

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

Здобувача групи ЕМ-01/1 Саєнко Ірини Валентинівни
(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.*

_____ Саєнко Ірина
(підпис) (ім'я та прізвище здобувача)

Керівник доцент кафедри ПГМ, к.т.н., Сергій АНТОНЕНКО _____

Суми – 2024

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 66 с., 5 таблиць, 8 рисунків, 4 додатки, 26 літературних джерел.

Мета роботи: енергетичне обстеження системи тепlopостачання, і розроблення заходів з підвищення ефективності споживання енергоресурсів.

В даній роботі були вирішені такі завдання:

- характеристика об'єкту енергетичного обстеження;
- розрахунковий аналіз системи енергопостачання об'єкта;
- розроблення і обґрунтування можливих енергозберігаючих заходів.

Об'єкт дослідження – будівля інфекційного корпусу КНП «КЛ Святого Пантелеймона» Сумської міської ради».

Предмет дослідження – система тепlopостачання будівлі інфекційного корпусу КНП «КЛ Святого Пантелеймона» Сумської міської ради».


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, ОПР ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ, ТЕПЛОВТРАТИ, ТЕПЛОВА ПОТУЖНІСТЬ, ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНИЙ ЗАХІД, ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ, ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ.

Тема роботи – «ЕНЕРГЕТИЧНЕ ОБСТЕЖЕННЯ БУДІВЛІ ІНФЕКЦІЙНОГО КОРПУСУ КНП «КЛ СВЯТОГО ПАНТЕЛЕЙМОНА» СУМСЬКОЇ МІСЬКОЇ РАДИ» ТА РОЗРОБЛЕННЯ ЗАХОДІВ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ»

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ’ЄКТА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ .	9
1.1 Загальні відомості про об’єкт енергетичного обстеження	9
1.2 Опис дійсного стану об’єкта енергетичного обстеження	9
1.3 Експлуатаційна характеристика систем енергопостачання об’єкта	121
1.3.1 Система опалення	11
1.3.2 Система обліку споживання енергоносіїв	12
1.4 Опис методів та приладів вимірювання	14
1.5 Аналіз результатів вимірювання	15
1.6 Висновки за розділом	16
2 КОМПЛЕКСНИЙ АНАЛІЗ РІВНЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ОБ’ЄКТА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ	187
2.1 Аналіз обсягів енергоспоживання	17
2.2 Розрахунковий аналіз показників енергоефективності	18
2.2.1 Визначення питомих величин рівня енергоефективності	19
2.2.2 Розрахунковий аналіз опору теплопередачі огорожувальних конструкцій	221
2.3 Розрахунок рівня теплової потужності	25
2.3.1 Визначення базового рівня енергоспоживання системою теплопостачання об’єкту	28
2.4 Висновки за розділом	31
3 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНИХ ЗАХОДІВ	334
3.1 Розробка можливих енергозбережних заходів.....	34
3.1.1 Встановлення сонячного колектора для нагріву води.....	34
3.1.2 Введення системи моніторингу та регулювання обсягів теплоенергії, що споживається	35
3.2 Розрахунковий аналіз можливих енергозбережних заходів	398
3.2.1 Опис та призначення сонячного колектора	38
3.2.2 Вибір сонячного колектора.	43

6.144.06 ВР 00 ПЗ								
					Енергетичне обстеження будівлі інфекційного корпусу КНП «КЛ Святого Пантелеймона» СМР» та розроблення заходів з енергозбереження.			
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		Лім.	Аркуш	Аркушів
Розроб.	Сасенко						3	66
Перевірів	АНТОНЕНКО					СумДУ, ЕМ-01/1		
Н. Контр.	АНТОНЕНКО							
Затв.								

енергетичної ефективності треба розробляти, обґрунтовувати та впроваджувати стандарти мінімальної енергоефективності [1].

Енергоаудит це всебічне обстеження енергоспоживання об'єкту, яке враховує всі витрати на паливо, різноманітні енергоносії, воду, а також на всі види енергії. Основною метою проведення енергообстеження є виявлення найбільш вагомих рішень з перспективою значної економії енергоресурсів і отриманню економічної вигоди.

За допомогою енергоаудиту можна [2]:

- виявити нераціональні витрати, невиправдані втрати енергії та ресурсів, а також причини їх виникнення;
- визначити основні показники реальної енергоефективності обстежуваного об'єкта;
- виявити потенціал і перспективи у сфері економії теплової та електричної енергії і підвищення енергетичної ефективності обстежуваного об'єкта;
- створення і розрахунок для об'єкту, на якому проводиться обстеження, комплексної програми енергозбереження;
- об'єктом енергетичного аудиту в даній роботі є Комунальне некомерційне підприємство «Клінічна Лікарня Святого Пантелеймона» Сумської міської ради».

Енергетичний аудит згідно законодавств [3; 4] включає:

- Технічне обстеження теплоізоляційної оболонки та інженерних систем будівлі (систем опалення, вентиляції, охолодження, кондиціонування, освітлення, гарячого водопостачання, стислого повітря, електропостачання, газопостачання та інших систем будівлі, у яких використовуються будь-які паливно-енергетичні

						Лист
						6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ресурси) з визначенням достовірних даних з реального стану енергоспоживання будівлі, ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів під час експлуатації будівлі;

- Проведення аналізу архітектурно-планувальних рішень;
- Встановлення теплотехнічних показників теплоізоляційної оболонки будинку та енергетичних характеристик інженерного обладнання;
- Структури енерговитрат упродовж періоду опалювання та охолодження, визначення відповідності фактичного енергоспоживання нормативним значенням;
- Визначення потенціалу енергозбереження, розроблення технічно та економічно обґрунтованих рекомендацій з підвищення рівня енергетичної ефективності будівлі разом з оцінкою надійності, безпечності, якості та економічності функціонування будівлі та інженерних систем [29].

Теплозабезпечення об'єктів соціальної інфраструктури, а саме медичних закладів, що живляться від централізованих систем тепlopостачання має бути організоване з урахуванням вимог ДБН В.2.5-39:2008, «Правил технічної експлуатації теплових установок та мереж» [27], і має відповідати критеріям щодо:

- надійності тепlopостачання споживачів теплоносієм;
- максимальної ефективності експлуатації діючої системи;
- впровадження заходів щодо модернізації та реконструкції діючих джерел теплової енергії;
- переважного використання найбільш енергоефективних напрямів оптимізації системи при транспортуванні теплової енергії.

									Лист
									7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

Мета та призначення представленої роботи:

Енергетичне обстеження системи тепlopостачання, визначення потенціалу енергозбереження системи теплоспоживання, розроблення і обґрунтування енергозбережних заходів, зменшення витрат на енергоносії в Комунальному некомерційному підприємстві «Клінічна Лікарня Святого Пантелеймона» Сумської міської ради».

Вихідні дані для проведення розрахункових робіт:

- опитувальні листи;
- проектна будівельна документація об'єкту обстеження;
- обсяги енергоспоживання об'єкту, що обстежується;
- нормовані показники з експлуатації систем енергопостачання.

Склад робіт з аналізу енергоспоживання:

- обстеження дійсного стану будівлі лікарні та аналіз;
- вивчення проектно-будівельної документації;
- збір інформації щодо обсягів використання паливно-енергетичних ресурсів за звітний період;
- проведення аналізу, порівняння нормованих показників розрахункового обсягу теплоспоживання з фактичним обсягом теплоспоживання лікарні.

						Лист
						8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	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: одноповерхова будівля інфекційного корпусу.

Основними технічними системами, що забезпечують функціонування всього комплексу будівель лікарні, є системи централізованого теплопостачання, електропостачання, водопостачання та система водовідведення (каналізації).

1.2 Опис дійсного стану об'єкта енергетичного обстеження

Будівля інфекційного корпусу

Згідно до наданої інформації будівля складається з одного поверху, з перекриттям з залізобетонних панелей, та неопалювального горищного поверху з двоскатним даховим покриттям з азбестоцементних листів. Конструктивна схема всієї будівлі – безкаркасна. Несучі стіни та

									Лист
									9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

перегородки – цегляні (кладка із звичайної білої цегли на цементно-піщаному розчині), покриті теплоізоляцією з базальтових плит. Загальний стан зовнішніх огорожувальних конструкцій будівлі інфекційного корпусу задовільний. При їх обстеженні не виявлено руйнації та значних пошкоджень, які можуть впливати на тепловий баланс будівлі. По периметру будівлі виконана відмостка. Підлога за поверхами покрита керамічною з плиткою та лінолеумом.

Опалювальний об'єм будівлі згідно наданих даних – 1478 м³.

У будівлі встановлений цілодобовий режим роботи системи теплопостачання.

Система опалення – двотрубна горизонтальна з розподілом теплоносія «знизу-вниз». Розподільчі трубопроводи виконано з поліпропіленових труб. Опалювальні прилади, які розташовані у приміщеннях, сталеві панельного типу за конвективно-радіаційним принципом передачі теплоенергії марки Sanica (моделі СТ11К та СТ22К). На вводах опалювальних приладів передбачені клапани термостатичні з попереднім налаштуванням. Опалювальні прилади розташовані в кожному приміщенні. Доступ до опалювальних приладів необмежений.

Будівля під'єднана до централізованої системи теплопостачання. Джерело тепла - кот. Н. Сироватська, 66 ТОВ "Сумитеплоенерго".

Всі старі дерев'яні вікна замінені на металопластикові з двокамерним склопакетом.

Будівля має два входи, один в лабораторію, має одні двері, інший в інфекційне відділення, який виглядає як тамбур, що значною мірою зменшує тепловтрати через відкривання дверей.

						Лист
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1.3.2 Система обліку споживання енергоносіїв

У вузлах обліку теплової енергії за технічними умовами передбачено встановлення лічильників тепла (Додаток Б).

Всі засоби обліку спожитих енергоресурсів та води закладу визнано придатними до застосування на підставі результатів проведених перевірок. Роботи з перевірки теплолічильників проводилися фірмою ТОВ "Еталон-АСП".

Дата останньої перевірки лічильника теплоти марки Supercall 531 – 31.05.2022 р;

1.4 Опис методів та приладів вимірювання

При проведенні енергетичного аудиту інфекційного корпусу лікарні за адресою м. Суми, вул. Марко Вовчок, 2 Сумської міської ради були використані вимірювальні прилади, а саме:

- універсальний вимірювач температури Testo 605-N1;
- цифровий вимірювач довжини марки FLUKE 424D;

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

12

										Лист
										13
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						



Рисунок 1.1 – Універсальний вимірювач Testo 605-H1[6]

Термічний гігрометр testo 605-H1 Здатний проводити точні вимірювання вологості та температури повітря, а також розраховувати температуру точки роси. Пристрій ідеально підходить для вимірювань у повітроводах завдяки своєму форм-фактору та можливості зчитування під різними кутами значення температури за допомогою поворотного датчика.

Цифровий вимірювач довжини марки FLUKE має високий рівень точності. Датчик нахилу допомагає виконувати вимірювання висоти, а також опосередковані вимірювання відстаней по горизонталі за наявності перешкод на лінії огляду. Функція вимірювання кута дозволяє виміряти кут стіни (рис. 1.2)

						Лист
						14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2 КОМПЛЕКСНИЙ АНАЛІЗ РІВНЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ОБ'ЄКТА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ

2.1 Аналіз обсягів енергоспоживання

У вузлах приймання і розподілу теплоенергії у інфекційному корпусі лікарні встановлені лічильники для обліку теплової енергії. Облік гарячої води для господарських та побутових потреб об'єкту не проводиться, бо відсутнє централізоване постачання гарячої води. Нагрівання води відбувається за рахунок бойлерів. У роботі проводиться аналіз виключно обсягів теплової енергії, яка використовується на опалення приміщення об'єкта.

На рисунку 1.3 приведена динаміка споживання теплової енергії будівлею поліклініки КНП "КЛ Святого Пантелеймона" СМР за 2021–2024 опалювальні роки (Додаток В).

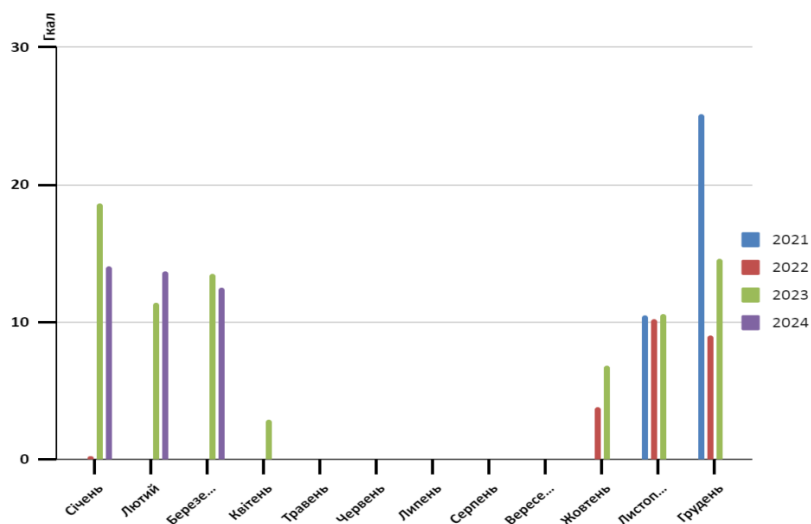


Рисунок 1.3– Динаміка споживання теплової енергії будівлею КНП "КЛ Святого Пантелеймона" по вул. Марка Вовчка, 2 за 2021–2024 опалювальні роки

На діаграмі видно, що максимум споживання теплової енергії опалення припадає на грудень, січень і лютий, а мінімум – травень-вересень.

За даним графіком чітко бачимо, що на початку 2022 з січня по квітень майже немає використання теплової енергії, це відбулося, оскільки на початку війни дані не велися або ж були перебої з теплопостачанням.

Так, як температура навколишнього середовища постійно різна, теплоспоживання буде нерівномірним. Також існує розбіжність об'єму спожитої енергії. Це обумовлене тим, що строки подання облікових даних з теплоспоживання в деякі періоди року є нестабільними. Також розбіжність виникає в наслідок відсутності обладнання, яке може здійснювати більш якісний моніторинг теплопостачання об'єкту та складностями в процесі формування звітності. Ці складності пов'язані з встановленими для закладу ліміту використання теплоенергії та регулюванням теплопостачання.

2.2 Розрахунковий аналіз показників енергоефективності

2.2.1 Визначення питомих величин рівня енергоефективності

Для надання об'єктивного висновку про енергоефективність споживання теплової енергії на опалення інфекційного корпусу лікарні, необхідно зробити порівняння дійсних обсягів споживання теплової енергії зі встановленими державними нормами.

Аналіз ефективності системи теплопостачання об'єкту проводилось за фактичними величинами попередніх опалювальних періодів, у яких

						<i>Лист</i>
						18
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

середньомісячні температури знаходяться у діапазоні нормованих показників [9].

У подальших розрахунках, за базовий період приймається опалювальний період 2023–2024 року, оскільки у опалювальному періоді 2022-2023 років централізована система теплопостачання вимушено працювала з суттєво зменшеною тепловою потужністю.

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 [10, 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, м³.

Критерієм, за яким оцінюється енергетична ефективність житлових або громадських будівель в цілому чи їх відокремлених частин (за умови їх автономності) є виконання умови [10, п.4]:

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

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 [11].

						Лист
						19
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Нормативне питоме енергоспоживання для споруд закладів охорони здоров'я першої температурної зони становлять (з урахуванням вимоги ф.2.2):

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

Для проведення аналізу не приймаються дані з опалювальний період 2021-2022 р.р., так як у зазначеному періоді система централізованого теплопостачання завчасно вимушена була зупинити свою роботу .

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

- опалювальний період 2022–2023 рік – $Q_{\text{оп}} = 69,51$ Гкал;
- опалювальний період 2023–2024 рік – $Q_{\text{оп}} = 72,261$ Гкал.

Значення фактичних питомих енерговитрат за періодами опалення становлять:

- опалювальний період 2022–2023 рік – $EP_{\text{use}} = 0,047$ Гкал/м³;
- опалювальний період 2023–2024 рік – $EP_{\text{use}} = 0,049$ Гкал/м³.

Осереднене значення показника енергоефективності по будівлі інфекційного корпусу за визначеними опалювальними періодами становить:

$$EP_{\text{use}} = 0,048 \text{ Гкал/м}^3.$$

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

Даний результат не відповідає нормативу (2.2) з двох причин. Першою причиною є те що стан будівлі та технологічні можливості систем тепlopостачання не відповідають нормативним показникам та вимогам, які встановлені, щодо рівня енергоефективності експлуатації сучасних будівель. Другою причиною є те що в даній будівлі відсутнє регулювання відбору теплоти. Це зумовлено дотриманням вимог від організації яка постачає тепло. За відсутності спеціальних автоматичних пристроїв погодозалежного регулювання потоку тепла, що постачаються до будівлі, споживання теплової енергії відбувається без чіткого розуміння величини енергопостачання яка необхідна в даний момент та без методики прогнозування рівня споживання. Це призводить до надлишкового відбору теплоти в деякі пори року, в інші навпаки – недостатнього відбору теплоти.

Тож, стан всіх технологічних і конструктивних елементів, які визначають енергоефективність процесу створення та підтримки теплового балансу в будівлі, потребують модернізації. Даний висновок визначає напрям модернізації, а саме вибору заходів для енергозбереження. Для даного об'єкту треба впровадити систему моніторингу енергоспоживання. Перед тим як буде запропонована система моніторингу, обґрунтуємо вибір обладнання для модернізації. Для цього проведемо теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій, і проаналізуємо результати зібраної інформації та результати проведених вимірювань.

						Лист
						21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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 [10, п. 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.

Опір теплопередачі існуючих огорожувальних конструкцій $R_{\Sigma\text{пр}}$, м²·К/Вт, має бути не менше за показник зазначений у вимогах $R_{q\text{min}}$, м²·К/Вт, який визначається за санітарно-гігієнічними умовами та умовами енергозбереження. Мінімальні допустимі значення, $R_{q\text{min}}$, встановлюється в залежності від температурної зони експлуатації будинку та тепловологісного режиму внутрішнього середовища [10]. Мінімальні допустимі значення, $R_{q\text{min}}$, визначаються для непрозорих огорожувальних конструкцій, світлопрозорих огорожувальних конструкцій, дверей та воріт громадських будинків

Приведений опір теплопередачі $R_{\Sigma\text{пр}}$, м²·К/Вт, для непрозорої огорожувальної конструкції при перевірці виконання умови (2.3) розраховується за формулою [12]:

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

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

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

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

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 [12] .

Результати розрахунку опору теплопередачі огорожувальних конструкцій інфекційного корпусу лікарні, отримані відповідно до методики наданій у нормативній документації [12, п.5] та представлені у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Результати розрахунку опору теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій будівлі інфекційного корпусу КНП "КЛ Святого Пантелеймона" СМР

№ п/п	Найменування конструктивного елемента	$R_{\Sigma np}$, $\frac{m^2 \cdot K}{Вт}$	$R_{q \min}$, $\frac{m^2 \cdot K}{Вт}$
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

Для всіх результатів порівняльного аналізу, коли $R_{\Sigma np} > R_{q \min}$, однозначним висновком є те, що теплозахисні властивості зовнішніх огорожень відповідають нормативним вимогам, окрім підлоги, і для

вирішення цієї розбіжності необхідне впровадження енергозбережних заходів щодо збільшення опору теплопередачі підлоги, тобто утеплення.

2.3 Розрахунок рівня теплової потужності

Для проведення оціночного аналізу характеристик теплової потужності даної будівлі беремо збільшені показники теплової потужності, де головним параметром є величина фактичної питомої опалювальної характеристики будівлі [8], Вт/м³·°С. Збільшені показники беремо з урахуванням дійсного стану огорожувальних конструкцій без урахування всіх видів теплонадходжень і тепловтрат.

Визначену величину теплової потужності використовуємо для вибору модернізації застарілої конструкції теплового пункту на більш сучасний індивідуальний тепловий пункт з усіма елементами систем моніторингу і керування 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/м³·°С, за дійсними параметрами стану огорожувальних конструкцій:

$$q_{\text{пит}}^{\phi} = \frac{P_6}{F_6} \cdot \left(\frac{1}{R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{стн}}} + g_0 \cdot \left(\frac{1}{R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{вкн}}} - \frac{1}{R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{стн}}} \right) \right) + \frac{k_H}{H_6} \cdot \left(0,9 \cdot \frac{1}{R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{стл}}} + 0,6 \cdot \frac{1}{R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{ддлг}}} \right), \quad (2.5)$$

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

F_6 – площа забудови будівлі в межах її периметра, м²;

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					24

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]:

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

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

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

$t_{\text{з.р}}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря для міста, де розташована будівля, $^{\circ}\text{C}$ [9];

a – поправковий коефіцієнт, за розрахунком [8]:

Розрахункові величини температур приймаються наступні:

– температура зовнішнього повітря – $t_{\text{з.р}} = -25^{\circ}\text{C}$ [9];

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

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

						Лист
						25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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

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

Назва будівлі	Питома опалювальна характеристика, $q_{\text{пит}}^{\Phi}$, Вт/м ³ ·°С	Питома опалювальна характеристика, $Q_{\text{б}}$, кВт
Будівля інфекційного корпусу	0,37	33,96

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

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

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

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

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

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

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

						Лист
						26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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 22⁰С, та середній температурі за зазначений опалювальний період -0,2⁰С (див. Додаток Г) буде становити:

$$Q_{p.op} = 50,33 \text{ Гкал}$$

Згідно наданих облікових даних по об'єкту за базовий порівняльний опалювальний період приймаємо 2023–2024 року з 01.11.2023 по 31.03.2024, 152 доби, 3648 год. Фактичні обсяги теплоспоживання на опалення становлять $Q_{ф.оп} = 72,261$ Гкал. Фактична величина є більшою від необхідної розрахункової на 43%

Розбіжність показника споживання теплової енергії за розрахунками та базового показника за нормативами свідчить про те що, у будівлі КНП «КЛ св.Пантелеймона» СМР, відсутня ефективна технологія якісного регулювання обсягів споживання теплової енергії. Така робота системи теплопостачання закладу є причиною збільшення обсягів теплоспоживання в деякі періоди, це особливо помітно у перехідні періоди між сезонами року.

2.3.1 Визначення базового рівня енергоспоживання системою теплопостачання об'єкту

Основною метою застосування методики є орієнтація управлінської та господарської діяльності комунальних закладів, установ, організацій та підприємств на раціональне використання та економію паливно – енергетичних ресурсів, контроль виконання норм законодавства з

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					27

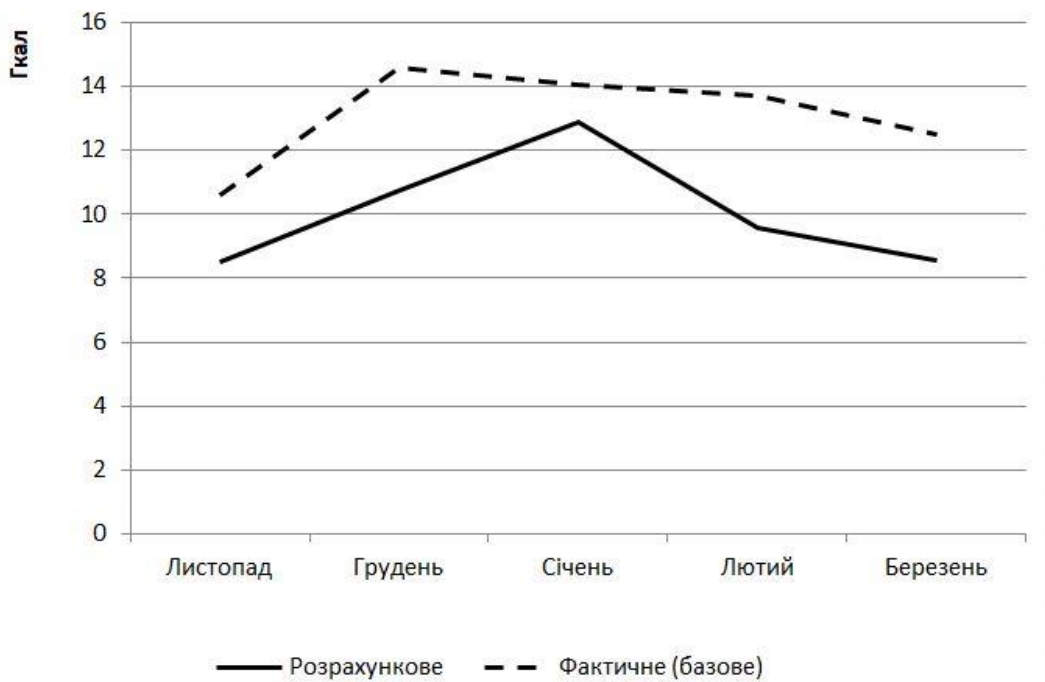


Рисунок 2.1 – Співвідношення базового теплоспоживання з розрахунковим теплоспоживанням будівлі інфекційного корпусу КНП "КЛ Святого Пантелеймона" СМР по вул. Марко Вовчок, 2 за опалювальний період 01.11.2023 - 31.03.2024.

Встановлені значення невідповідні 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 якісного та кількісного регулювання обсягів споживання теплоенергії, тому розбіжність можливо пов'язана з неузгодженістю за періодами надання звітності. А саме:

листопад – $Q = 10,6$ Гкал при $t_{\text{ср.м}} = 3^{\circ}\text{C}$.

грудень – $Q = 14,606$ Гкал при $t_{\text{ср.м}} = -1,3^{\circ}\text{C}$;

січень – $Q = 14,03$ Гкал при $t_{\text{ср.м}} = -5,9^{\circ}\text{C}$;

лютий – $Q = 13,699$ Гкал при $t_{\text{ср.м}} = -0,1^{\circ}\text{C}$;

березень – $Q = 12,496$ Гкал при $t_{\text{ср.м}} = 3,5^{\circ}\text{C}$.

Встановлено факт невідповідності звітних величин фактичних обсягів теплоспоживання (Q , Гкал) до середньомісячних температур ($t_{\text{ср.м}}$, $^{\circ}\text{C}$) [30],

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

В даному розділі були проведені наступні роботи:

1. Отримані результати ($R_{\Sigma\text{пр}} > R_{\text{q.min}}$) говорять про те що, опір теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій відповідають нормативним вимогам, окрім підлоги, і для вирішення цієї розбіжності необхідне впровадження енергозбережних заходів щодо збільшення опору теплопередачі підлоги. Отже, стан огорожувальних конструкцій є задовільними і не підлягає на даному етапі для реконструкції, окрім підлоги.

2. Було розраховано та визначено рівень теплової потужності будівель з урахуванням дійсного стану будівель закладу. Розрахунок проведений для визначення ключового показника рівня теплоспоживання та впровадження нової системи моніторингу теплоспоживання.

3. Визначений базовий рівень теплоспоживання об'єкту, а також проведене порівняння цього показника щодо рівня споживання теплової енергії згідно нормативних показників. Розбіжність розрахованого

						Лист
						31
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

споживання теплової енергії у порівнянні з рівнем теплоспоживання за нормативними показниками свідчить про те що, в даному об'єкті відсутня ефективна технологія якісного та кількісного регулювання обсягів споживання теплоенергії. Це призводить до того що, у перехідні періоди між сезонами року, обсяги теплоспоживання сильно перевищують нормативні.

4. Встановлений факт невідповідності споживання теплової енергії за базовим рівнем у порівнянні у порівнянні з розрахунковим рівнем за нормованими показниками. Це свідчить не тільки про те що у перехідні періоди між сезонами року, обсяги теплоспоживання сильно перевищують нормативні, але і про те що, на даному об'єкті відсутня ефективна технологія прогнозування та регулювання обсягів теплоспоживання.

						<i>Лист</i>
						32
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

3 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНИХ ЗАХОДІВ

3.1 Розробка можливих енергозбережних заходів

За результатами проведеного енергоаудиту будівлі інфекційного корпусу КНП "КЛ Святого Пантелеймона" СМР, було отримано такий висновок – найбільші витрати при експлуатації обстежуваного об'єкту припадають на споживання теплової енергії. Енергетична ефективність будівлі, з позиції енергозбереження тепла є недостатньою. Враховуючи отримані результати з етапів енергетичного обстеження, які вказують на основні напрями зменшення енергетичної ефективності будівель, були запропоновані енергозбережні заходи, які враховують можливості до запровадження і покращення використання ПЕР в інфекційному корпусі. Ці заходи впливатимуть на такі фактори: фінансові, експлуатаційні, матеріально-технічні показники.

3.1.1 Встановлення сонячного колектора для нагріву води

Енергозбережний захід пропонується наступний, оскільки в об'єкті обстеження немає централізованого гарячого водопостачання, встановлені для нагрівання води бойлери, та витрачаються багато коштів на нагрів води більше 1 кубу в день для санітарних та господарських потреб, то пропонується встановлення сонячного колектора.

Сонячний колектор призначений для нагріву води, а також опалення будівлі. Для даного об'єкту випадку розглядаємо саме нагрівання води. Використовуючи колектори, вдасться значно скоротити

						<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		33

витрати, що відводяться для нагріву води. Вони автономні, невибагливі в роботі та обслуговуванні, роки експлуатації в середньому 25 років.

3.1.2 Введення системи моніторингу та регулювання обсягів теплоенергії, що споживається

Моніторинг та контроль систем тепlopостачання потрібно розглядати як першочергові ефективні технології, впровадження яких дозволить оптимізувати виробництво та споживання теплової енергії.

Будівля інфекційного корпусу "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. Цю проблему можна виправити встановленням на ввіді до будівлі індивідуального теплового пункту з функцією погодозалежного регулювання та програмування зміни теплового навантаження за добовим графіком, у відповідності до розкладу роботи закладу [31].

На разі обсяги теплоспоживання бюджетними установами мають прив'язку до встановлених лімітів, які визначаються показниками попередніх років . Цей підхід є некоректним, тому що не може оцінити реальних температурних умов і втрати системи тепlopостачання даного опалювального періоду. Ці показники сильно відрізняться від температурних показників і стану системи минулих років, що часто призводить до порушення встановлених величин, і змушує постійно проводити складні процедури їх корегування. Тому варто запровадити систему контролю і регулювання обсягами споживання теплової енергії

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

Ключові етапи впровадження системи диспетчеризації [26]:

- Аналіз існуючої інфраструктури: Оцінка поточних виробничих процесів та ідентифікація потенційних точок оптимізації.
- Розробка індивідуального рішення: Вибір функціоналу, що відповідає специфіці та масштабам виробництва.
- Технічна реалізація та інтеграція: Налаштування та синхронізація системи з усіма необхідними виробничими компонентами.
- Навчання персоналу: Організація тренінгів для забезпечення безперебійної роботи системи та її ефективного використання.

Принципова схема організації обліку та моніторингу теплової енергії з переліком необхідного для цього обладнання зображена на рис 3.1.

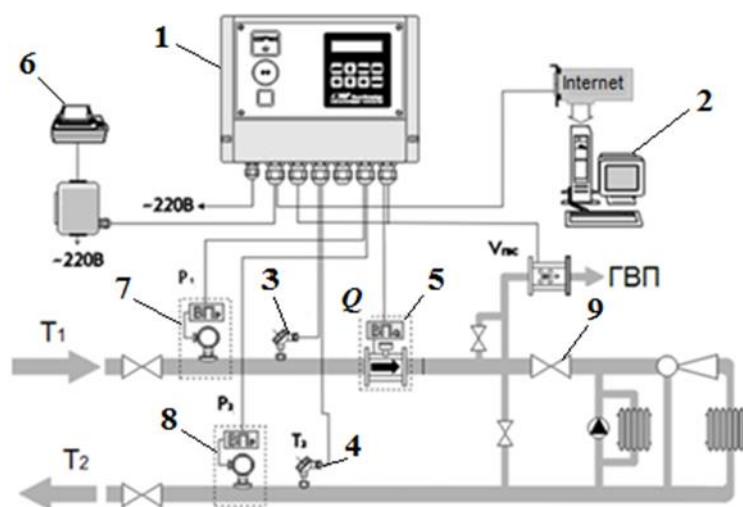


Рисунок 3.1 – Принципова схема організації обліку та моніторингу теплової енергії [26].

1 – теплोलічильник; 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

1. Організувати роботу обслуговуючого персоналу теплопунктів для щоденного ведення журналу, в якому буде вестися збір даних по споживанню теплової енергії будівлі;
2. Пропонується ввести в обов'язки заступника з господарчої частини, ведення журналу для збору щоденної інформації;
3. Проведення виконання аналізу енергозберігаючих заходів;
4. Моніторинг виконання лімітів споживання та аналіз можливих енергозберігаючих заходів на наступний період;
5. Виконання енергозберігаючих заходів середнього значення добового теплового навантаження будівлі;
6. Впровадження системи багаторівневого контролю за фактичним теплоспоживанням будівлі в режимі on-line;
7. Назначити особу, яка буде відповідальна за функціонування системи моніторингу;
8. Розроблення та впровадження енергозберігаючих заходів;
9. Проведення порівняльного аналізу теплоспоживання будівлями з метою розробки та впровадження енергозберігаючих заходів, оцінки їх техніко-економічної ефективності

3.2 Розрахунковий аналіз можливих енергозбережних заходів

3.2.1 Опис та призначення сонячного колектора

Сонячне світло - один з найдоступніших регулярних природних ресурсів, користуватися яким можна абсолютно безкоштовно. Зокрема, енергію сонця можна успішно використовувати в якості альтернативного джерела для обігріву приміщень. Про те, що це ще й

						<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		38

абсолютно екологічно чистий вид енергії, який не приносить шкоди планеті і всім, хто її населяє, і говорити не варто. Дивно, що активно цю ідею почали розробляти лише в останні кілька років. Саме тому продаж сонячних колекторів - до сих пір практично незайнятий сегмент ринку [14].

Сонячний колектор - пристрій, основне завдання якого - поглинання сонячних випромінювань і їх подальше перетворення в теплову енергію.

Пристрій даного апарату складається з таких конструктивних елементів як безпосередньо сам колектор, теплообмінний контур і акумулятор тепла тобто в бак, наповнений водою(рис 3.1). Принцип дії дуже простий і зрозумілий: вода нагрівається, поглинаючи енергію від сонячного випромінювання, а потім, циркулюючи, віддає тепло в обмінник. Нагріта вода до моменту використання зберігається в баку, тому важливо, щоб він був добре теплоізований [14].

У першому контурі, де знаходиться сонячна батарея, застосовується примусова циркуляція теплоносія, тому ще однією складовою такого циклу є насос, або насосна станція. Іноді, в баку-акумуляторі може бути встановлений електричний нагрівач-дублер. Він забезпечує принцип застереження від можливого зниження температури води в баку-акумуляторі. Таке може статися через затяжну похмуру погоду або, наприклад, через брак сонячної енергії у зимовий період. У такому випадку, нагрівач-дублер автоматично вмикається і догріває воду сонячної батареї до заданої температури. Частіше застосовуються баки-акумулятори бівалентного типу (бак з двома теплообмінниками). У таких випадках, в нижній змійовик підключаються сонячні колектори, а

										Лист
										39
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

в верхній додаткове джерело тепла, наприклад газовий або твердопаливний котел [15].

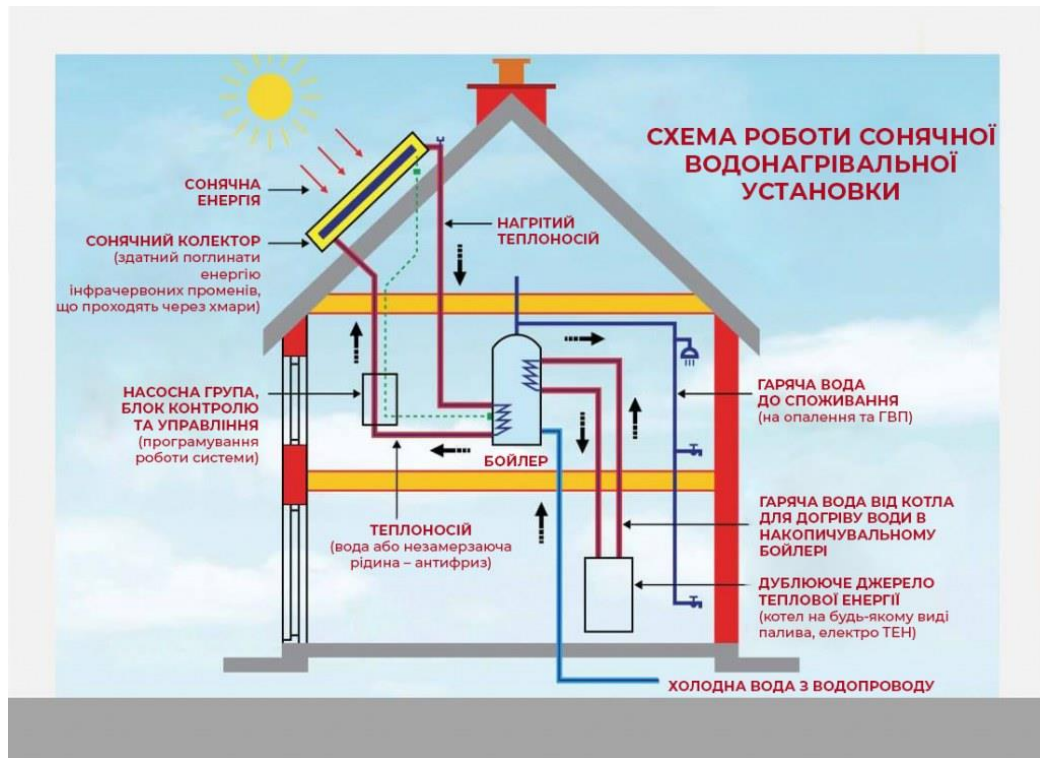


Рисунок 3.2 – Схематичний принцип роботи сонячного колектора [16].

Отже, схему роботи сонячного колектора можна визначити так [16]:

1. Колектор збирає сонячну енергію.
2. У баку-акумуляторі міститься вода для подальших потреб.
3. У станції управління регулюється подача і нагрів води.
4. Теплообмінний контур нагріває воду в баку.
5. Електронагрівальний елемент гріє воду, коли енергії сонця недостатньо.

Існує два типи: плоскі та вакуумні

Плоскі колектори – традиційні, вони представляють собою плоску коробку, яка закрита склом. Під склом є абсорбуючий шар з трубками, в яких проходить теплоносій(рис. 3.3).

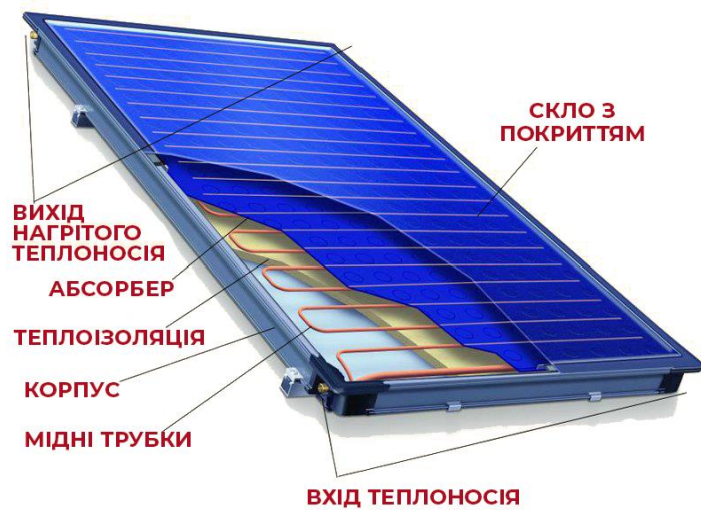


Рисунок 3.3 – Складові плоского сонячного колектора [16].

У вакуумних колекторах є великі порожнисті скляні трубки. Усередині цих трубок знаходиться поглинач тепла, який нагріває теплоносій(рис. 3.4).



Рисунок 3.4 – Складові вакуумного сонячного колектора [16].

потреби підприємства в гарячій воді цілий рік, а також дозволять прибрати рядок «гаряче водопостачання» зі списку витрат [16].

3.2.2 Вибір сонячного колектора.

Для інфекційного відділення беремо данні розрахункових норм витрат гарячої води для лікувально-профілактичних закладів $V_1 = 110$ л/добу [17]. У відділенні інфекційного корпусу лежачих місць $N = 15$, отже об'єм витраченої гарячої води на добу:

$$V = V_1 \cdot N \cdot 10^{-3}, \text{ м}^3/\text{добу} \quad (3.1)$$

$$V = 110 \cdot 15 \cdot 10^{-3} = 1,65 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Обсяг теплової енергії, витраченої на приготування гарячої води ($Q_{\text{приг}}^{\text{ГВП}}$) у об'єкта обстеження розраховується за наступною формулою [18]:

$$Q_{\text{приг}}^{\text{ГВП}} = V_{\text{буд}}^{\text{ГВП}} \cdot \rho^{\text{ГВП}} \cdot c \cdot (t_2 - t_1), \quad (3.2)$$

де $V_{\text{буд}}^{\text{ГВП}}$ - загальний обсяг спожитої гарячої води у будівлі/будинку у розрахунковому періоді, м^3 (Приймаю значення V);

$\rho^{\text{ГВП}}$ - густина гарячої води, яка приймається відповідно до зареєстрованої засобом автоматичної реєстрації температури гарячої води, а за його відсутності дорівнює $0,986 \text{ т}/\text{м}^3 = 986 \text{ кг}/\text{м}^3$ при температурі $55 \text{ }^\circ\text{C}$, крім випадку постачання гарячої води від відкритої системи тепlopостачання, за якого густина приймається відповідно до

температури теплоносія, що надходить у будівлю/будинок подавальним трубопроводом протягом розрахункового періоду, $\text{кг}/\text{м}^3$;

c - теплоємність води, що дорівнює $4,174 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$ [19];

t_2 - температура гарячої води, що визначається за показаннями автоматичного засобу її реєстрації, а за його відсутності дорівнює $55 \text{ }^\circ\text{C}$, крім випадку постачання гарячої води від відкритої системи теплопостачання, за якого температура приймається відповідно до температури теплоносія, що надходить у будівлю/будинок подавальним трубопроводом протягом розрахункового періоду, $^\circ\text{C}$ [19];

t_1 - температура холодної води, що визначається за показаннями автоматичного засобу її реєстрації, а за його відсутності дорівнює 5°C в опалювальний період та 15°C у міжопалювальний період [19].

Отже:

$$Q_{\text{приг}}^{\text{ГВП}} = 1,65 \cdot 986 \cdot 4,174 \cdot (55 - 5) = 339534,03 \text{ кДж}/\text{доба};$$

$$Q_{\text{приг}}^{\text{ГВП}} = 339534,03 \cdot 0,278 \cdot 10^{-3} = 94,39 \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{доба}}$$

або за годину

$$Q_{\text{приг}}^{\text{ГВП}} = 94,39/8 = 11,8 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

За кількість робочих днів бойлерів беремо неопалювальний період який дорівнює $n = 181$ день (з 16 квітня по 14 жовтня), оскільки в опалювальний період - не визначається ($Q_{\text{приг}}^{\text{ГВП}} = 0$), а входить до обсягу споживання теплової енергії на потреби опалення. Загальний обсяг теплової енергії за вказану кількість неопалювальних днів:

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

$$Q_{\text{Ек.рік}} = Q_{\text{приг}}^{\text{ГВП}} \cdot n; \quad (3.3)$$

$$Q_{\text{Ек.рік}} = 94,39 \cdot 181 = 17079,16 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{рік}$$

3.2.3 Вибір сонячного колектора.

Підігрів кількості 1650 л санітарної гарячої води потребує суттєвих витрат теплової енергії, з урахуванням тепловтрат у трубах рециркуляції, становить не менше 95 кВт·год/доба на інфекційний корпус.

Ефективність системи визначається двома параметрами: відсотком покриття (заміщення) необхідного тепла від сонячних колекторів та ефективністю геліосистеми. Для забезпечення цього балансу необхідно вести розрахунок за сонячним літнім місяцем року.

Для даного об'єкту приймаємо сонячний колектор вакуумний безнапорний Altek SP-CL-30 з корисною площею 2,82 м² [20]. Об'єм бака акумулятора – 300 літрів. Сонячний колектор на кожний 1 м² нагріває 80 літрів води з температурою 60°C. Працює 8 год на добу. Колектор розташований під кутом 45° і орієнтований у південному напрямку.

Для спрощеного розрахунку необхідної площі сонячних колекторів для нагрівання води слід скористатися такою формулою:

$$S = Q / (N \cdot \eta), \quad (3.4)$$

де Q — необхідна місячна кількість тепла, кВт·год;

						Лист
						45
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

N — середня кількість тепла, що надходить на 1 м^2 площі сонячного колектора, кВт·год. В умовах українського клімату та сонячного випромінювання 1 м^2 сонячного колектора може виробляти в середньому близько $3,6 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{добу}$ влітку [21];

η — середній ККД геліосистеми $0,95$ Altek SP-CL-30.

$$S = 95 / (3,6 \cdot 0,95) = 27,7 \text{ м}^2$$

Для нагріву даної кількості води та площі сонячного колектору Altek SP-CL-30 потрібно 9 колекторів.

Основні переваги обраного сонячного колектора [20].:

- відрізняється високою стійкістю до погодних умов: вітру, граду, високих та низьких температур;
- 48 годин підтримує температуру в баку;
- антикорозійна обробка бака та каркасу;
- ущільнення із кремнійорганічного каучуку, підтримує температуру води, зберігає чистоту;
- проста у використанні система керування;
- мінералізація води за допомогою анодної електролітичної системи – опція.

3.2.4 Розрахунок економії

Надалі можна знайти річну економію на електроенергії після встановлення сонячних колекторів, кВт·год/рік. Перехід на нагрівання води за допомогою сонячних колекторів, повністю виключає з використання електричну енергію для електробойлерів. Таким чином, економічний ефект буде дорівнювати відповідній величині обсягів

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

електроенергії, яка раніше використовувалася для нагрівання води електробойлерами.

За кількість робочих днів бойлерів беремо неопалювальний період який дорівнює $n = 181$ день (з 16 квітня по 14 жовтня), оскільки в опалювальний період - не визначається ($Q_{\text{приг}}^{\text{гвп}} = 0$), а входить до обсягу споживання теплової енергії на потреби опалення. Загальний обсяг теплової енергії за дану кількість неопалювальних днів (див. ф.3.3) становить – 17079,16 кВт·год.

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

$$\Delta E = 17079,16 \cdot 7,18 = 122628,37 \text{ грн/рік}$$

Капітальні витрати на встановлення сонячного колектора, грн:

$$\begin{aligned} K &= 614286 + 552857 + 10000 + 5000 + 12780 + 33648 \\ &= 1228571 \text{ грн} \end{aligned}$$

Капітальні витрати були б більшими якщо інфекційний корпус лікарні потребував у цілорічному використанні гарячої води, а так як ми беремо період з 16 квітня по 14 жовтня, тоді достатньо буде колектора без теплообмінника. Гаряча вода збиратиметься у верхній частині бака, звідки братиметься для використання.

						Лист
						47
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

показників при ставці дисконтування рівній 13,5%, 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, підготовчих робіт, транспортування та інше (витрат на оплату праці, амортизацію).

Ефективність запропонованих заходів розрахована за допомогою показників:

чиста приведена вартість – NPV ; внутрішня норма дохідності – IRR ; дисконтований період окупності проекту – DPP та індекс прибутковості – PI [22].

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:

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

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

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:

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

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 ;

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

b – величина негативної NPV при величині ставки дисконту B .

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

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

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.

$$PI = \sum_{k=1}^n \frac{CF_k}{(1+r)^k} / \sum_{k=1}^n \frac{I_k}{(1+r)^k} \quad (3.10)$$

Показники економічної ефективності заходів з утеплення огорожувальних конструкцій наведено таблиці 3.2

Таблиця 3.2 - Оцінка NPV будівлі інфекційного корпусу

Рік	Інвестиції I (капітальні витрати),	Чистий грошовий потік, P_t ,	Вигоди D (дохід), грн	Дисконтний множник за ставкою $r=r_1$	Приведена дисконтна вартість, грн.	NPV,
0	-1228571	-1228571	-	1	-	-1228571
1	0	122628,37	-1105942,63	0,877	107568,746	-1121002,25
2	0	122628,37	-983314,26	0,769	94358,5488	-1026643,71
3	0	122628,37	-860685,89	0,675	82770,6568	-943873,049
4	0	122628,37	-738057,52	0,592	72605,8393	-871267,209
5	0	122628,37	-615429,15	0,519	63689,3327	-807577,877
6	0	122628,37	-492800,78	0,456	55867,8357	-751710,041
7	0	122628,37	-370172,41	0,400	49006,8735	-702703,168
8	0	122628,37	-247544,04	0,351	42988,4855	-659714,682
9	0	122628,37	-124915,67	0,308	37709,1978	-622005,484

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 – 48483 грн. з ПДВ.

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:

$$T_{\text{ок}}^{\Phi} = \frac{K}{E_{\Phi}} = \frac{48483}{20491,99} = 2,37 \text{ оп. року}$$

Отже, основним результатом функціонування системи моніторингу теплоспоживання впродовж опалювального сезону є те, що запропонована система моніторингу за теплоспоживанням економічно дієва і є ефективною.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Енергоефективність та енергозбереження. *ЄВРОПАН*. URL: <https://euopan.ua/news/energoefektivnist-ta-energozberezhennja/> (дата звернення: 11.05.2024).
2. Вартість енергоаудиту. *AkvilonPro*. URL: <https://akvilonpro.ua/ua/energoberezhenie/energoaudit/energoaudit-stoimost.html> (дата звернення: 12.05.2024).
3. ДСТУ 4065:2001 "Енергозбереження. Енергетичний аудит. Загальні технічні вимоги".
4. ДСТУ Б В.2.2-39:2016 Методи та етапи проведення енергетичного аудиту будівель. – К.: Мінрегіон України. –2009.
5. Махотка Тетяна Олександрівна. « АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ СУМСЬКОЇ ЗАГАЛЬНООСВІТНЬОЇ ШКОЛИ І-ІІІ СТУПЕНІВ №13 » : Магістерська робота. Суми, 2020. 65 с.
6. Testo. *testo 605-H1 - Compact thermal hygrometer*. URL: <https://www.testo.com/en-US/testo-605-h1/p/0560-6053> (date of access: 13.05.2024).
7. Лазерний далекомір Fluke 424D (ID#1137236592), ціна: 13000 ₴, купити на Prom.ua. *prom.ua*. URL: https://prom.ua/p1137236592-lazernyj-dalnomer-fluke.html?utm_source=google_pmax&utm_medium=cpc&utm_content=pmax&utm_campaign=Pmax_cpa_50_b2b&gad_source=1&gclid=Cj0KCQjwpNuyBhCuARIsANJqL9Mzxqp7iDI7UYTUrhLH3rnVMdui4HTHNylh_H1q2jqFAZbCJy2dPW_YaAgp0EALw_wcB (дата звернення: 13.05.2024).

						Лист
						57
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

25. ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА НА ПІДПРИЄМСТВІ: ПРАВИЛА ТА ОРГАНІЗАЦІЯ. *ПРОФІТЕХ*. URL: <https://profiteh.ua/pozhezhna-bezpeka-na-pidpriemstvi-pravyla-ta-orhanizatsiia/> (дата звернення: 14.05.2024).

26. Звіт по темі № 15.01.03-20.СП/44, з надання послуги з побудови та створення системи моніторингу теплоспоживання «Підготовка вхідних даних для заміни та встановлення нового обладнання для впровадження системи моніторингу теплоспоживання в Сумському ЗДО № 9 «Світлячок»» (дата звернення: 30.05.2023)

27. ДБН В.2.5-39:2008 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Теплові мережі»

28. Практичний посібник з енергозбереження для об'єктів промисловості, будівництва та житловокомунального господарства України. – Луганськ, вид-во «Місячне сяйво», 2010. – 696с.

29. ДСТУ Б В.2.2-39:2016 «Методи та етапи проведення енергетичного аудиту будівель». – К. Мінрегіонбуд України, 2016. –47 с.

30. [Електронний ресурс]: «Сайт моніторингу та статистичного аналізу даних погодних умов Weatherbase». URL: <https://www.weatherbase.com/weather/weather.php3?s=57233> (дата звернення: 01.06.2024).

31. 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

32. Нагорний А. «Підвищення ефективності роботи системи теплопостачання будівлі ДНЗ №32 "Ластівка" м.Суми» : КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА. Суми, 2021. 55 с.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

ДОДАТОК А

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Організація пожежної охорони промислових підприємств.
протипожежні вимоги щодо забезпечення вимушеної евакуації людей з будівель.

Сучасний заклад охорони здоров'я зазвичай нагадує досить складний та великий за площею комплекс приміщень (будівель, споруд), де всередині перебувають зовсім різні за можливістю адекватно діяти в умовах надзвичайної ситуації групи людей, включаючи й нетранспортабельних.

У процесі забезпечення пожежної безпеки необхідно враховувати як характеристики самих будівель, приміщень, обладнання, речовин і матеріалів, що застосовуються, так і вищезгадані особливості людей, що там перебувають, кількість і підготовленість персоналу.

Основні вимоги пожежної безпеки для закладів охорони здоров'я містяться у Правилах пожежної безпеки в Україні, ДБН В.2.2-10-2001 «Заклади охорони здоров'я», ДБН В.1.1.7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва», ДБН В.2.2-9:2018 «Громадські будинки та споруди», ДБН В.2.5-56-2014 «Системи протипожежного захисту» [24].

Пожежна безпека і організаційна робота включає широкий спектр заходів, а саме:

- ✓ створення умов для безпечної праці;
- ✓ мінімізації ризику виникнення пожеж;
- ✓ своєчасне і повноцінне забезпечення технічними засобами для запобігання займанню та усунення самих пожеж та їх наслідків;

- ✓ контроль дотримання протипожежних вимог і норм законодавства;
- ✓ розробка і впровадження регламентів по гасінню пожеж, евакуації та порятунку з місць пожежі й задимлення людей і майна (матеріальних цінностей);
- ✓ внутрішнє і зовнішнє навчання співробітників [25].

У разі виникнення надзвичайної ситуації або пожежі у закладі черговий персонал:

- негайно повідомляє про це підрозділ ДСНС України, вказавши при цьому місце розташування закладу, місце виникнення надзвичайної ситуації або пожежі та кількість людей, які перебувають у закладі;
- організовує евакуювання осіб (пацієнтів), що перебувають у закладі, насамперед осіб з ураженнями опорно-рухового апарату, інвалідів з вадами зору та осіб із психічними захворюваннями й розумовою відсталістю із забезпеченням їх у разі потреби супроводом;
- визначає можливість відключення електроенергії й уживає заходів щодо її відімкнення за наявності такої можливості;
- за можливості розпочинає гасіння пожежі первинними засобами пожежогасіння та підручними засобами;
- вживає заходів щодо інформування осіб (пацієнтів) про виникнення надзвичайної ситуації або пожежі та попередження паніки (інформація подається спокійним тоном і в доступному форматі спілкування);
- організовує зустріч підрозділів ДСНС України та забезпечує їх безперешкодний доступ на територію закладу.
- З прибуттям підрозділу ДСНС України до закладу під час виникнення надзвичайної ситуації або пожежі черговий персонал надає старшому

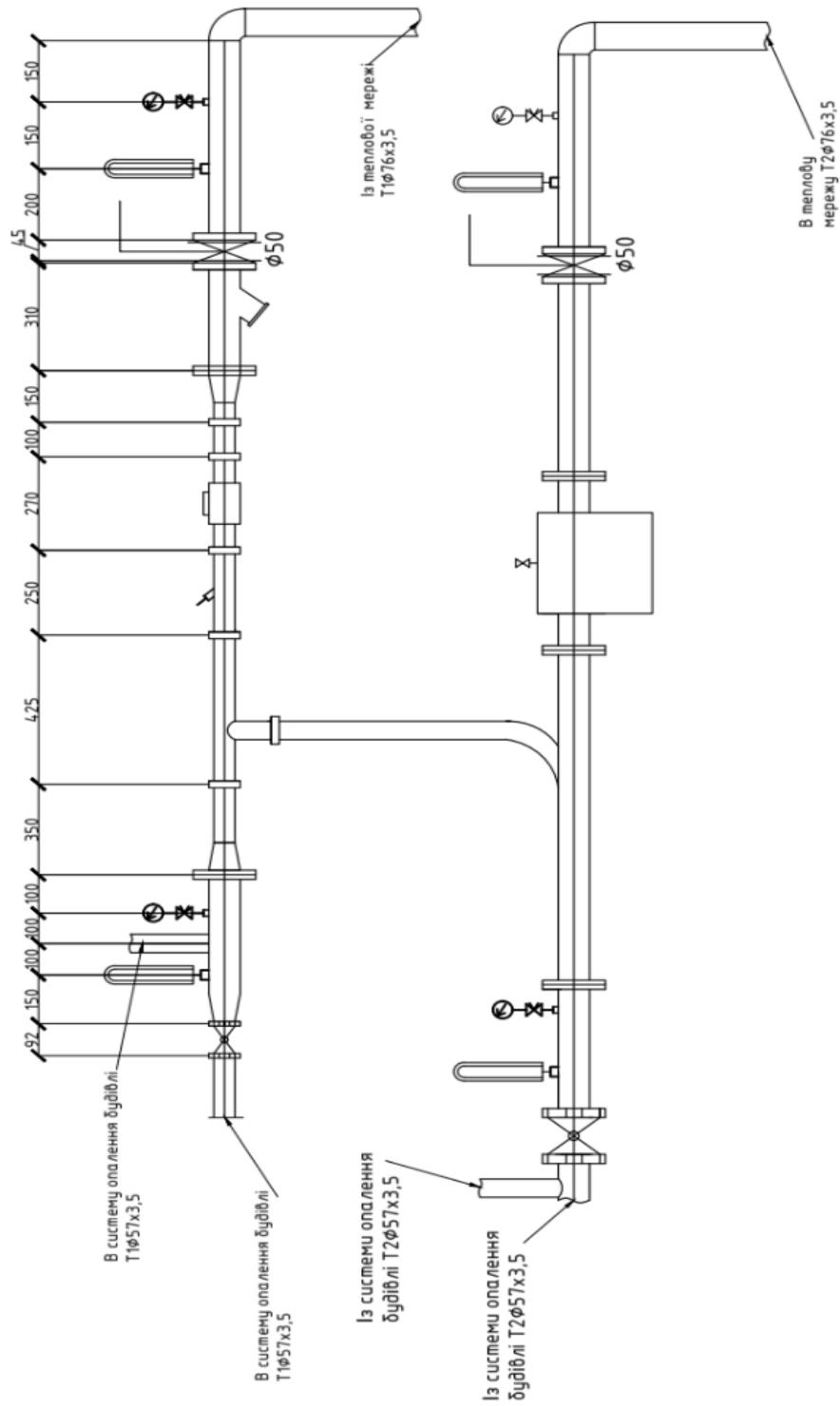
начальнику, який прибув на чолі підрозділу ДСНС України, інформацію про:

- місце вибуху, пожежі, завалу, обрушення конструкцій тощо;
- вжиті заходи з евакуювання осіб (пацієнтів), які перебувають на об'єктах, та відімкнення електроенергії;
- наявність приміщень, де відімкнення електроенергії неможливе (операційні, реанімаційні, дитячі інкубатори тощо);
- місця розміщення осіб (пацієнтів), які потребують евакуювання, їх кількість і транспортабельність;
- місця розташування (складування) небезпечних матеріалів (хімічних реактивів, балонів з газами, горючих рентгенівських плівок, медпрепаратів на основі легкозаймистих і горючих рідин тощо);
- наявність обладнання з радіоактивними елементами;
- місце зберігання бактеріологічних препаратів;
- бере участь в евакуюванні людей та майна, а у разі необхідності надає першу медичну (лікарську) допомогу постраждалим від надзвичайної ситуації або пожежі;
- забезпечує перевірку та санітарну обробку особового складу підрозділу ДСНС України, який виконував роботи у приміщеннях з бактеріологічними препаратами або в інфекційних відділеннях [24].

Після проведення заходів з евакуації осіб (пацієнтів), які знаходяться на цілодобовому перебуванні у закладі, черговий персонал проводить обов'язкову перевірку наявності таких осіб (пацієнтів), про результати якої невідкладно повідомляє підрозділ ДСНС України.

ДОДАТОК Б

(Схематичне зображення теплопункту інфекційного корпусу)



ДОДАТОК В

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

Обсяги теплоспоживання, Гкал				
	2021	2022	2023	2024
Січень		0,263	18,629	14,03
Лютий		0	11,421	13,699
Березень		0	13,523	12,496
Квітень		0	2,922	0
Травень	0	0	0	
Червень	0	0	0	
Липень	0	0	0	
Серпень	0	0	0	
Вересень	0	0	0	
Жовтень	0	3,842	140,532	
Листопад	10,478	10,184	281,671	
Грудень	25,154	8,989	466,581	

Кількість спожитої теплової енергії за опалювальними періодами:

- опалювальний період 2021–2022 рік – $Q_{оп} = 35,90$ Гкал;
- опалювальний період 2022–2023 рік – $Q_{оп} = 69,51$ Гкал;
- опалювальний період 2023–2024 рік – $Q_{оп} = 72,261$ 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 _____

Адвокату
Юрію КОНДРАТЕНКУ

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