

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)

_____ 20__ р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття освітнього ступеня магістр
(бакалавр / магістр)

зі спеціальності 144 Теплоенергетика,
(код та назва)

освітньо-професійної програми «Енергетичний менеджмент»
(освітньо-професійної / освітньо-наукової) (назва програми)

на тему: «Підвищення енергонезалежності будівлі медичного закладу за рахунок впровадження відновлюваних джерел енергії»

Здобувача групи ЕМ.м-31 Голобородька Микити Андрійовича
(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)

Микита ГОЛОБОРОДЬКО
(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ здобувача)

Керівник

к.т.н. Сергій САПОЖНИКОВ
(посада, науковий ступінь, вчене звання, ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

_____ (підпис)

Суми – 2024

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри СОТНИК Микола

« » 20__ р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА

здобувача Голобородько Микита Андрійович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи: «Підвищення енергонезалежності будівлі медичного закладу за рахунок впровадження відновлюваних джерел енергії».

затверджена наказом по університету № _____ від « » _____ 2024 р

2 Термін здачі студентом закінченої роботи – до 08.12.2024 р

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

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити):

Вступ (короткий опис загальних проблем з енергоспоживання та енергоефективності, до яких відноситься тематика випускної роботи);

Розділ 1 – Характеристика об'єкту енергетичного обстеження (Характеристика об'єкту та предмету дослідження випускної роботи. Аналіз зібраних статистичних або дослідних даних з подальшим визначенням вихідних даних до розрахунку. Визначення та характеристика способу або методики проведення подальших розрахунків за отриманими вихідними даними. Висновки).

Розділ 2 – Техніко-економічний аналіз умов запровадження енергозбережних заходів (Основні положення визначеної методики розрахунку; представлення результатів розрахунку за кожним етапом розрахункового дослідження. Аналіз отриманих результатів. Розробка заходів або напрямів з удосконалення ефективності подальшого функціонування об'єкту дослідження. Висновки).

Розділ 3 – Розділ з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях. (Характеристика можливих небезпечних факторів, які треба враховувати при проведенні практичного дослідження за тематикою роботи, та їх розрахунковий аналіз. Висновки)

Загальні висновки.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Проходження переддипломної практики	з 21.10 до 17.11.2024	
2	Захист переддипломної практики	до 20.11.2024	
3	Виконання 1-го розділу	до 17.11.2024	
4	Виконання 2-го розділу	до 27.11.2024	
5	Виконання 3-го розділу	до 05.12.2024	
6	Представлення виконаної роботи	до 08.12.2024	
7	Проходження перевірки на плагіат	до 14.12.2024	
8	Проведення захисту роботи	з 16.12 до 20.12.2024	

5 Дата видачі завдання 21.10.2024 р

Керівник

(підпис)

Завдання прийняв до виконання

(підпис)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: містить 58 сторінок, 13 рисунків, 10 таблиць, 3 додатки, 25 літературних джерела.

Метою роботи є розроблення заходів для підвищення енергонезалежності будівлі приватного медзакладу за рахунок запровадження відновлюваних джерел енергії.

Відповідно до поставленої мети були вирішені такі *задачі*:

- дослідження та аналіз енергетичного стану будівлі та систем її енергозабезпечення;
- визначення ключових сфер, де можна модернізувати системи енергозабезпечення;
- виконати інженерні та економічні розрахунки, необхідні для обраного напрямку модернізації;
- визначення основних техніко-економічних показників розроблених енергозбережних заходів.

Предметом дослідження є енергетичні процеси в системах енергопостачання та енергоспоживання будівлі медзакладу.

Об'єкт дослідження: будівля приватного медичного закладу.

Ключові слова: ЕНЕРГЕТИЧНИЙ АУДИТ, ВУЗОЛ ОБЛІКУ, ТЕПЛОПЕРЕДАЧА, ТЕПЛОВТРАТА, ТЕПЛОАДХОДЖЕННЯ, ТЕПЛОВИЙ НАСОС, СОНЯЧНА ПАНЕЛЬ, ВІТРОГЕНЕРАТОР, ОХОРОНА ПРАЦІ.

Тема роботи – **«Підвищення енергонезалежності будівлі приватного медичного закладу за рахунок впровадження відновлюваних джерел енергії»**

ЗМІСТ

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА

РЕФЕРАТ

ВСТУП.....	7
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.....	10
1.3 Експлуатаційна характеристика систем енергопостачання об'єкта	10
1.3.1 Система теплопостачання	10
1.3.2 Система електропостачання.....	11
1.3.3 Система водопостачання.....	11
1.3.4 Система вентиляції та кондиціонування.....	12
1.3.5 Система обліку споживання енергоносіїв	12
1.3.6 Існуючі тарифи на енергоносії та воду	15
1.4 Опис методів та приладів вимірювання.....	15
1.5 Аналіз результатів вимірювання.....	17
1.6 Аналіз споживання енергоносіїв та води	17
1.6.1 Аналіз обсягів споживання теплоенергії.....	17
1.6.2 Аналіз обсягів споживання електроенергії	19
1.6.3 Аналіз обсягів споживання води	20
1.7 Розрахунковий аналіз показників енергоефективності.....	22
1.7.1 Техніко-економічний аналіз споживання теплової енергії.....	22
1.7.2 Техніко-економічний аналіз споживання електричної енергії.....	24
1.7.3 Техніко-економічний аналіз споживання води.....	24
1.8 Аналіз енергетичного балансу будівлі.....	25
1.8.1 Розрахунковий аналіз обстежуваної системи енергопостачання.....	25
1.8.2 Розрахунок теплонадходжень.....	32
1.9 Висновки за розділом.....	35
2. РОЗРАХУНКОВИЙ АНАЛІЗ УМОВ ЗАПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНИХ ЗАХОДІВ.....	36

2.1	Опис можливих енергозберезних заходів.....	36
2.2	Розрахунковий аналіз можливих енергозберезних заходів	38
2.2.1	Встановлення теплового насосу для системи опалення будівлі.....	38
2.2.2	Встановлення сонячної електростанції.....	42
2.2.3	Встановлення вітрогенераторів.....	45
2.3	Висновки за розділом.....	47
3.	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	48
3.1	Аналіз небезпечних і шкідливих факторів на об'єкті дослідження.....	48
3.2	Розрахунок примусової вентиляції для палати в медичному закладі.....	50
	ВИСНОВКИ.....	51
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	53
	ДОДАТОК А	56
	ДОДАТОК Б	57
	ДОДАТОК В	58

ВСТУП

Ракетні атаки росіян минулої зими вказують на те, що один із стратегічних об'єктів нашого ворога є енергетична інфраструктура України. Ворог регулярно шантажує увесь світ підривом Запорізької АЕС, прицільно б'є по електростанціях та підстанціях, з ціллю завдати удару по економіці країни, позбавити цивільних громадян базових умов проживання: водо- та теплопостачання, зупинити роботу очисних споруд, лікарень та інших установ, важливих для життя людей [1].

Згідно [1] У 2022 році через енергетичну кризу, спричинену масовими ракетними атаками, в Україну завезли дизельних генераторів потужністю в один атомний енергоблок.

В умовах війни через масштабні руйнування об'єктів енергетики, завдані російськими атаками, Уряд подбав про можливість забезпечення громадянами власної оселі теплом і світлом завдяки переходу на альтернативні джерела енергії. Це можливість власної енергонезалежності споживачів та гарантоване енергозабезпечення [2].

Спільне впровадження альтернативних джерел енергії дозволить максимізувати їх ефективність. Наприклад, централізоване встановлення сонячних панелей на даху або системи теплових насосів для всього будинку може забезпечити стабільне та надійне постачання енергії. Таке об'єднання ресурсів і зусиль допоможе зробити систему стійкішою до зовнішніх факторів, таких як коливання погоди або збій у постачанні енергії, а також зменшити індивідуальні рахунки за електроенергію [2].

У липні 2023 року українці спожили майже третину електроенергії, виробленої з енергії сонця [1]. Це свідчить про те, що відновлювані джерела енергії все частіше використовуватимуться як побутовими, так і промисловими споживачами, а децентралізована інфраструктура саме станцій з ВДЕ дозволяє знизити рівень її ураження на відміну від централізованої атомної чи теплоенергетики. Тож використання ВДЕ є питанням національної енергетичної безпеки і поступово це проглядається у заявах лідерів держави [1].

Підтримує ідею малої генерації енергії з відновлюваних джерел і відповідно децентралізацію енергосистеми й населення України.

Забезпечення автономного енергопостачання може стати ключем до виживання та функціонування будівель під час війни, тому важливо вибрати ефективне і доступне рішення залежно від ресурсів та умов.

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ

1.1 Загальні відомості про об'єкт енергетичного обстеження

Об'єктом енергетичного аудиту є будівля приватного медичного закладу. Для обстеження було вибрано будівлю «Сумська клініка лазерної медицини». Дана будівля знаходиться за адресою: м. Суми, площа Троїцька, 14.

Будівля введена в експлуатацію в 2001 році. Налічує два поверхи та підвальне приміщення. Фасад будівлі зорієнтований на північ.

Зовнішній вигляд фасаду будівлі зображений на рисунку 1.1.



Рисунок 1.1 – Зовнішній вигляд фасаду будівлі

Технічні характеристики будівлі згідно наданої інформації на об'єкті енергоаудиту:

- опалювальна площа 850 м²;
- опалювальний об'єм 1984 м³;
- опалювальний об'єм за зовнішніми обмірами 2420 м³.

Станом на 12.11.2024 рік у закладі працює 15 працівників.

Щодня клініка приймає до 30 пацієнтів.

Графік роботи будівлі – 6-ти денний робочий тиждень. Вихідний день неділя.

Робочий день у будівлі розпочинається о 09⁰⁰, та закінчується о 18⁰⁰.

1.2 Опис дійсного стану об'єкта енергетичного обстеження

При обстеженні зовнішніх огорожуючих конструкцій будівлі було встановлено, що стіни будівлі виконані з цегли. Зовні та з середини поштукатурені декоративною штукатуркою. Видимих дефектів стін при обстеженні не виявлено.

По периметру будівлі встановлені металопластикові вікна. Видимих дефектів не виявлено.

Підлога будівлі - залізобетонна плита, шаром цементно-піщаного розчину та плитки. Дефектів не виявлено.

Стеля будівлі складається з залізобетонної плити, утеплювача (керамзит) та металочерепиці. Дефектів не виявлено.

Зовнішні та запасні двері будівлі металопластикові. Встановлена теплова завіса на вхідних дверях.

1.3 Експлуатаційна характеристика систем енергопостачання об'єкта

1.3.1 Система теплопостачання

Система теплопостачання в медзакладі – централізована. Надавач послуг – ТОВ «Сумитеплоенерго». Джерело теплопостачання - Сумська ТЕЦ. Будівля підключена до теплової магістралі № 4 (Додаток А).

В тепловому пункті в якості регулювального пристрою встановлений елеваторний вузол (рис 1.2).

Теплоносій в системі опалення– хімічно очищена та підготовлена вода.

Тепловий графік для системи теплопостачання 110/70 °С.

Схема теплового пункту наведена в додатку Б.

Система опалення двохтрубна, з верхнім розподілом теплоносія. Трубопроводи – металеві 2Ø мм. Запірна арматура в технічно-справному стані. Підтікань теплоносія не виявлено.

Встановлені опалювальні прилади – біміталеві радіатори.

Терморегулюючі клапани перед опалювальними приладами в наявності.



Рисунок 1.2 – Елеваторний вузол системи опалення

1.3.2 Система електропостачання

Електрична енергія до будівлі закладу подається згідно договору з ТОВ «Енера-Суми» (№780 від 12.10.2023 року). Трансформаторна підстанція знаходиться за територією закладу. Живлення здійснюється кабелем ААБ 3х50. Дефектів в системі електропостачання виявлено не було.

1.3.3 Система водопостачання

Будівля має централізовану систему водопостачання та водовідведення. Надавач послуг - КП «Міськводоканал» СМР на підставі Договору № 479. Вода до будинку подається по металевій трубі Ø 50 мм зі сторони вул. Троїцька. Тиск води на вході в будівлю $P_{XB}=0,2$ МПа.

Основними споживачами води є працівники та відвідувачі будівлі.

Водовідведення відбувається по металевій трубі Ø80 мм до центральної каналізаційної системи міста.

1.3.4 Система вентиляції та кондиціонування

Система вентиляції в будівлі – природня. В деяких кабінетах встановлені кондиціонери.

1.3.5 Система обліку енергетичних ресурсів

Під час обстеження теплового пункту було встановлено, що на вводі до будівлі встановлений тепловий лічильник типу SENSUS «PolluTherm – EX», (рис 1.3), термін повірки якого 23 червня 2022 р.



Рисунок 1.3 – Лічильник теплової енергії [3]

Технічні характеристики даного типу лічильника представлені в таблиці 1.1

Таблиця 1.1 - Технічні характеристики лічильника теплової енергії [3]

Параметр	Технічні характеристики
Клас точності приладу	2.0
Живлення приладу	Літієва батарейка, 3.1 В.
Довжина кабеля	2.5 м
Тип встановлення	Горизонтальний
Міжповірочний інтервал	4 роки

При обстеженні було встановлено, що облік споживання електроенергії на потреби внутрішнього освітлення та побутові потреби здійснюється за допомогою лічильника активної енергії типу НІК 2301 АП1В (рис 1.4), який встановлений в електрощитовій на вводі до будівлі.



Рисунок 1.4 – Лічильник електричної енергії [4]

Технічні характеристики лічильника наведено в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 - Технічні характеристики лічильника електричної енергії [4]

Параметр	Технічні характеристики
Номінальна напруга	220 В
Клас точності	1.5
Номінальна сила струму	5,5А
Діапазон робочих напруг	143 В-253 В
Ступінь захисту	IP54

Облік споживання холодної води здійснюється за допомогою лічильника холодної води типу «Sensus» (рис 1.5), який встановлений в тепловому пункті будівлі.



Рисунок 1.5 – Лічильник обліку холодної води [5]

Технічні характеристики лічильника наведено в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Технічні характеристики лічильника холодної води [5]:

Параметр	Технічні характеристика
Номінальна витрата	1.5 м ³ /час
Максимальна витрата	6.0 м ³ /час

Продовження таблиці 1.3

Перехідна витрата	0,12 / 0,15 м ³ /час
Мінімальна витрата	0,03 / 0,06 м ³ /час
Максимальний робочий тиск води	2 МПа
Номінальний діаметр	G3/4-B мм

1.3.6 Існуючі тарифи на енергоносії та воду

Станом на 01.11.2024 р. тарифи на енергоносії та воду становлять з ПДВ згідно наданої інформації складають:

теплова енергія – 4101,43 грн/Гкал;

водопостачання – 15,98 грн/м³;

водовідведення – 16,67 грн/м³;

електрична енергія – 6,20 грн / кВт·год.

1.4 Опис методів та приладів для проведення вимірювань

Під час енергоаудиту в будівлі використовувались наступні прилади: лазерний неконтактний пірометр, далекомір, універсальний вимірювач.

Пірометр використовувався для вимірювань температури поверхонь безконтактним способом (рис 1.6).



Рисунок 1.6 – Неконтактний пірометр [6]

Fluke 64 MAX - це інфрачервоний пірометр, який вимірює температуру поверхні в діапазоні від -40°C до $+500^{\circ}\text{C}$ [6].

Для вимірювання геометричних розмірів будівлі використовувалась лазерна рулетка (рис. 1.7).



Рисунок 1.7 – Лазерна рулетка [7]

Для виміру вологості повітря використовувався універсальний вимірювач температури, вологості та точки роси testo 605-h1 (рис 1.8).



Рисунок 1.8 - Універсальний вимірювач температури, вологості та точки роси testo 605-h1 [8]

1.5 Аналіз результатів вимірювання

Вимірювання проводилось 06.11.2024 р. Температура зовнішнього повітря становила: -2°C .

Вимірювані параметри склали:

1) середня температура повітря по приміщенням будівлі склала $T_{\text{в}} = 20^{\circ}\text{C}$, що відповідає санітарним вимогам [9].

2) температура теплоносія в системі опалення $T_1 = 60^{\circ}\text{C}$; $T_2 = 44^{\circ}\text{C}$ (згідно показань пірометра).

3) відносна вологість повітря – 55%, що відповідає вимогам норм і правил [9].

1.6 Аналіз споживання енергоносіїв та води

На об'єкті ведеться облік споживання теплової енергії, електричної енергії та холодної води. Зняття показань відбуваються в кінці кожного місяця та передаються до відповідних надавачів послуг.

1.6.1 Аналіз обсягів споживання теплоенергії

Помісячне споживання теплової енергії у 2020, 2021, 2022 та 2023 роках наведено в таблиці 1.4 та на рисунку 1.6 в одиницях виміру на основі даних журналів обліку теплової енергії об'єкта.

Таблиця 1.4 – Величина споживання теплової енергії за 2021 – 2024 роки, Гкал

Місяці	2021 рік, Гкал	2022 рік, Гкал	2023 рік, Гкал	2024 рік, Гкал
Січень	16,1	16,2	17,1	17,2
Лютий	14,2	7,3	13,7	13,2

Продовження таблиці 1.4

Березень	7,1	4,1	6,2	6,1
Квітень	2,2	0	2,3	2,2
Травень	0	0	0	0
Червень	0	0	0	0
Липень	0	0	0	0
Серпень	0	0	0	0
Вересень	0	0	0	0
Жовтень	7,2	7,4	8,2	0
Листопад	9,5	9,9	8,1	0
Грудень	10,5	11,8	11,1	-
Всього	66,8	56,7	66,7	-

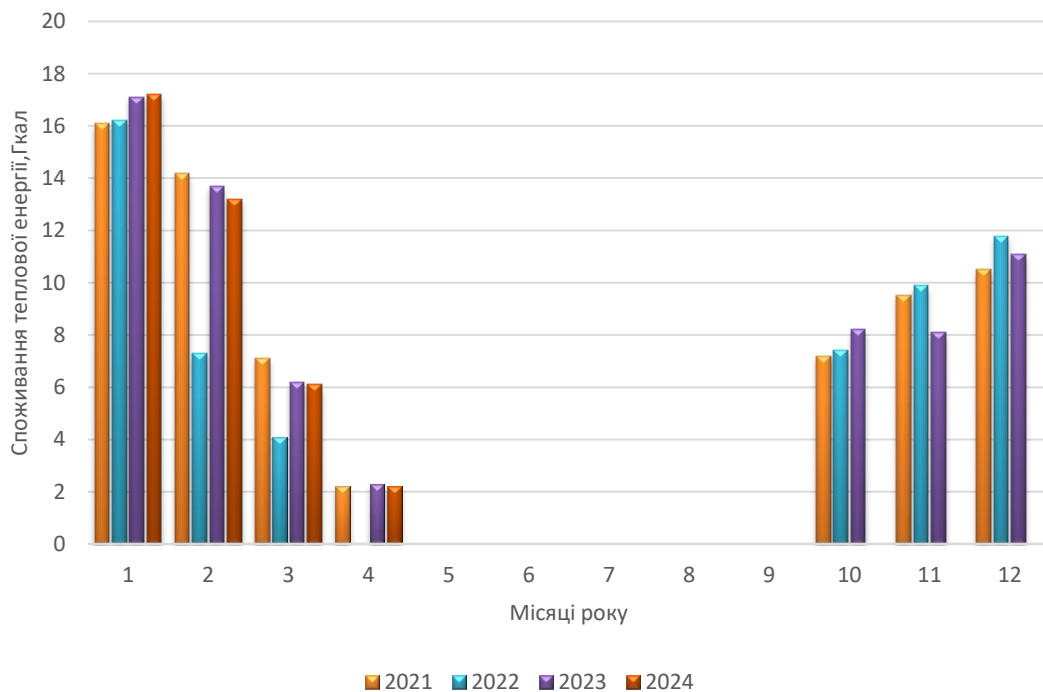


Рисунок 1.9 - Діаграма споживання теплової енергії за 2021-2024 роки

З діаграми видно, що споживання теплової енергії відбувається тільки в опалювальний період. Споживання по рокам більш-менш рівномірне. Це пояснюється контролем за споживанням.

Найменше теплової енергії споживалось в лютому та березні місяці 2022 року. Це пов'язано з повномасштабним вторгненням РФ на територію України. Будівля була зачинена, відвідувачів не було. Витрата теплоносія була на мінімумі.

1.6.2 Аналіз обсягів споживання електричної енергії

Помісячне споживання електричної енергії у 2021, 2022 та 2023 роках наведено в таблиці 1.5 та на рисунку 1.10 в одиницях виміру на основі даних журналів обліку електроенергії наданих на об'єкті енергетичного обстеження.

Таблиця 1.5 – Величина споживання електричної енергії за 2021 – 2023 роки

Місяці	2021 рік, кВт·год	2022 рік, кВт·год	2023 рік, кВт·год
Січень	1040	1110	1150
Лютий	980	960	1050
Березень	960	100	980
Квітень	1010	150	975
Травень	780	165	1020
Червень	890	250	964
Липень	910	450	934
Серпень	1020	750	980
Вересень	860	950	1060
Жовтень	845	920	860
Листопад	910	965	980
Грудень	1120	920	1030
Всього	11325	7690	11983

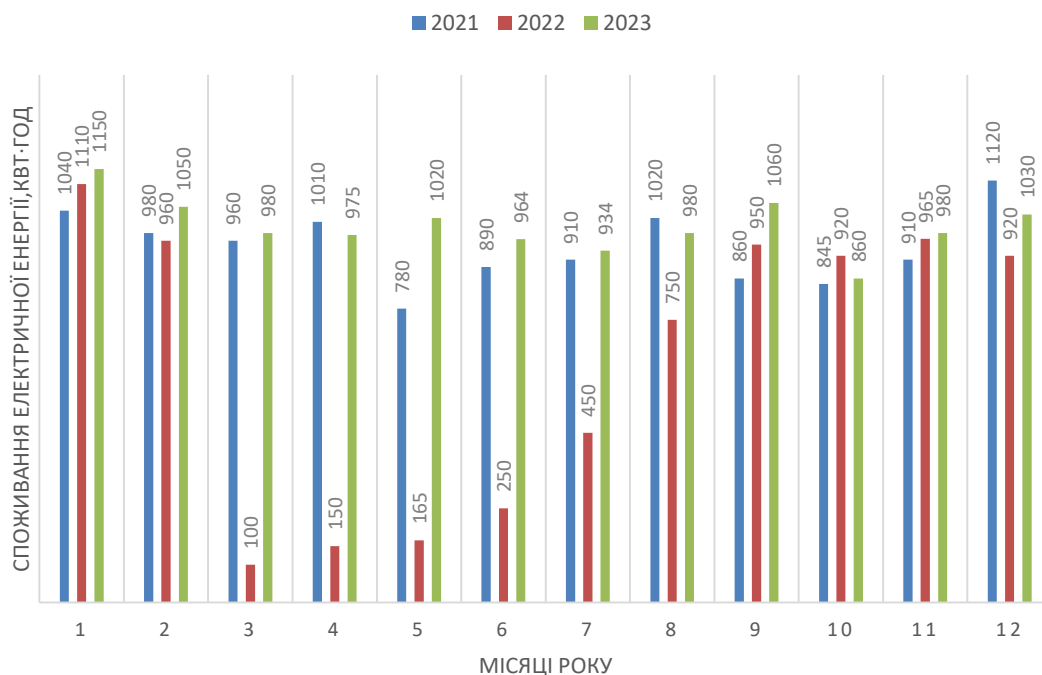


Рисунок 1.10 – Діаграма споживання електричної енергії за 2021-2023 роки

З діаграми видно, що незначне зростання рівня споживання електричної енергії відбувається в осінньо-зимовий період. Це пояснюється тим, що світловий день зменшується, більше використовується штучних джерел освітлення.

В 2021 та 2023 році рівень споживання майже однаковий. Це пояснюється контролем за режимами споживання електричної енергії.

Найменше електричної енергії споживалося в 2022 році. Це пов'язано з повномасштабним вторгненням РФ на територію України. Кількість відвідувачів та працівників в даний період була мінімальна.

1.6.3 Аналіз обсягів споживання води

Помісячне споживання води у 2021, 2022 та 2023 роках наведено в таблиці 1.4 та на рисунку 1.11 в одиницях виміру на основі даних журналів обліку води об'єктів.

Таблиця 1.6 – Споживання холодної води за 2021-2023 роки

Місяці	2021 рік, м ³	2022 рік, м ³	2023 рік, м ³
Січень	15	17	19
Лютий	14	15	14
Березень	14	1	12
Квітень	12	1	14
Травень	13	6	15
Червень	11	10	13
Липень	13	12	16
Серпень	14	15	16
Вересень	16	16	19
Жовтень	15	16	17
Листопад	17	18	17
Грудень	18	17	18
Всього	172	144	190



Рисунок 1.11 - Діаграма споживання води за 2021-2023 роки

Як видно з діаграми рівень споживання води в 2021 та 2021 році майже не змінний. Це пов'язано з контролем за режимом споживання.

Найменше води споживалося в 2022 році. Це пов'язано з повномасштабним вторгненням РФ на територію України. Кількість відвідувачів у будівлі була мінімальною.

1.7 Розрахунковий аналіз показників енергоефективності

1.7.1 Техніко-економічний аналіз споживання теплової енергії

Питома енергопотреба (EP) – показник енергетичної ефективності будівлі, що визначає кількість енергії, яку необхідно подати до або видалити з кондиціонованого об'єму для забезпечення нормованих теплових умов мікроклімату в приміщеннях, і належить до одиниці опалюваної (кондиціонованої) площі або об'єму будівлі [10]:

$$EP_{use} = \frac{Q_H}{A_f}, \frac{\text{кВт}\cdot\text{год}}{\text{м}^3} \quad (1.1)$$

де Q_H – величина споживаної теплової потужності будинку за весь опалювальний період (за обліковими даними), кВт·год;

A_f – опалювальний об'єм будівлі, м³.

Питома потреба на опалення будинків повинна відповідати умові [10]:

$$EP_{use} \leq EP_p, \quad (1.2)$$

де EP_{use} – питома річна енергопотреба будівлі, кВт·год/м³;

EP_p – граничне значення питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні житлових та громадських будівель, що встановлюється згідно з мінімальними вимогами до енергетичної ефективності будівель, кВт год/м³ [10].

Нормативна питома енергопотреба для будівель медичних закладів згідно [10]:

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

Згідно наданих об'єктом енергетичного обстеження облікових даних, фактичні питомі тепловитрати на опалення будівлі за опалювальний рік становлять:

- за 2021-2022 рік – $Q_{оп} = 66,8$ Гкал;
- за 2022-2023 рік – $Q_{оп} = 56,7$ Гкал;
- за 2023-2024 рік – $Q_{оп} = 66,7$ Гкал.

Значення фактичних питомих енерговитрат за періодами опалення становлять:

- за 2021-2022 рік – $EP = 0,034$ Гкал/м³;
- за 2022-2023 рік – $EP = 0,029$ Гкал/м³;
- за 2023-2024 рік – $EP = 0,034$ Гкал/м³.

Осереднене значення показника енергоефективності будинку за визначеними роками становить – $EP = 0,032$ Гкал/м³.

Клас енергетичної ефективності будівлі визначимо за формулою, згідно [10]:

$$\Delta_{EP} = \left(\frac{EP_{use} - EP_p}{EP_p} \right) \cdot 100\%, \quad (1.3)$$

Клас енергетичної ефективності будівлі:

$$\Delta_{EP} = \left(\frac{0,032 - 0,026}{0,026} \right) \cdot 100\% = 20\%$$

Згідно з [10] дана будівля відноситься до класу енергетичної ефективності «D».

Такий стан усіх технічних та конструктивних елементів, що визначають енергоефективність виробничих процесів та підтримання теплового балансу в будівлі, слід розглядати як такий, що не відповідає сучасним вимогам енергоефективності.

1.7.2 Техніко-економічний аналіз споживання електричної енергії

Техніко-економічний аналіз споживання електричної енергії можна зробити за рахунок порівняння фактичних норм споживання електричної енергії з нормованим значенням.

Згідно з [11] норма споживання електричної енергії для поліклініки складає 285 кВт·год/відвідувача.

$$\text{- 2021 рік: } \frac{11325 \text{ кВт}\cdot\text{год}}{30} = 377,4 \text{ кВт}\cdot\text{год/відвідувача};$$

$$\text{- 2022 рік: } \frac{7690 \text{ кВт}\cdot\text{год}}{30} = 256,3 \text{ кВт}\cdot\text{год/відвідувача}.$$

$$\text{- 2022 рік: } \frac{11983 \text{ кВт}\cdot\text{год}}{30} = 399 \text{ кВт}\cdot\text{год/відвідувача}.$$

Для будівлі фактичне споживання перевищує нормоване, що є поганим показником. Але враховуючи те, що даний заклад є приватним, ліміти щодо споживання електричної енергії відсутні.

1.7.3 Техніко-економічний аналіз споживання води

Аналіз графіків зміни витрат води по місяцям року показує відповідність витрат води нормативам. За відомими величинами місячних витрат води і відомій кількості працівників та відвідувачів у будівлі визначено питомі показники витрат холодної на одну особу за добу, які можна порівняти з нормативними величинами [12]. Норма витрат води для будівлі на одну людину становить – 15 л/добу [12].

$$\text{- 2021 рік } \left(\frac{172000 \text{ л}}{45} \right) / 365 = 10 \text{ л/добу};$$

$$\text{- 2022 рік } \left(\frac{144000 \text{ л}}{45} \right) / 365 = 9 \text{ л/добу};$$

- 2023 рік ($\frac{190000\text{л}}{45}$)/365днів = 12 л/добу.

Порівняння норми витрат води і дійсних величин витрат показує, що реальні значення не перевищують нормовані. Це є гарним показником.

1.8 Аналіз енергетичного балансу будівлі

Розрахунки системи енергопостачання будівлі виконано згідно методики [13].

1.8.1 Розрахунковий аналіз обстежуваної системи енергопостачання

Розрахунок термічного опору огороджувальних конструкцій

Приведений опір теплопередачі дійсних огороджувальних конструкцій $R_{\Sigma\text{пр}}$, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ повинний бути не менше за вимагаємих значень $R_{q\text{ min}}$, які визначаються виходячи із санітарно-гігієнічних та комфортних умов і умов енергозбереження [13].

Для зовнішніх огороджувальних конструкцій опалюваних будинків та споруд обов'язкове виконання умови [13]:

$$R_{\Sigma\text{пр}} \geq R_{q\text{ min}}, \quad (1.4)$$

де $R_{\Sigma\text{пр}}$ – приведений опір теплопередачі непрозорої огороджувальної конструкції чи непрозорої частини огороджувальної конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$;

$R_{q\text{ min}}$ – мінімально допустиме значення опору теплопередачі непрозорої огороджувальної конструкції чи непрозорої частини огороджувальної конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ [13].

Мінімально допустиме значення, $R_{q\text{ min}}$, опору теплопередачі непрозорих огороджувальних конструкцій, світлопрозорих огороджувальних конструкцій,

дверей та воріт промислових будинків встановлюється згідно від температурної зони експлуатації будинку, тепловологісного режиму внутрішнього середовища.

R_i – термічний опір i -го шару конструкції, що розраховується за формулою [13]:

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}}, \quad (1.5)$$

де δ_i – товщина i -го шару конструкції, м;

λ_{ip} – теплопровідність матеріалу i -го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації, Вт/(м · К) [13];

n – кількість шарів в конструкції за напрямком теплового потоку.

Приведений опір теплопередачі, $R_{\Sigma np}$, м²·К/Вт, непрозорої огорожувальної конструкції при перевірці виконання умови за формулою (1.4) розраховується за формулою:

$$R_{\Sigma np} = \frac{1}{\alpha_6} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_3} = \frac{1}{\alpha_6} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{\alpha_3} \quad (1.6)$$

де α_6 , α_3 – коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, Вт/(м²·К);

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

n – кількість шарів в конструкції за напрямком теплового потоку;

R_i – термічний опір i -го шару конструкції, згідно формули (1.2), м²·К/Вт.

Розрахунок тепловтрат

При дотриманні оптимальних умов теплового балансу приміщень будинків необхідно щоб виконувалася в них умова рівності між тепловтратами і теплонадходженнями.

Сумарні розрахункові тепловтрати приміщень згідно [13]:

$$\sum Q_{\text{втр}} = \sum Q_0 + \sum Q_{\text{д}} + \sum Q_{\text{інф}} + \sum Q_{\text{в}}, \text{ Вт} \quad (1.7)$$

де $\sum Q_0$ – сумарні втрати теплоти через зовнішні огорожувальні конструкції будівлі, Вт;

$\sum Q_{\text{д}}$ – сумарні додаткові втрати теплоти через зовнішні огорожувальні конструкції, Вт;

$\sum Q_{\text{інф}}$ – сумарні додаткові втрати теплоти на інфільтрацію холодного повітря, Вт;

$\sum Q_{\text{в}}$ – сумарні додаткові втрати теплоти на витяжну вентиляцію, Вт.

Тепловтрати через огорожувальні конструкції будівлі (стіни, стелі, світлові прорізи, двері, підлоги)

$$Q_0 = \frac{F_{\text{озр}}}{R_{\Sigma\text{пр}}} \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{з}}) \cdot n, \text{ Вт} \quad (1.8)$$

де $F_{\text{озр}}$ – розрахункова площа поверхні огорожувальної конструкції, м²;

$R_{\Sigma\text{пр}}$ – опір теплопередачі огорожувальної конструкції (за результатами проведених розрахунків), м²·°C/Вт [13];

$t_{\text{в}}, t_{\text{з},\text{п}}$ – відповідно температури усередині приміщення і зовнішнього повітря, °C ;

n – коефіцієнт, прийнятий залежно від положення зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції відносно зовнішнього повітря.

Сумарні втрати теплоти через огорожувальні конструкції визначаються по наступному вираженню

$$\sum Q_0 = \sum Q_{\text{ст}} + \sum Q_{\text{стл}} + \sum Q_{\text{вкн}} + \sum Q_{\text{з.д}} + \sum Q_{\text{подл}}, \text{ Вт} \quad (1.9)$$

де ΣQ_{cm} – сумарні втрати теплоти через зовнішні огороження (вертикальної конструкції), Вт;

ΣQ_{ctl} – сумарні втрати теплоти через стелю (покриття), Вт;

ΣQ_{vkn} – сумарні втрати теплоти через світлові прорізи, Вт;

$\Sigma Q_{z.d}$ – сумарні втрати теплоти через ворота, обчислені для приміщень у яких є вихід на зовнішню сторону будинку, Вт ;

ΣQ_{ndl} – сумарні втрати теплоти через неутеплені підлоги на ґрунті, Вт.

Розрахунок додаткових тепловтрат через огорожувальні конструкції

Додаткові втрати тепла через огорожувальні конструкції будівель обумовлені наявністю багатьох різних неврахованих факторів, що підвищують величини основних тепловтрат на деякі частки від їхніх значень.

Додаткові тепловтрати через зовнішні стіни, обумовлені орієнтацією будинків

$$\Sigma Q_{op}^o = \Sigma Q_{cm} \cdot \beta_{op}, \text{ Вт} \quad (1.10)$$

де ΣQ_{cm} – сумарні тепловтрати зовнішні стіни приміщень, Вт;

β_{op} – коефіцієнт добавки на орієнтацію зовнішньої стіни стосовно сторін світу [13].

Додаткові тепловтрати через неутеплені підлоги розташованими на ґрунті або над холодними підвалами

$$\Sigma Q_{ndl}^o = 0,13 \cdot Q_{ndl}, \text{ Вт} \quad (1.11)$$

де Q_{ndl} – втрати теплоти через неутеплені підлоги, Вт.

Величина сумарних додаткових втрат теплоти через огорожувальні конструкції

$$\sum Q_{\partial} = \sum Q_{op}^{\partial} + \sum Q_{\partial}^{\partial} + \sum Q_{\partial}^{\partial}, \text{ Вт} \quad (1.12)$$

де: $\sum Q_{op}^{\partial}$ – сумарні додаткові тепловтрати через зовнішні огороження на орієнтацію, Вт;

$\sum Q_{\partial}^{\partial}$ – сумарні тепловтрати по висоті приміщень, Вт;

$\sum Q_{\partial}^{\partial}$ – сумарні тепловтрати через неутеплені підлоги, Вт.

Додаткові втрати теплоти на інфільтрацію холодного повітря [13].

Додаткові тепловтрати на інфільтрацію повітря через світлові прорізи

$$Q_{\partial}^{inf} = 0,28 \cdot G_{n,\partial} \cdot F_{\partial} \cdot c \cdot (t_{\partial} - t_{z,p}) \cdot n_{\partial}, \text{ Вт} \quad (1.13)$$

де c – питома теплоємність повітря, що дорівнює 1,005 кДж/кг·°С [13];

t_{∂} , $t_{z,p}$ - відповідно температури внутрішнього повітря приміщення і зовнішнього повітря, °С;

$G_{n,\partial}$ – кількість інфільтрованого холодного повітря через нещільність віконного огороження, кг/(м²·год);

F_{∂} – площа віконного прорізу, м².

n_{∂} – кількість однотипних вікон.

Додаткові тепловтрати на інфільтрацію повітря через відкриті двері

З урахуванням дії вітру масова витрата повітря, що уривається через відкриті двері, може бути визначена за рівнянням [13]:

$$G_{\partial} = B \cdot H \cdot [0,33 \cdot k_q \cdot (g \cdot H \cdot \Delta\rho / \rho_c) \cdot 0,5 + 0,125 \cdot v] \cdot \rho_c, \text{ кг/с} \quad (1.14)$$

де B і H – ширина та висота дверей відповідно, м;

k_q – коефіцієнт витрати (для незахищених дверей 0,8) [13];

g – прискорення вільного падіння, $9,81 \text{ м/с}^2$ [13];

v – швидкість вітру під кутом до дверей (I-а кліматична зона – 2 м/с ; II-а кліматична зона – $2,1 \text{ м/с}$) [13];

$\Delta\rho$ – різниця густин повітряних мас ($\Delta\rho = \rho - \rho_c$), кг/м^3 ;

ρ_c – середня густина повітряних мас, кг/м^3 (при нормальних умовах $\rho = 1,3 \text{ кг/м}^3$):

$$\rho_c = \frac{353}{[273 + 0,5 \cdot (t_g + t_{cp.on})]} \quad (1.15)$$

де $t_{cp.on}$ – середня за опалювальний період температура зовнішнього повітря, $^{\circ}\text{C}$;

Теплова потужність, яка необхідна для нагріву повітря, що вривається у двері без повітряної завіси, знаходиться за формулою:

$$Q_{ep}^{inf} = G_{ep} \cdot c \cdot (t_g - t_{z.p}) \cdot k_g, \text{ кВт} \quad (1.16)$$

де G_{ep} – масова витрата зовнішнього повітря, що поступає через ворота, кг/с ;

c – питома теплоємність повітря, що дорівнює $1,005 \text{ кДж/кг} \cdot ^{\circ}\text{C}$ [13];

t_g і $t_{z.p}$ – температура внутрішнього повітря приміщення і зовнішнього повітря, $^{\circ}\text{C}$;

k_g – коефіцієнт, що враховує фактичний час відкриття воріт протягом години.

Додаткові тепловтрати на інфільтрацію повітря через нещільність дверей

$$Q_{3,0}^{inf} = 0,28 \cdot G_{3,0} \cdot c \cdot (t_6 - t_3), \quad (1.17)$$

де c – питома теплоємність повітря, що дорівнює $1,005$ кДж/кг·°С;

$t_в$, $t_{3,p}$ – відповідно температури внутрішнього повітря приміщення і розрахункового зовнішнього повітря, °С;

$G_{3,д}$ – кількість інфільтрованого холодного повітря крізь неущільнені ворота, кг/год:

$$G_{3,д} = b_{н,д} \cdot L_{н,д} \cdot v_{ср,н,д} \cdot m_n \cdot 3600, \quad (1.18)$$

де $b_{н,д}$ – ширина встановленої дверної або іншої нещільності (приймається 5 мм), м;

$L_{н,д}$ – довжина нещільності (береться загальний периметр дверей), м;

$v_{ср,н,д}$ – осереднена швидкість інфільтрації холодного повітря через нещільність (приймається $0,8$ м/с), м/с [13];

m_n – маса 1 м³ повітря (для практичних розрахунків беруть $m_n = 1,3$ кг).

Сумарні додаткові втрати теплоти на інфільтрацію холодного повітря

$$\sum Q_{inf} = Q_{вкн}^{inf} + Q_{ср}^{inf} + Q_{3,д}^{inf}, \text{ Вт} \quad (1.19)$$

Додаткові тепловтрати на витяжну вентиляцію

У випадку природної вентиляції розрахунок втрат теплоти проводиться по наступній залежності

$$Q_6 = 0,28 \cdot V_{II} \cdot c \cdot \rho \cdot (t_6 - t_{3,p}) \cdot n_k \cdot k_V, \text{ Вт} \quad (1.20)$$

де c – питома теплоємність повітря, що дорівнює $1,005$ кДж/кг·°С [13];

t_6 і $t_{3,p}$ – температура внутрішнього повітря приміщення і розрахункового зовнішнього повітря, °С;

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

ρ – густина повітря, яке видаляється з приміщення, $\rho=1,3$ кг/м³ [13];

n_k – кратність повітрообміну приміщення, год⁻¹ (за умовою завдання);

k_V – коефіцієнт, що враховує зменшення внутрішнього об'єму приміщення із-за розташування в ньому різного обладнання (приймається $k_V=0,85$) [13].

1.8.2 Розрахунок теплонадходжень

Теплонадходження від людей

$$Q_l = q_l \cdot n_l, \text{ Вт} \quad (1.21)$$

де q_l – явні теплонадходження від людей, Вт;

n_l – кількість людей.

Теплонадходження від працюючого електроустаткування

$$Q_{el} = N_{el} \cdot (1 - k_{II} \cdot \eta + k_T \cdot k_{II} \cdot \eta) \cdot k_c, \text{ Вт} \quad (1.22)$$

де N_{el} – номінальна потужність електроустаткування, Вт;

k_{II} – коефіцієнт завантаження;

η – ККД електроустаткування;

k_T – коефіцієнт переходу тепла в приміщення;

k_c – коефіцієнт попиту на електроенергію;

Теплонадходження від джерел освітлення

$$Q_{осв} = N_l \cdot k_{осв} \cdot n_l \cdot k_3, \text{ Вт} \quad (1.23)$$

де N_l – потужність одного джерела освітлення, Вт;

$k_{осв}$ – коефіцієнт переходу електричної енергії в теплову;

k_3 – коефіцієнт завантаження освітлення;

n_l – кількість однотипних джерел освітлення.

Теплонадходження від сонячної радіації

$$Q_{рад} = (q_c \cdot F_c + q_T \cdot F_T) \cdot k_{о.п}, \text{ Вт} \quad (1.24)$$

де q_c , q_T – відповідно тепловий потік, що надходить через 1 м² скління, освітленого сонцем і перебуваючого в тіні, Вт/м² ($q_c=250$ Вт/м²; $q_T=100$ Вт/м²);

F_c , F_T – площі заповнення світлових прорізів, відповідно освітлених і затінених, м²;

$k_{о.п}$ – коефіцієнт відносного проникнення сонячної радіації через заповнення світлового прорізу ($k_{о.п}=0,6$) [13].

Сумарні теплонадходження

$$Q_{тн} = Q_l + Q_{ел} + Q_{осв} + Q_{рад}, \text{ Вт} \quad (1.25)$$

Визначення теплової потужності всієї будівлі

$$\Delta Q = \Sigma Q_{втр} - \Sigma Q_{тн}, \text{ Вт} \quad (1.26)$$

де $\Sigma Q_{втр}$ - сумарні тепловтрати по всій будівлі, Вт;

$\Sigma Q_{тн}$ - сумарні теплонадходження по всій будівлі, Вт.

Вихідні дані та результати розрахунку наведені в таблицях 1.7,1.8,1.9.

Розрахунок проводився за допомогою текстового редактора Microsoft Excel [14] (Додаток Б).

Таблиця 1.7 – Значення вихідних даних

№/п	Найменування конструктивних елементів	Матеріал	Товщина шару, $\delta, м$	Теплопровідність, $\lambda, \frac{Вт}{м \cdot К}$
1	Зовнішні стіни	Цегла на цементно-піщаному розчині	0,55	0,7
		Штукатурка	0,02	0,7
2	Стеля	Залізобетонна плита	0,22	1,92
		Цементно-піщаний розчин	0,25	0,7
		Утеплювач	0,4	0,12
3	Підлога	Цементно-піщаний розчин	0,04	0,7
		Залізобетонна плита	0,25	1,92
		Шар декоративної плитки	0,01	0,38

Таблиця 1.8 - Значення опору теплопередачі огорожувачих конструкцій

Вид огорожувальної конструкції	Допустиме значення опору теплопередачі $R_{q \min}, м^2 \cdot К/Вт$	Приведений опір теплопередачі $R_{\Sigma пр}, м^2 \cdot К/Вт$
Зовнішня стіна	4.0	1,3
Стеля:	7.0	2,9
Вікна	0.9	0,75
Двері	0.7	0,6
Підлога	5.0	0,9

Таблиця 1.9 – Результати розрахунку

Результати розрахунку теплової потужності будівлі				
Назва приміщення	Сумарна величина тепловтрат $\Sigma Q_{втр}, Вт$	Сумарна величина теплонадходжень $\Sigma Q_{тн}, Вт$	Величина теплової потужності $\Delta Q, Вт$	Розрахункові річні витрати теплоти на опалення будівлі до впровадження ЕЗЗ, кВт
Медичний заклад	60442, 95	13530,5	46912,5	100125,1

1.9 Висновки до розділу

1) При візуальному обстеженні встановлено, що зовнішні огорожувальні конструкції будівлі без видимих дефектів.

2) Система теплопостачання в будівлі - централізована. Джерелом теплопостачання є Сумська ТЕЦ. Теплова магістраль №4.

3) Водопостачання та водовідведення здійснюється централізовано КП «Міськводоканалом» СМР.

4) В будівлі встановлені лічильники обліку теплової енергії, електричної енергії та холодної води.

5) Виконано аналіз споживання енергетичних ресурсів та їх порівняння з нормативними показниками. Фактичні споживання теплової та електричної енергії перевищують нормовані значення. Фактичні споживання холодної води не перевищують нормовані значення.

6) Розрахунки показали, що клас енергетичної ефективності будівлі – «D».

7) За допомогою далекоміра, пірометра, універсального вимірювача було виміряно температуру предметів в середині приміщень та геометричні розміри будівлі.

8) Виконано розрахунок опорів теплопередачі зовнішніх огорожуючих конструкцій, основних видів тепловтрат та теплонадходжень.

9) Виконано розрахунок теплової потужності будівлі, яка склала **46912,5 Вт**.

2 РОЗРАХУНКОВИЙ АНАЛІЗ УМОВ ЗАПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНИХ ЗАХОДІВ

2.1 Опис можливих енергозбережних заходів

Альтернативне енергозабезпечення будівель в умовах війни набуває особливої актуальності через можливі перебої в централізованих постачаннях енергії. Рішення для автономного або альтернативного енергозабезпечення повинні бути надійними, ефективними і доступними в кризових умовах.

В Україні використання сонячних панелей швидко набуває широкої популярності. Законодавчі ініціативи та програми підтримки від уряду сприяють розвитку сонячної енергетики. Багато підприємств, приватних осель та промислових об'єктів в Україні встановлюють сонячні батареї для забезпечення власного енергоспоживання, що сприяє зменшенню витрат на оплату електроенергії та навантаженню на місцеву електромережу.

Це дозволяє зменшити викиди вуглецю, залежність від традиційних джерел енергії та сприяє створенню більш стабільних та екологічних систем енергопостачання як в Україні, так і в усьому світі [15].

Сонячні панелі можуть забезпечувати будівлю електроенергією навіть за умови повної відсутності централізованого енергопостачання. Для забезпечення енергетичної незалежності потрібна система з акумуляторами, що зберігають енергію на випадок відсутності сонячного світла.

Переваги: тривала автономність, безпека, екологічність.

Недоліки: висока початкова вартість установки, залежність від погодних умов.

Вітрові електростанції.

Вітрові турбіни можуть використовуватися для вироблення електроенергії, особливо в регіонах з постійними вітрами. У поєднанні з іншими альтернативними джерелами енергії це може забезпечити стабільне постачання електрики.

Переваги: незалежність від централізованих мереж, може використовуватись цілорічно.

Недоліки: залежність від погодних умов, обмежена ефективність у міських умовах.

Біопаливні установки.

Біопаливо — це органічні матеріали, що можуть бути використані для виробництва електроенергії або опалення. Це може бути паливо з рослинних решток, деревини або органічних відходів.

Переваги: доступність сировини, низька вартість експлуатації.

Недоліки: вимагає постійного постачання сировини, може бути трудомістким у налаштуванні та обслуговуванні.

Генератори на паливі.

Генератори, що працюють на дизельному або бензиновому паливі, часто використовуються для резервного постачання електроенергії. Це практичне рішення в короткостроковій перспективі.

Переваги: швидкість розгортання, доступність.

Недоліки: високі витрати на паливо, шум, викиди, обмежена автономність.

Акумуляторні системи.

Зберігання електроенергії в акумуляторах є важливим елементом енергетичної автономії. У поєднанні з сонячними панелями чи іншими джерелами енергії, вони дозволяють забезпечувати стабільне електропостачання навіть під час збоїв.

Переваги: безшумність, екологічність.

Недоліки: обмежений час роботи, висока вартість акумуляторів.

Геотермальні системи.

Геотермальні теплові насоси використовують тепло землі для забезпечення будівель теплом або електроенергією. Це надійний метод у регіонах з відповідними геологічними умовами.

Переваги: стабільність і автономність, екологічність.

Недоліки: висока початкова вартість, залежність від географічних умов.

Одним з найважливіших питань, яке має вирішити під час переходу на альтернативні джерела енергії, є забезпечення стабільності функціонування енергосистеми, покриття пікового споживання та компенсація нестабільності генерації при використанні відновлюваних джерел енергії [16].

Раніше балансування системи здійснювалося за рахунок підключення теплових електростанцій, що працюють на газі. Вони мають дуже низьку інерційність і здатні виходити на робочий режим у найкоротший термін. За модернізації енергетичної системи України проблему балансуєчих потужностей можна вирішити за рахунок будівництва промислових накопичувачів енергії. За оцінками експертів, на початковому етапі Україні потрібно буде побудувати сховища ємністю 700-800 МВт [16].

Таке рішення має кілька переваг [16]:

- підключення балансуєчих потужностей відбувається максимально швидко, що дозволяє забезпечити стабільність енергосистеми та частоти генерації;
- компенсувати потужності теплових електростанцій, які виробили свій ресурс або зруйновані після завдання ударів;
- забезпечити споживачів, насамперед – критичні об'єкти інфраструктури на випадок форс-мажорних ситуацій;
- покращити екологічну обстановку - використання промислових накопичувачів енергії не призводить до викидів в атмосферу вуглекислого газу.

Україна має чудові стартові можливості, щоб провести перехід на альтернативні джерела енергії [16].

2.2 Розрахунковий аналіз можливих енергозбережних заходів

2.2.1 Встановлення теплового насосу для системи опалення будівлі

Для опалення будівлі вибираємо тепловий насос Viessmann Vitocal 300-G 85 кВт [17] (рис 2.1). Це сучасний тепловий насос який призначений для опалення

великих будівель. Має сучасний дизайн, та простоту при монтажу та в процесі керування[17].

Основні характеристики теплового насосу наступні [17]:

- потужність – 85 кВт [17];
- температура подачі теплоносія – до 70⁰С [19];
- температура зворотнього теплоносія – 50⁰С;
- два циркуляційні насоси з вбудованим частотним регулюванням;
- основні розміри: висота – 1900 мм; ширина – 800 мм; глибина – 800 мм; вага – 220 кг [17].
- дисплей – цвітний.
-



Рисунок 2.1 – Загальний вигляд теплового насосу типу [17]

Окрім теплового насоса, для медзакладу необхідно враховувати споживання гарячої води для гігієнічних потреб. Рекомендується встановити бак для зберігання гарячої води з об'ємом, відповідним кількості споживаної води. Розмір бака можна оцінити залежно від кількості осіб, що використовують гарячу воду.

Вартість теплового насоса та робота з установа та налагодження складає приблизно $K = 800000$ грн [17].

Даний проект спрямований на відмову від централізованої системи тепlopостачання та встановлення альтернативного обладнання для теплозабезпечення будівлі.

Тариф за споживання теплової енергії становить 4101,43 грн/Гкал.

Тоді споживання теплової енергії будівлею у грошовому еквіваленті за 2023-2024 рік складає:

$$E_{\text{онал}} = 4101,43 \cdot 66,7 = 273565,4 \text{ грн.}$$

Розрахуємо річну економію коштів після впровадження заходу:

- Необхідна потужність теплового насосу $\Delta Q = 46912,5$ кВт.
- циркуляційні насоси споживають $W_{\text{ц.н.}} = 600$ кВт·год за рік.
- COP теплового насосу – 4,5.

Визначимо споживання електричної енергії тепловим насосом за формулою:

$$COP = \frac{\Delta Q}{W_{\text{Т.Н.}}}, \quad (2.1)$$

де ΔQ – тепла енергія яку виробив насос;

$W_{\text{Т.Н.}}$ – споживання електричної енергії тепловим насосом.

Тоді:

$$W_{\text{Т.Н.}} = \frac{\Delta Q}{COP} = \frac{46912,5}{4,5} = 10425 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Сумарне споживання електричної енергії:

$$W = W_{\text{Т.Н.}} + W_{\text{ц.н.}}, \quad (2.2)$$

де $W_{\text{Т.Н.}}$ – споживання електричної енергії тепловим насосом;

$W_{ц.н}$ – споживання електричної енергії циркуляційними насосами.

$$W = 10425 + 600 = 11025 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

В грошовому еквіваленті:

$$E_{\text{елект}} = 11025 \cdot 6,2 = 68355 \text{ грн.}$$

Грошова економія складе:

$$\Delta E = 273565,4 - 68355 = 205210,4 \text{ грн / рік.}$$

Простий термін окупності:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K}{\Delta E} = \frac{800000}{205210,4} = 3,9 \text{ року.}$$

Виконаємо розрахунок дисконтованого терміну окупності даного енергозбережного заходу згідно методики [18].

Результати розрахунку наведено в таблиці 2.1

Таблиця 2.1 – Результати розрахунку дисконтованого терміну окупності

Рік	Інвестиції I (капітальні витрати), грн	Вигоди D (дохід), грн	чистий грошовий потік, P_t , грн	Дисконтний множник за ставкою $r=r_1$	Приведен а дисконтна вартість, грн.	NPV, грн
0	-800000	-800000		1		
1	0	205210,4	-594789,6	0,909	186555	-613445
2	0	205210,4	-389579,2	0,826	169595	-443850
3	0	205210,4	-184368,8	0,751	154178	-289672
4	0	205210,4	20841,6	0,683	140161	-149511
5	0	205210,4	226052	0,621	127420	-22091

Продовження таблиці 2.1

6	0	205210,4	431262,4	0,564	115836	93745
7	0	205210,4	636472,8	0,513	105305	199050
8	0	205210,4	841683,2	0,467	95732	294782
9	0	205210,4	1046893,6	0,424	87029	381812
10	0	205210,4	1252104	0,386	79117	460929
6	0	205210,4	431262,4	0,564	115836	93745
7	0	205210,4	636472,8	0,513	105305	199050
8	0	205210,4	841683,2	0,467	95732	294782
9	0	205210,4	1046893,6	0,424	87029	381812
10	0	205210,4	1252104	0,386	79117	460929

Дисконтований термін окупності згідно [18]:

$$PP = 5 + \frac{800000 - 777909}{115836} \approx 5,1 \text{ років}$$

2.2.2 Встановлення сонячної електростанції

Для забезпечення будівлі електричною енергією для побутових потреб (освітлення та роботи насосів) виконаємо розрахунок сонячної електростанції. Для забезпечення необхідною кількістю електричної енергії необхідно приблизно 20 кВт/добу (5 кВт – циркуляційний насос. 15 кВт – система освітлення)

Методика розрахунку наведена в [19]:

Обираємо сонячні панелі Jinko Solar JKM-580N-72HL4-V N-type (рис.2.2) [20].

Врахуємо втрати на розряд-заряд акумулятора. Величину втрат приймемо 20%.

$$W_3^{зар} = 20 \cdot 1,2 = 24 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{добу}$$



Рисунок 2.2 – Вигляд сонячної панелі [20]

Потужність електричної енергії, що виробляється за допомогою однієї панелі:

$$W_3 = 0,5 \cdot 0,580 = 0,3 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{добу},$$

0,5 – поправковий коефіцієнт для зимового періоду відповідно [19];

0,580 – потужність однієї панелі, кВт/год [20]

Необхідна кількість панелей згідно [19]:

$$N = \frac{W_{\text{заг}}}{W} \quad (2.3)$$

Для зимового періоду:

$$N_3 = \frac{24}{0,3} = 80 \text{ панелей.}$$

Отже, для задоволення потреб у електроенергії необхідно встановити 160 фотоелектричних панелей.

Розміри фотоелектричної панелі складають 2278x1134x35 мм [20].

Необхідну ємність акумулятора знайдемо за формулою [19]:

$$Q = \frac{Q_3 \cdot t}{V \cdot k} \quad (2.4)$$

де t – час, на який потрібно зарезервувати електричну енергію, год;

V - напруга, В;

k – коефіцієнт використання акумулятора.

$$Q = \frac{24 \cdot 12}{12 \cdot 0,7} = 35 \text{ А} \cdot \text{год}.$$

Обираємо акумулятор LUXEON LX12-80MG - 12В - 75 А/ч [21].

Вартість фотоелектричних панелей, включаючи монтаж та допоміжне обладнання (50 % від вартості панелей) складає приблизно $K = 349440$ грн [20].

Розрахуємо термін окупності даного енергозберігаючого заходу.

Враховуючи, що насоси і основне освітлення використовується в опалювальний період маємо:

$$C = 20 \text{ кВт} \cdot \text{год} \times 187 \text{ днів} \cdot = 3740 \text{ кВт} \cdot \text{год} \text{ за рік};$$

В грошовому еквіваленті економія складе:

$$E = 6,2 \cdot 3740 = 23188 \text{ грн}$$

Термін окупності даного заходу складе:

$$T_{ок} = \frac{349440}{23188} = 15 \text{ років}.$$

2.2.3 Встановлення вітрогенератора

Вітрогенератор – пристрій, що перетворює кінетичну енергію вітру в електричну, що складається з віротурбіни, генератора та допоміжного обладнання.

Розрахунок проводимо за методикою [19].

Також врахуємо втрати на розряд-заряд акумулятора. Величину втрат приймемо 20% [19].

$$P^{заг} = 20 \cdot 1,2 = 24 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$$

Для забезпечення будівлі електричною енергією для потреб необхідно встановити вертикально-осьовий вітрогенератор потужністю 30 кВт (рис 2.3).

Місце встановлення біля будівлі медичного закладу.

Вибираємо вітрогенератор Н-типу RX-HV30K 30 кВт вертикальний

Вітрогенератори Н-типу мають вищу ефективність порівняно з традиційними вітрогенераторами завдяки своїй унікальній конструкції лопатей. Їх лопаті довші та вигнуті, що дозволяє їм вловлювати більше енергії вітру [22].

Унікальна конструкція лопатей зменшує кількість шуму, який вони створюють, роблячи їх більш придатними для житлових районів. Вітрогенератори Н-типу мають менше рухомих частин порівняно з традиційними вітрогенераторами, що означає, що вони потребують менше обслуговування та мають довший термін служби [22].

Основними перевагами вертикального осьового вітрогенератора є те, що вони можуть ефективно працювати при низькій швидкості вітру, що робить їх ідеальними для міських і приміських районів, де вітер часто бурхливий і непередбачуваний [22]. Потребують меншої площі, щоб генерувати таку ж кількість енергії, як горизонтальні вітрогенератори. Їхня конструкція полегшує доступ до компонентів вітрової турбіни, полегшуючи технічне обслуговування та ремонт.

Вертикальні вітряні турбіни працюють на нижчих обертах лопатей і з меншою ймовірністю завдають шкоди птахам і кажанам. Також вертикальні вітрогенератори часто вважаються більш естетично привабливими та менш нав'язливими, ніж горизонтальні [22].



Рисунок 2.3 - Вертикальний вітрогенератор [22]

Вартість вітряка включаючи доставку, монтаж та пускові роботи, складає приблизно $K = 1944038,6$ грн [22].

Розрахуємо термін окупності даного енергозберігаючого заходу.

Враховуючи, що насоси і основне освітлення використовується в опалювальний період маємо:

$$C = 20 \text{ кВт} \cdot \text{год} \times 187 \text{ днів} \cdot = 3740 \text{ кВт} \cdot \text{год за рік};$$

В грошовому еквіваленті економія складе:

$$E = 6,2 \cdot 3740 = 23188 \text{ грн}$$

Термін окупності даного заходу складе:

$$T_{ок} = \frac{1944038,6}{23188} = 83 \text{ роки.}$$

Початкові витрати на встановлення теплового насоса, сонячних панелей та вітрогенератора значні, і відчутно впливають на бюджет медичного закладу. Але вони є інвестицією в майбутнє. Враховуючи енергетичну незалежність, зниження витрат на електроенергію та екологічну користь, ці системи забезпечують надійну та ефективну альтернативу традиційним джерелам енергії, особливо в умовах кризи.

Важливо також враховувати екологічні переваги відновлюваних джерел енергії, таких як зменшення викидів парникових газів і інші від'ємні впливи на довкілля.

На даний час багато банків пропонують вигідні умови кредитування на впровадження відновлюваних джерел енергії.

Тому кожна ситуація унікальна, і важливо провести детальний аналіз враховуючи всі аспекти перед прийняттям рішення.

2.3 Висновки за розділом

В даному розділі виконано опис та розрахунок основних енергозбережних заходів.

Сума початкових капітальних вкладів значна. Але поступове впровадження даних заходів дозволить виконати альтернативне енергозабезпечення будівлі.

3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

3.1 Аналіз небезпечних і шкідливих факторів на об'єкті дослідження

Аналіз шкідливих та небезпечних факторів у медичному закладі є важливим для забезпечення безпеки пацієнтів, медичного персоналу та відвідувачів.

Медичні працівники зазнають інтенсивного психічного і морального напруження, їхня праця характеризується значним інтелектуальним навантаженням, вимагає оперативної і тривалої пам'яті, фізичної сили та витривалості. Адже вони відповідають за здоров'я і життя людей [23].

Медичні установи мають специфічні ризики, пов'язані з біологічними, хімічними, фізичними та психосоціальними факторами.

1) Біологічні фактори.

До біологічних факторів відносяться: віруси, патогенні мікроорганізми, білково-вітамінні препарати, імунологічні засоби. мікроорганізми - продуценти, живі клітини та спори мікроорганізмів, що містяться в бактеріальних препаратах.

Для захисту використовують засоби індивідуального захисту дотримання протоколів дезінфекції, ізоляція інфекційних хворих.

2) Хімічні фактори.

Згідно [23] до хімічних факторів відносять речовини хімічного походження, деякі речовини біологічної природи, які отримані хімічним синтезом та/або для контролю яких використовуються методи хімічного аналізу, аерозолі фіброгенної дії (пил); з'єднання сірки, фтору; оцтова, азотна кислоти; формальдегід, ртуть; пари етилового спирту, йоду, анестетиків.

Для захисту необхідно дотримуватись контролю за використанням хімічних речовин, дотримання інструкцій щодо зберігання та застосування, використання засобів індивідуального захисту.

3) Фізичні фактори.

До фізичних факторів відносяться [22]:

- мікроклімат (температура, відносна вологість, швидкість руху повітря, радіаційна температура), барометричний тиск;
- неіонізуючі електромагнітні поля та випромінювання: електростатичні поля, постійні магнітні поля, електричні та магнітні поля промислової частоти (50 Гц), електромагнітні випромінювання радіочастотного діапазону, електромагнітні випромінювання оптичного діапазону, зокрема лазерне та ультрафіолетове, іонізуючі випромінювання;
- виробничий шум, ультразвук, інфразвук;
- вібрація (локальна, загальна);
- освітлення: природне (відсутність або недостатність), штучне (недостатня освітленість, прямий і відбитий сліпучий відблиск тощо);
- іонізація повітря.

Для захисту використовують захисний одяг (свинцеві фартухи), регулярні перевірки рівня радіації, контроль за дозою опромінення. Обмеження впливу шуму та вібрації через спеціальні захисні засоби, регулярний технічний огляд обладнання. Обмеження часу перебування біля обладнання, захисне екранування. Дотримання техніки безпеки при роботі з гострими предметами, використання спеціальних контейнерів для гострих інструментів.

4) Психоемоціональні фактори.

Медичний персонал, особливо в умовах інтенсивної роботи (операції, реанімація), може піддаватися емоційному вигоранню, що впливає на ефективність роботи та здоров'я.

Для попередження необхідно створення сприятливих умов праці, організація психологічної підтримки, регулярні тренінги.

Пацієнти можуть перебувати в критичних станах або агресивними, що викликає додатковий стрес у персоналу.

Для попередження необхідна підготовка персоналу до роботи в екстремальних ситуаціях, робота з конфліктними ситуаціями.

Шкідливі та небезпечні фактори в медичному закладі охоплюють широкий спектр ризиків, від інфекцій до хімічних впливів і психосоціальних стресів. Для

зниження цих ризиків важливо впроваджувати ефективні заходи безпеки, підготовку персоналу, контроль середовища та регулярне технічне обслуговування обладнання.

3.2 Розрахунок примусової вентиляції для палати в медичному закладі

Припустимо, що площа палати медичного закладу становить 20 м², а висота приміщення – 3 м. За нормами для палат кратність повітрообміну складає 2-3 рази на годину [24]. Тоді розрахунок буде виглядати так:

1) Об'єм приміщення:

$$V = 20 \cdot 3 = 60 \text{ м}^3$$

2) Кількість повітря для забезпечення необхідної кратності обміну (при кратності 2 рази/год):

$$L = 60 \cdot 2 = 120 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Для вентиляції палати медичного закладу потрібна установка, яка забезпечує ефективний повітрообмін, фільтрацію та контроль параметрів повітря, таких як температура та вологість. Залежно від розмірів палати та вимог до вентиляції, можна підібрати припливно-витяжну систему з рекуперацією тепла.

Вибираємо вентиляційну установку типу Systemair SAVE VTR 200.

Технічні характеристики установки згідно [25]:

- продуктивність: 300 м³/год.
- рекуперація тепла: до 90%.
- фільтрація: фільтри класу F7 (для припливу) і G4 (для витяжки), з можливістю встановлення HEPA-фільтрів.
- рівень шуму: низький (до 35-40 дБ).
- автоматизація: можливість керування через пульт або мобільний додаток.

ВИСНОВКИ

У ході виконання кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня магістр був проведений аналіз ефективності систем енергозабезпечення приватного медичного закладу «Сумська клініка лазерної медицини». Адреса будівлі: м. Суми, площа Троїцька, 14.

У розділі «ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ» було проведено візуальне обстеження зовнішніх конструкцій будівлі, вивчено технічні характеристики будівлі та здійснено аналіз використання енергоносіїв.

Виконано опис вузлів обліку енергетичних ресурсів, які на даний час встановлені в будівлі. Наведено характеристики приладів для проведення вимірювань та результати інструментального обстеження.

Наведено положення методики розрахункового аналізу системи енергопостачання та представлення результатів розрахунку основних видів тепловтрат та теплонадходжень.

Була розрахована теплова потужність будівлі, яка склала 46912,5 Вт.

Визначено клас енергетичної ефективності будівлі, яка склала «D».

У розділі «РОЗРАХУНКОВИЙ АНАЛІЗ УМОВ ЗАПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНИХ ЗАХОДІВ» виконано опис енергозбережних заходів та здійснено їхній фінансовий аналіз. Для забезпечення енергонезалежності будівлі пропонуються наступні заходи:

- встановлення теплового насоса для системи опалення будівлі;
- встановлення сонячної електростанції;
- встановлення вітрогенератора.

Початкові витрати на встановлення теплового насоса, сонячних панелей та вітрогенератора значні, і відчутно впливають на бюджет медичного закладу. Але вони є інвестицією в майбутнє. Враховуючи енергетичну незалежність, зниження витрат на електроенергію та екологічну користь, ці системи забезпечують надійну

та ефективну альтернативу традиційним джерелам енергії, особливо в умовах кризи.

Важливо також враховувати екологічні переваги відновлюваних джерел енергії, таких як зменшення викидів парникових газів і інші від'ємні впливи на довкілля.

На даний час багато банків пропонують вигідні умови кредитування на впровадження відновлюваних джерел енергії.

У розділі «ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ» розглядалося питання «Аналіз небезпечних і шкідливих факторів на об'єкті дослідження та розрахунок примусової вентиляції для палати в медичному закладі».

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Енергетична безпека: чому українські громади все частіше обирають відновлювані джерела енергії [електронний ресурс] Режим посилання: <https://gurt.org.ua/news/informator/92254/>

2. Індивідуальні альтернативні джерела енергії [електронний ресурс] Режим посилання: <https://sies.gov.ua/news/indyvidualni-alternatyvni-dzherela-enerhii-dlia-meshkantsiv-bahatokvartyrnykh-budynkiv>

3. Лічильник обліку теплової енергії [електронний ресурс] Режим посилання: <https://techprilad.com/index.php/katalog-obladnannya/teplopstachannia/173-lichylnyky-tepla/130-lichylnyk-tepla>

4. Лічильник електричної енергії [електронний ресурс] Режим посилання: https://amperok.com.ua/lichilnik_nik_2102_02_m1_220v?gclid=Cj0KCQjwpv2TBhDoARIsALBnVnlJPVKQtpOEbcZOyjgEI66rjo5Oe7-rENYq52co0U7MC5Ler-WbBb0aAtmqEALw_wcB

5. Лічильник холодної води [електронний ресурс] Режим посилання: <https://vodomer.com.ua/shop/schetchik-holodnoj-vody-420-mokrohod/>

6. Техпаспорт пірометра [електронний ресурс] Режим посилання: MiniTemp MT2 фірми Raytek <https://www.indiamart.com/proddetail/raytek-mt-4-ir-thermometer-9209071355.html>

7. Далекомір [електронний ресурс] Режим посилання: https://tehnoshok.com.ua/lazernyi-dalekomir-bosch-glm-40-0601072900/?gclid=CjwKCAjw2K6lBhBXEiwA5RjtCbCZej5qVVBuT7L-7dnLATRGilxL-mhNS41hE1tWpXGuXKNyTAf3IBoC5dcQAvD_BwE

8. Техпаспорт універсального вимірювача Testo 605-N1 [електронний ресурс] Режим посилання: <https://www.testo.kiev.ua/ua/testo-605-n1.html>

9. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. 01.12.1999. Київ-150 с.

10. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція будівель. – К.: Міністерство розвитку громад, 2022. – 23 с.

11. Міжгалузеві норми споживання електричної енергії [електронний ресурс] Режим посилання: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0175-00>
12. Норма споживання холодної води [електронний ресурс] Режим посилання: Україна Сумська Міська Рада Виконавчий комітет РІШЕННЯ Від «20.04.99 №172» м. Суми «Про затвердження норм водопостачання для споживачів». Суми – 7 с.
13. Методичні вказівки до виконання розрахункових та практичних робіт на тему «Розрахунок теплового балансу будівель і споруд під час проведення енергетичного обстеження» з дисципліни «Системи виробництва та розподілу енергії» для студентів напряму підготовки 6.050601 «Теплоенергетика». - Суми: Сумський державний університет, 2014р
14. Текстовий редактор «Ексель» [електронний ресурс] Режим посилання: <https://www.office.com/launch/Excel?ui=ru-RU&rs=RU&auth=1>
15. Відновлювана енергетика [електронний ресурс] Режим посилання: <https://sun-energy.com.ua/solar-power/solar-panels/?srsltid=AfmBOoq0feB1mPnAxQeXfjVzFV5QJ08fxyAtCBPr13-mLl4oRIJ9ErTU>
16. Відновлювана енергетика та вплив на навколишнє середовище [електронний ресурс] Режим посилання: <https://ads.ua/ua/novosti/25-alternativnyye-istochniki-energii-v-ukraine-krizis-otkryvaet-novye-vozmozhnosti>
17. Тепловий насос [електронний ресурс] <https://www.viessmann.ua/uk/porady/tekhnolohiya-i-systemy/teplovi-nasosy-povitriavoda.html>
18. Методичні вказівки до виконання економічної частини дипломних проектів / укладачі: І.М.Сотник, О. М. Маценко, О. М. Соляник. – Суми : Сумський державний університет, 2013. – 48с
19. Курсова робота з дисципліни «Нетрадиційні та поновлювані джерела енергії на тему «Проект енергоефективного будинку та систем його енергозабезпечення, розташованого в Сумській області».

20. Сонячні панелі [електронний ресурс] Режим посилання:
https://riseupcompany.com.ua/ua/p2167123722-sonyachna-panel-580.html?source=merchant_center&gad_source=1&gclid=CjwKCAjwvKi4BhABEiwAH2gcw4jasfEemBBBR5IWYJGF5psBuFmBjIGrrgtlT9Azvs2VvApTx-NH1xoCtE0QAvD_BwE

21. Акумуляторна батарея [електронний ресурс] Режим посилання:
https://ergy.com.ua/p1205854223-solnechnaya-batareya-znshine.html?gclid=Cj0KCQiA-rj9BRCAARIsANB_4AB2vBfoQu25NPSEVaFPLABmZjs4YAHNUjVbXHn93x8Z9HEACwAJAVoaAhRtEALw_wcB

22. Вітрогенератор [електронний ресурс] Режим посилання:
<https://ecology.pdmu.edu.ua/storage/common/docs/E4PRzCgmCT39qzjMtYhpbIgDCuNoJ3zeI3d9lXa2.pdf>

23. Охорона праці [електронний ресурс] Режим посилання:
https://pidruchniki.com/15290527/bzhd/perelik_nebezpechnih_shkidlivih_virobnichih_faktoriv

24. Розрахунок вентиляції [електронний ресурс] Режим посилання:
<https://ventportal.com/ua/node/502>

25. Вентиляційна установка [електронний ресурс] Режим посилання:
<https://www.systemair-ukraine.com/ua/save-vtr.html>

ДОДАТОК А

Акт меж розподілу за стан та обслуговування теплових мереж

"Затверджую"
 Руководитель
 Сумського обласного спеціалізованого диспансеру радіаційного захисту населення
 В.ЦІСЬКО Т.І.
 " " " 20 р.

"Затверджую"
 Директор
 КП "СОР, Суми-Фарм"
 " " " 20 р.

"Затверджую"
 Завідувач
 ДНЗ №20 "Усмішка"
 " " " 20 р.

"Затверджую"
 Заступник директора
 ТОВ "Сумитеплоенерго" - начальник цеху ТМтаК
 Покутня Н.Г.
 " " " 20 р.

АКТ
 меж розподілу відповідальності за стан та обслуговування теплових мереж між:
ТОВ "Сумитеплоенерго", КП "СОР, Суми-Фарм"
 Сумським обласним спеціалізованим диспансером радіаційного захисту населення
 до об'єкта: будівлі диспансеру, аптеки та дитячого садка
 за адресою: м.Суми, вул.Гроїцька,14, вул.Лучанська,27
 с теплові мережі, вказані на схемі.

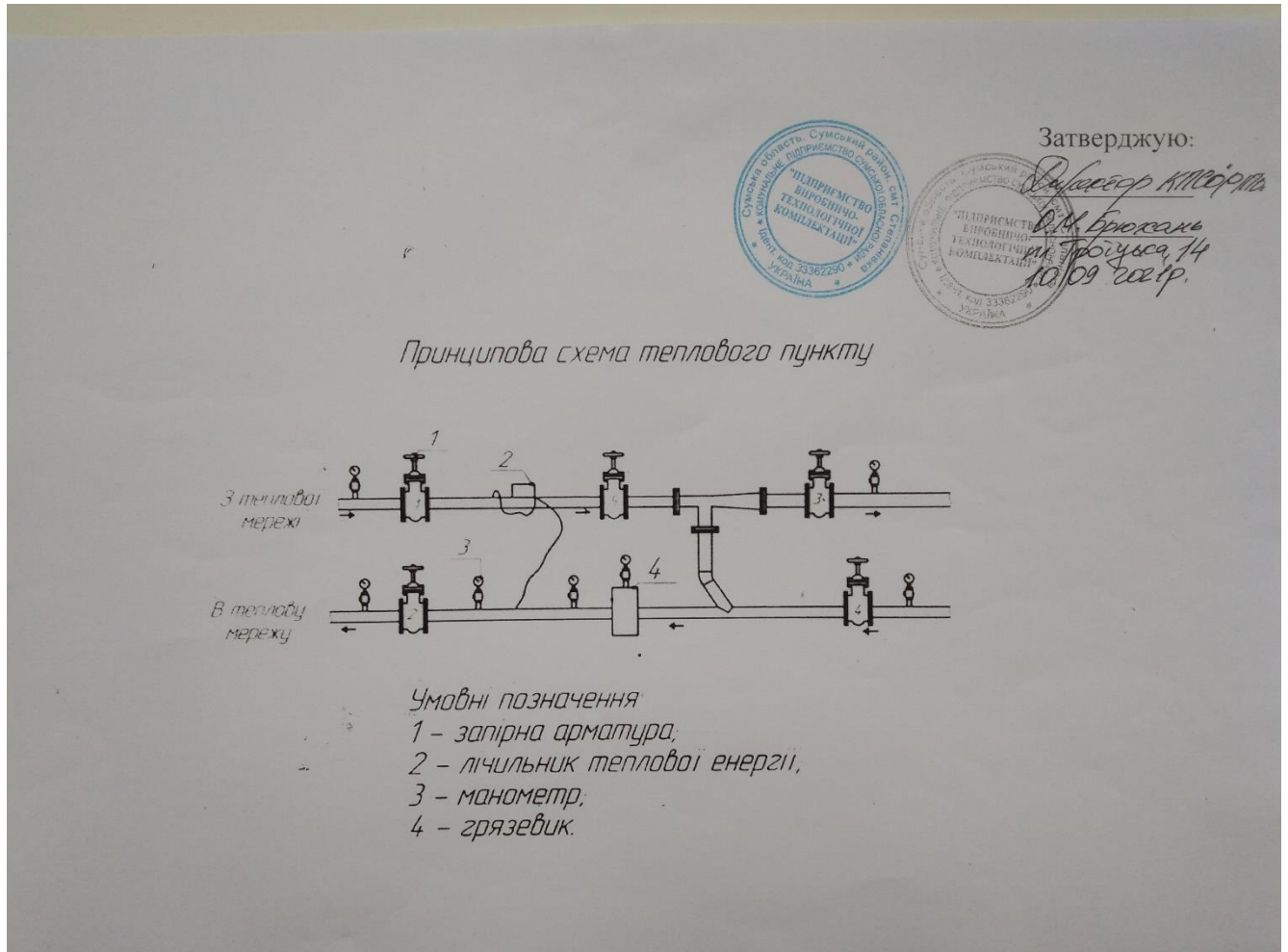
Червоним та розовим кольором позначено тепломережі: **ТОВ "Сумитеплоенерго"**
 Синім та ліловим кольором позначено тепломережі: **Сумського обласного спеціалізованого диспансеру радіаційного захисту населення**
 Зеленим кольором позначено тепломережі: **КП "СОР, Суми-Фарм" дитячого садка №20**
 Жовтим кольором позначено тепломережі:

Начальник ДМТМ ТОВ "Сумитеплоенерго" _____ Мороз В.О.
 Начальник дільниці котельні ТОВ "Сумитеплоенерго" _____ Палета В.В.
 Начальник КТД ТОВ "Сумитеплоенерго" _____ Максимов В.Г.
 Відповідальний за теплозабезпечення Сумського ОСДРЗН _____ Горобіщенко П.
 Відповідальний за теплозабезпечення дитячого садка №20 _____

20 р.

ДОДАТОК Б

Принципова схема теплового пункту будівлі «Сумська клініка лазерної медицини»



ДОДАТОК В

Розрахунок теплової потужності будівлі «Сумська клініка лазерної медицини»

	A	B	C	D	E	F
1	Вихідні дані для розрахунку			Розрахункові дані		
2	Температура у середині приміщення	20		Приведений опір теплопередачі для зовнішніх стін	1,2	
3	Температура в підвальному приміщенні	10		Приведений опір теплопередачі для стелі	2,6	
4	Температура зовнішнього повітря	-25		Приведений опір теплопередачі для дверей	0,75	
5	Загальна площа зовнішніх стін	595,5		Визначення приведенного опору теплопередачі для вікон	0,6	
6	Загальна площа поверхня даху	300		Визначення приведенного опору теплопередачі для підлоги	0,9	
7	Загальна площа вікон	50		Втрати теплоти через стіни,Вт	22331,25	
8	Загальна площа дверей	9		Втрати теплоти через стелю,Вт	5192,308	
9	Загальна площа поверхня над тех. підпіллям	100		Втрати теплоти через двері	784	
10	Допоміжний коефіцієнт	0,28		Втрати теплоти через вікна,Вт	3750	
11	Кількість інфільтрованого холодного повітря через не	8		Втрати теплоти через підлогу,Вт	1111,111	
12	Коефіцієнт теплоємності повітря	1,005		Тепловтрати на інфільтрацію повітря через світлові прорізи,Вт	5065,2	
13	Внутрішній об'єм приміщення	1984		Тепловтрати на витяжну вентиляцію,Вт	22209,08	
14	Густина повітря, яке видаляється з приміщення	1,3				
15	Коефіцієнт, що враховує зменшення внутрішнього	0,85		Сумарні тепловтрати,Вт	60442,95	
16	Кратність повітрообміну приміщення	0,8		Теплонадходження від людей, Вт	4635	
17	Кількість людей в приміщенні	45		Теплонадходження від електроустаткування, Вт	2493,45	
18	Явні теплонадходження від людей	103		Теплонадходження від джерел освітлення,Вт	1152	
19	Номинальна потужність електроустаткування	9000		Теплонадходження від сонячної радіації,Вт	5250	
20	Коефіцієнт завантаження	0,85		Сумарні теплонадходження,Вт	13530,45	
21	ККД електроустаткування	0,9		Теплова потужність будівлі,Вт	46912,5	
22	Коефіцієнт перехопу тепла в приміщення	0,9				