

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 ПОЛІКЛІНІКИ КНП «КЛ СВЯТОГО ПАНТЕЛЕЙМОНА» СМР ТА РОЗРОБЛЕННЯ ЗАХОДІВ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

Здобувача групи ЕМ-01/1 Трофімової Єлизавети Сергіївни
(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.

_____ (підпис)

Єлизавета ТРОФІМОВА

(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: 57 с., 6 таблиць, 5 рисунків, 4 додатки, 26 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 поліклініки КНП «КЛ Святого Пантелеймона» СМР».

Предмет дослідження – система теплопостачання будівлі поліклініки 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 ПОЛІКЛІНІКИ КНП «КЛ СВЯТОГО ПАНТЕЛЕЙМОНА» СМР ТА РОЗРОБЛЕННЯ ЗАХОДІВ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ»

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ’ЄКТА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ	8
1.1 Загальні відомості про об’єкт енергетичного обстеження.....	8
1.2 Опис дійсного стану об’єкта енергетичного обстеження	8
1.3 Експлуатаційна характеристика систем енергопостачання об’єкта.....	10
1.3.1 Система опалення.....	10
1.3.2 Система обліку споживання енергоносіїв.....	10
1.4 Опис методів та приладів вимірювання	11
1.4.1 Аналіз результатів вимірювання	12
1.5 Висновки за розділом.....	12
2 КОМПЛЕКСНИЙ АНАЛІЗ РІВНЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ОБ’ЄКТА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ	13
2.1 Аналіз обсягів енергоспоживання	13
2.2 Розрахунковий аналіз показників енергоефективності.....	14
2.2.1 Визначення питомих величин рівня енергоефективності.....	14
2.2.2 Розрахунковий аналіз опору теплопередачі огорожувальних конструкцій.....	17
2.3 Визначення рівня теплової потужності.....	19
2.3.1 Визначення базового рівня енергоспоживання системою теплопостачання об’єкту	22
2.4 Висновки за розділом.....	24

					6.144.14 ВР 00 ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Енергетичне обстеження будівлі поліклініки КНП «КЛ Святого Пантелеймона» СМР» та розроблення заходів з енергозбереження.	Лист.	Лист	Листів
Розробив	Трофімова					3	57	
Перевірив	Антоненко							
Реценз.								
Н. Контр.	Антоненко					СумДУ ЕМ-01		
Затверд.								

3	ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНИХ ЗАХОДІВ...	26
3.1	Розробка можливих енергозбережних заходів	26
3.2	Розрахунковий аналіз можливих енергозбережних заходів	30
3.2.1	Утеплення підлоги.....	30
3.2.2	Запровадження системи моніторингу обсягів споживання теплоенергії	39
3.2.3	Розрахунковий аналіз потенціалу економії від впровадження системи моніторингу, термін окупності.....	40
3.2.4	Впровадження системи рекуперації вентиляції.....	43
3.3	Висновки за розділом.....	48
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	49
	ДОДАТОК А	52
	ДОДАТОК Б.....	55
	ДОДАТОК В.....	56
	ДОДАТОК Г	57

						Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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 тепlopостачання 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:

- надійність тепlopостачання споживачів теплоносіями із заданими параметрами;
- ефективність роботи поточної системи максимізована завдяки наступним причинам:
 - дотримуватися параметрів теплоносіїв централізованої системи в повній відповідності до таблиць температур, що подаються в централізовану мережу, з урахуванням регулювання споживання в різних гарячих точках опалювальної будівлі;
 - технічні та організаційні можливості регулювання подачі теплоносіїв у будівлі з використанням індивідуальних точок з урахуванням систем та графіків роботи установ, розташованих у таких будівлях;
 - вжити заходів щодо модернізації та трансформації діючих джерел теплової енергії та збільшення їх навантаження;
 - аналізувати найбільш енергоефективні напрямки [3].

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 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

						Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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.

Вирішення таких проблем та можливості впроваджувати модернізаційні системи є проведення енергетичного аудиту.

Енергетичний аудит – діяльність, яка спрямована на зниження використання паливно – енергетичних ресурсів суб'єктами господарювання, під час проведення повного енерготехнологічного та техніко – економічної експертизи під час ведення обліку паливно – енергетичних ресурсів, також розроблення та обґрунтування енергозаощадливих заходів [1].

Головна мета енергоаудиту – це пошук оптимальних та дійових методів для ефективного енергозбереження.

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

Енергетичний аудит проводять незалежні особи (енергоаудитори), які уповноважені на це. Проводиться за ініціативою суб'єктів, а також у випадках, передбачених законодавством [2].

Ефективність і повнота аудиту багато в чому залежить 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 тепlopостачання, 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.

						Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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;
- 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 рекомендацій щодо аналізу та прогнозування споживання теплової енергії будівлею при впровадженні системи моніторингу теплоспоживання.

						Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	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 аудиту будівель 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: двоповерхова будівля поліклініки.

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. 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.

1.2 Опис дійсного стану об'єкта енергетичного обстеження

Згідно до наданої інформації будівля поліклініки складається з двох поверхів, опалювального підвалу та горища, яке не опалюється.

Головний вхід, який виконано у вигляді тамбуру, що значною мірою зменшує тепловтрати через відкривання дверей.

						Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Опалювальний об'єм будівлі згідно наданих даних – 2401,2 м³.

У будівлі встановлений цілодобовий режим роботи системи теплопостачання.

Згідно наданої документації, конструктивна схема всієї будівлі – безкаркасна. Стіни та перегородки – цегляні із звичайної білої цегли на цементно-піщаному розчині, покриті теплоізоляцією з базальтових плит.

Загальний стан зовнішніх огорожувальних конструкцій будівлі поліклініки задовільний. При їх обстеженні не виявлено руйнації та значних пошкоджень.

Система опалення – двотрубна, горизонтальна, з подачею теплоносія по розподільчим стоякам зверху-вниз, трубопроводи системи опалення виконані з поліпропіленових багатошарових труб армованих скловолокном. Трубопроводи в місцях перетинання перекриттів, внутрішніх стін і перегородок прокладені в гільзах із сталевих труб діаметром на два см більше діаметра проектного трубопроводу.

Джерело тепла – котельня Н. Сироватська, 66, ТОВ "Сумитеплоенерго".

Опалювальні прилади марки Sanica (моделі СТ11К та СТ22К), які розташовані у приміщеннях, сталеві панельного типу за конвективно-радіаційним принципом передачі теплоенергії. Опалювальні прилади розташовані у більшості під вікнами в кожному приміщенні. Доступ до опалювальних приладів необмежений.

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

Старі конструкції дерев'яних вікон замінені на металопластикові з двокамерним склопакетом.

						Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3 Експлуатаційна характеристика систем енергопостачання об'єкта

1.3.1 Система опалення

Теплопостачання всіх 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 будівлі поліклінічного відділення лікарні – 0,0603 Гкал/год.

Ввід теплової мережі до будівлі передбачений до теплового пункту, який розміщений у підвальному приміщенні де є вільний доступ обслуговуючого персоналу до приладів, наявне освітлення, та відповідає вимогам Правил технічної експлуатації тепловикористовуючих устаткувань і теплових мереж. Загальний стан теплорозподільчої системи по будівлі є модернізованим.

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

Основними завданнями персоналу, що обслуговує тепловий пункт є:

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

1.3.2 Система обліку споживання енергоносіїв

У вузлі обліку теплової енергії за технічними умовами передбачено встановлення лічильника тепла марки ВКР-441 (див. Додаток Б).

						Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Дата останньої повірки лічильника теплоти у теплопункті будівлі поліклініки – 01.06.2022 р.

1.4 Опис методів та приладів вимірювання

При проведенні енергоаудиту будівлі поліклінічного відділення лікарні за адресою м. Суми, вул. Марка Вовчка, 2, СМР були використані такі вимірювальні прилади:

- універсальний вимірювач температури Testo 605-N1;
- цифровий вимірювач довжини марки FLUKE;

Для визначення температури повітря в приміщеннях та ззовні використовувався універсальний вимірювач температури, вологості та точки роси Testo 605-N1 (рис. 1.1).



Рисунок 1.1 – Універсальний вимірювач Testo 605-N1

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 [15].

						Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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 корпусу поліклініки становила 20°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

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 нормативних вимог, температура у приміщеннях зазначеного типу 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.

						Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

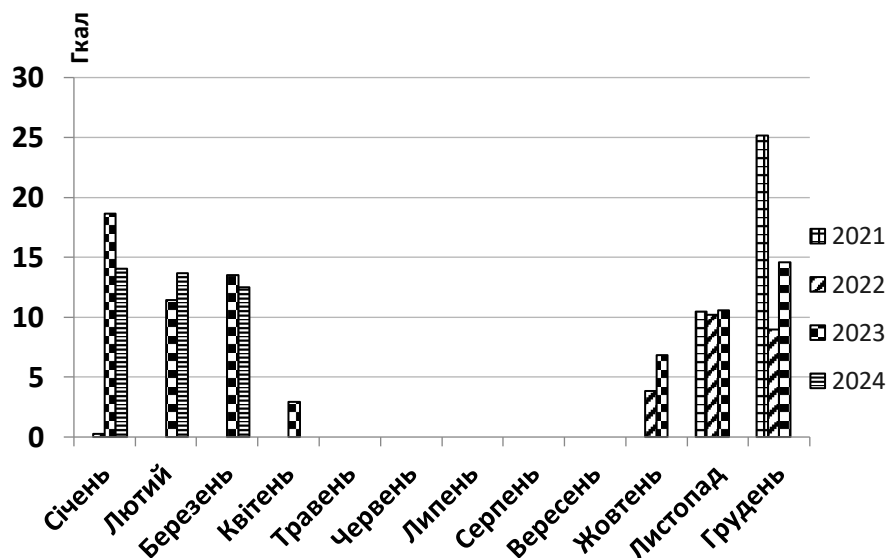


Рисунок 2.1 – Динаміка споживання теплової енергії будівлею КНП "КЛ Святого Пантелеймона" по вул. Марка Вовчка, 2 за 2021–2024 опалювальні роки

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 докiлля. Розбіжність в обсягах споживання теплоенергiї за деякими місяцями у відповідні періоди різних років пояснюється неузгодженістю у строках надання облікових даних з теплоспоживання, та неможливістю у прогнозованому споживанні обсягами теплової енергiї внаслідок відсутності відповідного обладнання, яке забезпечує якісний моніторинг у керуванні режимами роботи системи тепlopостачання будiвель 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 енергiї на опалення будiвлі лікарняного закладу, яка обстежується, необхідно провести порівняння дійсних обсягів споживання теплової енергiї зі встановленими державними нормами. Аналіз ефективності системи тепlopостачання 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 тепlopостачання вимушено працювала з суттєво зменшеною тепловою потужністю.

Питома потреба (EP) – це показник енергоефективності будинку, що визначає кількість теплоти, яку необхідно подати до об'єму будiвлі для забезпечення нормованих теплових умов мікроклімату в приміщеннях і відноситься до одиниці опалювальної площі або об'єму будинку [5, п. 4]:

						Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

$V_{буд}^{оп}$ – опалювальний об'єм будинку, м³.

Так як метою роботи є подальша модернізація системи опалення та реконструкція з утеплення зовнішніх стін закладу, то питома потреба на опалення будинків при реконструкції, капітальному ремонті будівель 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/м³;

EP_p – граничне значення питомого енергоспоживання при опаленні житлових та громадських будівель, кВт год/м³ [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 2020–2021 рік – $Q_{оп} = 127,55$ Гкал;

					Арк.
					15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

- опалувальний період 2021–2022 рік – $Q_{оп} = 80,93$ Гкал;
- опалувальний період 2022–2023 рік – $Q_{оп} = 84,666$ Гкал.

Значення фактичних питомих енерговитрат за періодами опалення становлять:

- опалувальний період 2020–2021 рік – $EP_{use} = 0,053$ Гкал/м³;
- опалувальний період 2021–2022 рік – $EP_{use} = 0,034$ Гкал/м³;
- опалувальний період 2022–2023 рік – $EP_{use} = 0,035$ Гкал/м³.

Осереднене значення показника енергоефективності за визначеними опалувальними періодами становить $EP = 0,041$ Гкал/м³.

Отриманий результат не відповідає нормативній умові (2.2). Треба зазначити: по-перше, нормативний показник встановлений для сучасних вимог щодо рівня енергоефективності експлуатації будівель, а дійсний стан будівлі та 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, неможливо проводити якісне регулювання обсягами теплоспоживання. При цьому, за відсутності пристроїв автоматичного погодозалежного регулювання теплового потоку, що надходить до системи опалення будівлі, теплоспоживання відбувається без чіткого визначення його необхідної миттєвої величини та без відповідної методики прогнозування рівня теплоспоживання. Це призводить до того, що у деякі періоди опалувального 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 напрямки вибору енергозбережних заходів щодо подальшого підвищення рівня енергозбереження в обстежуваній будівлі, для цього необхідно обґрунтовувати вибір заходів величинами

						Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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]:

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

де $R_{\Sigma\text{пр}}$ – приведений опір теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції чи непрозорої частини огорожувальної конструкції, м² К/Вт;

$R_{q\text{min}}$ – мінімально допустиме значення опору теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції чи непрозорої частини огорожувальної конструкції, м² ·К/Вт.

Приведений опір теплопередачі дійсних огорожувальних конструкцій $R_{\Sigma\text{пр}}$, м²·К/Вт, повинний бути не менше за вимогами значень $R_{q\text{min}}$, м²·К/Вт, які визначаються виходячи із санітарно-гігієнічних та комфортних умов і умов енергозбереження. Мінімально допустиме значення, $R_{q\text{min}}$, 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].

Приведений опір теплопередачі $R_{\Sigma\text{пр}}$, м²·К/Вт, для непрозорої огорожувальної конструкції при перевірці виконання умови (2.3) розраховується за формулою [4]:

						Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

де α_B, α_3 – коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, Вт/(м² · К) [4];

λ_{ip} – теплопровідність матеріалу і-го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації, Вт/(м² · К) [4];

δ_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, м²·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 поліклініки КНП "КЛ Святого Пантелеймона" по вул. Марко Вовчок, 2

№ п/п	Найменування конструктивного елементу	$R_{\Sigma пр},$ $\frac{м^2 \cdot К}{Вт}$	$R_{q \min},$ $\frac{м^2 \cdot К}{Вт}$
1	Стіни	4,24	4,0
2	Горищне перекриття	5,92	6,0
3	Вікна з ПВХ-профілю	0,7	0,9
5	Підлога	0,45	5,0

Отримані результати ($R_{\Sigma пр} \geq R_{q, \min}$) для будівель з нанесеною теплоізоляцією (зовнішні стіни та горищні перекриття) свідчать про відповідність їх дійсного опору теплопередачі нормативним вимогам [5, табл.1], також треба зазначити,

					Арк.
					18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

що вікна з ПВХ-профілю, також відповідають їх дійсного опору теплопередачі нормативним вимогам [5, табл.1]. З розрахунків видно, що тільки приведений опір підлоги не відповідає нормативним вимогам [5, табл.1].

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/м³·°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 [23].

Визначення величини фактичної питомої опалювальної характеристики будівлі, Вт/м³·°С, за дійсними параметрами стану огорожувальних конструкцій:

$$q_{\text{пит}}^{\Phi} = \frac{P_{\phi}}{F_{\phi}} \cdot \left(\frac{1}{R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{СТН}}} + g_0 \cdot \left(\frac{1}{R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{ВКН}}} - \frac{1}{R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{СТН}}} \right) \right) + \frac{k_H}{H_{\phi}} \cdot \left(0,9 \cdot \frac{1}{R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{СТЛ}}} + 0,6 \cdot \frac{1}{R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{ПДЛГ}}} \right), \quad (2.5)$$

де P_{ϕ} – периметр будівлі за зовнішніми розмірами огорожувальних конструкцій, м;

F_{ϕ} – площа забудови будівлі в межах її периметра, м²;

H_{ϕ} – висота будівлі в межах опалювальних приміщень за поверхами, м;

k_H – емпіричний коефіцієнт урахування висоти будівлі:

						Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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);

$R_{\Sigma пр}^{плг}$ – 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]:

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

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.

Результати розрахунку питомої опалювальної характеристики будівлі поліклінічного відділення та теплової потужності наведені у таблиці 2.2.

						Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Назва будівлі	Питома опалювальна характеристика, $q_{\text{пит}}^{\phi}$, Вт/м ³ ·°C	Питома опалювальна характеристика, Q_{ϕ} , кВт
Будівля поліклініки	0,29	37,69

Розрахунковий рівень теплової енергії на опалення будівлі за визначеним періодом, Гкал, в умовах без запровадження режиму чергового опалення визначається, як [23]:

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

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

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

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

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

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

Розрахункова величина теплової енергії, яка потрібна була для опалення будівлі 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 температури повітря 18°C, та середній температурі за зазначений опалювальний період -0,2°C (див. Додаток В) буде становити:

$$Q_{\text{р.оп}} = 50,05 \text{ Гкал}$$

					Арк.
					21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

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 $Q_{ф.оп}=76,689$ Гкал. Фактична величина є більшою від необхідної розрахункової на 34,74%

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.

2.3.1 Визначення базового рівня енергоспоживання системою тепlopостачання об'єкту

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 [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.

						Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При подальшому визначені економії енерговитрат від впровадження енергозберезних 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 01.11.2023 - 31.03.2024.

На рисунку 2.2 наданий графік базового (фактичного) рівня теплоспоживання та за нормативними розрахунковими показниками будівлею КНП "КЛ Святого Пантелеймона" СМР по вул. Марко Вовчок, 2.

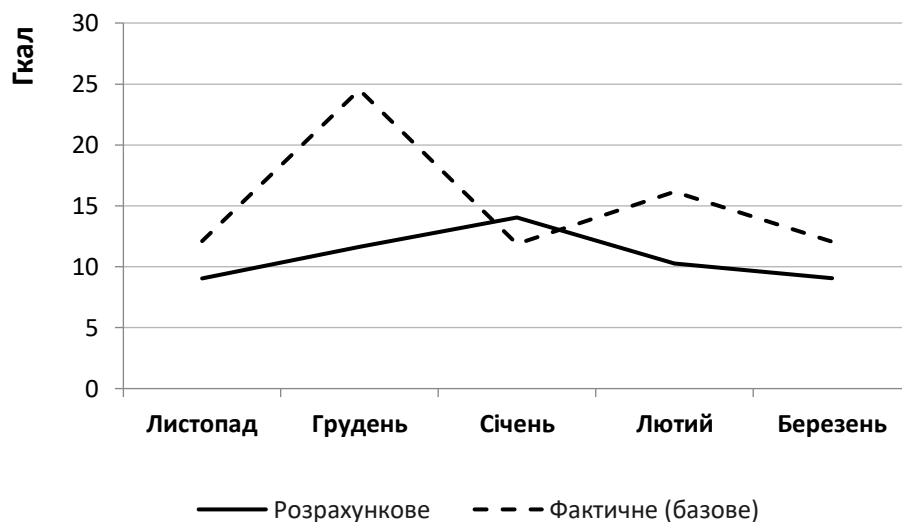


Рисунок 2.2 – Співвідношення базового теплоспоживання з розрахунковим теплоспоживанням будівлі поліклініки за опалювальний період 01.11.2023 - 31.03.2024.

Встановлено факт розбіжності звітних величин фактичних обсягів теплоспоживання (Q , Гкал) до середньомісячних температур ($t_{ср.м}$, $^{\circ}C$), що можливо пов'язано з неузгодженістю за періодами надання звітності. А саме:

						Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

грудень – $Q = 11,61$ Гкал при $t_{\text{ср.м}} = -1,3^{\circ}\text{C}$;

січень – $Q = 14,04$ Гкал при $t_{\text{ср.м}} = -5,9^{\circ}\text{C}$;

лютий – $Q = 10,27$ Гкал при $t_{\text{ср.м}} = -0,1^{\circ}\text{C}$;

У такому випадку неможливо вести об'єктивний аналіз обсягів споживання теплової енергії за розрахунковими і дійсними величинами для оцінки ефективності роботи системи тепlopостачання закладу.

2.4 Висновки за розділом

Були проведені наступні роботи:

1. Отримані результати ($R_{\Sigma\text{пр}} \geq R_{\text{q.min}}$) для будівель з нанесеною теплоізоляцією (зовнішні стіни та горищні перекриття) свідчать про відповідність їх дійсного опору теплопередачі нормативним вимогам [5, табл.1], також треба зазначити, що вікна з ПВХ-профілю, також відповідають нормативним вимогам [5, табл.1].

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

3. 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 тепlopостачання закладу є причиною того, що у деякі періоди обсяги теплоспоживання є значно великими, особливо у перехідні періоди між сезонами року.

									Арк.
									24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

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

						Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНИХ ЗАХОДІВ

3.1 Розробка можливих енергозбережних заходів

За результатами проведених робіт перших етапів енергетичного обстеження будівлі КНП "КЛ Святого Пантелеймона" СМР, було отримано такий висновок – найбільші витрати при експлуатації обстежуваного об'єкту припадають на споживання теплової енергії. Найбільше втрат тепла іде через підлогу. Враховуючи отримані результати, 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 підлоги

Підлога приміщення має недостатній опір теплопередачі (див. табл. 2.1), тому крізь них втрачається значна частина теплової енергії, що надходить від системи опалення. Додаткове утеплення підлоги спеціальними матеріалами здатне значно скоротити втрати теплової енергії загалом у приміщенні, і відповідно, зменшити потужність системи опалення та фінансові витрати за спожиту теплову енергію. Вигляд підлоги при цьому буде мати оновлений вид.

Моніторинг та регулювання обсягів теплоенергії, що споживається

Будівля поліклініки "КЛ Святого Пантелеймона" СМР підключена 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. Цей недолік централізованої системи опалення доцільно виправити встановленням на ввіді до будівлі індивідуального

						Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

теплового пункту з функцією погодозалежного регулювання та програмування зміни теплового навантаження за добовим графіком, у відповідності до розкладу роботи закладу.

Застереженням щодо застосування технологій погодозалежного регулювання та програмування зміни теплового навантаження за добовим графіком має бути температурний графік подачі теплоносія централізованої системи тепlopостачання, за яким температура прямого теплоносія Т1 не може бути нижче 70⁰С (згідно чинних нормативів) для отримання необхідної температури гарячої води на виході з теплообмінника.

Враховуючи технічний стан огорожувальної конструкції будівлі об'єкта, підключеного до централізованого тепlopостачання, а також графік роботи об'єкта, доцільно запровадити автоматичну систему моніторингу та короткострокового прогнозування тепlopостачання можливо.

Споживання тепла будівлею в теплоцентралі об'єкта. На даний час споживання теплової енергії бюджетними установами суворо обмежено встановленими граничними значеннями, які визначаються за статистичними показниками споживання теплової енергії минулого року. Такий підхід є некоректним, оскільки не дозволяє спрогнозувати фактичний температурний режим поточного опалювального сезону та робочі фактори системи тепlopостачання. Часто це може суттєво відрізнятись від минулорічних температурних показників та стану системи тепlopостачання, що може призвести до порушень. Під впливом усталених цінностей нам постійно доводиться виконувати складні процедури їх адаптації та коригування. Необхідно запровадити систему контролю та регулювання споживання теплової енергії в залежності від фактичного стану будівлі об'єкта та температурного режиму відповідно до поточних погодних умов. Для цього розраховуються важливі базові показники споживання тепла для конкретної будівлі (або групи будівель) об'єкта, і на основі цього показника здійснюється моніторинг споживання теплової енергії та коригування відповідного споживання теплової

						Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

енергії. Такий технічний підхід забезпечує точно збалансоване споживання без перебільшення або значного зменшення кількості теплової енергії.

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 опалувальний сезон на 10%.

Підготовчі роботи, які необхідно виконати для роботи системи в автоматичному режимі. Необхідно провести енергетичний аудит будівлі, за результатами якого визначається індивідуальна база оподаткування споживання теплової енергії.

– визначення контрольних параметрів регулювання споживання тепла (температура теплоносія, миттєве теплове навантаження, алгоритм керування).

– тестова поведінка системи. Система побудована з використанням сучасних інформаційних технологій з каналами зв'язку через Інтернет, локальні власні мережі або мережі мобільного зв'язку.

Основною вимогою до побудови системи є наявність термометра з цифровим виходом для збору інформації.

Впровадження систем диспетчеризації дає можливість максимально економити у споживанні теплової енергії за рахунок узгодження виробництва в котельні з фактичною потребою в тепловій енергії. Принципову схему організації обліку та моніторингу теплової енергії та перелік необхідних приладів наведено на рисунку 2.1.

						Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

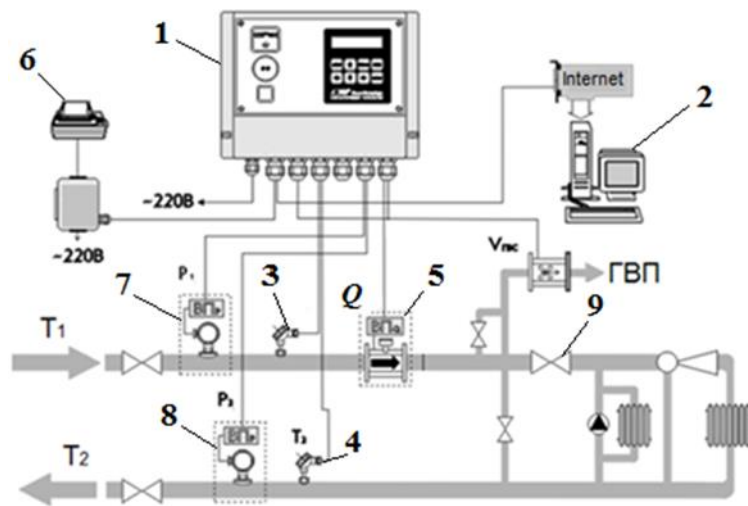


Рисунок 3.1 – Принципова схема організації обліку та моніторингу теплової енергії. [18]

1 – теплотічильник; 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.

Ця система дозволяє в режимі онлайн відслідковувати фактичне теплоспоживання будівлі, знаходити його прогнозне значення, а також порівнювати фактичні та прогнозовані показники на основі зміни температури навколишнього середовища. Результати роботи системи економічні (економія дефіцитних енергоресурсів і бюджетних коштів), соціальні (забезпечення комфортного мікроклімату в приміщеннях) і екологічні (зменшення викидів CO₂ і навколишнього середовища за рахунок зменшення споживання палива).

Впровадження системи рекуперації вентиляції

Під час рекуперації тепла в системі вентиляції частина тепла від відпрацьованого повітря повертається в припливне повітря. Тепле повітря, яке

					Арк.
					29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

видаляється теплообмінником з приміщення, більшу частину свого тепла віддає холодному повітрю, що надходить з вулиці. Завдяки цьому процесу охолоджене повітря направляється через вулицю, а свіже нагріте повітря надходить у кімнату (див. рис 3.2).

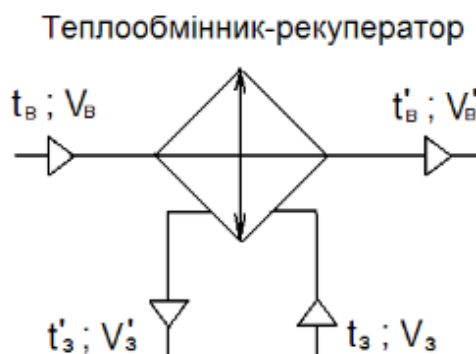


Рисунок 3.2 - Принципова схема рекуперації теплоти у системі вентиляції[22]

Як наслідок, повітря, що видаляється з будівлі, надає до вхідного повітря до 90% більше тепла (залежно від типу рекуператора) і значно зменшує електричну або теплову енергію, що використовується для опалення будівлі. Ви можете заощадити гроші [22].

3.2 Розрахунковий аналіз можливих енергозберіжних заходів

3.2.1 Утеплення підлоги

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

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

					Арк.
					30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

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

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

де λ_{yt} – теплопровідність матеріалу теплоізоляції, Вт/(м · К) [4];

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

R_{qmin} – нормативний опір теплопередачі підлоги, м²·К/Вт [5].

Для розрахунку необхідної товщини теплоізоляційного шару підлоги, обираємо теплоізоляційний матеріал – мати теплоізоляційні з величиною коефіцієнта теплопровідності $\lambda_{ym} = 0,048$ Вт/(м·К) та ламінат з деревини з величиною коефіцієнта теплопровідності $\lambda_{ym} = 0,23$ Вт/(м·К).

Використовуючи формулу 2.1, можна визначити товщину теплоізоляції підлоги становить (2.1):

$$5 = \frac{\delta_{yt}}{0,048} + \frac{0,01}{0,23} = 0,23 \text{ м}$$

Найближче більше зі стандартних значень товщини матів теплоізоляційних, що є у продажу – 0,1 м та вкласти в два шари. Обирається теплоізоляційний матеріал – мати теплоізоляційні марки «Izovat» (100 мм), потрібно 373,8 м², що виходить 323187,48 грн [11], також для утеплення підлоги знадобляться дерев'яні бруски 30 шт, що виходить 2610 грн [16] та ламінат «GROSS WALD Great Seas 4V N дуб сулу 32/AC4 10 мм» потрібно 373,8 м², що виходить 178029,726 грн [17]

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

						Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

F – площа підлоги, яка утеплюється, 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 підлоги у відповідності до опалювального періоду 01.11.2023 - 31.03.2024 (152 доба, 3648 год), при умові дотримання температурних режимів у системі тепlopостачання будівлі – 18°C [8], та середній температурі за зазначений опалювальний період $-0,2^{\circ}\text{C}$ (див. Додаток В):

$$Q_{\text{стн}}^{\text{Ек.рік}} = 373,8 \cdot \left(\frac{1}{0,45} - \frac{1}{5} \right) \cdot (18 - (-0,2)) \cdot 152 \cdot 24 \cdot 8,6 \cdot 10^{-7} = 43,1 \text{ Гкал}$$

У процентному співвідношенні від розрахункового споживання теплоти за відповідний опалювальний період 50,05 Гкал, економія відносно до будівлі становить:

$$\delta Q_{\text{стн}}^{\text{Ек.рік}} = \frac{43,1 \cdot 100}{50,05} = 86,11 \%$$

						Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Переносимо це процентне співвідношення на фактичну величину споживання теплової енергії за відповідний опалювальний період, який визначено базовим рівнем теплоспоживання – 84,66Гкал .

Скорегована економія тепла від базового рівня споживання складе:

$$Q_{\text{стн.б}}^{\text{Ек.рік}} = \frac{84,66 \cdot 86,11}{100} = 72,9 \text{ Гкал}$$

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:

$$\Delta E = 72,9 \cdot 2835,83 = 206732,01 \text{ грн/рік}$$

Орієнтовну загальну суму капітальних витрат для впровадження пропонованого заходу порахуємо за формулою[13]:

$$K = K_{\text{ТОВ}} + K_{\text{М}} \quad (3.3)$$

де $K_{\text{ТОВ}}$ – придбання теплоізоляційного матеріалу, грн.;

$K_{\text{М}}$ - вартість робіт на монтаж одиниці продукції (візьмемо 50% від вартості матеріалу), грн.

$$K_{\text{ТОВ}} = 178029,726 + 323187,48 + 2610 = 503827,206 \text{ грн}$$

$$K_{\text{М}} = 503827,206 \cdot 0,5 = 251913,603 \text{ грн}$$

$$K = 5036827,206 + 251913,6 = 755740,8$$

Визначаємо термін окупності:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K}{\Delta E} \quad (3.4)$$

						Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_{\text{ок}} = \frac{755740,8}{206732,01} = 3,7 \text{ року .}$$

При розрахунках економії від запровадження визначеного енергозбережного заходу використовувалася норма дисконтування, яка з 27.10.2023 за рішенням НБУ становить 13,5% річних, тому можна округлити дане значення до 14%[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 пропонуванних заходів відбувається за таким алгоритмом: спочатку здійснюється розрахунок наведених вище показників при ставці дисконтування рівній 14%, 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 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:

						Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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:

$$NPV = \sum_{k=1}^n \frac{CF_k}{(1+r)^k} - \sum_{k=1}^n \frac{I_k}{(1+r)^k} \quad (3.5)$$

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).

Для подальшого аналізу складемо таблицю 3.1. Ставку дисконту візьмемо на рівні 13 % (0,13).

Таблиця 3.1 - Оцінка NPV

Рік	Інвестиції I (капітальні витрати), грн	Чистий грошовий потік, Pt, грн	Вигоди Д (дохід), грн	Дисконтний множник за ставкою $r=r_1$	Приведена дисконтна вартість, грн.	NPV, грн
0	-755740,8	-755740,8		1		-755740,8
1	0	206732,01	-549008,8	0,877	181343,9	-574396,9
2	0	206732,01	-342276,8	0,769	159073,6	-415323,4
3	0	206732,01	-135544,8	0,675	139538,2	-275785,1
4	0	206732,01	71187,2	0,592	122401,9	-153383,2

						Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5	0	206732,01	277919,3	0,519	107370,1	-46013,1
6	0	206732,01	484651,3	0,456	94184,3	48171,3
7	0	206732,01	691383,3	0,400	82617,8	130789,1
8	0	206732,01	898115,3	0,351	72471,8	203260,9
9	0	206732,01	1104847,3	0,308	63571,7	266832,6
10	0	206732,01	1311579,3	0,270	55764,7	322597,3
	IRR	24,2%			1078338,1	

$$NPV = 1078338,1 - 755540,8 = 322597,272 \text{ грн}$$

У цьому випадку $NPV > 0$, дисконтований результат перевищить дисконтовану вартість. Проект прибутковий. Цілком ймовірно, що визможете реалізувати проект. Також з таблиці 3.1 видно, що проект окупиться в абсолютному вираженні за 1 рік, а з урахуванням ставки дисконтування - за 3 роки. Чистий прибуток проекту становить 1311579,3 грн. Чистий дисконтований дохід становить 322597,3 гривень.

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.

$$PI = \sum_{k=1}^n \frac{CF_k}{(1+r)^k} / \sum_{k=1}^n \frac{I_k}{(1+r)^k} \quad (3.6)$$

$$PI = \frac{1078338,1}{322597,272} = 3,34$$

Так, як $PI > 1$, дисконтований результат перевищує дисконтовані витрати – проєк буде прибутковим, тому проєк можна реалізувати.

Внутрішня норма дохідності (IRR) – значення ставки дисконтування, при якому сума дисконтованих інвестиційних витрат дорівнює сумі дисконтованих

						Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

чистих вхідних потоків коштів (доходів), або значення показника дисконту, при якому NPV проекту дорівнює нулю.

Внутрішня норма дохідності (IRR) розраховується за формулою[13]:

$$IRR = \sum_{k=1}^n \frac{CF_k}{(1+IRR)^k} - \sum_{k=1}^n \frac{I_k}{(1+IRR)^k} = 0 \quad (3.7)$$

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:

$$IRR = A + a (B - A)/(a - b) \quad (3.8)$$

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 .

Розрахунок *IRR* у програмі Microsoft Excel проводиться у такій послідовності (табл. 3.2) [13].

У клітинку A1 заносимо величину інвестицій.

У клітинки A2 – A11 заносимо розмір чистого грошового потоку у кожному році за весь життєвий цикл проекту.

У клітинку A12 заносимо формулу = *IRR*(A1 : A11).

Отримуємо результат – 24,2 %.

						Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.2 – Оцінка *IRR* (фрагмент таблиці Microsoft Excel)

	A
1	2
2	-755740,8
3	206732,01
4	206732,01
5	206732,01
10	206732,01
Формула	= IRR(A2 : A11)
Результат	24,2 %

$IRR > r$, тобто *IRR* перевищує мінімальну ціну інвестицій для даного проекту. Проект можна прийняти до впровадження.

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

$$\sum_{k=1}^{DPP} \frac{CF_k}{(1+r)^k} = \sum_{k=1}^{DPP} \frac{I_k}{(1+r)^k} = 0 \quad (3.9)$$

$$PP = 5 + \frac{755740,8 - 709727,7}{94184,3} = 5,5 \text{ року}$$

Показники економічної ефективності заходів з утеплення огорожувальних конструкцій наведено таблиці 2.1

Таблиця 3.3 – Показники економічної ефективності заходів з утеплення підлоги будівлі поліклініки

Назва показника	Одиниця вимірювання	Значення показника
Вартість реалізації заходу	тис. грн.	755740,8
Чиста приведена вартість (NPV)	тис. грн.	322597,2
Індекс прибутковості		3,343
Внутрішня норма дохідності	%	24,2
Термін окупності	роки, місяці	5 років 6 місяців

Наведені вище показники свідчать про ефективність заходів з утеплення огорожувальних конструкцій підлоги будівлі поліклініки.

3.2.2 Запровадження системи моніторингу обсягів споживання теплоенергії

З метою спрощення практичного регулювання споживання тепла за допомогою доступних інструментів, показник миттєвого теплового навантаження будівлі, що контролюється за допомогою термометрів, використовується як контрольна змінна в системі моніторингу. Виходячи з цього, завданням працівників бюджетних установ є регулювання теплоспоживання будівель виходячи зі значень поточного теплового навантаження. Відповідність цьому контрольному показнику автоматично дотримується обмежень на розсіювання тепла протягом певного періоду часу, залежно від існуючої та прогнозованої температури навколишнього середовища.

Величина відхилення еталонного рівня теплоспоживання від розрахункового рівня теплоспоживання стає об'єктивною характеристикою ефективності експлуатації будівлі та аргументом для здійснення заходів щодо моніторингу споживання теплової енергії. Фактори, що виводять теплоспоживання на рівень сучасних показників енергоефективності[18].

3.2.3 Розрахунковий аналіз потенціалу економії від впровадження системи моніторингу

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 прийняттого 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.

Розрахункова базова величина рівня теплоспоживання за період однієї доби коли середньодобова температура зовнішнього повітря дорівнює нуль градусів за шкалою Цельсія для визначних умов експлуатації системи опалення будівлі, обстежується, становить:

$$Q_{p.op} = 50,05 \approx 50 \text{ Гкал}$$

При впровадженні системи моніторингу теплоспоживання відповідно до умов експлуатації системи тепlopостачання будівлі поліклініки 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 – 0,33 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

						Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

теплоспоживання. За результатами моніторингу протягом опалювальних 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 – 84,66 Гкал, з урахуванням прийнятої економії у 10%, становить [18]:

$$E_{\phi} = 84,66 \times 0,1 \times 2835,83 = 24008,2 \text{ грн (з ПДВ).}$$

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 комплексу обладнання, необхідного для організації та функціонування системи моніторингу, та вартості проектних робіт і робіт з монтажу та налагодження системи моніторингу становить – 41868 грн. з ПДВ.

						Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	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[13]:

$$T_{\text{ок}}^{\phi} = \frac{K}{E_{\phi}} = \frac{41868}{24008,2} = 1,74 \text{ оп. року}$$

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;
- 8) можливості проведення порівняльного аналізу теплоспоживання будівлями з метою розробки та впровадження енергозберігаючих заходів, оцінки їх техніко-економічної ефективності.[18]

						Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2.4 Впровадження системи рекуперації вентиляції

Для розрахунку енергозбереження за витратами при впровадженні енергозберігаючих заходів з рекуперацією тепла в системах вентиляції будівель необхідно визначити вихідні дані (див. рис 3.2).

1) температура витяжного повітря температура приміщення, t_b °С, температура зовнішнього припливного повітря t_3 °С.

2) визначення об'єму вентиляційного повітря для кімнат будівлі. Як правило, ці обсяги відповідають значенню кратності повітрообміну при природній вентиляції або значенню шляху вентилятора при механічній вентиляції. Для подальших розрахунків припустимо, що об'ємна витрата V_B витяжного повітря та об'ємна витрата V_Z припливного повітря в сучасних системах вентиляції дорівнюють між собою $V_B = V_Z$, м³/с [22].

Для поліклініки запропонована рекуперація теплоти із додатковим нагріванням повітря. Для даного заходу було обрано 3 кабінети та 1 коридор

Для початку визначається масова витрата вентилязованого повітря кг/с[22]:

$$\dot{m}_B = V_B \cdot \rho_{\Pi} \quad (3.10)$$

де ρ_{Π} – густина повітря, що вентилюється за нормальних умов, кг/м³ (для розрахунків береться $\rho_{\Pi} = 1,3$ кг/м³);

V_B – об'ємна витрата повітря, що вентилюється, м³ /с. Визначаємо природну вентиляцію так[22]:

$$V_B = 0,278 \cdot V_{\Pi} \cdot k_V \cdot n_k \cdot 10^{-3} \quad (3.11)$$

де V_{Π} – внутрішній об'єм приміщення, м³ ;

k_V – коефіцієнт, що враховує зменшення внутрішнього об'єму приміщення через розміщення у ньому різного обладнання (береться $k_V = 0,85-1,0$);

n_k – кратність повітрообміну приміщення, год⁻¹ .

						Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Так як кратність повітрообміну приміщення в нас не відома її можна знайти за формулою[23]:

$$n_k = \frac{5 \cdot F_{\text{ж}}}{\nu_V \cdot V_{\text{П}}} \quad (3.12)$$

де $F_{\text{ж}}$ – площа (опалювальна площа) квартир житлового будинку, м², що визначають згідно з;

$V_{\text{П}}$ – внутрішній опалювальний об'єм приміщення в житловому будинку, м³;

ν_V – коефіцієнт зниження об'єму повітря в приміщенні, яким ураховують наявність внутрішніх огороджувальних конструкцій. За відсутності точних даних беруть $\nu_V = 0,85$.

Було обрано кабінети з їх площами: №9 – 18,6 м³, №13 – 42,9 м³, №22 – 23,8 м³, №37 – 43,3 м³

Отже кратність повітрообміну приміщення для кабінетів буде:

$$n_{k9} = \frac{5 \cdot 18,6}{0,85 \cdot 3 \cdot 18,6} = 1,96 \text{ год}^{-1}$$

$$n_{k13} = \frac{5 \cdot 42,9}{0,85 \cdot 3 \cdot 42,9} = 1,96 \text{ год}^{-1}$$

$$n_{k22} = \frac{5 \cdot 23,8}{0,85 \cdot 3 \cdot 23,8} = 1,96 \text{ год}^{-1}$$

$$n_{k37} = \frac{5 \cdot 43,3}{0,85 \cdot 3 \cdot 43,3} = 1,96 \text{ год}^{-1}$$

об'ємна витрата повітря, що вентилюється, м³/с:

$$V_{\text{В9}} = 0,278 \cdot (3 \cdot 18,6) \cdot 0,85 \cdot 1,96 \cdot 10^{-3} = 0,026$$

$$V_{\text{В13}} = 0,278 \cdot (3 \cdot 42,9) \cdot 0,85 \cdot 1,96 \cdot 10^{-3} = 0,06$$

$$V_{\text{В22}} = 0,278 \cdot (3 \cdot 23,8) \cdot 0,85 \cdot 1,96 \cdot 10^{-3} = 0,033$$

$$V_{\text{В37}} = 0,278 \cdot (3 \cdot 43,3) \cdot 0,85 \cdot 1,96 \cdot 10^{-3} = 0,078$$

						Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тоді масова витрата вентилязованого повітря кг/с:

$$\dot{m}_{B9} = 0,026 \cdot 1,3 = 0,034$$

$$\dot{m}_{B13} = 0,06 \cdot 1,3 = 0,078$$

$$\dot{m}_{B22} = 0,033 \cdot 1,3 = 0,043$$

$$\dot{m}_{B37} = 0,078 \cdot 1,3 = 0,078$$

Значення температури припливного повітря після рекуператора, °С, буде дорівнювати

$$t'_3 = t_k - \Delta t_p \quad (3.13)$$

де t_v – температура витяжного повітря, яка дорівнює температурі повітря у приміщенні, що вентилюється, °С;

Δt_p – величина зменшення температури витяжного повітря після рекуперації теплоти, °С. Для практичних розрахунків береться з діапазону $\Delta t_p = 10\text{--}15$ °С (діапазон обираємо 10°С). Величина температури припливного повітря після додаткового нагрівання калорифером t_k , °С, може дорівнювати внутрішній температурі повітря у приміщенні t_v , °С, але найчастіше вона є вищою за внутрішню на 10–12 °С (діапазон обираємо 10°С), тобто $t_k \geq t_v$.

Значення теплової потужності калориферів для додаткового нагрівання припливного повітря після рекуперації теплоти до необхідної температури t_k , кВт визначається як

$$Q_k = \dot{m}_B \cdot c_P \cdot (t_k - t'_3) \quad (3.14)$$

$$t_k = 18 + 10 = 28$$

$$t'_3 = 18 - 10 = 8$$

$$Q_{k9} = 0,034 \cdot 1,005 \cdot (28 - 8) = 0,706 \text{ кВт}$$

$$Q_{k13} = 0,078 \cdot 1,005 \cdot (28 - 8) = 1,628 \text{ кВт}$$

$$Q_{k22} = 0,043 \cdot 1,005 \cdot (28 - 8) = 0,903 \text{ кВт}$$

$$Q_{k37} = 0,078 \cdot 1,005 \cdot (28 - 8) = 1,643 \text{ кВт}$$

						Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Надалі можна знайти річну економію на тепловтрати після встановлення системи рекуперації, кВт·год/рік:

$$Q_{\text{рт}}^{\text{ЕК.рік}} = Q_k \cdot \frac{t_{\text{в}}^{\text{ср}} - t_{\text{ср.оп}}}{t_{\text{в}}^{\text{ср}} - t_{\text{з.р}}} n_{\text{р.р}} \cdot n_{\text{р.п}} \quad (3.15)$$

де $\Delta Q_{\text{рт}}$ – величина економії теплової енергії від рекуперації теплоти, кВт;

$t_{\text{в}}^{\text{ср}}$ – внутрішня температура приміщення будівлі (осереднена за робочими зонами), °С;

$t_{\text{ср.оп}}$ – середня за опалювальний період температура зовнішнього повітря [4], °С;

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

$n_{\text{р.р}}$ – тривалість періоду роботи системи рекуперації теплоти за добу, годин;

$n_{\text{р.п}}$ – тривалість робочого періоду у приміщенні за опалювальний рік, діб.

$$Q_{\text{рт9}}^{\text{ЕК.рік}} = 0,706 \cdot \frac{(18 - (-0,2))}{(18 - (-25))} \cdot 152 \cdot 10 = 454,1 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік}$$

$$Q_{\text{рт13}}^{\text{ЕК.рік}} = 0,706 \cdot \frac{(18 - (-0,2))}{(18 - (-25))} \cdot 152 \cdot 10 = 1047,3 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік}$$

$$Q_{\text{рт22}}^{\text{ЕК.рік}} = 0,706 \cdot \frac{(18 - (-0,2))}{(18 - (-25))} \cdot 152 \cdot 10 = 581 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік}$$

$$Q_{\text{рт37}}^{\text{ЕК.рік}} = 0,706 \cdot \frac{(18 - (-0,2))}{(18 - (-25))} \cdot 152 \cdot 10 = 1057,1 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік}$$

Виходячи з чинного тарифу на електроенергію, що становила на зазначений період року – 7,18 грн/кВт·год з ПДВ, розрахункова економія коштів на теплоспоживання становить:

$$\Delta E_9 = 454,1 \cdot 7,18 = 3260,3 \text{ грн/рік}$$

					Арк.
					46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

$$\Delta E_{13} = 1047,3 \cdot 7,18 = 7519,8 \text{ грн/рік}$$

$$\Delta E_{22} = 581 \cdot 7,18 = 4171,8 \text{ грн/рік}$$

$$\Delta E_{37} = 1057,1 \cdot 7,18 = 7589,9 \text{ грн/рік}$$

Загальна економія становить – $\Delta E_{\text{заг}} = 22541,8 \text{ грн/рік}$

Підберемо рекуператори для кожного кабінету:

№9 - Побутовий рекуператор Aspira Ecocomfort SAT 160 RF – ціна якого 13 716 грн [24]

№13 Рекуператор Prana 200G Wi-Fi M2023 ціна якого 25545 грн[25]

№22 - Рекуператор Prana 200C Eco Energy Graphite Black Matt M2023 ціна якого 14622 грн[26]

№37 Рекуператор Prana 200G Wi-Fi M2023 ціна якого 25545 грн[25]

Орієнтовну загальну суму капітальних витрат для впровадження пропонованого заходу порахуємо за формулою[13]:

$$K = K_{\text{тов}} + K_{\text{м}} \quad (3.15)$$

де $K_{\text{тов}}$ – придбання теплоізоляційного матеріалу, грн.;

$K_{\text{м}}$ - вартість робіт на монтаж одиниці продукції (візьмемо 50% від вартості матеріалу), грн.

$$K_{\text{м9}} = 13716 \cdot 0,7 = 9601,2 \text{ грн}$$

$$K_9 = 13716 + 9601,2 = 23317 \text{ грн}$$

$$K_{\text{м13}} = 25545 \cdot 0,7 = 17881,5 \text{ грн}$$

$$K_{13} = 25545 + 17881,5 = 43426,5 \text{ грн}$$

$$K_{\text{м22}} = 14622 \cdot 0,7 = 10235,4 \text{ грн}$$

$$K_{22} = 14622 + 10235,4 = 24857,4 \text{ грн}$$

$$K_{\text{м37}} = 255245 \cdot 0,7 = 178671,5 \text{ грн}$$

						Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_{37} = 25545 + 17881,5 = 43457 \text{ грн}$$

Загальні витрати на впровадження становлять – $K_{\text{заг}} = 135046$ грн

Визначаємо простий термін окупності:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K_{\text{заг}}}{\Delta E_{\text{заг}}}, \text{ року.} \quad (3.16)$$

$$T_{\text{ок}} = \frac{135046}{22541,8} = 6 \text{ років.}$$

3.3 Висновки за розділом

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

- утеплення підлоги, що в свою чергу дозволить зекономити 72,9 Гкал;
- запропонована система моніторингу за теплоспоживанням, яка є економічно дієва і ефективна;
- впровадження системи рекуперації вентиляції

						Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	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.
- 11.[Електронний ресурс]: «Мати базальтові, антитепловізор 100 мм». – Режим доступу до ресурсу: <https://izovata.pro/ua/p2018289165-maty-bazaltovye-anti.html>

						Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

12. [Електронний ресурс]: «Облікова ставка НБУ 2023»
<https://buhplatforma.com.ua/article/7451-oblkova-stavka-nbu>
13. Методичні вказівки до виконання економічної частини дипломних проектів / 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. [Електронний ресурс]: «testo 605 Н1 - цифровий гігрометр (5...95 % ВВ, 0...+50°C) з виносним датчиком » :
<https://www.testo.kiev.ua/ua/testo-605-n1.html>
16. [Електронний ресурс]: «Брус 50x50x3000 мм сосна»
<https://epicentrk.ua/ua/shop/brus-obreznou-50kh50kh3000-mm-167886.html>
17. [Електронний ресурс]: «Ламінат GROSS WALD Great Seas 4V N дуб сулу 32/AC4 10 мм »: <https://epicentrk.ua/ua/shop/laminat-gross-wald-great-seas-4v-n-dub-sulu-32-as4-10-mm.html>
18. Звіт по темі №15.0103-23.СП/64 з надання послуги з побудови та створення системи моніторингу теплоспоживання «Підготовка вхідних даних для заміни та встановлення нового обладнання для впровадження системи моніторингу теплоспоживання на КНП «Клінічна лікарня Святого Пантелеймона» СМР». – С.В. Сапожніков.-2023, 70 с
19. [Електронний ресурс]: «Яка відповідальність посадових осіб та працівників за порушення законодавства про охорону праці?» - Державна служба України з питань праці. Державна служба України з питань праці - Державна служба України з питань праці. - Режим доступу до ресурсу:
<https://dsp.gov.ua/faq/iaka-vidpovidalnist-posadovykh-osib-ta-pratsivnykiv-zaporushennia-zakonodavstva-pro-okhoronu-pratsi/>

						Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

20. [Електронний ресурс]: «Хто і яку несе відповідальність за порушення в сфері охорони праці?». - Режим доступу до ресурсу: https://bilgorod.d.gov.ua/page/hto_yaku_nese_vdpovdalnst_za_porushennya_v_sfer_ohoroni_prac
- 21.[Електронний ресурс]: «Відповідальність за порушення законодавства з охорони праці.» - Навчально-науковий центр перепідготовки та заочного навчання ННЦПЗН НУ "Чернігівська політехніка".- Режим доступу до ресурсу: <https://cpo.stu.cn.ua/Oksana/posibnik/160.html>
- 22.Методичні вказівки до виконання розрахункових та практичних робіт на тему «Економія теплової енергії на опалення будівель і витрат на її генерацію під час впровадження енергозберіжних заходів» із дисципліни «Енергозбереження будівель і споруд» / укладачі: С. С. Антоненко, В. М. Козін, Е. В. Колісніченко. – Суми: Сумський державний університет, 2015. – 50 с.
- 23.Методичні вказівки до виконання практичних занять, розрахункових та самостійної робіт із дисципліни «Системи виробництва та розподілу енергії» / укладач С. С. Антоненко. – Суми : Сумський державний університет, 2023. – 72 с.
- 24.[Електронний ресурс]: «Побутовий рекуператор Aspira Ecocomfort SAT 160 RF». – Режим доступу до ресурсу: <https://vencon.ua/ua/products/aspira-ecocomfort-sat-160-rf>
- 25.[Електронний ресурс]: «Рекуператор Prana 200C Eco Energy Graphite Black Matt M2023». – Режим доступу до ресурсу: <https://vencon.ua/ua/products/prana-200c-eco-energy-graphite-black-matt-m2023>
- 26.[Електронний ресурс]: «Рекуператор Prana 200G Wi-Fi M2023». – Режим доступу до ресурсу: <https://vencon.ua/ua/products/pritochno-vytyazhnaya-ustanovka-prana-200g>

						Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТОК А

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Відповідальність власника за невиконання нормативних вимог охорони праці.

Примітка. – Увесь нижченаведений матеріал, який розкриває питання теми, це компіляція різної інформації за відповідними питаннями, яка узята з різних інформаційних джерел, на які є відповідні посилання за текстом.

Відповідно до статті 44 Закону України "Про охорону праці", особа, винна в порушенні закону та інших нормативно-правових актів, що створює перешкоди в діяльності посадових осіб державного органу нагляду за охороною праці, притягується до дисциплінарної, адміністративної, матеріальної та кримінальної відповідальності відповідно до законодавства України [19].

Дисциплінарна відповідальність регулюється Кодексом законів про працю і передбачає такі санкції, як догана та звільнення. Закони, статутні та нормативні акти, що стосуються дисципліни, які діють в окремих галузях народного господарства, можуть передбачати інші дисциплінарні заходи для окремих категорій. Дисциплінарні стягнення застосовуються роботодавцем у разі виявлення порушень, але не можуть перевищувати одного місяця з дня їх виявлення, не враховуючи часу звільнення працівника у зв'язку з тимчасовою непрацездатністю або звільненням у відпустку. Дисциплінарне стягнення не може бути накладено пізніше шести місяців з дня вчинення проступку. Перед застосуванням дисциплінарного стягнення роботодавець зобов'язаний вимагати від винного працівника письмові пояснення. У разі відмови працівника від пояснень складається протокол за підписами посадових осіб підприємства та працівників, які були свідками відмови. За кожне порушення трудових обов'язків може бути застосовано лише одне дисциплінарне стягнення [20]

Адміністративна відповідальність - це обов'язок державних службовців і службовців перед органами державного управління, у тому числі притягнення до них санкцій. Умови притягнення до адміністративної відповідальності регулюються Кодексом України про адміністративні правопорушення.

Статтею 41 Цивільного процесуального кодексу передбачено, що порушення вимог законодавчих актів та інших правових норм про охорону праці тягне за собою накладення на винну особу штрафу від 2 до 5 неоподатковуваних мінімумів доходів громадян на працівників і від 5 до 10 неоподатковуваних мінімум доходів громадян для посадових осіб підприємств, установ, організацій незалежно від форм власності, а також для громадян - власників підприємств або уповноважених ними осіб [20].

Матеріальна відповідальність робітників і службовців регулюється статтями 130 - 138 КЗпП України та статтею 450 ЦК України і передбачає відшкодування матеріальної шкоди, завданої державі, підприємствам, організаціям і особам, які потерпіли.

Загальними підставами для покладення на працівників матеріальної відповідальності є:

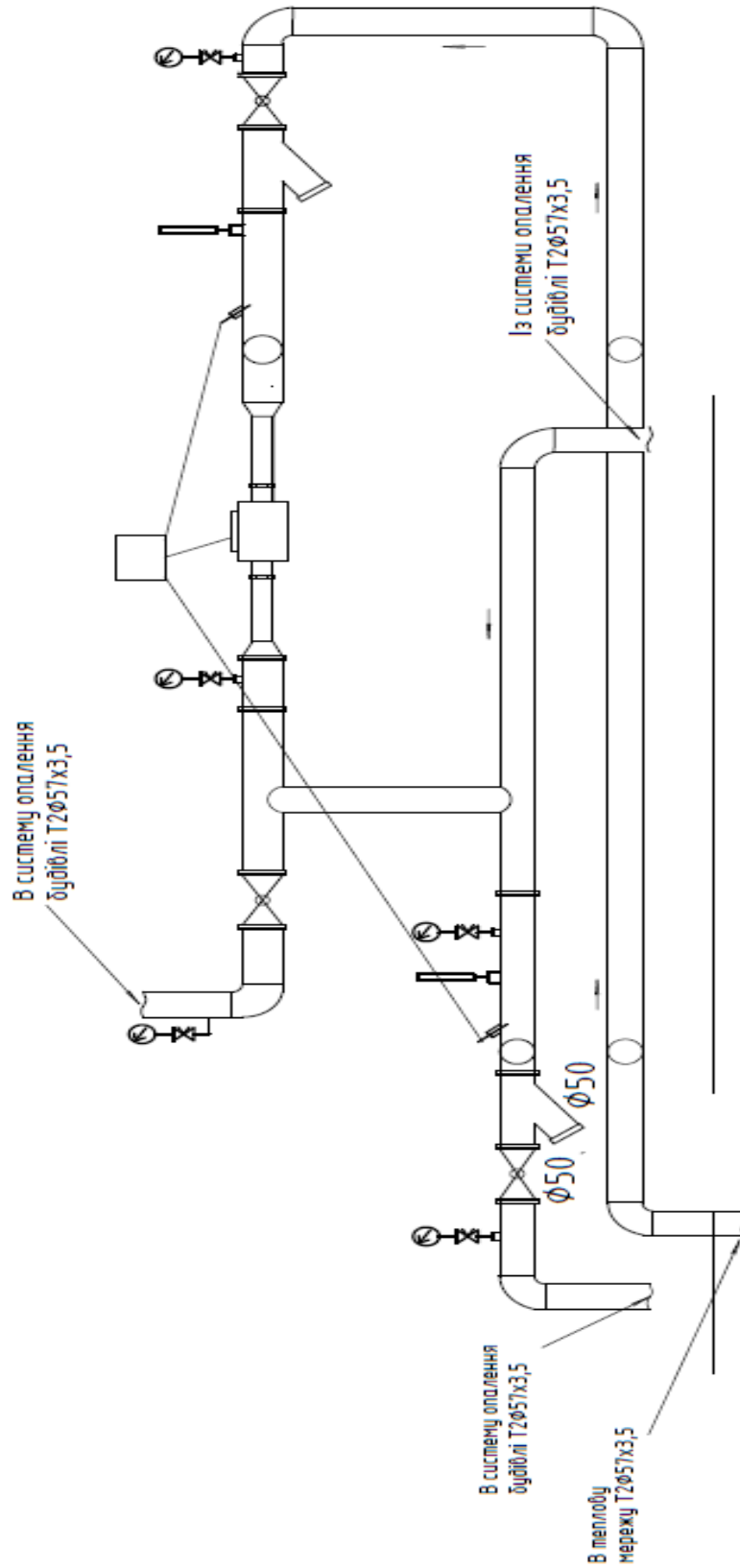
- наявність прямої дійсної шкоди;
- помилка співробітника (у формі наміру або недбалості);
- неправомірні дії або бездіяльність працівника;
- між протиправною дією та протиправною дією (бездіяльністю) працівника та заподіяною шкодою існує причинно-наслідковий зв'язок.

Працівник може бути притягнутий до відповідальності лише за дотримання всіх перерахованих умов, якщо відсутній хоча б один з даних пунктів скасовує матеріальну відповідальність працівника. За наявності в діях працівника ознак кримінального правопорушення щодо порушення правил охорони праці він може бути притягнутий до матеріальної відповідальності, а за відсутності ознак – до відповідальності в межах середнього місячного заробітку. Неповнолітні є повноправними учасниками трудового договору і несуть матеріальну відповідальність за шкоду, заподіяну з їх вини, нарівні з усіма працівниками та службовцями, незалежно від їх батьків (опікунів) або осіб, які їх замінюють у процесі ремонту.

Кримінальна відповідальність за порушення правил охорони праці передбачена положеннями Кримінального кодексу України, зведеними до розділу X «Злочини проти охорони праці».

Порушення з охорони праці може вчинити будь-який працівник підприємства, організації, а також громадянин-власник підприємства або уповноважена ним особа. Кримінальна відповідальність не настає за порушення вимог законодавства або правових норм про охорону праці, якщо це порушення загрожує життю або здоров'ю громадян. Порушення вимог закону та інших нормативно-правових актів, регламентованих вищезазначеними положеннями Кримінального кодексу України, карається штрафом до п'ятдесяти неоподатковуваних мінімумів доходів громадянства або виправними роботами на строк до двох років або обмеженням волі на строк до дванадцяти років, з позбавленням права обіймати певні посади чи займатися певною діяльністю на строк до трьох років і більше [21].

ДОДАТОК Б
(Схематичне зображення тепlopункту)



ДОДАТОК В

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

Обсяги теплоспоживання, Гкал				
	2021	2022	2023	2024
Січень		28,651	23,723	11,872
Лютий		50,26	13,308	16,129
Березень		9,649	13,826	12,055
Квітень		4,08	1,171	
Травень	0	0	0	
Червень	0	0	0	
Липень	0	0	0	
Серпень	0	0	0	
Вересень	0	0	0	
Жовтень	12,081	5,475	7,974	
Листопад	8,905	12,409	12,12	
Грудень	13,922	11,017	24,513	

Кількість спожитої теплової енергії за опалювальними періодами:

- опалювальний період 2021–2022 рік – $Q_{оп} = 127,55$ Гкал;
- опалювальний період 2022–2023 рік – $Q_{оп} = 80,93$ Гкал;
- опалювальний період 2023–2024 рік – $Q_{оп} = 84,666$ 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

16.04.2024 № 9918-02-341/9918-3.2

На № _____ від _____

На Ваш запит надаємо інформацію про середню місячну температуру 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