити тільки одну пошкоджену вакуумну трубку. Також за розрахунками виробників у нього менші тепловтрати тому він ефективний навіть взимку. Головним недоліком його є вага він більш важкий на відміну від плоского.

Дані геліосистеми поділяють на:

- активні (сезонні сонячні колектори);
- пасивні (всесезонні сонячні колектори).

Активна сонячна система нагрівання води більш складна, дорога, і ефективна. Особливостями цієї системи є те, що бак з водою знаходиться у приміщенні, а колектори на даху.[22]

У пасивних системах нагріву води колектор і бак з водою зазвичай являють собою єдину систему. Бак розташований вище колектора і з'єднується з ним. Теплоносії нагріває воду при природної конвекції. Холодна вода потрапляє в бак під напором знизу. Така система досить проста і дешева, але має низьку ефективність. [22]

Пасивні системи нагріву води більш підходять для нагріву влітку, в той час як активні ефективні круглий рік.[22]

2.6.2 Вартість впровадження заходу та шляхи фінансування

Для даного об'єкта пропонується впровадити активну систему з вакуумним сонячним колектором.

Для розрахунків вартості даної системи потрібно розрахувати об'єм бака яким потрібен системі. Розраховуємо за формулою

$$v = Q \times n$$

Де v – об'єм бака,

Q – нормативний показник гарячої води на людину (6 л за постановою Сумської міської ради)

n –кількість людей

$$v = 6 \times 150 = 900 \text{ л}$$

Розрахуємо вартість системи яка буде складатися:

- сонячний колектор;
- бак;
- контролер;
- насосна група.

Приблизна вартість такої системи буде складати 40,877 грн. [23]

Вартість впровадження даного заходу можна розрахувати за формулою ціна системи плюс 25% за встановлення . Капітальні втрати розрахуємо за формулою:

$$K=40877+(40877 \times 0.25)=51096.25 \text{ грн.}$$

Висновок

Розглянута концепція технології з альтернативної енергетики на об'єкті комунальної сфери обґрунтована фінансовою можливістю її запровадження. Шляхами залучення коштів може стати участь у відповідному гранті, або ж участь у державних програмах. Наприклад: програма фонду енергоефективності; грант від банку ЕБР, та багато інших які діють на території України.

3 РОЗДІЛ ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

3.1 Аналіз небезпечних і шкідливих факторів на об'єкті дослідження

У даний час комп'ютерна техніка широко застосовується у всіх областях діяльності людини. При роботі з комп'ютером людина піддається дії ряду небезпечних і шкідливих виробничих факторів згідно ДСТ 12.0.003-74*. ССБТ [14]: електромагнітних полів, інфрачервоного і іонізуючого випромінювань, шуму і вібрації та інше. Об'єктом дослідження є комп'ютерний клас.

Розглянемо більш детально небезпечні та шкідливі фактори, які діють на людину під час роботи за комп'ютером.

Електрична безпека

Першочерговим небезпечним фактором є електрична безпека. Щоб надійно й безпечно користуватись електроенергією, потрібно знати, якою є напруга у мережі, і на якій напрузі працює те чи інше електроустаткування.

У даному комп'ютерному класі наявні комп'ютери потужністю 120 Вт.

Джерелом безпеки при роботі на комп'ютері є напруга живлення 220 - 380 В. За ступенем електричної безпеки згідно ПУЕ Правила улаштування електроустановок [15] дане приміщення відноситься до першого класу: *приміщення без підвищеної небезпеки*. До заходів захисту від дії електричного струму застосовують технічні засоби захисту – це пристрої, що слугують для захисту людини від ураження електричним струмом. До них належать:

- ізоляція струмопровідних частин;
- недоступність для випадкового дотику до струмопровідного устаткування;
- захисне заземлення.

Захист об'єкта дослідження від прямих ударів блискавки забезпечується встановленими блискавковідводами. Захист від електростатичної індукції

(вторинний прояв блискавки) здійснюється приєднанням устаткування до заземлювача для відведення електростатичних зарядів, індукованих блискавкою, в землю.

Мікроклімат (метеорологічні умови)

Розглянемо більш детально шкідливі фактори, які впливають на об'єкт дослідження. За важкістю робіт комп'ютерний клас відноситься до категорії Ia – робота, що виконується сидячи, енерговитрати – 135 Вт.

Однією з необхідних умов здорової та високопродуктивної праці є забезпечення чистоти повітря та нормальних метеорологічних умов у робочій зоні.

У санітарних нормах [16] встановлені величини параметрів мікроклімату, що створюють комфортні умови. Ці норми встановлюються залежно від пори року, характеру трудового процесу і характеру приміщення. Параметри мікроклімату для даного комп'ютерного класу залежно від періоду року приведені в табл. 3.1. Норма подачі свіжого повітря в приміщення, де розташовані комп'ютери, приведена в табл. 3.2.

Таблиця 3.1 – Параметри мікроклімату для даного комп'ютерного класу залежно від періоду року

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

Таблиця 3.2 – Норма подачі свіжого повітря в приміщення, де розташовані комп'ютери

Характеристика приміщення	Об'ємна витрата подаваючого до приміщення свіжого повітря, м ³ /на одну людину в годину
Об'єм до 20 м ³ на людину	Не менше 30

Освітлення

Згідно ДБН В.2.5-28-2006 [17] в комп'ютерному класі застосовується система комбінованого освітлення. При виконанні робіт категорії високої зорової точності (найменший розмір об'єкта розрізнення 0,4 мм) величина коефіцієнта природного освітлення (КПО) 1,5%, а при зоровій роботі середньої точності (найменший розмір об'єкта розрізнення 0,7 мм) КПО 1,0%. У якості джерел штучного освітлення використовуються трубчасті люмінесцентні лампи типу ЛБ, які попарно об'єднуються в світильники, які розташовуються над робочими поверхнями рівномірно.

Вимоги до освітленості в приміщенні, де встановлені комп'ютери, наступні:

- ✓ при виконанні зорових робіт високої точності загальна освітленість 300 Лк, а комбінована – 750 Лк;
- ✓ аналогічні вимоги при виконанні робіт середньої точності - 200 і 300 Лк відповідно.

Шум

У табл. 3.3 вказані граничні рівні звуку для комп'ютерного класу залежно від категорії тяжкості і напруженості праці, що є безпечними відносно збереження здоров'я і працездатності. [17]

Таблиця 3.3 - Граничні рівні звуку для комп'ютерного класу, дБ, на робочих місцях

Категорія напруженості праці	Категорія важкості праці
	Легка
Дуже напружена	50

Джерелами шуму при роботі з комп'ютерною технікою є жорсткий диск, вентилятор блока живлення мережі, вентилятор розташований на процесорі, швидкісні CD-ROM. При роботі вентиляційної системи ПК, яка забезпечує оптимальний температурний режим електронних блоків ПК і вмонтована в задню панель, створюється аеродинамічний шум. Окрім того діють і інші зовнішні джерела шуму, не пов'язані з роботою ПК.

Шум, що створюється працюючими ПК, є широкосмужним. Рівень шуму на робочому місці не повинен перевищувати 50 дБА відповідно ГОСТ 12.1.012-90 [18].

Дія іонізуючих випромінювань і електромагнітних полів

Допустимі значення параметрів неіонізуючих електромагнітних випромінювань від монітора комп'ютера представлені в табл. 3.4.

Максимальний рівень рентгенівського випромінювання на робочому місці звичайно не перевищує 10 мкбер/год, а інтенсивність ультрафіолетового і інфрачервоного випромінювань від екрану монітора лежить в межах 10...100 мВт/м²

Таблиця 3.4 Допустимі значення параметрів неіонізуючих електромагнітних випромінювань (відповідно до ДСТ 12.0.003-74*. ССБТ. Небезпечні і шкідливі виробничі фактори Класифікація [14])

Найменування параметра	Допустимі значення
Напруженість електричної складової електромагнітного поля на відстані 50 см від поверхні монітора	10 В/м
Напруженість магнітної складової електромагнітного поля на відстані 50 см від поверхні монітора	0,3 А/м
Напруженість електростатичного поля не повинна перевищувати: для учнів навчальних закладів	15 кВ/м

Для зниження дії цих видів випромінювання рекомендується застосовувати монітори із зниженим рівнем випромінювання (MPR-II, TCO-92, TCO-99), встановлювати захисні екрани, а також дотримувати регламентовані режими праці та відпочинку.

Пожежна безпека

Відповідно до [19] та [20] комп'ютерний клас відноситься до категорії В (пожежонебезпечна).

Кабелі, що відходять від монітора і системного блоку, а також променева трубка у разі ЕПТ-моніторів, знаходяться під робочою електричною напругою. Необережне користування даними електроприладами може стати причиною загоряння в кабінеті. Для ліквідації невеликих осередків пожеж, а також для гасіння пожеж у початковій стадії їх розвитку силами персоналу об'єкту застосовуються первинні засоби пожежогасіння. До них відноситься: вуглекислотний вогнегасник.

Як правило, первинні засоби пожежогасіння розміщуються на пожежних щитах або стендах. [20]

3.2 Розрахунок повітрообміну для видалення надлишкового тепла

У цьому підрозділі виконується практичний розрахунок повітрообміну для видалення надлишкового тепла забезпеченню безпечних умов праці працівників на досліджуваному об'єкті.

Перевіряємо необхідну кратність повітрообміну в приміщенні у комп'ютерного класу: довжина – 8,80 м, ширина – 5,90 м, висота – 3 м. Кількість людей в приміщенні 20 чоловік, мінімальна кратність 4-8 год⁻¹, кількість опалювальних приладів 4. У приміщенні є 5 світильників з двома лампами ЛД30 30 Вт. Температура в приміщенні повинна становити 23°C, відносна вологість повітря 60%.

Обсяг повітрообміну (припливно-витяжна вентиляція), необхідний для видалення надлишкового тепла з приміщення, розраховується за формулою:

$$L = Q_{\text{над}} / (\rho \times C_p \times (t_v - t_n)), \text{ м}^3/\text{год}$$

де $Q_{\text{над}}$ – виділення в приміщення тепла, кВт;

t_v – температура видаляемого повітря, °C;

t_n – температура припливного повітря 19 °C;

ρ – щільність повітря, кг/м³ (1,293 кг/м³);

C_p – теплоємність повітря, кДж/(кг·K) (; $C_p=1,005$ кДж/(кг·K))

Температура повітря, що видаляється з приміщення визначається з виразу

$$t_v = t_{p.з.} + \Delta t \times (H - 2) = 23 + 0,5 \times (2,8 - 2) = 23,4^\circ\text{C}$$

де $t_{p.з.}$ – температура повітря в робочій зоні 23°C

Δt – температурний градієнт по висоті приміщення 0,5 °С/м

H – відстань від підлоги приміщення до центру витяжних отворів 2,8 м

Надмірне тепло розраховується за формулою:

$$Q_{\text{над}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4, \text{ кДж/год}$$

Де Q_1 теплонадходження від опалювальних пристроїв 2304 кДж/год;

Q_2 теплонадходження від штучного освітлення, 123,12 кДж/год;

Q_3 теплонадходження від людей, 900 кДж/год;

Q_4 теплонадходження від світлопрозорих конструкцій 933,12 кДж/год

$$Q_{\text{над}} = 2304 + 123,12 + 900 + 933,12 = 4260,24 \text{ кДж/год}$$

Визначимо необхідну кратність повітрообміну:

$$K_p = L / V_{\text{п}}, \text{ год}^{-1}$$

де $V_{\text{п}}$ – об'єм приміщення, 155,76 м³;

L – об'єм повітря який необхідно видалити з приміщення

$$L = 4260,24 / (1,005 \times 1,293 \times (23,4 - 19)) = 745,10 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$K_p = L / V_{\text{п}} = 745,1 / 155,76 = 4,78 \text{ год}^{-1}$$

Таким чином розрахунок потрібного повітрообміну з урахуванням виділення шкідливих речовин у повітря робочої зони і надлишкового тепла показав, що кратність повітрообміну 4,78 год⁻¹, що відповідає вимогам.

3.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях на досліджуваному об'єкті

Організація життєзабезпечення населення в умовах НС – це комплекс заходів, спрямованих на створення і підтримання нормальних умов життя, здоров'я і працездатності людей [20]. А саме:

- управління діяльністю робітників та службовців, всього населення при виникненні НС;
- захист населення від наслідків аварій, катастроф, стихійного лиха;
- забезпечення населення питною водою, продовольчими товарами і предметами першої необхідності;
- захист продовольства, харчової сировини, фуражу, вододжерел від радіаційного, хімічного та біологічного зараження (забруднення);
- житлове забезпечення і працевлаштування;
- комунально-побутове обслуговування;
- медичне обслуговування;
- навчання населення способам захисту і діям в умовах НС;
- розробку і своєчасне введення режимів діяльності в умовах радіаційного, хімічного та біологічного ураження;
- санітарну обробку;
- знезараження територій споруд, транспортних засобів, обладнання, сировини, матеріалів і готової продукції;
- підготовка і ведення рятувальних та інших невідкладних робіт в районах лиха і осередках ураження;
- забезпечення населення інформацією про характер і рівень небезпеки, правила поведінки, морально-психологічну підготовку та інші заходи. [16]

З метою недопущення загибелі людей, забезпечення нормальної життєдіяльності у НС передусім необхідно сповістити населення про можливу загрозу. Сповіднення здійснюється усіма доступними способами:

- через телебачення;

- радіомережу;
- радіотрансляційну провідну мережу;
- спецсигналами (сирени, гудки).

У разі необхідності, організовується евакуація.

Евакуація – це організоване виведення чи вивезення населення з небезпечних зон. Цим займається штаб ЦО.

Крім заходів загальнодержавного масштабу на об'єктах господарської діяльності також проводяться заходи, які дозволяють зменшити наслідки від НС, як природного, так і техногенного характеру, особливо дію вторинних факторів ураження. На першому місці повинні бути питання захисту працівників та службовців, який можна забезпечити виконанням таких заходів: [20]

- створення і підтримання у готовності системи оповіщення;
- накопичення фонду захисних споруд і підтримання їх у готовності до використання;
- планування заходів по евакуації;
- накопичення засобів індивідуального захисту та організація їх зберігання;
- підготовка до проведення рятувальних та інших невідкладних робіт;
- морально-психологічна підготовка робітників та службовців.
- При пожежі на об'єкті:
 - необхідно ізолювати приміщення, де сталося загоряння, від надходження свіжого повітря;
 - вивести з приміщення людей назовні;
 - повідомити про пожежу і вжити заходів по виклику пожежної охорони;
 - привести в готовність рятувальну групу і санітарний пост для надання допомоги;
 - організувати роботу протипожежної ланки зі спостереження за пожежною обстановкою та ліквідацією окремих загорянь за допомогою вогнегасників.

Висновок за розділом

Проаналізовано та порівняно з нормативними показниками всі виявлені небезпечні і шкідливі фактори на даному досліджуваному об'єкті. Оцінено достатність природного та ефективність штучного освітлення. Визначені дії персоналу в разі виникнення НС.

ВИСНОВКИ

В ході виконання кваліфікаційної випускної роботи магістра було проведено аналіз ефективності роботи системи тепlopостачання будівлі КП «Міський міжшкільний навчально-виробничий комбінат» СМР. Було проведено частковий енергетичний аудит будівлі, вивчено проектну документацію та здійснено аналіз використання енергоносіїв.

Були отримані результати, на основі яких було встановлено невідповідність фактичних обсягів теплоспоживання досліджуваного об'єкту з розрахунковим обсягом теплоспоживання. Причиною цього є відсутність технології автоматичного погодозалежного регулювання теплового потоку, що надходить до системи опалення будівлі.

Також було встановлений факт невідповідності у споживанні теплової енергії за базовим рівнем у порівнянні з розрахунковим рівнем за нормованими показниками свідчить, що також засвідчує, 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.

Запропоновано наступні енергозбережні заходи:

- утеплення огорожувальних конструкцій будівлі, а саме, стін;
- впровадження системи моніторингу теплоспоживання.
- встановлення сонячного колектора для нагрівання води;

В результаті реалізації запропонованих заходів надасть будуть зменшені теплові втрати через огорожувальні конструкції, а також зменшити потребу в теплової енергії, що приведе до економії державних коштів та ресурсів на енергоспоживання .

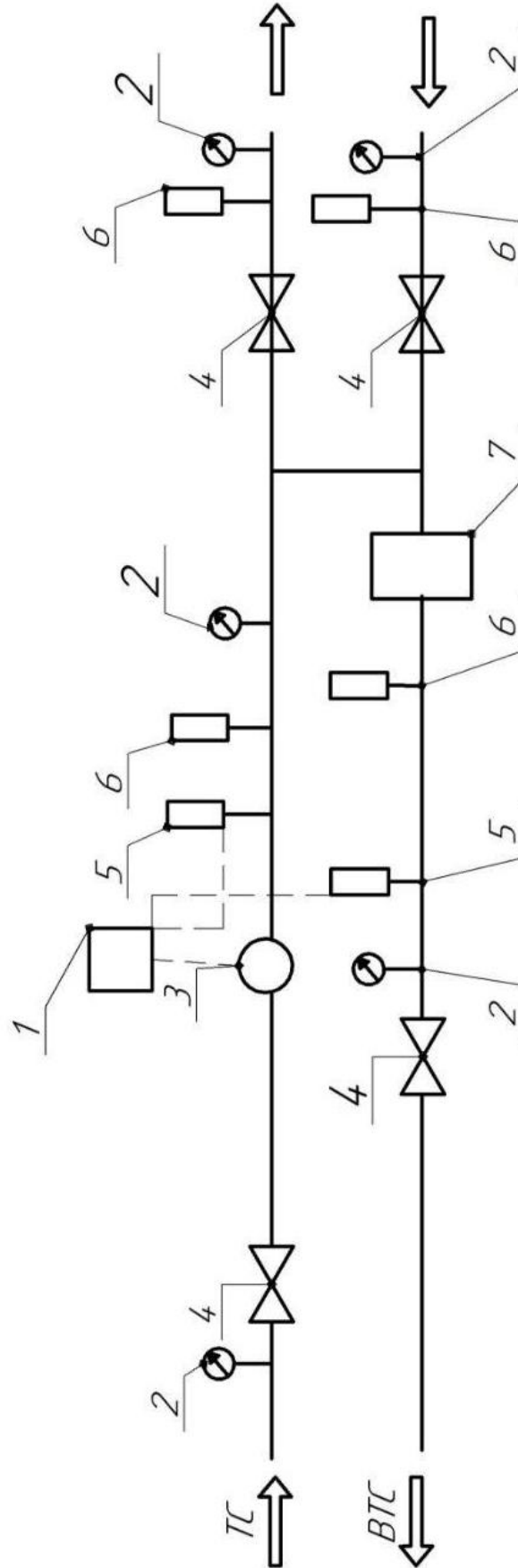
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

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. 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.
4. ДСТУ Б В.2.6-189:2013 Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель. – К. : Мінрегіон України, 2014. – 51 с.
5. ДСТУ Н Б В.1.1–27:2010 "Будівельна кліматологія" – К. Мінрегіонбуд України, 2006. –72 с.
6. ДНАОП 0.03-3.15-86. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень
7. [Електронний ресурс]: http://rp5.ua/Архив_погоды_в_Сумах.
8. ДСТУ Б В.2.2-39:2016 «Методи та етапи проведення енергетичного аудиту будівель». – К. Мінрегіонбуд України, 2016. –47 с
9. Практичний посібник з енергозбереження для об'єктів промисловості, будівництва та житловокомунального господарства України. – Луганськ, вид-во «Місячне сяйво», 2010. – 696с
10. Методичні вказівки до виконання розрахункових та практичних робіт на тему «Економія теплової енергії на опалення будівель і витрат на її генерацію під час впровадження енергозбережних заходів» із дисципліни «Енергозбереження будівель і споруд» / укладачі: С.С. Антоненко, В.М. Козін, Е.В. Колісніченко. – Суми: Сумський державний університет, 2015. – 50
11. [Електронний ресурс]: <https://epicentrk.ua/ua/shop/bazaltovaya-vata-izovat-fasad-135-1-2-kv-m-1000x600x100-mm.html>
12. [Електронний ресурс]: <https://www.rabotniki.ua/uk/fasadnye-raboty>
13. Основи енергетичного менеджменту: конспект лекцій / укладач С. В. Сапожніков. – Суми : Сумський державний університет, 2015. – 163 с.
14. ДСТ 12.0.003-74*. ССБТ. Небезпечні і шкідливі виробничі фактори Класифікація (ГОСТ 12.0.003-74*. ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы Классификация)
15. ПУЕ Правила улаштування електроустановок 2017.
16. ДНАОП 0.03-3.15-86. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.
17. ДБН В.2.5-28-2006. Державні будівельні норми України. Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення. – К., 2006.
18. ГОСТ 12.1.003-83* ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
19. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою

20. НАПБ Б.03.002-2007. Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою : Затвердж. наказом МНС від 03.12.2007 № 833.
21. [Електронний ресурс]: <https://dominant-wood.com.ua/ua/statti/299-sonyachni-kolektori-dlya-nagrivu-vodi-vidi-sposobi-ustanovki-efektivnist-roboti>
22. [Електронний ресурс]: <https://dominant-wood.com.ua/ua/statti/299-sonyachni-kolektori-dlya-nagrivu-vodi-vidi-sposobi-ustanovki-efektivnist-roboti>
23. [Електронний ресурс]: <https://ekonomteplo.com.ua/sonyachni-kolektory/atmosfera/vakuumni/cvk-twin-power/>
24. Штен І. Аналіз конструкцій геліосистем гарячого водопостачання, які використовуються в Україні //Збірник тез Міжнародної студентської науковотехнічної конференції Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання., –2018. – Т. 1. – С. 131-132.
25. Шаповал С. П., Венгрин І. І. Перспективи використання сонячної енергії на території України //Молодий вчений. – 2014. – №. 7 (2). – С. 21-24
26. ЗВІТ по темі № 15.01.03-22.СП/61 з надання послуги з побудови та створення системи моніторингу теплоспоживання

ДОДАТОК А

Схема теплового пункту ММНВК



1-Дисплей лічильника, 2- Манометр, 3- Лічильник, 4- Засувки,
5-Термодачики, 6-Термометр, 7- Грязьовик.

ДОДАТОК Б

Таблиця Б.1 – Кількість теплової енергії, спожитої будівлею закладу за 2019–2022 роки

Місяць	Рік			
	2019	2020	2021	2022
	Гкал	Гкал	Гкал	Гкал
Січень	X	26,14	38,4	32,8
Лютий	X	30,20	32,81	29,8
Березень	X	13,65	26,40	–
Квітень	X	-	3,40	–
Травень	–	–	–	–
Червень	–	–	–	–
Липень	–	–	–	–
Серпень	–	–	–	–
Вересень	–	–	–	–
Жовтень	7,60	6,20	3,40	X
Листопад	23,26	24,00	23,30	X
Грудень	24,96	30,7	30,10	X
Всього	55,82	130,89	157,81	X

Таблиця Б.2– Фактичні дані величин спожитої теплової енергії при середньодобовій температурі зовнішнього повітря яка дорівнює нуль градусів за шкалою Цельсія

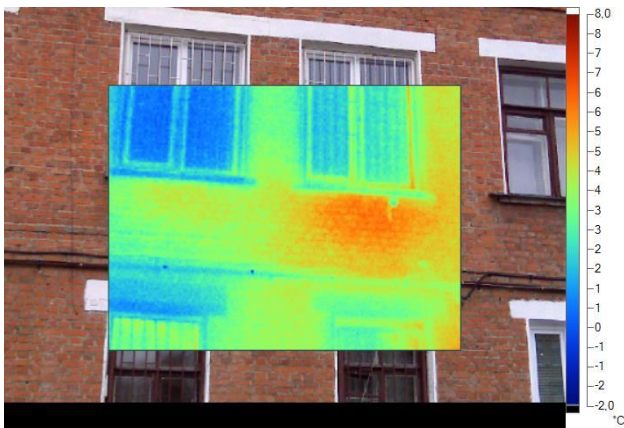
Опалювальний рік 2020-2021			Опалювальний рік 2021-2022		
Дата доби	Обсяг теплоспоживання, Гкал	Температура теплоносія, °С	Дата доби	Обсяг теплоспоживання, Гкал	Температура теплоносія, °С
12.12.21	0,80	57,1	10.01.22	1,10	61
14.12.21	0,90	59	14.01.22	1,00	62
16.12.21	0,80	57,4	15.01.22	1,00	60
18.12.21	0,90	56	16.01.22	1,10	59
19.12.21	0,90	60	29.01.22	0,70	60
01.01.22	1,20	59	31.01.22	0,70	60,3

ДОДАТОК В

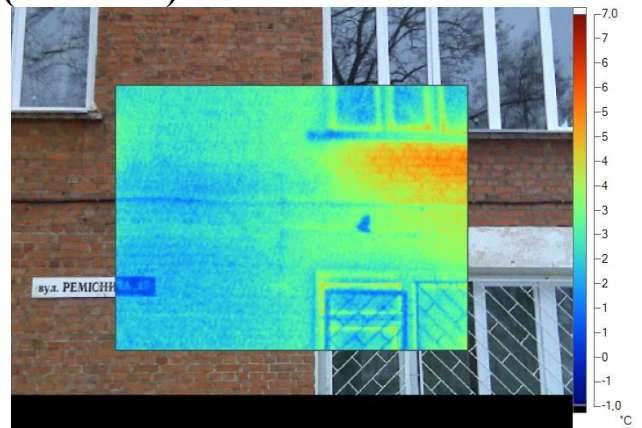
Результати тепловізійного обстеження

Тепловізійне обстеження будівлі комунальної установи «Міський міжшкільний навчально-виробничий комбінат» Сумської міської ради було проведено 9 лютого 2021 року з використанням тепловізора FlukeTi25. У звіті надані термограми, які найбільш наочно демонструють типові проблемні місця будівлі.

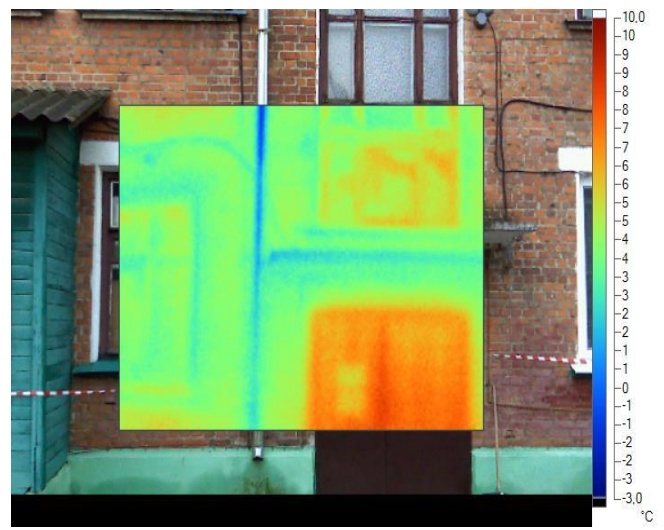
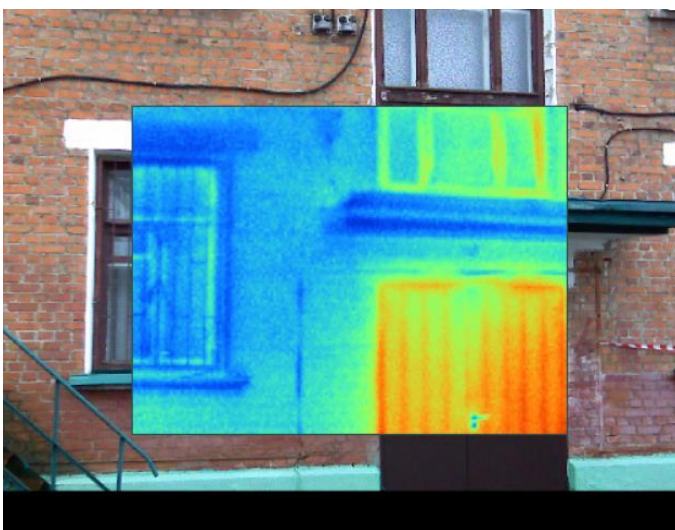
Термограми із зазначенням місць найбільших втрат теплової енергії на об'єкті обстеження (ММНВК)



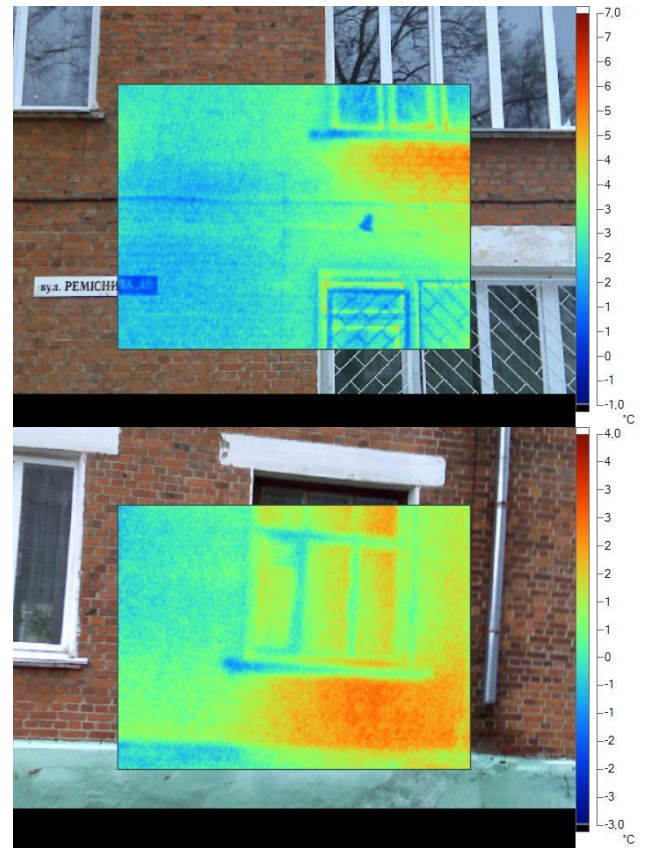
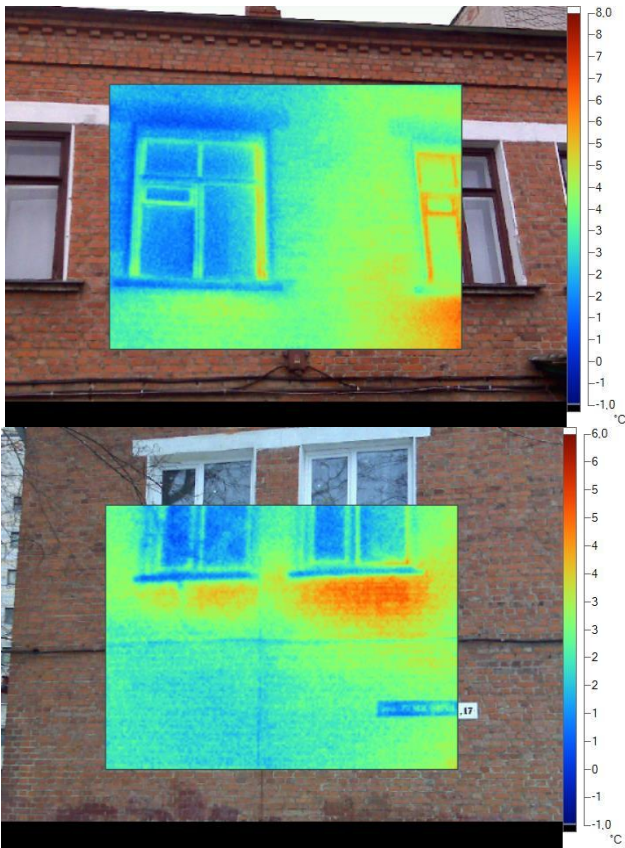
Значні втрати в місцях знаходження приладів опалення.



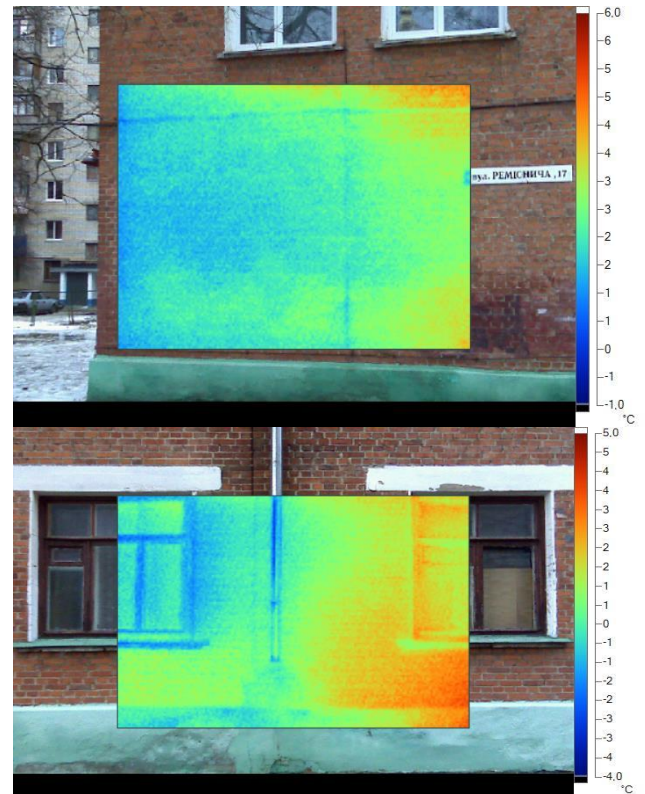
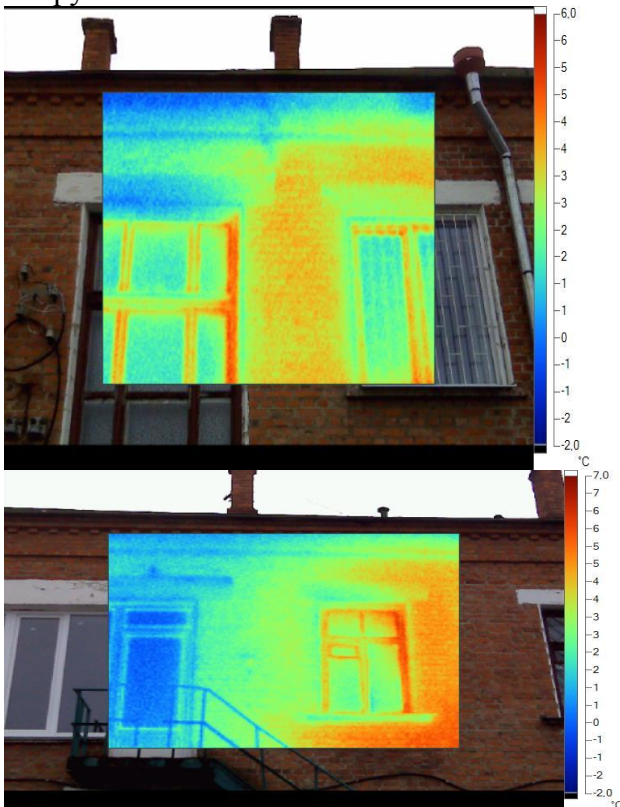
Спостерігається нещільність прилягання віконних рам до стіни, що призводить до тепловтрат. Втрати також відбуваються через зовнішні стіни, що обумовлене втратою її термічного опору.



Зовнішні дверні конструкції не мають достатнього теплового опору щодо запобігання тепловим втратам з середини приміщень.



Відбуваються втрати тепла крізь місця стіни де розташовані прилади опалення, що свідчить про значну втрату її опору теплопередачі внаслідок невідповідності нормам значення термічного опору стін.



Незадовільний стан застарілої конструкції дерев'яних вікон та значні пошкодження цегляної кладки та тріщини у стінових конструкціях обумовлюють значні втрати тепла з приміщень. Також, підвищена температура зовнішньої поверхні стіни свідчить про втрату стінами теплозахисних властивостей.