

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

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

Микола СОТНИК

(підпис) (Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

\_\_\_\_\_ 2024 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
на здобуття освітнього ступеня бакалавр  
(бакалавр / магістр)  
зі спеціальності 144 Теплоенергетика,  
(код та назва)  
освітньо-професійної програми «Енергетичний менеджмент»  
(освітньо-професійної / освітньо-наукової ) (назва програми)

на тему: ЕНЕРГЕТИЧНЕ ОБСТЕЖЕННЯ БУДІВЛІ ХІРУРГІЧНОГО КОРПУСУ КНП  
«КЛ СВЯТОГО ПАНТЕЛЕЙМОНА» СМР» ТА РОЗРОБЛЕННЯ ЗАХОДІВ З  
ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

Здобувача групи ЕМ-01/1 Алесковського Артура Олександровича  
(шифр групи) (прізвище, ім'я, по батькові)

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

\_\_\_\_\_ Артур Алесковський  
(підпис) (Ім'я та ПРІЗВИЩЕ здобувача)

Керівник доцент кафедри ПГМ, к.т.н., Сергій АНТОНЕНКО \_\_\_\_\_  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, Ім'я та ПРІЗВИЩЕ) (підпис)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 54 с., 5 таблиць, 4 рисунків, 4 додатки, 16 літературних джерел.

*Мета роботи:* енергетичне обстеження системи теплопостачання, і розробка заходів з підвищення ефективності споживання енергоресурсів.

Відповідно до поставленої мети були вирішені такі завдання:

- характеристика об'єкту енергетичного обстеження;
- розрахунковий аналіз обстежуваної системи енергопостачання;
- розробка можливих енергозберігаючих заходів.

Об'єкт дослідження – будівля хірургічного корпусу КНП «КЛ Святого Пантелеймона» СМР.

Предмет дослідження – система теплопостачання будівлі хірургічного корпусу КНП «КЛ Святого Пантелеймона» СМР.

*Методи дослідження:* інструментальне: вимірювання температури, вимірювання будівельних параметрів, економіко-математичні методи під час розробки енергозбережних заходів.

*Ключові слова:* ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ, ЕНЕРГЕТИЧНЕ ОБСТЕЖЕННЯ, ВИМІРЮВАЛЬНИЙ ПРИЛАД, АНАЛІЗ СПОЖИВАННЯ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ, ОПІР ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ, ТЕПЛОВТРАТИ, ТЕПЛОВА ПОТУЖНІСТЬ, ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНИЙ ЗАХІД, ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ, ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ.

**Тема роботи – «ЕНЕРГЕТИЧНЕ ОБСТЕЖЕННЯ БУДІВЛІ ХІРУРГІЧНОГО КОРПУСУ КНП «КЛ СВЯТОГО ПАНТЕЛЕЙМОНА» СМР ТА РОЗРОБЛЕННЯ ЗАХОДІВ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ»**

## ЗМІСТ

РЕФЕРАТ .....	2
ВСТУП .....	5
<b>1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ’ЄКТА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ .....</b>	<b>9</b>
1.1 Загальні відомості про об’єкт енергетичного обстеження .....	9
1.2 Опис дійсного стану об’єкта енергетичного обстеження .....	10
1.3 Експлуатаційна характеристика систем енергопостачання об’єкта ..	11
1.3.1 Система опалення .....	11
1.3.2 Система обліку споживання енергоносіїв .....	12
1.4 Опис методів та приладів вимірювання .....	12
1.4.1 Аналіз результатів вимірювання .....	13
1.5 Висновки за розділом .....	13
<b>2 КОМПЛЕКСНИЙ АНАЛІЗ РІВНЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ОБ’ЄКТА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ .....</b>	<b>14</b>
2.1 Аналіз обсягів енергоспоживання .....	14
2.2 Розрахунковий аналіз показників енергоефективності .....	15
2.2.1 Визначення питомих величин рівня енергоефективності .....	15
2.2.2 Розрахунковий аналіз опору теплопередачі огорожувальних конструкцій .....	18
2.3 Визначення рівня теплової потужності .....	20
2.3.1 Визначення базового рівня енергоспоживання системою теплопостачання об’єкту .....	23
2.4 Висновки за розділом .....	25
<b>3 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНИХ ЗАХОДІВ... 26</b>	

					<b>6.144.05 ВР 00 ПЗ</b>			
Зм.	Лист	№ документа	П	Дата				
Розроб.		Алесковський			Енергетичне обстеження будівлі хірургічного корпусу КНП «КЛ святого Пантелеймона» СМР та розроблення заходів з енергозбереження	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевір.		Антоненко				3	54	
Н. контр.		Антоненко				<b>СумДУ, ЕМ-01/1</b>		
Затв.								

3.1 Розробка можливих енергозбережних заходів.....	26
3.2 Розрахунковий аналіз можливих енергозбережних заходів.....	30
3.2.1 Утеплення стін.....	30
3.2.2 Запровадження системи моніторингу обсягів споживання теплоенергії.....	36
3.2.3 Утеплення горища.....	40
3.3 Висновки за розділом .....	43
ВИСНОВКИ.....	44
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	45
ДОДАТОК А.....	47
ДОДАТОК Б .....	51
ДОДАТОК В.....	52
ДОДАТОК Г .....	53

## ВСТУП

Теплозабезпечення об'єктів соціальної інфраструктури (будівлі навчальних закладів, медичних закладів, будівлі органів місцевої влади, та інших) та багатоквартирних житлових будинків міста, що живляться від централізованих систем теплопостачання має бути організоване з урахуванням вимог ДБН В.2.5-39:2008, «Правил технічної експлуатації тепловикористовуючих установок та теплових мереж», і має відповідати критеріям щодо:

- надійності теплопостачання споживачів теплоносієм заданих параметрів;

- максимальної ефективності експлуатації діючої системи за рахунок:

- дотримання параметрів теплоносія централізованих систем у повній відповідності до температурного графіка його подачі у централізовану мережу з урахуванням регулювання його споживання на індивідуальних теплових пунктах опалюваних будівель;

- технічної та організаційної можливості регулювання подачі теплоносія у будівлі з використанням індивідуальних теплових пунктів, а також з урахуванням режимів та графіків функціонування установ, що розташовані у таких будівлях;

- впровадження заходів щодо модернізації та реконструкції діючих джерел теплової енергії, підвищення їх завантаженості;

- переважного використання найбільш енергоефективних напрямів оптимізації системи при транспортуванні теплової енергії.

У місті Суми схема централізованого розподілу тепла функціонує через вбудовані у будівлях теплові пункти. Системи опалення спроектовані як закриті та залежні. Опалення будівель здійснюється головним чином за закритою схемою з використанням елеваторного пристрою. Залежна схема

						Аркуш
						5
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

опалення з прямим підключенням будинків запроектована в минулому столітті, в ті часи перевагу віддавали схемам з найменшими первісними капіталовкладеннями та доволі суттєвими експлуатаційними витратами. Сьогодні ситуація докорінно змінилась. Енергетичні ресурси подорожчали у багато разів, тому експлуатаційні витрати стали вкрай високі. Суттєві нераціональні витрати системи розподілу теплової енергії пов'язані з експлуатацією застарілих теплових пунктів які не обладнані приладами керування та автоматизації, за допомогою яких має здійснюватися регулювання теплового потоку.

Одним з шляхів вирішення зазначеної проблеми та з подальшої роботи у напрямі модернізації технологічних систем, є проведення енергетичного аудиту.

Енергоаудит надає ключову роль у організації ефективного використання енергії в різних сферах діяльності людини. Енергетичне обстеження є інструментом об'єктивної оцінки споживання паливно-енергетичних ресурсів, визначення необхідних управлінських впливів, та наскільки ці впливи є ефективними. Як висновок можна сказати, що енергетичне обстеження (енергоаудит) – ефективно діючий механізм безупинного спостереження за станом робочого об'єкта, аналіз та порівняння з визначеним еталоном.

Предметом енергетичного аудита є процеси споживання паливно-енергетичних ресурсів, аналіз і розробка заходів щодо ефективного використання енергоресурсів.

Основною метою енергетичного аудита є пошук можливостей у визначенні напрямків ефективного енергозбереження.

Об'єктом енергетичного аудита є установи, підприємства будь-якої форми власності.

Призначення енергетичного аудиту полягає у розв'язанні наступних задач:

						Аркуш
						6
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

- складання балансу споживання енергетичних ресурсів об'єктом;
- розробка заходів, спрямованих на зниження витрати енергії;
- визначення потенціалу енергозбереження;
- фінансова оцінка розроблених до впровадження організаційно-технічних заходів.

Енергетичний аудит проводять незалежні особи (енергоаудитори), які уповноважені на це. Проводиться 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 енергетичного обстеження у наданій роботі є комунальне некомерційне підприємство «Клінічна Лікарня Святого Пантелеймона» Сумської міської ради

**Мета та призначення представленої роботи:**

Енергетичне обстеження системи теплопостачання, і розробка заходів з підвищення ефективності споживання енергоресурсів в Комунальному некомерційному підприємстві «Клінічна Лікарня Святого Пантелеймона» Сумської міської ради. Визначення базових величин параметрів будівлі для впровадження.

**Задачі, які вирішуються при проведенні представленої роботи:**

- характеристика об'єкту енергетичного обстеження;
- розрахунковий аналіз обстежуваної системи енергопостачання;
- визначення базового рівня енергоспоживання;
- розробка можливих енергозберігаючих заходів.

**Вихідні дані для проведення розрахункових робіт:**

- проектна будівельна документація об'єкту обстеження;
- величини обсягів енергоспоживання об'єкту, що обстежується;

						Аркуш
						7
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

- опитувальні листи;
- нормовані показники з експлуатації систем енергопостачання, що є чинними на території України.

**Склад робіт з аналізу енергоспоживання та впровадження заходів з енергозбереження:**

- обстеження та аналіз дійсного стану будівлі закладу;
- вивчення проектної документації;
- збір інформації щодо обсягів використання ПЕР за звітний період;
- проведення аналізу відповідності фактичних обсягів теплоспоживання досліджуваного об'єкту з розрахунковим обсягом теплоспоживання за нормованими показниками;
- розробка заходів з енергозбереження до впровадження на об'єкті з енергетичного обстеження.

						Аркуш
						8
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		



# 1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ

## 1.1 Загальні відомості про об'єкт енергетичного обстеження

Відповідно до поставленої мети з енергетичного обстеження, першочерговим кроком є проведення енергетичного обстеження будівлі закладу, одним з результатів якого повинно бути визначене індивідуальне контрольне базове теплоспоживання.

Комунальне некомерційне підприємство «Клінічна Лікарня Святого Пантелеймона» Сумської міської ради підпорядковується Управлінню охорони здоров'я Сумської міської ради та повністю утримується за рахунок коштів місцевого бюджету. Будівля лікарні, які обстежувалася, розташована за адресою м. Суми, вул. Марко Вовчок, 2: чотириповерхова будівля хірургічного корпусу.

Основними технічними системами, що забезпечують функціонування всього комплексу будівель лікарні, є системи централізованого теплопостачання, електропостачання, водопостачання та система водовідведення (каналізації). Система вентиляції в основній свої частині з природнім спонукання, за окремими приміщеннями у різних корпусах с механічним спонуканням руху повітря. У закладі не використовується централізована система теплової вентиляції та кондиціонування. Кондиціонування у режимі охолодження повітря проводиться лише по окремих приміщеннях, що у сукупності енерговитрат становить малозначну величину, має лише частку від відсотка від загального обсягу енергоспоживання, тому на загальний аналіз рівня витрат на споживання енергії не впливає.

						Аркуш
						9
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

## 1.2 Опис дійсного стану об'єкта енергетичного обстеження

### *Будівля хірургічного корпусу*

Будівля хірургічного корпусу – будівля у чотири поверхи з підвальним поверхом, який опалюється, та горищним неопалювальним поверхом.

Будівля має один центральний вхід, який виконано у вигляді тамбуру, що значною мірою зменшує тепловтрати через відкривання дверей, також у будівлі виконані допоміжні входи. Вхідні двері виконані з ПВХ, металу та деревини.

Опалювальний об'єм будівлі згідно наданих даних – 12885,92 м<sup>3</sup>.

У будівлі встановлений цілодобовий режим роботи системи теплопостачання.

Згідно наданої документації, конструктивна схема всієї будівлі безкаркасна з поздовжнім розташуванням несучих стін. Стіни та перегородки – цегляні із звичайної силікатної цегли на цементно-піщаному розчині. Зовнішні стіни фасаду будівлі з боку північно-західного напрямку покриті теплоізоляційним покриттям з базальтових мінераловатних плит. По периметру будівлі виконана відмостка. Загальний стан зовнішніх огорожувальних конструкцій будівлі хірургічного корпусу задовільний. При їх обстеженні не виявлено руйнації та значних пошкоджень. Перекриття – пустотні залізобетонні. Підлога за поверхами покрита керамічною з плиткою та лінолеумом. Неопалювальний горищний поверх має шатрове дахове покриття.

Система опалення – двотрубна з розподілом теплоносія «зверху-вниз». Магістральні розподільчі трубопроводи прокладено у підвальному поверсі. Розподільчі трубопроводи стояків виконано із пластикових труб, радіатори опалення різного типу виконання. Опалювальні прилади розташовані під вікнами в кожному приміщенні. Доступ до опалювальних приладів необмежений.

						Аркуш
						10
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Система вентиляції природна, для окремих приміщень передбачена механічна система вентиляції.

Всі конструкції старих дерев'яних вікон замінені на металопластикові з двокамерним та однокамерним склопакетом.

### **1.3 Експлуатаційна характеристика систем енергопостачання об'єкта**

#### **1.3.1 Система опалення**

Теплопостачання всіх зазначених будівель лікарні здійснюється централізовано згідно договору про надання послуг з централізованого опалення, який укладено з ТОВ «Сумитеплоенерго» договір №1516-Т. Лікарняний заклад щомісячно отримує акт прийому-передачі теплової енергії, та рахунок за спожиту теплову енергію. Оплата за спожиту теплову енергію здійснюється до кінця розрахункового місяця. Розрахункове теплове навантаження згідно договору на теплопостачання – 0,6472 Гкал.

Джерело теплопостачання будівель лікарні по вул. Марко Вовчок, 2 – котельня Нижньосироватська, 6б.

Ввід теплової мережі до будівлі передбачений до теплового пункту, який розміщений у спеціальному технічному приміщенні цокольного поверху, де є вільний доступ обслуговуючого персоналу до приладів, наявне освітлення, та відповідає вимогам Правил технічної експлуатації тепловикористовуючих устаткувань і теплових мереж. Трубопроводи тепломережі і деталі вузлів обліку теплової енергії сталеві, повністю ізольовані. Загальний стан теплорозподільчої системи по всій будівлі хірургічного корпусу лікарні є модернізованою з використанням сучасних матеріалів та устаткування.

У тепловому пункті будівлі хірургічного корпусу лікарні встановлена традиційна залежна схема подачі теплоносія з елеваторним пристроєм.

Основними завданнями персоналу, що обслуговує тепловий пункт є:

						Аркуш
						11
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

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

### 1.3.2 Система обліку споживання енергоносіїв

У вузлу обліку теплової енергії за технічними умовами передбачено встановлення лічильника тепла (див. Додаток Б).

Всі засоби обліку спожитих енергоресурсів та води закладу визнано придатними до застосування на підставі результатів проведених повірок. Роботи з повірки теплолічильника проводилася фірмою ТОВ "Еталон-АСП".

Дата останньої повірки лічильника теплоти – теплолічильника марки Sharky №69461173 – 06.06 2022 р.

### 1.4 Опис методів та приладів вимірювання

При проведенні енергетичного обстеження будівлі хірургічного корпусу лікарні за адресою м. Суми, вул. Марко Вовчок, 2 СМР були використані такі вимірювальні прилади:

- універсальний вимірювач температури Testo 605-H1;
- цифровий вимірювач довжини марки FLUKE;

Для визначення температури повітря в приміщеннях та зовні використовувався універсальний вимірювач температури, вологості та точки роси Testo 605-H1 (рис. 1.1).



Рисунок 1.1 – Універсальний вимірювач Testo 605-H1

						Аркуш
						12
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Прилад характеризується точністю і стабільністю показань завдяки унікальному датчику вологості, який не боїться води, захищений поворотною кришкою і відкривається в процесі вимірювання. Дисплей розташовано на поворотній голівці.

#### 1.4.1 Аналіз результатів вимірювання

У період проведення обстеження об'єкта обстеження температура зовнішнього повітря становила 3°C, а середня температура за всіма приміщеннями хірургічного корпусу становила 21°C. Результати вимірювання температури представлені у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Результати вимірювання температури за приміщеннями

Назва приміщення	Температура (осереднена), °C	Вологість, %	Точка роси, °C
1-й поверх	19,2	53,5	10,4
2-й поверх	20,4	50,9	9,9
3-й поверх	22,2	46,3	10,1
4-й поверх	21,5	51	9,4

За отриманими результатами вимірювання температури повітря в приміщеннях можна зробити висновок, що у більшості приміщень будівлі температура повітря на момент проведення енергетичного обстеження відповідала сучасним нормам за температурними показниками [8]. Згідно чинних норм, температура у приміщеннях повинна бути 20–22°C.

#### 1.5 Висновки за розділом

Були проведені наступні роботи:

1. Вивчена проектна документація. Перевірено дійсний стан будівлі та системи теплопостачання об'єкту обстеження.
2. Перевірено стан та наявність актів повірки вимірювальних пристроїв.

## 2 КОМПЛЕКСНИЙ АНАЛІЗ РІВНЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ОБ'ЄКТА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ

### 2.1 Аналіз обсягів енергоспоживання

У вузлах приймання і розподілу теплоенергії у лікарні встановлені лічильники для обліку теплової енергії, яка іде на опалення групи будівель. Облік гарячої води для побутових та господарських потреб лікарні не проводиться, так як відсутнє централізоване постачання гарячої води. У наданій роботі наводиться аналіз виключно обсягів теплової енергії, яка використовується на опалення приміщень по будівлі, що обстежується.

На рисунку 1.2 приведена динаміка споживання теплової енергії будівлею хірургічного корпусу КНП "КЛ Святого Пантелеймона" по вул. Марко Вовчок, 2 за 2021–2024 опалювальні роки (за даними обліку закладу див. Додаток В).

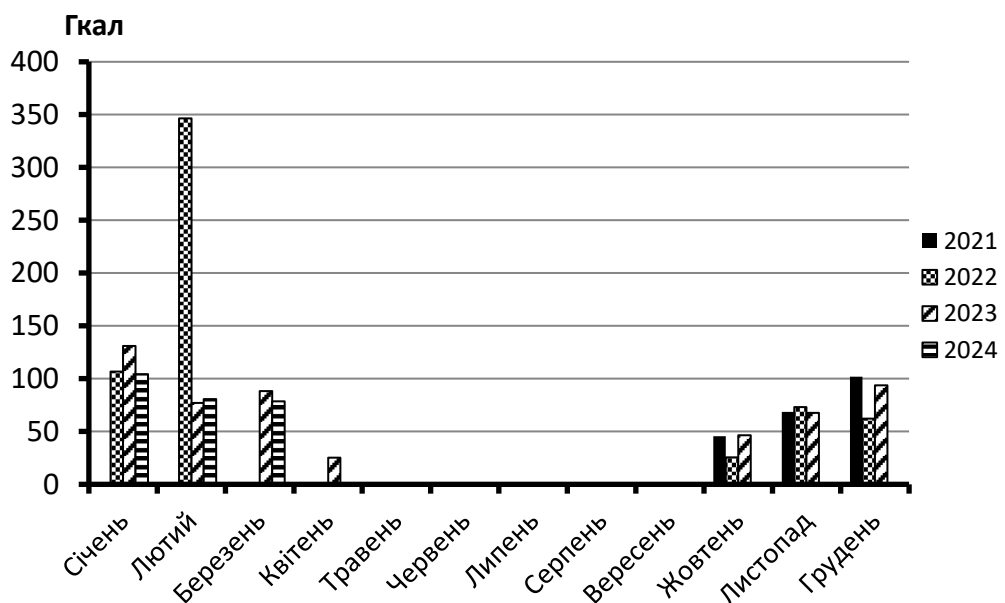


Рисунок 1.2 – Динаміка споживання теплової енергії будівлею хірургічного корпусу КНП "КЛ Святого Пантелеймона" по вул. Марко Вовчок, 2 за 2021–2024 опалювальні роки

З наведеної діаграми видно, що максимум споживання теплової енергії на опалення приходить на грудень, січень і лютий, а мінімум – травень-вересень. Нерівномірність теплоспоживання у відповідні періоди кожного року пов'язана з різною температурою довкілля. Розбіжність в обсягах споживання теплоенергії за деякими місяцями у відповідні періоди різних років пояснюється неузгодженістю у строках надання облікових даних з теплоспоживання, та неможливістю у прогнозованому споживанні обсягами теплової енергії внаслідок відсутності відповідного обладнання, яке забезпечує якісний моніторинг у керуванні режимами роботи системи теплопостачання будівель та складністю процесу у формуванні звітності з теплоспоживання, які пов'язані з дотриманням встановлених для закладу лімітів.

## **2.2 Розрахунковий аналіз показників енергоефективності**

### **2.2.1 Визначення питомих величин рівня енергоефективності**

З метою надання об'єктивного висновку про ефективність споживання теплової енергії на опалення будівлі лікарняного закладу, яка 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 розташовані у діапазоні нормованих показників [6].

У подальших аналітичних розрахунках, за базовий період приймається опалювальний період 2023–2024 року, так як за об'єктивними причинами у опалювальному періоді 2022-2023 років централізована система теплопостачання вимушено працювала з суттєво зменшеною тепловою потужністю.

						Аркуш
						15
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

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. 4]:

$$EP_{use} = \frac{Q_{оп}}{V_{буд}^{оп}}, \frac{\text{кВт}\cdot\text{год}}{\text{м}^3} \quad (2.1)$$

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 в цілому або їх відокремлених частин визначається мінімальною вимогою з виконання умови [7]:

$$EP_{use} \leq EP_p, \quad (2.2)$$

де  $EP_{use}$  – загальний показник питомого енергоспоживання при опаленні, кВт·год/м<sup>3</sup>;

$EP_p$  – граничне значення питомого енергоспоживання при опаленні житлових та громадських будівель, кВт год/м<sup>3</sup> [7].

Нормативна питома енергопотреба для будинків та споруд закладів охорони здоров'я першої температурної зони становлять (з урахуванням вимоги ф.2.2):

$$EP_p = 30 \frac{\text{кВт}\cdot\text{год}}{\text{м}^3} \quad \text{або} \quad EP_p = 0,026 \frac{\text{Гкал}}{\text{м}^3}.$$

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

- опалювальний період 2021–2022 рік –  $Q_{оп} = 669,19$  Гкал;
- опалювальний період 2022–2023 рік –  $Q_{оп} = 482,551$  Гкал;

					Аркуш
					16
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	



– опалювальний період 2023–2024 рік –  $Q_{оп} = 471,7266$  Гкал.

Значення фактичних питомих енерговитрат за періодами опалення становлять:

– опалювальний період 2021–2022 рік –  $EP_{use} = 0,052$  Гкал/м<sup>3</sup>;

– опалювальний період 2022–2023 рік –  $EP_{use} = 0,037$  Гкал/м<sup>3</sup>;

– опалювальний період 2023–2024 рік –  $EP_{use} = 0,037$  Гкал/м<sup>3</sup>.

Осереднене значення показника енергоефективності по будівлі хірургічного корпусу за визначеними опалювальними періодами становить  $EP = 0,042$  Гкал/м<sup>3</sup>.

Отриманий результат не відповідає нормативній умові (2.2). Треба зазначити: по-перше, нормативний показник встановлений для сучасних вимог щодо рівня енергоефективності експлуатації будівель, а дійсні у лікарні технологічні можливості системи теплопостачання, не сприяють дотриманню зазначеного показника; по-друге, що за причиною дотримання встановлених для закладу вимог від теплопостачальної організації щодо експлуатації теплового пункту, не можливо проводити якісне регулювання обсягами теплоспоживання. 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.

Такий стан усіх технологічних і конструктивних елементів, що визначають енергетичну ефективність процесу створення і підтримки теплового балансу в будівлі, необхідно вважати таким, що потребує відповідної модернізації. Зазначений висновок, у свою чергу, визначає

						Аркуш
						17
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

напрямки вибору енергозбережного заходу щодо подальшого підвищення рівня енергозбереження в обстежуваній будівлі, але до цього необхідно обґрунтовувати вибір обладнання величинами теплотехнічного розрахунку огорожувальних конструкцій, і результатами зібраної інформації проведених відповідних вимірювань.

### **2.2.2 Розрахунковий аналіз опору теплопередачі огорожувальних конструкцій**

Для зовнішніх огорожувальних конструкцій опалюваних будинків та споруд і внутрішніх міжквартирних конструкцій, що розділяють приміщення, температури повітря в яких відрізняються на 4°C та більше, обов'язкове виконання умови [5]:

$$R_{\Sigma пр} \geq R_{q min} \quad (2.3)$$

де  $R_{\Sigma пр}$  – приведений опір теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції чи непрозорої частини огорожувальної конструкції, м<sup>2</sup> К/Вт;

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

Приведений опір теплопередачі дійсних огорожувальних конструкцій  $R_{\Sigma пр}$ , м<sup>2</sup>·К/Вт, повинний бути не менше за вимогами значень  $R_{q min}$ , м<sup>2</sup>·К/Вт, які визначаються виходячи із санітарно-гігієнічних та комфортних умов і умов енергозбереження. Мінімально допустиме значення,  $R_{q min}$ , опору теплопередачі непрозорих огорожувальних конструкцій, світлопрозорих огорожувальних конструкцій, дверей та воріт громадських будинків встановлюється залежно від температурної зони експлуатації будинку, тепловологісного режиму внутрішнього середовища [5].

						Аркуш
						18
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Приведений опір теплопередачі  $R_{\Sigma пр}$ ,  $м^2 \cdot К / Вт$ , для непрозорої огорожувальної конструкції при перевірці виконання умови (2.3) розраховується за формулою [4]:

$$R_{\Sigma пр} = \frac{1}{\alpha_B} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_3} = \frac{1}{\alpha_B} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{\alpha_3}, \quad (2.4)$$

де  $\alpha_B, \alpha_3$  – коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції,  $Вт / (м^2 \cdot К)$  [4];

$\lambda_{ip}$  – теплопровідність матеріалу і-го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації,  $Вт / (м^2 \cdot К)$  [4];

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

$n$  – кількість шарів в конструкції за напрямком теплового потоку;

$R_i$  – термічний опір і-го шару конструкції,  $м^2 \cdot К / Вт$ .

Результати розрахунку опору теплопередачі огорожувальних конструкцій корпусів закладу, який обстежується, отримані відповідно до методики наданій у нормативній документації [4, п.5; 9] та представлені у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Результати розрахунку опору теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій будівлі хірургічного корпусу КНП "КЛ Святого Пантелеймона" по вул. Марко Вовчок, 2

№ п/п	Найменування конструктивного елемента	$R_{\Sigma пр}$ ,	$R_{q \min}$ ,
		$\frac{м^2 \cdot К}{Вт}$	$\frac{м^2 \cdot К}{Вт}$
1	Стіни	2,05	4,0
2	Горищне перекриття	0,79	6,0
3	Вікна з ПВХ-профілю	0,7	0,9
4	Підлога	0,43	5,0

Для всіх результатів порівняльного аналізу, коли  $R_{\Sigma пр} < R_{q \min}$ , однозначним висновком є те, що теплозахисні властивості зовнішніх

огорожень не відповідають нормативним вимогам, і для вирішення встановленої неузгодженості вимагає впровадження енергозберіжних заходів щодо збільшення їхнього опору теплопередачі.

### 2.3 Визначення рівня теплової потужності

Для оціночного аналізу характеристики з теплової потужності 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, де ключовим параметром є величина фактичної питомої опалювальної характеристики будівлі [8], Вт/м<sup>3</sup>·°С. Визначена величина теплової потужності використовується при впровадженні заходу з модернізації теплового пункту (джерела теплогенерації) застарілої конструкції на сучасний індивідуальний тепловий пункт з елементами системи моніторингу і автоматичного керування за режимами теплоспоживання.

Методика визначення величини фактичної питомої опалювальної характеристики будівлі за дійсними параметрами стану огорожувальних конструкцій (див. таблиця 2.1) полягає у послідовному визначенні відповідних питомих величин.

Визначення величини фактичної питомої опалювальної характеристики будівлі, Вт/м<sup>3</sup>·°С, за дійсними параметрами стану огорожувальних конструкцій:

$$q_{\text{пит}}^{\text{ф}} = \frac{P_6}{F_6} \cdot \left( \frac{1}{R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{СТН}}} + g_0 \cdot \left( \frac{1}{R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{ВКН}}} - \frac{1}{R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{СТН}}} \right) \right) + \frac{k_H}{H_6} \cdot \left( 0,9 \cdot \frac{1}{R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{СТЛ}}} + 0,6 \cdot \frac{1}{R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{ПДЛГ}}} \right), \quad (2.5)$$

де  $P_6$  – периметр будівлі за зовнішніми розмірами огорожувальних конструкцій, м;

$F_6$  – площа забудови будівлі в межах її периметра, м<sup>2</sup>;

					Аркуш
					20
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	

$H_6$  – висота будівлі в межах опалювальних приміщень за поверхами, м;

$k_H$  – емпіричний коефіцієнт урахування висоти будівлі:

для будівель із висотою  $H_6 \leq 5$  м –  $k_H = 0,5$ ;

для будівель із висотою  $H_6 > 5$  м –  $k_H = 0,85$ ;

$g_0$  – коефіцієнт скління будівлі (відношення площі скління до загальної площі зовнішніх стін);

$R_{\Sigma пр}^{СТН}$  – наведений опір теплопередачі всіх вертикальних зовнішніх стінових конструкцій (2.1),  $m^2 \cdot K/Вт$ ;

$R_{\Sigma пр}^{СТЛ}$  – приведений опір теплопередачі стелі будівлі,  $m^2 \cdot K/Вт$  (2.1);

$R_{\Sigma пр}^{ПДЛГ}$  – термічний опір теплопередачі підлоги будівлі,  $m^2 \cdot K/Вт$  (2.1);

$R_{\Sigma пр}^{ВКН}$  – опір теплопередачі вікон,  $m^2 \cdot K/Вт$  (2.1);

Максимальна розрахункова теплова потужність будівлі за збільшеними показниками, яка можлива для даної будівлі, кВт, за опалювальний період [8]:

$$Q_6 = a \cdot q_{\text{пит}}^{\phi} \cdot V_6 \cdot (t_v - t_{з.р}) \cdot 10^{-3}, \quad (2.6)$$

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

$t_v$  – температура по приміщеннях будівлі,  $^{\circ}C$ ;

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

$a$  – поправковий коефіцієнт, за розрахунком [8]:

Розрахункові величини температур приймаються наступні:

– температура зовнішнього повітря –  $t_{з.р} = -25^{\circ}C$  [6];

– середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період 2023-2024 років –  $t_{ср..п} = -0,2^{\circ}C$  (див. додаток В);

– кількість годин за відповідний період опалення –  $n_{оп} = 3648$  год.

					Аркуш
					21
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	

Результати розрахунку питомої опалювальної характеристики будівлі хірургічного корпусу та теплової потужності наведені у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Результати розрахунку питомої опалювальної характеристики будівлі хірургічного та теплової потужності системи теплопостачання

Назва будівлі	Питома опалювальна характеристика, $q_{\text{пит}}^{\phi}$ , Вт/м <sup>3</sup> ·°С	Теплова потужність, $Q_{\phi}$ , кВт
Будівля хірургічного корпусу	0,3	190,22

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

$$Q_{\text{р.оп}} = Q_{\Sigma\phi} \cdot \frac{(t_{\text{в}}^{\text{ср}} - t_{\text{ср.п}})}{(t_{\text{в}}^{\text{ср}} - t_{\text{з.р}})} \cdot n_{\text{оп}} \cdot 24 \cdot 8,6 \cdot 10^{-4}, \text{Гкал} \quad (2.7)$$

де  $Q_{\Sigma\phi}$  – сумарна теплова потужність за всіма будівлями, кВт;

$t_{\text{в}}^{\text{ср}}$  – осереднена температура по приміщеннях будівлі, °С;

$t_{\text{з.р}}$  – розрахункова температура зовнішнього повітря, °С;

$t_{\text{ср.п}}$  – середня температура зовнішнього повітря за відповідний період, де розташована будівля, °С;

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

Розрахункова величина теплової енергії, яка потрібна була для опалення всіх будівель за опалювальний період 01.11.2023 - 31.03.2024 (152 доба, 3648 год), при умові дотримання температурних режимів у системі теплопостачання будівлі [8] з осередненим показником внутрішньої

						Аркуш
						22
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

температури повітря 22<sup>0</sup>С, та середній температурі за зазначений опалювальний період -0,2<sup>0</sup>С (див. Додаток В) буде становити:

$$Q_{p,оп} = 272,49 \text{ Гкал}$$

Згідно наданих облікових даних по закладу за прийнятий базовий порівняльний опалювальний період 2023–2024 року (01.11.2023 - 31.03.2024; 152 доба, 3648 год), фактичні обсяги теплоспоживання на опалення становлять  $Q_{ф,оп}=471,726$  Гкал. Фактична величина є більшою від необхідної розрахункової на 73%

### 2.3.1 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 енергозбережних заходів, базовий показник рівня енергоспоживання повинен бути скоригований з урахуванням необхідності дотримання санітарних умов

					Аркуш
					23
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	

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 01.11.2023 - 31.03.2024.

На рисунку 2.1 наданий графік базового (фактичного) рівня теплоспоживання та за нормативними розрахунковими показниками будівлею КНП "КЛ Святого Пантелеймона" СМР по вул. Марко Вовчок, 2.

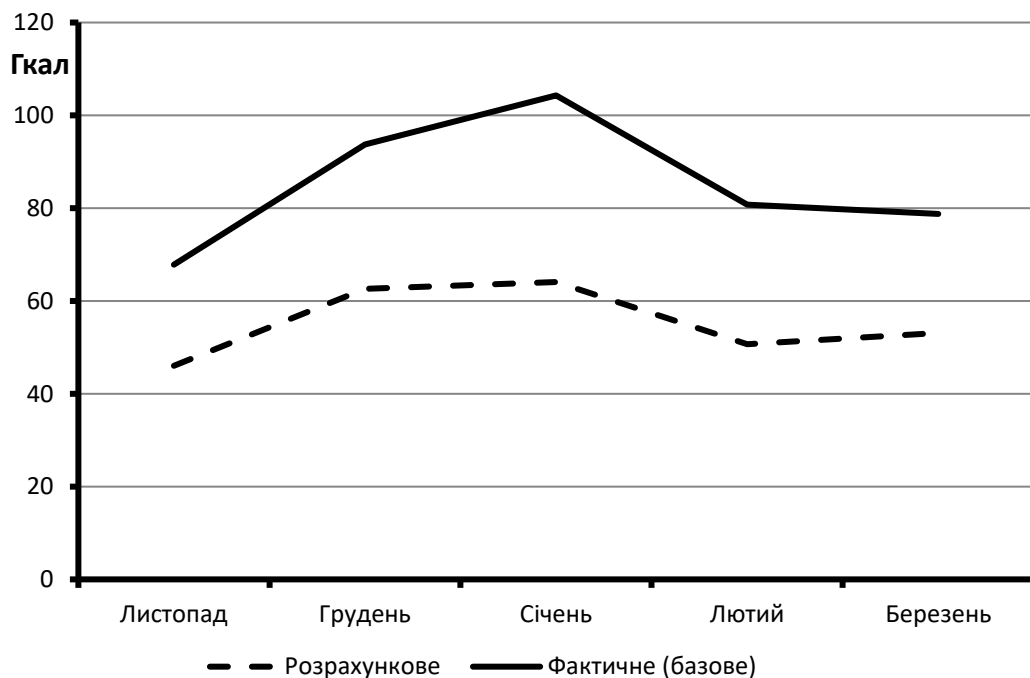


Рисунок 2.1 – Співвідношення базового теплоспоживання з розрахунковим теплоспоживанням будівлями КНП "КЛ Святого Пантелеймона" СМР по вул. Марка Вовчка, 2 за опалювальний період 01.11.2023 - 31.03.2024.

Визначений факт невідповідності у споживанні теплової енергії за базовим рівнем у порівнянні з розрахунковим рівнем за нормованими



показниками свідчить про те, що обстежуваний заклад не має ефективної технології у прогнозованому регулюванні обсягами теплоенергії, що споживається, та відсутності технології якісного та кількісного регулювання обсягів теплоспоживання.

## 2.4 Висновки за розділом

Були проведені наступні роботи:

1. Проаналізовано обсяги споживання теплової енергії з відповідним аналізом причин та факторів, що впливають на них.

2. Отримані результати ( $R_{\Sigma пр} < R_{q.min}$ ) свідчать про невідповідність дійсного опору теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій нормативним вимогам [5, табл.1]. Це вказує на незадовільні теплозахисні властивості огорожувальних конструкцій, та вимагає впровадження енергозберіжних заходів щодо збільшення їх опору теплопередачі, а саме, проведення реконструкції з нанесення теплоізоляції на їх поверхню.

3. Розрахунково визначено рівень теплової потужності об'єкту при дійсному стані будівель закладу для визначення ключового показника рівня теплоспоживання та впровадження системи моніторингу теплоспоживання.

4. Визначено базовий рівень споживання теплової енергії об'єкту з наступним його порівнянням щодо рівня теплоспоживання за нормованими показниками. Встановлений факт розбіжності у споживанні теплової енергії за базовим рівнем у порівнянні з розрахунковим рівнем за нормованими показниками свідчить про те, що обстежувана будівля КНП "КЛ Святого Пантелеймона" СМР не має ефективної технології якісного та кількісного регулювання обсягів споживання теплоенергії. Такий стан роботи системи теплопостачання закладу є причиною того, що у деякі періоди обсяги теплоспоживання є значно великими, особливо у перехідні періоди між сезонами року.

						Аркуш
						25
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

## **3 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНИХ ЗАХОДІВ**

### **3.1 Розробка можливих енергозбережних заходів**

За результатами проведених робіт за етапами енергетичного обстеження будівлі КНП "КЛ Святого Пантелеймона" СМР, було отримано такий висновок – найбільші витрати при експлуатації обстежуваного об'єкту припадають на споживання теплової енергії. Енергетична ефективність будівлі, яка обстежувалась, з позиції збереження теплової енергії є низькою. Враховуючи отримані результати з етапів енергетичного обстеження, які вказують на основні напрями зменшення енергетичної ефективності будівель, були розроблені першочергові енергозбережні заходи з метою зменшення витрат на споживання ПЕР.

Розроблені енергозбережні заходи, які надаються до розгляду, враховують всі потенційні можливості до запровадження у лікарні: фінансові, експлуатаційні, матеріально-технічні.

#### ***Утеплення стін***

Стіни будівлі хірургічного корпусу мають недостатній опір теплопередачі (див. табл. 2.1), такі як: зовнішні стіни, суміщене перекриття, тому крізь них втрачається значна частина теплової енергії, що надходить від системи опалення. Додаткове утеплення огорожувальних конструкцій спеціальними матеріалами здатне значно скоротити втрати теплової енергії загалом у приміщенні, і відповідно, зменшити потужність системи опалення та фінансові витрати за спожиту теплову енергію. Фасад будівлі при цьому приймає оновлений та естетичний вигляд.

						Аркуш
						26
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

### ***Моніторинг та регулювання обсягів теплоенергії, що споживається***

Хірургічний корпус "КЛ Святого Пантелеймона" СМР підключено до централізованої системи тепlopостачання у м. Суми і опалюється у відповідності до теплового графіку подачі теплоносія системи. У закладі практично відсутні технічні можливості додаткового регулювання надходження теплової енергії до будівлі.

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

На теперішній час обсяги споживання теплової енергії бюджетними установами мають жорстку прив'язку до встановлених лімітів, які визначаються за статистичними показниками теплоспоживання попередніх років. Такий підхід є некоректним, так як не може передбачити реальних температурних умов і експлуатаційних факторів системи тепlopостачання поточного опалювального періоду, який може дуже відрізнятись від температурних показників і стану системи тепlopостачання минулих років, що часто призводить до порушення встановлених величин, і змушує постійно проводити складні процедури їх корегування і узгодження. Необхідним є запровадження системи контролю і регулювання обсягами споживання теплової енергії відповідно до дійсного стану будівель установ і їх температурного режиму до поточних погодних умов. Для цього розрахунково визначається ключовий базовий показник обсягу теплоспоживання для конкретної будівлі (або групи будівель) закладу, і за цим показником відслідковується і корегуються обсяги споживання теплової енергії на поточні температурні умови. При такому технологічному підході відбувається коректне збалансоване споживання обсягів теплової енергії без їх перебільшення або суттєвого зменшення.

						Аркуш
						27
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Така система апробована у м. Суми і дає можливість у режимі «on-line» (он-лайн) контролювати реальне теплоспоживання будівлею, виключаючи «людський фактор». Результати функціонування системи з запровадженням регулювання показують зниження фактичного теплоспоживання за опалювальний сезон на 10%.

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;
- визначення контрольних параметрів регулювання теплоспоживання (температура теплоносія, миттєве теплове навантаження, алгоритм регулювання);
- проведення тестової експлуатації системи.

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 системи диспетчеризації надає можливість максимально заощаджувати на споживанні теплової енергії за рахунок узгодження дійсних потреб у тепловій енергії з її виробництвом у котельнях. Принципова схема організації обліку та моніторингу теплової енергії з переліком необхідного для цього обладнання зображена на рис 2.1.

						Аркуш
						28
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

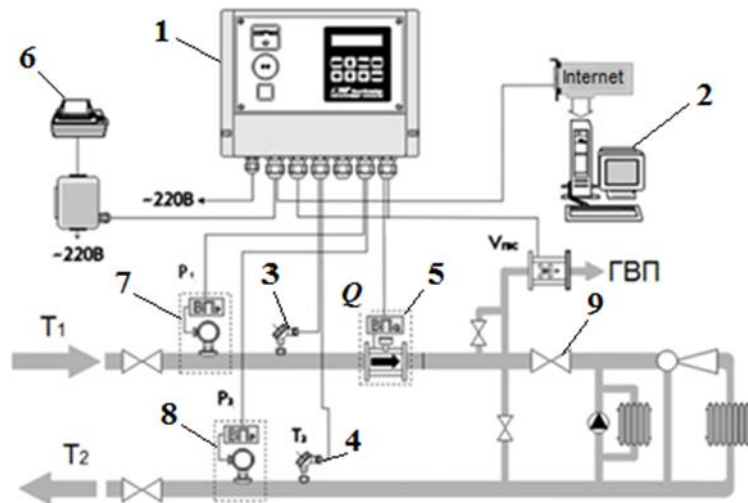


Рисунок 3.1 – Принципова схема організації обліку та моніторингу теплової енергії.

1 – теплолічильник; 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.

Система дозволяє в режимі он-лайн відслідковувати фактичне теплоспоживання будівель, визначати його прогнозне значення та проводити порівняння між фактичним і прогнозним показниками відповідно до зміни температури навколишнього середовища. Результатами роботи системи є як економічні (економія дефіцитних енергоресурсів та бюджетних коштів) і соціальні (забезпечення комфортного мікроклімату у приміщеннях), так й екологічні (скорочення викидів CO<sub>2</sub> та забруднення довкілля внаслідок зменшення обсягів використання палива) вигоди.

### ***Утеплення горища***

Горище хірургічного корпусу має недостатній опір теплопередачі (див. табл. 2.1), а також не має опалення, через що в приміщенні холодно. Утеплення горища спеціальними матеріалами дасть змогу скоротити втрати теплової енергії у приміщенні.

## 3.2 Розрахунковий аналіз можливих енергозберіжних заходів

### 3.2.1 Утеплення стін

У зв'язку з тим, що отримані результати ( $R_{\Sigma пр} \ll R_{qmin}$ ) свідчать про невідповідність дійсного опору теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій нормативним вимогам (див. табл. 2.2), необхідним є проведення відповідних розрахунків щодо заходів з покращення теплозахисних властивостей зовнішніх стін. Виведення показника опору теплопередачі стін на рівень нормативної величини здійснюється за допомогою теплоізоляції огорожувальних конструкції спеціальними теплоізоляційними матеріалами.

При запровадженні утеплення огорожувальних конструкцій теплоізоляційними матеріалами з визначеною товщиною, буде забезпечена нормативна вимога за величиною опору теплопередачі, що задовольнятиме умову  $R_{\Sigma пр} \geq R_{qmin}$  [4; 5].

Визначення необхідної товщини теплоізоляційного шару  $\delta_{ут}$  для утеплення огорожувальної конструкції проводиться за формулою [9]:

$$\delta_{ут} = [R_{qmin} - R_{\Sigma пр}] \cdot \lambda_{ут} \quad (3.1)$$

де  $\lambda_{ут}$  – теплопровідність матеріалу теплоізоляції, Вт/(м · К) [4];

$R_{\Sigma пр}$  – приведений (дійсний) опір теплопередачі огорожувальної конструкції, м<sup>2</sup>·К/Вт;

$R_{qmin}$  – нормативний опір теплопередачі огорожувальної конструкції, м<sup>2</sup>·К/Вт [5].

Для розрахунку необхідної товщини теплоізоляційного шару зовнішніх стін, обираємо теплоізоляційний матеріал – базальтова вата з величиною коефіцієнта теплопровідності  $\lambda_{ут} = 0,037$  Вт/(м·К).

					Аркуш
					30
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	

Товщина теплоізоляції зовнішніх стін становить (2.1):

$$\delta_{yt} = [4 - 0,92] \cdot 0,037 = 0,114 \text{ м}$$

Найближче більше зі стандартних значень товщини плит з базальтової вати, що є у продажу – 0,12 м. Обирається теплоізоляційний матеріал – базальтова вата марки Rockwool (120 мм) [11].

Ефект з економії теплової енергії від утеплення огорожувальних конструкцій за опалювальний період розраховується за осередненими показником температури за опалювальний період:

$$Q_{\text{Ек.рік}} = F \cdot \left( \frac{1}{R_{\Sigma\text{пр}}} - \frac{1}{R_{q\text{min}}} \right) \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{ср.оп}}) \cdot n \cdot 24 \cdot 8,6 \cdot 10^{-7}, \text{ Гкал/рік} \quad (3.2)$$

де  $R_{\Sigma\text{пр}}$  – приведений (дійсний) опір теплопередачі огорожувальної конструкції,  $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$  (див. табл. 2.1);

$R_{q\text{min}}$  – нормативний опір теплопередачі огорожувальної конструкції після теплоізоляції,  $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$  [5];

$F$  – площа огорожувальної конструкції, яка утеплюється,  $\text{м}^2$ ;

$t_{\text{вн}}$  – внутрішня температура повітря,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$t_{\text{ср.оп}}$  – середньорічна температура опалювального сезону,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$n$  – кількість днів опалювального сезону.

Ефект з економії теплової енергії від утеплення зовнішніх стін у відповідності до опалювального періоду 01.11.2023 - 31.03.2024 (152 доба, 3648 год), при умові дотримання температурних режимів у системі теплопостачання будівлі –  $22^{\circ}\text{C}$  [8], та середній температурі за зазначений опалювальний період  $-0,2^{\circ}\text{C}$  (див. Додаток В):

						Аркуш
						31
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

$$Q_{\text{стн}}^{\text{Ек.рік}} = 3956,16 \cdot \left( \frac{1}{0,92} - \frac{1}{4} \right) \cdot (22 - (-0,2)) \cdot 152 \cdot 24 \cdot 8,6 \cdot 10^{-7}$$

$$= 230,61 \text{ Гкал}$$

У процентному співвідношенні від розрахункового споживання теплоти за відповідний опалювальний період 272,49 Гкал, економія відносно до будівлі становить:

$$\delta Q_{\text{стн}}^{\text{Ек.рік}} = \frac{230,61 \cdot 100}{272,49} = 84,63 \%$$

Переносимо це процентне співвідношення на фактичну величину споживання теплової енергії за відповідний опалювальний період, який визначено базовим рівнем теплоспоживання – 471,726 Гкал (.

Скорегована економія тепла від базового рівня споживання складе:

$$Q_{\text{стн.б}}^{\text{Ек.рік}} = \frac{471,726 \cdot 84,63}{100} = 399,22 \text{ Гкал}$$

Виходячи з чинного тарифу на теплову енергію, що становила на зазначений період року – 2835,83 грн/Гкал з ПДВ, розрахункова економія коштів на теплоспоживання становить:

$$\Delta E = 399,22 \times 2835,83 = 1132120,05 \text{ грн/рік}$$

Загальна сума капітальних втрат становитиме:

$$K = K_{\text{прид}} + K_{\text{мон}}$$

Де  $K_{\text{прид}} = F \cdot C_1$  – витрати на придбання матеріалу теплоізоляції;

					Аркуш
					32
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	



$K_{\text{мон}}=F*\text{Ц}_2$  – витрати на встановлення матеріалу теплоізоляції.

$\text{Ц}_1$  – ціна матеріалу;

$\text{Ц}_2$  – ціна встановлення матеріалу теплоізоляції.

Ціна 1 м<sup>2</sup> обраного матеріалу утеплення – 648 грн, встановлення 1 м<sup>2</sup> шару теплоізоляції – 170 грн.

$$K=3956,16*(648+170)=3236138,88 \text{ грн}$$

Простий термін окупності становитиме:

$$T=K/\Delta E=3236138,88/1132120,05=2,86 \text{ років}$$

### **Розрахунок строку окупності з урахуванням дисконту**

При розрахунках економії від запровадження визначеного енергозбережного заходу використовувалася норма дисконтування, яка з 27.10.2023 за рішенням НБУ становить 13% річних [12].

Вибір відсоткової ставки здійснено усереднено з позицій альтернативної вартості розміщення коштів на довгостроковому (від 12 місяців) банківському депозиті. Така норма дисконтування показує привабливість інвестування з точки інвестора. При цьому проект вважається ефективним, якщо він має дохідність вищу за рівень інфляції. Таким чином, ефективність пропонованих заходів відбувається за таким алгоритмом: спочатку здійснюється розрахунок наведених вище показників при ставці дисконтування рівній 13%, у випадку незадовільного результату за даної ставки дисконтування проводиться розрахунок за ставки дисконтування рівній прогнозованому рівню інфляції у поточному році. Такий алгоритм дозволяє оцінити проекти (заходи) з точки зору їхньої ефективності та доцільності реалізації.

Дохід від реалізації заходів визначався як потенційна економія споживання енергетичних ресурсів у вартісному вираженні в результаті

					Аркуш
					33
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	

впровадження заходів та амортизаційні нарахування (за наявності). Розмір щорічної амортизації протягом всього терміну використання обладнання прийнято як сталу величину, що розраховується як відношення амортизаційної вартості до корисного строку реалізації проекту (заходу).

Витрати визначалися як сума вартості матеріалів, вартості будівельно-монтажних робіт та витрат на оплату праці (у поточних цінах).

Ефективність запропонованих заходів розрахована за допомогою показників:

чиста приведена вартість –  $NPV$ ; внутрішня норма дохідності –  $IRR$ ; дисконтований період окупності проекту –  $DPP$  та індекс прибутковості –  $PI$  [13].

Чиста приведена вартість ( $NPV$  – це різниця між сумою дисконтованих чистих вхідних потоків коштів (доходів) за період реалізації інвестиційного заходу та сумою дисконтованих інвестиційних витрат, необхідних для його реалізації. Чиста приведена вартість ( $NPV$ ) розраховується за формулою:

$$NPV = \sum_{k=1}^n \frac{CF_k}{(1+r)^k} - \sum_{k=1}^n \frac{I_k}{(1+r)^k} \quad (3.3)$$

де  $n$  – термін реалізації проекту;

$CF_k$  – чистий вхідний потік коштів (доходи) у  $k$ -му році;

$r$  – ставка дисконту;

$I_k$  – інвестиційні витрати у  $k$ -му році;

$k$  – порядковий номер року від початку реалізації проекту (заходу).

Внутрішня норма дохідності ( $IRR$ ) – значення ставки дисконтування, при якому сума дисконтованих інвестиційних витрат дорівнює сумі дисконтованих чистих вхідних потоків коштів (доходів), або значення показника дисконту, при якому  $NPV$  проекту дорівнює нулю.

Внутрішня норма дохідності ( $IRR$ ) розраховується за формулою:

						Аркуш
						34
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

$$IRR = \sum_{k=1}^n \frac{CF_k}{(1+IRR)^k} - \sum_{k=1}^n \frac{I_k}{(1+IRR)^k} = 0 \quad (3.4)$$

де  $n$  – термін реалізації проекту (заходу);

$CF_k$  – чистий вхідний потік коштів (доходи) у  $k$ -му році;

$r$  – ставка дисконту;

$I_k$  – інвестиційні витрати у  $k$ -му році;

$k$  – порядковий номер року від початку реалізації проекту.

На практиці визначення  $IRR$  здійснюється за такою формулою:

$$IRR = A + a(B - A)/(a - b) \quad (3.5)$$

де  $A$  – величина ставки дисконту, при якій  $NPV$  позитивна;

$B$  – величина ставки дисконту, при якій  $NPV$  негативна;

$a$  – величина позитивної  $NPV$  при величині ставки дисконту  $A$ ;

$b$  – величина негативної  $NPV$  при величині ставки дисконту  $B$ .

Дисконтований період окупності ( $DPP$ ) – розраховується як строк до моменту виконання рівності:

$$\sum_{k=1}^{DPP} \frac{CF_k}{(1+r)^k} = \sum_{k=1}^{DPP} \frac{I_k}{(1+r)^k} = 0 \quad (3.6)$$

Індекс прибутковості ( $PI$ ) – це частка від поділу суми дисконтованих чистих вхідних потоків коштів (доходів) за період реалізації заходу на суму дисконтованих інвестиційних витрат, необхідних для реалізації цього заходу.

$$PI = \sum_{k=1}^n \frac{CF_k}{(1+r)^k} / \sum_{k=1}^n \frac{I_k}{(1+r)^k} \quad (3.7)$$

Показники економічної ефективності заходів з утеплення огорожувальних конструкцій наведено таблиці 3.1

Таблиця 3.1 – Показники економічної ефективності заходів з утеплення стін будівлі хірургічного корпусу.

					Аркуш
					35
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	

Рік	Інвестиції, грн	Грош. потік, грн	Дохід, грн	Дисконт	Приведена грош. вартість, грн	NPV
0	-3236138,88	-3236138,88	-3236138,88	1	-	-3236138,88
1	0,000	1132120,050	- 2104018,830	0,885	1001876,150	-2234262,730
2	0,000	1132120,050	-971898,780	0,783	886616,062	-1347646,667
3	0,000	1132120,050	160221,270	0,693	784615,984	-563030,683
4	0,000	1132120,050	1292341,320	0,613	694350,429	131319,746
5	0,000	1132120,050	2424461,370	0,543	614469,406	745789,152
6	0,000	1132120,050	3556581,420	0,480	543778,235	1289567,387
7	0,000	1132120,050	4688701,470	0,425	481219,677	1770787,064
8	0,000	1132120,050	5820821,520	0,376	425858,121	2196645,186
9	0,000	1132120,050	6952941,570	0,333	376865,594	2573510,780
10	0,000	1132120,050	8085061,620	0,295	333509,375	2907020,155
PI				2,11		
IRR				33%		
DPP, роки				3,73		

Наведені вище показники свідчать про ефективність заходів з утеплення огорожувальних конструкцій стін будівлі хірургічного корпусу.

### 3.2.2 Запровадження системи моніторингу обсягів споживання теплоенергії

Для спрощення практичного регулювання теплоспоживання за допомогою наявного інструментарію як контрольна цифра системи моніторингу використовується показник миттєвого теплового навантаження будівлі, що контролюється за допомогою лічильника тепла. Виходячи з цього, завданням персоналу бюджетних закладів є регулювання споживання теплоти будівлями з орієнтацією на значення миттєвого теплового навантаження. Дотримання даного контрольного показника забезпечує автоматичне дотримання ліміту теплоспоживання за певний період залежно від існуючих та прогнозованих температур навколишнього середовища.

Величина відхилення базового рівня теплоспоживання від розрахункового рівня теплоспоживання стає об'єктивною характеристикою ефективності експлуатації будівлі, та аргументацією щодо впровадження заходу з моніторингу споживання теплової енергії, який є одним з факторів виведення обсягів теплоспоживання до рівня сучасних показників енергоефективності.

За відлікову точку рівня базового теплоспоживання (з практичного досвіду) приймається величина спожитої теплової енергії за період коли середньодобова температура зовнішнього повітря становить нуль градусів за шкалою Цельсія.

Для проведення постійного контролю за рівнем теплоспоживання необхідно визначити розрахункову величину спожитої теплової енергії при нульовій температурі зовнішнього повітря з урахуванням розрахункової теплової потужності будівлі. При впровадженні системи моніторингу за обсягами теплоспоживання треба буде зводити до прийнятного рівня розрахункову величину теплоспоживання з величиною, отриманою при реальних умовах експлуатації за останній базовий звітній опалювальний період. Звичайно, після чергової реновації будівель необхідно буде встановити новий базовий показник для подальшого моніторингу ефективності споживання теплової енергії.

При впровадженні системи моніторингу теплоспоживання відповідно до умов експлуатації системи тепlopостачання хірургічного корпусу КНП "КЛ Святого Пантелеймона" СМР по вул. Марко Вовчок, 2, які були дійсними у період проведення енергетичного обстеження, за ключову базову величину обсягу теплоспоживання необхідно прийняти – 1,78 Гкал за добу;

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

						Аркуш
						37
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

сезонів практично на всіх об'єктах додержувалися запропонованих системою обсягів теплоспоживання, а на деяких навіть отримали економію. Економія, зокрема, виникла 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 за статистикою склала від 5% до 18,95% при середньому рівні – 10% за сезон. Економія була одержана за рахунок дотримання прогнозованих обсягів теплоспоживання об'єктів та додаткових заходів щодо зниження теплового навантаження будівель протягом доби.

Виходячи з чинного тарифу на теплову енергію, що становить на поточний період року – 2835,83 грн/Гкал з ПДВ, розрахункова економія коштів на теплоспоживання, відносно до рівня теплоспоживання за опалювальний період 2023 – 2024 років – 471,726 Гкал, з урахуванням прийнятої економії у 10%, становить:

$$E_{\phi} = 471,726 \times 0,1 \times 2835,83 = 133773,47 \text{ грн (з ПДВ).}$$

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

1. Термінал з передачі даних (контроллер) – 1 шт;
2. Модуль передачі даних – 1 шт.

Загальна сума всіх витрат (*K, грн*), яка складається разом з вартості всього комплекту обладнання, необхідного для організації та функціонування системи моніторингу, та вартості проектних робіт і робіт з монтажу та налагодження системи моніторингу становить – 28500 грн. з ПДВ.

						Аркуш
						38
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Простий строк окупності у періодах опалювальних років (оп. рік) 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:

$$T_{\text{ок}}^{\Phi} = \frac{K}{E_{\Phi}} = \frac{28500}{133773,47} = 0,21 \text{ оп. року}$$

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

- 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;

						Аркуш
						39
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

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

### 3.2.3 Утеплення горища

У зв'язку з тим, що отримані результати ( $R_{\Sigma пр} \ll R_{qmin}$ ) свідчать про невідповідність дійсного опору теплопередачі горищного перекриття нормативним вимогам (див. табл. 2.2), необхідним є проведення відповідних розрахунків щодо заходів з покращення його теплозахисних властивостей. Виведення показника опору теплопередачі на рівень нормативної величини здійснюється за допомогою теплоізоляції спеціальними теплоізоляційними матеріалами.

Для розрахунку необхідної товщини теплоізоляційного шару горищного перекриття, обираємо теплоізоляційний матеріал – базальтова вата з величиною коефіцієнта теплопровідності  $\lambda_{yt} = 0,037 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ .

Товщина теплоізоляції зовнішніх стін становить (2.1):

$$\delta_{yt} = [6 - 0,79] \cdot 0,037 = 0,193 \text{ м}$$

Найближче більше зі стандартних значень товщини плит з базальтової вати, що є у продажу – 0,2 м. Обирається теплоізоляційний матеріал – базальтова вата марки IZOVAT (200 мм) [16].

Ефект з економії теплової енергії від утеплення огорожувальних конструкцій за опалювальний період розраховується за осередненими показником температури за опалювальний період (див. ф.3.2):

Ефект з економії теплової енергії від утеплення горищного перекриття у відповідності до опалювального періоду 01.11.2023 - 31.03.2024 (152 доба, 3648 год), при умові дотримання температурних режимів у системі

						Аркуш
						40
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		



теплопостачання будівлі – 22<sup>0</sup>С [8], та середній температурі за зазначений опалювальний період -0,2<sup>0</sup>С (див. Додаток В):

$$Q_{\text{стн}}^{\text{Ек.рік}} = 820 \cdot \left( \frac{1}{0,79} - \frac{1}{6} \right) \cdot (22 - (-0,2)) \cdot 152 \cdot 24 \cdot 8,6 \cdot 10^{-7} = 62,77 \text{ Гкал}$$

У процентному співвідношенні від розрахункового споживання теплоти за відповідний опалювальний період 271,49 Гкал, економія відносно до будівлі становить:

$$\delta Q_{\text{стн}}^{\text{Ек.рік}} = \frac{62,77 \cdot 100}{272,49} = 23,04 \%$$

Переносимо це процентне співвідношення на фактичну величину споживання теплової енергії за відповідний опалювальний період, який визначено базовим рівнем теплоспоживання – 471,726 Гкал (.

Скорегована економія тепла від базового рівня споживання складе:

$$Q_{\text{стн.б}}^{\text{Ек.рік}} = \frac{471,726 \cdot 23,04}{100} = 108,69 \text{ Гкал}$$

Виходячи з чинного тарифу на теплову енергію, що становила на зазначений період року – 2835,83 грн/Гкал з ПДВ, розрахункова економія коштів на теплоспоживання становить:

$$\Delta E = 108,69 \times 2835,83 = 308214,08 \text{ грн/рік}$$

Загальна сума капітальних втрат становитиме:

$$K = K_{\text{прид}} + K_{\text{мон}}$$

					Аркуш
					41
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	

де  $K_{\text{прид}}=F*Ц_1$  – витрати на придбання матеріалу теплоізоляції;

$K_{\text{мон}}=F*Ц_2$  – витрати на встановлення матеріалу теплоізоляції.

$Ц_1$  – ціна матеріалу;

$Ц_2$  – ціна встановлення матеріалу теплоізоляції.

Ціна однієї упаковки обраного матеріалу утеплення – 1245 грн (в одній упаковці 1,5 м<sup>2</sup>), встановлення 1 м<sup>2</sup> шару теплоізоляції – 170 грн. Для проведення робіт необхідно 547 упаковок.

$$K=(547*1245)+(820*170)=820415 \text{ грн}$$

Термін окупності становитиме:

$$T=K/\Delta E=820415/308214,08=2,66 \text{ років}$$

Показники економічної ефективності заходів з утеплення горищного перекриття за методом дисконтування наведено таблиці 3.2

Таблиця 3.2 – Показники економічної ефективності заходів з утеплення горищного перекриття хірургічного корпусу.

Рік	Інвестиції, грн	Грош. потік, грн	Дохід, грн	Дискон т	Приведена грош. вартість, грн	NPV
0	-820415	-820415	-820415	1	-	-820415
1	0,000	308214,080	-512200,920	0,885	272755,823	-547659,177
2	0,000	308214,080	-203986,840	0,783	241376,835	-306282,342
3	0,000	308214,080	104227,240	0,693	213607,818	-92674,524
4	0,000	308214,080	412441,320	0,613	189033,467	96358,943
5	0,000	308214,080	720655,400	0,543	167286,254	263645,197
6	0,000	308214,080	1028869,480	0,480	148040,933	411686,130
7	0,000	308214,080	1337083,560	0,425	131009,675	542695,806
8	0,000	308214,080	1645297,640	0,376	115937,766	658633,571
9	0,000	308214,080	1953511,720	0,333	102599,793	761233,364
10	0,000	308214,080	2261725,800	0,295	90796,277	852029,641
PI					1,96	

					Аркуш
					42
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	

IRR	36%
DPP, роки	3,42

Наведені вище показники свідчать про ефективність заходів з утеплення горищного перекриття будівлі хірургічного корпусу.

### 3.3 Висновки за розділом

Для досягнення максимального економії паливно-енергетичних ресурсів було запропоновано впровадження наступних енергозберіжних заходів:

- утеплення зовнішніх стін, що в свою чергу дозволить зекономити 399,22 Гкал;
- запровадження системи моніторингу за теплоспоживанням, яка є економічно дієва і ефективна;
- утеплення горища дозволить зекономити 108,69 Гкал.

						Аркуш
						43
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

## ВИСНОВКИ

Метою представленої роботи була підготовка вхідних даних для запровадження розроблених заходів з енергозбереження для будівель КНП "Клінічна лікарня Святого Пантелеймона" СМР, по вул. Марко Вовчок, 2.

В результаті проведених робіт були отримані наступні висновки:

1. Проаналізовані обсяги споживання теплової енергії з відповідним аналізом отриманих результатів.

2. Проведено порівняльний аналіз питомих витрат теплової енергії на об'єкті енергетичного обстеження з встановленими нормами енергоспоживання, чинними на території України.

3. Проведено аналітичний розрахунок теплової потужності системи теплопостачання будівлі хірургічного корпусу лікарняного закладу, в результаті якого був встановлений базовий рівень теплоспоживання при дійсному стані його огорожувальних конструкцій.

4. Проведено порівняльний аналіз фактичного рівня споживання теплової енергії з розрахунковим рівнем теплоспоживання за нормативними показниками. У результаті, виявлена неузгодженість у рівнях споживання теплоти, що є наслідком відсутності сучасної ефективної технології якісного та кількісного регулювання обсягами споживання теплоенергії у системі теплопостачання закладу.

5. Запропоновано енергозбережні заходи з утеплення огорожувальних конструкцій та модернізації теплового пункту додатковим технологічним обладнанням з функцією прогнозованого регулювання і можливістю регулювання споживання теплової енергії у залежності від режиму та графіку функціонування установи.

6. Розрахунком отримані результати фінансової економії від впровадження розроблених заходів з енергозбереження. Отримані результати терміну окупності задовольняють сучасні вимоги щодо реалізації заходу з енергозбереження.

						Аркуш
						44
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

## 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. 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.2.6-31:2021. Теплова ізоляція будівель. – К. : Мінрегіон України, 2021. – 27 с.
6. ДСТУ Н Б В.1.1–27:2010 "Будівельна кліматологія" – К. Мінрегіонбуд України, 2006. –72 с.
7. Наказ Міністерства розвитку громад та територій України від 27 жовтня 2020 року № 260 "Про затвердження мінімальних вимог до енергетичної ефективності будівель", зареєстровано в Міністерстві юстиції України від 18 грудня 2020 р. за № 1257/35540.
8. 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.
9. Практичний посібник з енергозбереження для об'єктів промисловості, будівництва та житловокомунального господарства України. – Луганськ, вид-во «Місячне сяйво», 2010. – 696с.
10. ДСТУ Б В.2.2-39:2016 «Методи та етапи проведення енергетичного аудиту будівель». – К. Мінрегіонбуд України, 2016. –47 с.

						Аркуш
						45
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

11. [Електронний ресурс]: «Утеплювач базальтовий rockwool frontrock super 120 мм штукатурний фасад Детальніше: <https://stroydar.com.ua/ua/p518917722-uteplitel-bazaltovyj-rockwool.html>».. – Режим доступу до ресурсу: <https://stroydar.com.ua/ua/p518917722-uteplitel-bazaltovyj-rockwool.html> .
12. [Електронний ресурс]: «Облікова ставка НБУ 2023» <https://buhplatforma.com.ua/article/7451-oblkova-stavka-nbu>
13. Методичні вказівки до виконання економічної частини дипломних проєктів / укладачі: І.М. Сотник, О.М. Маценко, О.М. Соляник. – Суми : Сумський державний університет. – 2013, 48 с
14. [Електронний ресурс]: «Сайт моніторингу та статистичного аналізу даних погодних умов Weatherbase» <https://www.weatherbase.com/weather/weather.php3?s=57233>
15. Правила першої допомоги при ураженні електричним струмом. Мoyaosvita. URL: <http://surl.li/tzdtl>
16. [Електронний ресурс]: Мінеральна вата (200) Izovat 45. Kievstroy. URL: <https://kievstroy.org/mineralnaya-vata-200-izovat-45.html>

## ДОДАТОК А

### ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ НАДАННЯ МЕДИЧНОЇ ДОПОМОГИ ЛЮДИНІ ПРИ УРАЖЕННІ ЇЇ ЕЛЕКТРИЧНИМ СТРУМОМ

*Примітка. – Увесь нижченаведений матеріал, який розкриває питання теми, це компіляція різної інформації за відповідними питаннями, яка узята з інформаційного джерела [15].*

На сьогоднішній день на підприємствах, закладах, житлових будинках тощо використовується багато обладнання, яке споживає електричний струм. Поразка струмом завжди дуже небезпечно для здоров'я людини. Симптоматика пошкоджень може проявитися не відразу, а через певний період часу.

При виникненні даного нещасного випадку першим чином потрібно зберегти життя постраждалому, та збереження функціонування важливих процесів роботи організму. Комплекс заходів по першій допомозі залежить від загального самопочуття потерпілого, величини діючої напруги і шляхи проходження струму по тілу.

Для того, щоб припинити дію вражаючого фактора, спочатку треба запобігти контакт з небезпечним предметом. Але при цьому слід дотримуватися певних заходів обережності:

- не можна доторкатися до людини, що знаходиться в безпосередньому контакті з електрикою, а також провести рятувальні заходи без спеціальних захисних засобів;
- перед наданням першої допомоги постраждалим від електричного струму, потрібно вивести з ладу пошкоджене обладнання, прилади, які спричинили описувану ситуацію.

Якщо немає можливості проведення даних дій, людина, що надає допомогу, повинна захистити себе від контакту з організмом потерпілого.

Якщо небезпечний фактор представлений напругою до 400 В, потерпілого дозволяється акуратно усунути від предмета поразки за ділянки сухого одягу, якщо до 1000 В, видалення постраждалого від небезпечного вогнища передбачає використання спеціальних ізолюючих кліщів або штанги. При цьому не можна контактувати з відкритими частинами тіла потерпілого. Рекомендується (якщо передбачено на території підприємства/закладу) застосовувати гумові килимки, діелектричні рукавички, гумові капці тощо.

Коли людина охоплює провідник руками, необхідно швидко обрізати останній гострим предметом, у якого ручка надійно заізольована і не проводить струм.

Після припинення дії електричного струму, необхідно оцінити загальне самопочуття потерпілого. При обстеженні потерпілого потрібно звертати увагу на такий ряд ознак:

- колір слизових оболонок і шкіри (блідна, має синій або рожевий відтінок);
- свідомість (ясна або має збої, потерпіла людина збуджена або загальмована);
- дихання (плутане або відсутнє);
- пульс (нормальний або ледь відчутний);
- очі (ширина зіниць).

Під час надання першої домедичної допомоги при ураженні електричним струмом потрібно в терміновому порядку викликати бригаду медиків.

Якщо потерпілий перебуває у свідомості, його необхідно заспокоїти. Потрібно роздягнути одяг, що сковує рухи, забезпечити свіжий потік повітря і прохолоду в жарку пору. У холодний період року потерпілого потрібно зігріти.

Надання першої допомоги при ураженні електричним струмом людині в несвідомому стані вимагає наступних дій:



- спостереження за роботою легких (за інструкцією надання допомоги потрібно злегка висунути нижню щелепу і утримувати її до відновлення дихання).
- у разі виникнення блювоти, потерпілого слід перевернути на бік (за можливості очистити ротову порожнину від блювотних мас).

Неприпустимо:

- дозволяти потерпілому самотійно сідати, стояти, пересуватися та продовжувати роботу;
- самотійно транспортувати потерпілого;
- контактувати з оголеними частинами тіла;
- обробка опіків мазями та засоби народної медицини (тільки накладання пов'язки);
- до прибуття медиків надавати лікарські препарати;
- при відсутності будь-яких ознак життя залишати потерпілого без нагляду.

У разі відсутності пульсації сонної артерії, слабкого дихання, діаметру зінниць до 5 мм та синюватої шкіри можлива клінічна смерть. У такій ситуації заходи першої допомоги потерпілому від електричного струму полягають в проведенні штучного дихання при одночасному серцевому масажі. Дані процедури проводяться негайно. Подібні заходи дозволені в тому випадку, якщо людина знаходиться в горизонтальному положенні. При проведенні масажу серця потрібно знати співвідношення: на 30 поштовхів в область грудей проводиться 2 вдихи. Дану процедуру потрібно продовжувати до виявлення перших ознак життя або ж до приїзду бригади медиків. В обов'язковому порядку регулярно перевіряється пульс.

Коли надана перша допомога при ураженні електричним струмом, хворий госпіталізується в стаціонар. Дана міра обов'язкове, оскільки проходження електричного струму через тіло може через деякий час дати ускладнення.

Через електродуги, які можуть проходити через головний мозок, серце, в результаті можливе порушення роботи нервової системи, а також виникнення аритмії.

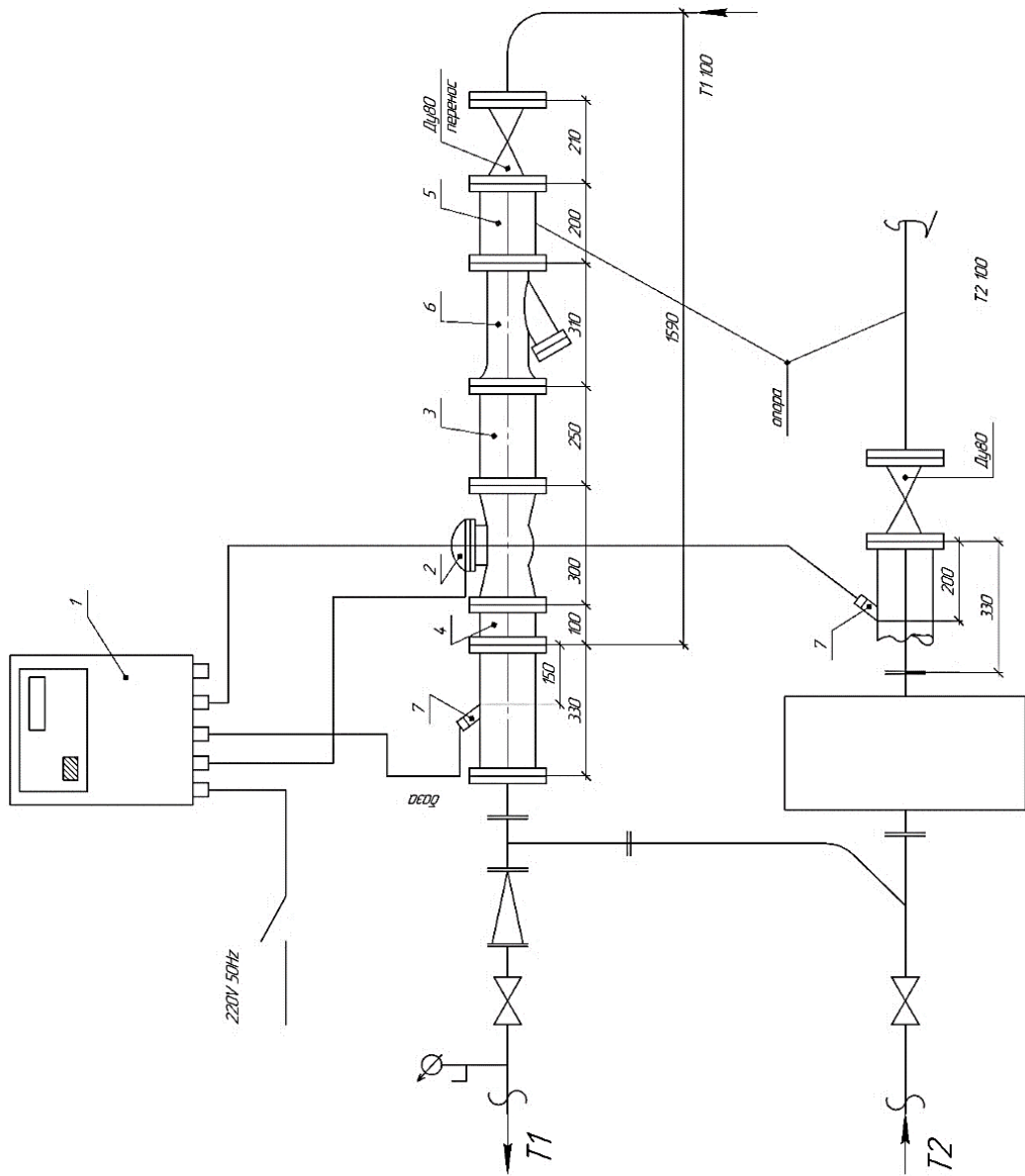
Необхідно ретельне обстеження, регулярний контроль ЕКГ. При важких ураженнях лікування проводиться в реанімації. Якщо відсутній електричний або опіковий шок, хворий поміщається в хірургічне відділення.

У стаціонарі людина отримує комплексну допомогу. При незначному травматизм здійснюється перев'язка ран, серйозні поразки вимагають відновлення обгорілої шкіри, пошкоджених внутрішніх органів. Якщо у людини відсутні явні пошкодження і його загальний стан задовільний, суворо показано спостереження з метою профілактики.

Навіть якщо перша допомога потерпілому від електричного струму була проведена вчасно, при серйозних ураженнях передбачається тривале лікування, аналогічний відновний період.

## ДОДАТОК Б

(Схематичне зображення теплопункту)



Позиція	Найменування
1	Термінатор
2	Випроможувач
3	Присадковий трубохід на вхід до випроможувача
4	Присадковий трубохід на вхід з випроможувача
5	Присадковий трубохід перед фільтром
6	Сітчастий фільтр
7	Термометричний датчик

## ДОДАТОК В

Кількість теплової енергії, спожитої будівлею хірургічного корпусу КНП  
"Клінічна лікарня Святого Пантелеймона" СМР

Обсяги теплоспоживання, Гкал				
	2021	2022	2023	2024
Січень	-	106,743	131,008	104,29
Лютий	-	346,4	77,043	80,75
Березень	-		88,37	78,726
Квітень	-	258	25,137	
Травень	0	0	0	
Червень	0			
Липень	0			
Серпень	0			
Вересень	0		0	
Жовтень	45,497	25,573	46,39	
Листопад	68,57	73,262	67,82	
Грудень	101,98	62,158	93,75	

Кількість спожитої теплової енергії за опалювальними періодами:

- опалювальний період 2021–2022 рік –  $Q_{оп} = 669,19$  Гкал;
- опалювальний період 2022–2023 рік –  $Q_{оп} = 482,551$  Гкал;
- опалювальний період 2023–2024 рік –  $Q_{оп} = 471,726$  Гкал.

# ДОДАТОК Г



ДСНС України

## СУМСЬКИЙ ОБЛАСНИЙ ЦЕНТР З ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЇ (Сумський ЦГМ)

вул. Героїв Сумщини, 1, м. Суми, 40000, тел. (0542) 77-06-36, 77-04-72, факс 77-07-18,  
код ЄДРПОУ 21121370

E-mail: pgdsumy@meteo.gov.ua

Рв. 04. 2024 № 9918 02-341/9918-3. 2

На № \_\_\_\_\_ від \_\_\_\_\_

Адвокат  
Ю

На Ваш запит надаємо інформацію про \_\_\_\_\_ туру  
повітря у період з жовтня по квітень 2021 - 2024рр за даними спостережень  
метеорологічної станції Суми:

### Середня місячна температура повітря, °С

Місяці	2021 рік	2022 рік	2023 рік	2024 рік
Січень	-3,9	-3,6	-3,1	-5,9
Лютий	-7,1	-0,4	-2,9	-0,1
Березень	0,6	0,8	3,5	3,5
Квітень	7,4	9,2	9,7	-
Жовтень	6,6	8,8	8,6	-
Листопад	3,0	1,5	3,0	-
Грудень	-3,0	-1,3	-1,3	-

Заступник начальника



Роман НОСАЧОВ

Тетяна Агафонова 77-04-70