

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-22 Драніщева Романа Володимировича
(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)

Роман ДРАНИЩЕВ

(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ здобувача)

Керівник

к.т.н. Сергій САПОЖНИКОВ

(посада, науковий ступінь, вчене звання, Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

_____ (підпис)

Суми – 2023

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Проходження переддипломної практики	з 06.11 до 03.12.2023	
2	Захист переддипломної практики	до 08.12.2023	
3	Виконання 1-го розділу	до 26.11.2023	
4	Виконання 2-го розділу	до 10.12.2023	
5	Виконання 3-го розділу	до 13.12.2023	
6	Представлення виконаної роботи	до 16.12.2023	
7	Проходження перевірки на плагіат	до 20.12.2023	
8	Проведення захисту роботи	з 20.12 до 30.12.2023	

5 Дата видачі завдання 06.11.2023 р

Керівник

_____ (підпис)

Завдання прийняв до виконання

_____ (підпис)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: містить 57 сторінок, 14 рисунків, 10 таблиць, 3 додатки, 28 літературних джерела.

Метою роботи є розроблення заходів для підвищення енергонезалежності будівлі медичного закладу за рахунок впровадження відновлюваних джерел енергії та розрахувати економічну доцільність їх впровадження.

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 медичного закладу.

Об'єкт дослідження: будівля медичного закладу.

Ключові слова: ЕНЕРГЕТИЧНИЙ АУДИТ, ВУЗОЛ ОБЛІКУ, ОПР ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ, ТЕПЛОВТРАТА, ТЕПЛОАДХОДЖЕННЯ, ТЕПЛОВЕ НАВАНТАЖЕННЯ, ТЕПЛОВИЙ НАСОС, СОНЯЧНА ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯ, ВІТРОГЕНЕРАТОР, ОХОРОНА ПРАЦІ.

Тема роботи – **«Підвищення енергонезалежності будівлі 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 енергозбережних заходів.....	36
2.2	Розрахунковий аналіз можливих енергозбережних заходів	40
2.2.1	Встановлення теплового насосу для системи опалення будівлі.....	40
2.2.2	Встановлення сонячної електростанції.....	43
2.2.3	Встановлення вітрогенераторів.....	46
2.3	Висновки за розділом.....	48
3.	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	49
3.1	Аналіз небезпечних і шкідливих факторів на об'єкті дослідження.....	49
3.2	Характеристика та порівняння з нормованими показниками небезпечних факторів.....	50
	ВИСНОВКИ.....	53
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	55
	ДОДАТОК А	58
	ДОДАТОК Б	59
	ДОДАТОК В	60

ВСТУП

До найактуальніших проблем сучасного суспільства належать раціональна організація енергоспоживання з мінімальним негативним впливом на навколишнє середовище та економне використання енергоресурсів, що розумно і в достатній мірі задовольняє технічні та побутові потреби громадян у всіх випадках і видах енергії [1].

Для України питання високого енергоспоживання в муніципальному секторі та необхідності підвищення енергоефективності є актуальним. Питання енергоефективності з часом набуває все більшого значення, оскільки розглядається як один з основних елементів загальнодержавної енергетичної політики. Безсистемна та повільна структурна перебудова економіки України, висока енергоємність основних видів продукції внаслідок технологічної відсталості, масований імпорт енергоносіїв та критична зношеність основних фондів електростанцій є основними чинниками надмірно високого рівня витрат паливно-енергетичних ресурсів на одиницю ВВП та ВВП, що призвело країну до економічної кризи, руйнування продуктивних сил та соціальної напруги. З вищесказаного зрозуміло, що Україні необхідно терміново провести реструктуризацію промислового комплексу з метою оптимізації енергоспоживання та мінімізації імпорту енергоресурсів [1].

Так, аналіз поточного стану паливно-енергетичних ресурсів в Україні показує, що дефіцит становить близько 50%. Слід також враховувати, що енергоємність валового національного продукту України вдвічі перевищує аналогічний показник розвинених країн. Звідси можна зробити висновок, що потрібні ініціативи з енергозбереження, а не розбудова нових потужностей.

Більшість підприємств, установ та організацій в Україні мають потенціал для значної економії енергоресурсів. Основним стратегічним напрямом підвищення енергоефективності та реалізації потенціалу енергозбереження в Україні є структурна перебудова економіки країни та створення адміністративних, регуляторних та економічних механізмів, що сприяють підвищенню

енергоефективності та енергозбереженню. Структурно-технологічна перебудова економіки України в цілому, окремих галузей, підприємств і технологічних процесів передбачає виведення з експлуатації морально застарілого та фізично зношеного обладнання, припинення виробництва неефективної (з точки зору використання енергоресурсів) продукції та впровадження сучасних конкурентоспроможних технологій, обладнання та техніки [2].

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ

1.1 Загальні відомості про об'єкт енергетичного обстеження

Об'єктом енергетичного аудиту є будівля медичного закладу. Як один з типових закладів було вибрано для обстеження КНП СОР «Сумський обласний лікарсько-фізкультурний диспансер». Адреса будівлі: м. Суми, вул. Лучанська, 44.

Будівля введена в експлуатацію в 1977 році. Має два поверхи та полупідвал. Головний фасад 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 987,7 м²;
- опалювальний об'єм 2691,9 м³;
- опалювальний об'єм за зовнішніми обмірами 2930 м³.

Станом на 05.12.2023 рік у закладі працює 50 працівників та перебуває в

середньому до 100 пацієнтів.

Графік роботи будівлі – 5-ти денний робочий тиждень. Вихідні дні – субота та неділя.

Робочий день у будівлі розпочинається о 08⁰⁰, та закінчується о 17⁰⁰.

1.2 Опис дійсного стану об'єкта енергетичного обстеження

При обстеженні даної будівлі було встановлено, що стіни будівлі виконані з цегли. З середини поштукатурені декоративною штукатуркою. Видимих дефектів стін при обстеженні не виявлено.

У будівлі встановлені двокамерні вікна в пластикових рамах. 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 рубероїду. Дефектів не виявлено.

Зовнішні та запасні двері будівлі металопластикові. Теплові та повітряні завіси відсутні.

1.3 Експлуатаційна характеристика систем енергопостачання об'єкта

1.3.1 Система теплопостачання

Система теплопостачання в закладі – централізована. Надавач послуг – ТОВ «Сумитеплоенерго». Теплопостачання відбувається від Сумської ТЕЦ. Теплова магістраль № 4 (Додаток А).

В тепловому пункті встановлений елеваторний вузол (рис 1.2).

Теплоносій – хімічно очищена вода.

Схема теплового пункту наведена в додатку Б.

Будівля має двотрубну систему опалення з верхнім розподілом теплоносія. Трубопроводи – металеві. Запірна арматура – стальна. Астановлені опалювальні прилади – чавунні радіатори МС-140. Терморегулюючі клапани перед опалювальними приладами відсутні.



Рисунок 1.2 – Елеваторний вузол системи опалення

При обстеженні дефектів в системі опалення виявлено не було.

1.3.2 Система електропостачання

Електрична енергія до будівлі закладу подається згідно договору з ТОВ «Енера-Суми» (№450 від 21.11.2022 року). Трансформаторна підстанція знаходиться за територією закладу. Живлення здійснюється кабелем ААБ 3х70. Дефектів виявлено не було.

1.3.3 Система водопостачання

Будівля має централізовану систему водопостачання та водовідведення. Здійснюється КП «Міськводоканал» СМР на підставі Договору № 258. Вода до

будинку подається по металевій трубі Ø 50 мм. Тиск води на вході в будівлю $P_{хв}=0,35$ МПа.

Циркуляція води відбувається від тиску в мережах. Основними споживачами води є працівники, діти та відвідувачі будівлі.

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

1.3.4 Система вентиляції та кондиюнування

Будівля провітрюється природним чином за допомогою ліфтової системи, що з'єднує всі приміщення. Повітря і вуглекислий газ всмоктуються у вентиляційні шахти, піднімаються до стелі і виводяться в навколишнє середовище.

1.3.5 Система обліку енергетичних ресурсів

Під час обстеження теплового пункту було встановлено, що на ввіді до будівлі встановлений тепловий лічильник типу SENSUS «PolluTherm – EX», (рис 1.3), термін повірки якого 20 липня 2021 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]

Назва параметру	Значення параметру
Клас точності приладу	2.0
Живлення приладу	Літієва батарејка, 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	Характеристика
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	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-В мм

1.3.6 Існуючі тарифи на енергоносії та воду

Станом на 05.12.2023 р. тарифи на енергоносії та воду становлять з ПДВ згідно наданої інформації складають:

теплова енергія – 2540,88 грн/Гкал;

водопостачання – 15,98 грн/м³;

водовідведення – 16,67 грн/м³;

електрична енергія – 6,2 грн / кВт·год.

1.4 Опис методів та приладів для проведення вимірювань

Під час енергетичного обстеження в будівлі КНП СОР «СОКЛФД» використовувались прилади: пірометр, далекомір, універсальний вимірювач.

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



Рисунок 1.6 – Неконтактний пірометр МТ-4 фірми Fluke[6]

Fluke 64 MAX - це інфрачервоний пірометр, який вимірює температуру поверхні в діапазоні від -30°C до $+600^{\circ}\text{C}$. Випромінювальну здатність можна регулювати від 0,1 до 1, що робить його придатним для будь-яких матеріалів, а оптична роздільна здатність 10:1 дозволяє проводити вимірювання на безпечних відстанях [7].

Для вимірювання геометричних розмірів приміщення 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 05.11.2023 р. Температура зовнішнього повітря становила: -5°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 $T_1 = 58^{\circ}\text{C}$; $T_2 = 44^{\circ}\text{C}$ (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 щомісячний облік споживання теплової енергії, електричної енергії та холодної води. Дані записуються в спеціальний журнал обліку енергоресурсів.

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 2020 – 2023 роки, Гкал

Місяці	2020 рік, Гкал	2021 рік, Гкал	2022 рік, Гкал	2023 рік, Гкал
Січень	22,1	20,9	19,7	19,2
Лютий	16,2	14,3	13,2	11,7

Продовження таблиці 1.4

Березень	10,1	9,1	7,2	8,1
Квітень	8,2	5,4	0	0
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	11,2	11,4	11,2	13,3
Листопад	15,5	14,9	13,1	14,4
Грудень	22,5	21,8	19,1	-
Всього	105,8	97,8	83,5	-

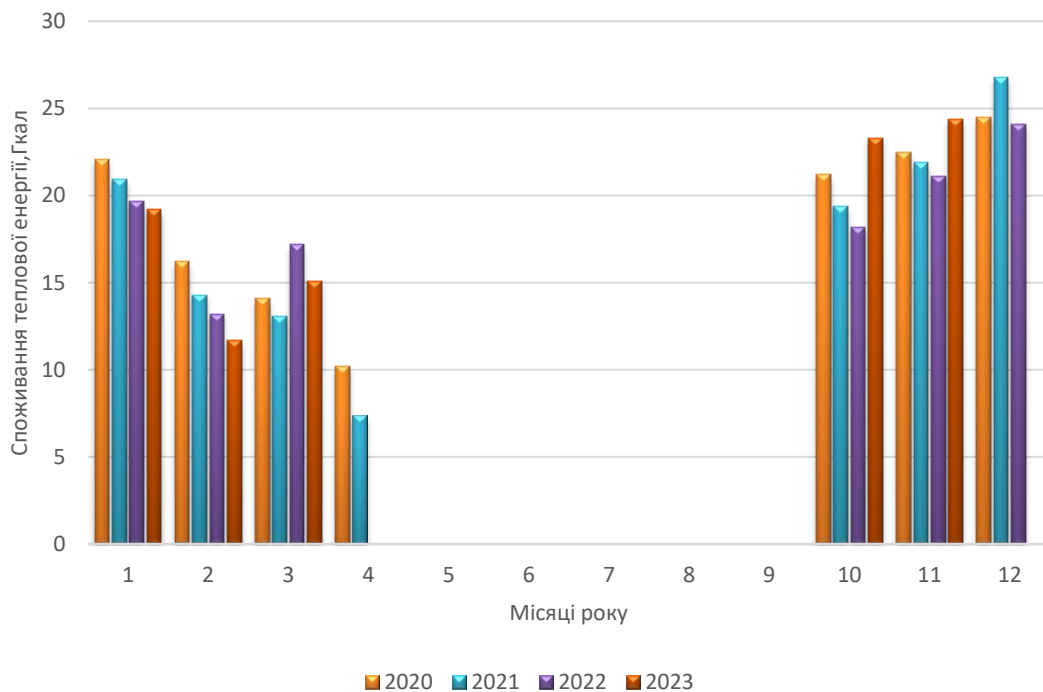


Рисунок 1.9 - Діаграма споживання теплової енергії за 2020-2023 роки

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

Найменше теплової енергії споживалось в лютому та березні місяці 2022 року. Це пов'язано з повномасштабним вторгненням РФ на територію України.

1.6.2 Аналіз обсягів споживання електричної енергії

Помісячне споживання електричної енергії у 2020, 2021 та 2022 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 2020 – 2022 роки

Місяці	2020 рік, кВт·год	2021 рік, кВт·год	2022 рік, кВт·год
Січень	940	935	820
Лютий	876	852	753
Березень	882	850	520
Квітень	792	821	452
Травень	768	795	642
Червень	784	600	720
Липень	716	710	725
Серпень	832	690	898
Вересень	898	710	805
Жовтень	984	825	820
Листопад	920	855	850
Грудень	930	860	855
Всього	10322	9503	8860



Рисунок 1.10 – Діаграма споживання електричної енергії за 2020-2022 роки

З діаграми споживання електроенергії видно, що зростання рівня споживання електричної енергії відбувається в восени та взимку. Світловий день зменшується, більше використовується штучних джерел освітлення.

В 2020-2021 році рівень споживання майже не змінний. Це пояснюється контролем за режимами споживання електричної енергії та встановленими лімітами.

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

1.6.3 Аналіз обсягів споживання води

Помісячне споживання води у 2020, 2021 та 2022 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 2020-2022 роки

Місяці	2020 рік, м ³	2021 рік, м ³	2022 рік, м ³
Січень	19	18	22
Лютий	21	22	16
Березень	23	21	6
Квітень	25	27	3
Травень	22	19	26
Червень	20	22	24
Липень	26	25	21
Серпень	24	23	23
Вересень	28	25	18
Жовтень	29	20	18
Листопад	25	28	19
Грудень	26	24	21
Всього	288	274	217

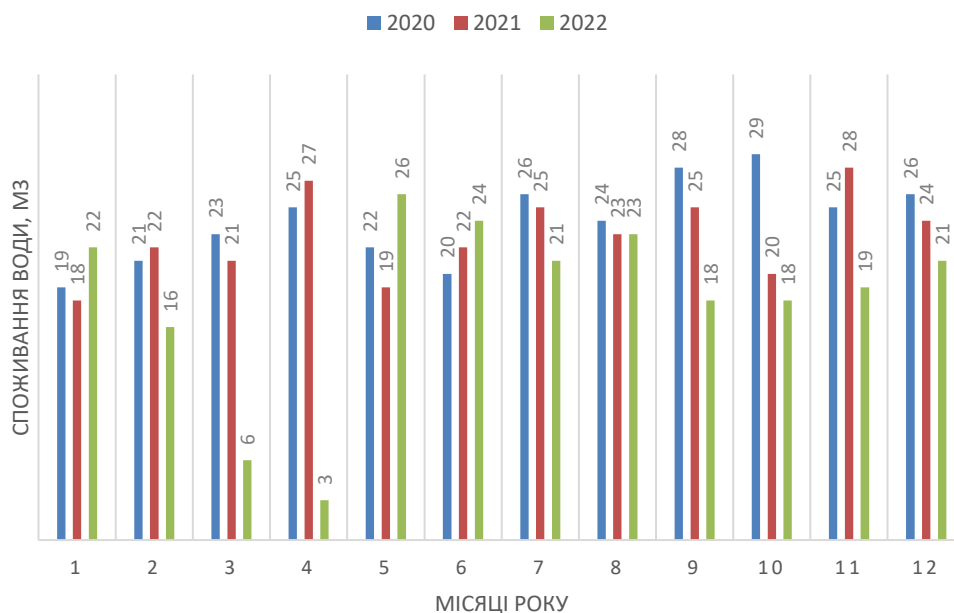


Рисунок 1.11 - Діаграма споживання води за 2020-2022 роки

Як видно з діаграми рівень споживання води в 2020-2021 році майже не змінний. Це пов'язано з контролем за режимом споживання та лімітами.

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 2020-2021 рік – $Q_{\text{оп}} = 105,8$ Гкал;
- за 2021-2022 рік – $Q_{\text{оп}} = 97,8$ Гкал;
- за 2022-2023 рік – $Q_{\text{оп}} = 83,5$ Гкал.

Значення фактичних питомих енерговитрат за періодами опалення становлять:

- за 2020-2021 рік – $EP = 0,036$ Гкал/м³;
- за 2021-2022 рік – $EP = 0,033$ Гкал/м³;
- за 2022-2023 рік – $EP = 0,028$ 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]:

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

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 процесів виробництва та підтримання теплового балансу в будівлі, слід вважати таким, 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.

$$\text{- 2020 рік: } \frac{10322 \text{ кВт}\cdot\text{год}}{100} = 103,2 \text{ кВт}\cdot\text{год/дитину};$$

$$\text{- 2021 рік: } \frac{9503 \text{ кВт}\cdot\text{год}}{100} = 95,03 \text{ кВт}\cdot\text{год/дитину}.$$

$$\text{- 2022 рік: } \frac{8860 \text{ кВт}\cdot\text{год}}{100} = 88,6 \text{ кВт}\cdot\text{год/дитину}.$$

Для будівлі фактичне споживання не перевищує нормоване, що є гарним показником.

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].

$$\text{- 2020 рік } \left(\frac{288000 \text{ л}}{150} \right) / 365 = 5,2 \text{ л/добу};$$

$$\text{- 2021 рік } \left(\frac{274000 \text{ л}}{150} \right) / 365 = 5 \text{ л/добу};$$

$$\text{- 2022 рік } \left(\frac{217000 \text{ л}}{150} \right) / 365 \text{ днів} = 3,9 \text{ л/добу}.$$

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 огорожувальних конструкцій

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

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

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

де $R_{\Sigma пр}$ – приведений опір теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції чи непрозорої частини огорожувальної конструкції, $m^2 \cdot K/Вт$;

$R_{q min}$ – мінімально допустиме значення опору теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції чи непрозорої частини огорожувальної конструкції, $m^2 \cdot K/Вт$ [13].

Мінімально допустиме значення, $R_{q min}$, опору теплопередачі непрозорих огорожувальних конструкцій, світлопрозорих огорожувальних 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]:

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

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

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

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

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

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

$$Q_0 = \frac{F_{оzp}}{R_{\Sigma np}} \cdot (t_в - t_з) \cdot n, \text{ Вт} \quad (1.8)$$

де $F_{оzp}$ – розрахункова площа поверхні огорожувальної конструкції, м²;

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

$t_в, t_{з,p}$ – 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

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

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 м^2 скління, освітленого сонцем і перебуваючого в тіні, Вт/м^2 ($q_c=250 \text{ Вт/м}^2$; $q_T=100 \text{ Вт/м}^2$);

F_c , F_T – площі заповнення світлових прорізів, відповідно освітлених і затінених, м^2 ;

$k_{о.п}$ – 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	0,6	0,7
		Штукатурка	0,03	0,7
2	Стеля	Залізобетон	0,22	1,92
		Цементно-піщаний розчин	0,2	0,7
		Утеплювач	0,35	0,12
3	Підлога	Цементно-піщаний розчин	0,04	0,7
		Залізобетонна плита	0,22	1,92
		Шар плитки	0,005	0,38

Таблиця 1.8 - Значення опору теплопередачі огорожуючих 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	1,18
Стеля:	7.0	2,6
Вікна	0.9	0,6
Двері	0.7	0,6
Підлога	5.0	0,85

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	88661,9	31038,9	57623,01	122984,4

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.

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

4) В будівлі встановлені лічильники обліку енергетичних ресурсів (теплової енергії, електричної енергії та холодної води). Лічильники на момент обстеження повірені та опломбовані.

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

6) Клас енергетичної ефективності будівлі – «D».

7) За допомогою приладів (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 **57623,01** Вт.

2 РОЗРАХУНКОВИЙ АНАЛІЗ УМОВ ЗАПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНИХ ЗАХОДІВ

2.1 Опис можливих енергозбережних заходів

Альтернативні джерела енергії - це джерела енергії, які постійно існують або регулярно з'являються в природному середовищі, такі як сонячна енергія, Вітер, геотермальна енергія, повітряне тепло, гаряча вода, енергія хвиль і припливів, гідроелектростанція, енергія біомаси, гази з органічних відходів, гази від очисних споруд стічних вод і біогаз [15].

Коротка характеристика кожного з них [15]:

Енергія сонця (сонячна енергія): Використовує сонячні панелі для перетворення сонячного випромінювання на електроенергію.

Вітроенергія: Генерує енергію за допомогою вітряних турбін, які перетворюють кінетичну енергію вітру на електроенергію.

Геотермальна енергія: Використовує тепло, яке виробляється внутрішніми процесами Землі, для виробництва електроенергії або для опалення.

Аеротермальна енергія: Використовує тепло повітря для генерації електроенергії.

Гідротермальна енергія: Використовує тепловий потік земної кори для виробництва електроенергії.

Енергія хвиль та припливів: Використовує коливання води, що виникають через припливи та відпливи, для генерації електроенергії.

Гідроенергія: Використовує потічну або спадкову воду для обертання турбін і виробництва електроенергії.

Енергія біомаси: Використовує органічні матеріали, такі як деревина чи відходи сільськогосподарської продукції, для генерації енергії.

Газ з органічних відходів та біогази: Використовують біологічний розклад органічних речовин для виробництва газу, який може служити джерелом енергії.

Газ каналізаційно-очисних станцій: Використовує біогаз, який виробляється під час очищення каналізаційних стоків, для виробництва енергії.

Ці джерела енергії вважаються більш сталими та екологічно чистими порівняно з традиційними викопними джерелами енергії, такими як вугілля та нафта [15].

Сонячна енергія має великий потенціал як чисте та відновлювальне джерело енергії. Використання сонячних технологій може допомогти зменшити залежність від традиційних, вуглецевмісних джерел енергії, зменшити викиди парникових газів та сприяти сталому розвитку [16].

Фотоелектричні сонячні батареї є ключовим елементом для перетворення сонячної енергії в електроенергію. Проте, існують деякі технічні та економічні виклики, які перешкоджають їх широкому застосуванню.

Основні проблеми включають:

Вартість та металомісткість: Виробництво фотоелектричних сонячних батарей використовує рідкі метали та інші ресурси, що може зробити їх вартість високою. Зниження витрат на виробництво та розвиток нових матеріалів може поліпшити цю ситуацію.

Місце для розташування: Розміщення великих кількостей сонячних панелей може вимагати значної земельної площі. Розробка технологій для збільшення ефективності панелей та їх інтеграція в структури будівель може допомогти вирішити цей аспект.

Залежність від погодних умов: Сонячна енергія залежить від наявності сонця, і її виробництво може бути нестабільним через погодні умови. Розробка технологій для зберігання енергії та підвищення ефективності панелей в умовах обмеженої сонячної активності може бути важливим напрямком досліджень.

Переробка та видалення: Питання утилізації та видалення витратних сонячних батарей також є важливим. Розвиток методів переробки та вторинної використання матеріалів може зменшити вплив на довкілля.

З розвитком технологій та додатковим дослідженням ці виклики можуть бути подолані, сприяючи більш широкому та ефективному використанню сонячної енергії [16].

Сонячна енергія використовується в автомобілях, морському, повітряному транспорті, космічних станціях і супутниках.

Використання сонячної енергії має велике майбутнє. У той же час ця галузь все ще розвивається і вдосконалюється з метою зниження вартості енергії. Передбачається, що до середини 21 століття частка сонячної енергії в загальному обсязі виробництва складе від 10 до 20% [16].

Енергія вітру стала важливим компонентом світової енергетики і привертає значний інтерес через свою екологічну чистоту та стало зростаючі тарифи на викиди вуглецю. Розвиток вітроенергетики сприяє різноманітним країнам, які шукають альтернативні джерела енергії для зменшення залежності від вугілля та інших нестабільних джерел енергії [16].

Великі країни, такі як США, Великобританія, Німеччина та інші, інвестують значні кошти у будівництво вітроелектростанцій і розвиток технологій вітроенергетики. Малопотужні вітроустановки, які об'єднуються в мережу, стають популярним варіантом, оскільки вони можуть бути ефективно розгортані в різних місцевостях і використовувати вітрові ресурси відповідно до специфічних умов [16].

Проекти з використанням великих вітрогенераторів, також відомих як вітрові турбіни, інтегруються в енергетичні мережі для генерації електроенергії на великій шкалі. З вдосконаленням технологій та зменшенням витрат вітроенергетика стає все більш конкурентоспроможною порівняно з традиційними джерелами енергії.

При цьому важливо враховувати ефективне управління енергією, взаємодію з іншими джерелами енергії, і вирішення питань щодо зберігання електроенергії для забезпечення стабільності енергетичних систем [16].

Основні екологічні впливи вітроенергетики [16]:

Металомісткість вітроустановок:

Для виробництва вітрогенераторів і їхніх компонентів потрібно велике кількість металевих матеріалів. Це може впливати на екологію через видобуток металів та енергозатрати на їхню обробку.

Вібраційний та шумовий вплив:

Експлуатація вітроенергетичних установок може викликати вібрації та шум, що може впливати на навколишнє середовище і жителів регіону.

Загибель перелітних птахів:

Лопаті вітрогенераторів можуть представляти небезпеку для перелітних птахів, особливо якщо їхні маршрути перетинаються з зонами встановлення ВЕС.

Використання земельних ресурсів:

Потреба в великих земельних площах для розміщення потужних вітроенергетичних станцій є серйозним екологічним викликом, оскільки це може впливати на біотичну та абіотичну частину екосистем.

Економічна ефективність:

Незважаючи на екологічні виклики, вітроенергетика все ще вважається однією з більш економічно вигідних альтернатив енергетичним системам, особливо у порівнянні з тепловою та атомною енергетикою.

З урахуванням цих факторів важливо вдосконалювати технології та методи розміщення вітроенергетичних станцій для мінімізації їхнього негативного впливу на навколишнє середовище.

Геотермальна енергія є однією з відновлюваних джерел енергії, яка використовує тепло, що виробляється в недрах Землі. Її екологічні переваги полягають в тому, що вона є чистою та відновлюваною формою енергії, і не потребує великих обсягів викидів CO₂, як це може бути у випадку традиційних джерел енергії, таких як вугілля чи газ.

Однак, існують екологічні проблеми, пов'язані з геотермальною енергією, особливо з відпрацьованими мінералізованими водами. Використання цих вод може призводити до засолення водних об'єктів і ґрунтів, що має негативний вплив на екосистеми. Також може виникнути теплове забруднення, яке впливає на температурний режим навколишнього середовища.

Для зменшення впливу на довкілля розглядаються різні технологічні рішення. Наприклад, системи зворотного закачування відпрацьованих вод дозволяють зменшити негативний вплив на гідрологічні системи та уникнути засолення ґрунтів. Також, досліджується можливість використання відпрацьованих вод у сільському господарстві або інших процесах, що може допомогти у вирішенні цих екологічних питань [16].

2.2 Розрахунковий аналіз можливих енергозберіжних заходів

2.2.1 Встановлення теплового насоса для системи опалення будівлі

Для опалення будівлі вибираємо тепловий насос NIBE 1345 потужністю 60 кВт [17] (рис 2.1). Це сучасний тепловий насос який призначений для опалення житлових та нежитлових будівель, приміщень, цехів. Має сучасний дизайн, та простоту при монтажу та в процесі керування[17].

Основні характеристики теплового насоса наступні [17]:

- потужність – 60 кВт [17];
 - температура подачі теплоносія – до 65⁰С [19];
 - температура зворотнього теплоносія – 45⁰С;
 - циркуляційні насоси з частотним регулюванням;
 - основні розміри: висота – 1700 мм; ширина – 600 мм; глибина – 600 мм; вага – 170 кг [19].
- дисплей – цвітний.
 - оновлення програми – через USB.



Рисунок 2.1 – Загальний вигляд теплового насосу типу [17]

Тепловий насос поєднуються з погодним або кімнатним регулюванням опалення. Погодний контроль дозволяє системі опалення швидко реагувати на зміни погодних умов.

Існує також можливість регулювання опалення по днях тижня, і за часом. Наприклад: зменшення температури вночі, або у вихідний день (зменшення температури в будівлі на 1⁰С зменшує витрати опалення на 12%) .

Вартість теплового насосу та робота з установлення та налагодження складає приблизно $K = 810000$ грн [17].

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

Тариф за споживання теплової енергії становить 2540,88 грн/Гкал.

Тоді споживання теплової енергії будівлею у грошовому еквіваленті за 2022 рік складає:

$$E_{опал} = 2540,88 \cdot 83,5 = 212165,2 \text{ грн.}$$

Розрахуємо річну економію коштів після впровадження заходу:

- Необхідна потужність теплового насосу $\Delta Q = 57623,01$ кВт.
- циркуляційні насоси споживають $W_{ц.н.} = 740$ кВт·год за рік.
- COP теплового насосу – 4,5.

Визначимо споживання електричної енергії тепловим насосом за формулою:

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

де ΔQ – теплова енергія яку виробив насос;

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

Тоді:

$$W_{Т.Н.} = \frac{\Delta Q}{COP} = \frac{57623,01}{4,5} = 12805 \text{кВт} \cdot \text{год.}$$

Сумарне споживання електричної енергії:

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

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

$W_{Ц.Н.}$ – споживання електричної енергії циркуляційними насосами.

$$W = 12805 + 740 = 13545,1 \text{кВт} \cdot \text{год.}$$

В грошовому еквіваленті:

$$E_{\text{елект}} = 13545,2 \cdot 6,2 = 83979,7 \text{грн.}$$

Грошова економія складе:

$$\Delta E = 212165,2 - 83979,7 = 128185,4 \text{грн} / \text{рік.}$$

Простий термін окупності:

$$T_{ок} = \frac{K}{\Delta E} = \frac{810000}{128185,5} = 6,3 \text{ років.}$$

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>I</i> (капітальні витрати), грн	Вигоди <i>D</i> (дохід), грн	чистий грошовий потік, <i>Pt</i> , грн	Дисконтний множник за ставкою $r=r_1$	Приведен а дисконтна вартість, грн.	NPV, грн
0	-810000	-810000		1		
1	0	128185,5	-681814,5	0,909	116532	-693468
2	0	128185,5	-553629	0,826	105938	-587529
3	0	128185,5	-425443,5	0,751	96308	-491222
4	0	128185,5	-297258	0,683	87552	-403669
5	0	128185,5	-169072,5	0,621	79593	-324076
6	0	128185,5	-40887	0,564	72357	-251719
7	0	128185,5	87298,5	0,513	65779	-185939
8	0	128185,5	215484	0,467	59799	-126140
9	0	128185,5	343669,5	0,424	54363	-71777
10	0	128185,5	471855	0,386	49421	-22356
11	0	128185,5	600040,5	0,350	44928	22573

Дисконтований термін окупності згідно [18]:

$$PP = 10 + \frac{44928 - 22356}{22573} \approx 11 \text{ років}$$

2.2.2 Встановлення сонячної електростанції

Для забезпечення будівлі електричною енергією для потреб освітлення та роботи насосної групи теплового насосу виконаємо розрахунок сонячної

електростанції. Для забезпечення необхідною кількістю електричної енергії необхідно приблизно 40 кВт/добу (15 кВт – циркуляційний насос. 25 кВт – система освітлення)

Методика розрахунку наведена в [19]:

Обираємо сонячні панелі Shinefar 580 W N-TYPE (рис.2.2) [20].

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

$$W_3^{зар} = 40 \cdot 1,2 = 48 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{добу}$$



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]:

$$N = \frac{W_3^{зар}}{W} \tag{2.3}$$

Для зимового періоду:

$$N_3 = \frac{48}{0,3} = 160 \text{ панелей.}$$

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]:

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

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

V - напруга, В;

k – коефіцієнт використання акумулятора.

$$Q = \frac{48 \cdot 12}{12 \cdot 0,7} = 68 \text{ А} \cdot \text{год.}$$

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

Вартість фотоелектричних панелей, включаючи монтаж та допоміжне обладнання (40 % від вартості панелей) складає приблизно $K = 1366400$ грн [20].

Розрахуємо термін окупності даного енергозберігаючого заходу.

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

$$C = 45 \text{ кВт} \cdot \text{год} \times 187 \text{ днів} \cdot = 8415 \text{ кВт} \cdot \text{год за рік};$$

В грошовому еквіваленті економія складе:

$$E = 6,2 \cdot 8415 = 52173 \text{ грн}$$

Термін окупності даного заходу складе:

$$T_{ок} = \frac{1366400}{52173} = 26 \text{ років.}$$

2.2.3 Встановлення вітрогенераторів

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

Розрахунок проводимо за методикою [19].

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

$$P^{заз} = 401,2 = 48 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Для забезпечення будівлі електричною енергією для потреб необхідно встановити вертикально-осьовий вітрогенератор потужністю 50 кВт (рис 2.3). Місце встановлення за будівлею медичного закладу.

Основні технічні характеристики наведені нижче [22]:

Вертикально-осьовий вітрогенератор F144-50 найпотужніша модель серії вітрогенераторів компанії Fairwind.

Вітряна установка F144-50 і– це трилопатевий вітрогенератор, довжина кожної лопаті якого 12 м. Стартова швидкість вітру для цього вітряка — 2,5 м/с. Конструкція всіх вертикальних вітрогенераторів Fairwind відрізняється надійністю, виготовляється в Європі і витримує вітер до 55 м/с.



Рисунок 2.3 - Вертикально-осьовий вітрогенератор F144-50 [22]

Вартість вітряка включаючи доставку, монтаж та пускові роботи, складає приблизно $K = 2580000$ грн [23].

Розрахуємо термін окупності даного енергозберігаючого заходу.

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

$$C = 45 \text{ кВт}\cdot\text{год} \times 187 \text{ днів} \cdot = 8415 \text{ кВт}\cdot\text{год за рік};$$

В грошовому еквіваленті економія складе:

$$E = 6,2 \cdot 8415 = 52173 \text{ грн}$$

Термін окупності даного заходу складе:

$$T_{ок} = \frac{2580000}{52173} = 49 \text{ років.}$$

Початкові витрати на встановлення сонячних панелей та вітрогенератора значні. Проте це важливо розглядати як інвестицію у довгострокову енергетичну незалежність. З врахуванням зростання вартості електроенергії та стимулювання владою використання відновлюваних джерел енергії (ВДЕ), встановлення таких систем стає більш вигідним. У контексті геополітичних подій і енергетичної безпеки, енергонезалежність може стати важливим стратегічним аспектом. Сонячні панелі та вітрогенератор надають можливість генерувати власну електроенергію, незалежно від централізованих енергетичних систем.

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

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

2.3 Висновки за розділом

В даному розділі виконано опис основних енергозбережних заходів та виконано їхній розрахунковий аналіз.

Сума 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

Важливість безпеки праці та визначення впливу небезпечних та шкідливих виробничих факторів є важливим аспектом в сфері енергоменеджменту та роботи на енергетичних об'єктах [24].

Фізичні фактори

Механічні впливи: Ризик травм під час роботи з обладнанням або в умовах підвищеної вібрації.

Термічні умови: Ризик перегріву або охолодження під час роботи в екстремальних температурних умовах.

Хімічні фактори

Хімічні речовини: Ризик впливу або контакту з небезпечними речовинами під час обслуговування чи ремонту обладнання.

Біологічні фактори

Мікроорганізми: Ризик інфекцій або захворювань, пов'язаних з роботою в умовах, де присутні бактерії або інші мікроорганізми.

Психофізіологічні фактори

Стрес: Ризик стресу, пов'язаного з високою відповідальністю, тиском термінів, або іншими факторами, що можуть впливати на психічний стан.

Нервово-психічні перевантаження:

Психічні навантаження: Ризик виникнення неврозів, депресії або інших психічних проблем через велике навантаження чи стрес.

Забезпечення безпеки праці та здоров'я працівників в енергоменеджменті вимагає ретельного вивчення та управління цими ризиками. Це включає в себе використання безпечних технологій, навчання персоналу щодо правил та процедур безпеки, а також використання відповідного захисного обладнання. Регулярні оцінки ризиків і адекватні заходи забезпечення безпеки дозволяють забезпечити ефективну та безпечну роботу на енергетичних об'єктах.

3.2 Характеристика та порівняння з нормованими показниками небезпечних факторів

Електрична безпека

Відповідно до «Правил улаштування електроустановок» [25], майже всі приміщення відносяться до категорії 2 «Приміщення підвищеної небезпеки», оскільки вони обладнані комп'ютерами та деякі електричними плитами.

У приміщеннях немає відкритих струмопровідних ділянок. Єдина можливість ураження електричним струмом - у разі несправності обладнання або кабелів живлення. Вся електропроводка виконана в захищених від персоналу зонах, що виключає можливість пробою ізоляції працівниками.

Пожежна безпека

Пожежа несе такі небезпеки: відкрите полум'я та іскри, гаряче повітря, предмети, обладнання, токсичні продукти горіння, дим, знижена концентрація кисню, обвалення, пошкодження будівель та споруд, вибухи.

Будівля обладнана первинними засобами пожежогасіння: внутрішнім протипожежним водопроводом та ручними вогнегасниками Згідно з ДНАОП 0.01-1.01-95 «Правила пожежної безпеки в Україні» [26], будівля за ступенем пожежної безпеки приміщень відноситься до категорії В. Пожежні крани розташовані в коридорах, на сходових площадках та у входах. Переносні вогнегасники передбачені в пожежних щитах.

Мікроклімат

Мікрокліматичні умови в приміщенні, де проводяться роботи легкої категорії (Іа), є важливим фактором для комфорту та безпеки працівників. Основні показники мікроклімату включають:

Температура повітря:

Для робіт легкої категорії важливо, щоб температура повітря була в межах, які забезпечують комфорт та не спричиняють перегріву чи охолодженню працівників.

Зазвичай рекомендовані температурні межі для легких робіт становлять від 20 до 24 градусів Цельсія [10].

Відносна вологість повітря:

Важливо утримувати відносну вологість на рівні, яке не викликає дискомфорту для працівників та не спричинює збільшення втрати вологи через пот.

Зазвичай рекомендовані межі відносної вологості знаходяться в діапазоні 40-60% [10].

Швидкість руху повітря:

Забезпечення нормальної швидкості руху повітря сприяє вентиляції та зменшенню дискомфорту від тепла чи вологості.

Рекомендовані значення зазвичай знаходяться в межах 0.1-0.2 м/с для приміщень, де проводяться роботи легкої категорії [10].

Забезпечення оптимальних мікрокліматичних умов в приміщенні важливо для підтримання здоров'я та продуктивності працівників. Використання систем опалення, вентиляції та кондиціонування повітря може бути необхідним для досягнення оптимальних параметрів мікроклімату. Також, регулярні вимірювання та оцінки мікроклімату можуть допомогти вчасно виявити та виправити будь-які аномалії [10].

Шум

Шум в приміщеннях, де встановлена обчислювальна техніка і електронні пристрої, може виникати внаслідок роботи вентиляторів охолодження блоків апаратури та кондиціонерів. Середньочастотний характер цього шуму може впливати на комфорт та продуктивність працівників, особливо тих, хто займається теоретичними роботами, обробкою даних або працює з обчислювальною технікою.

Для забезпечення комфортних умов праці та відповідності нормам безпеки, рівень шуму в таких приміщеннях повинен відповідати встановленим стандартам. У вказаному вами випадку рівень шуму повинен бути не більше 50 децибелів (дБА) [27].

Освітленість

З метою забезпечення оптимальних умов освітлення для зорової роботи в приміщенні, важливо враховувати як природне, так і штучне освітлення. Основні вимоги до освітлення визначаються стандартами і нормами, такими як ДБН В.2.5-28:2018 [28].

1. Природне освітлення:

За вказівкою коефіцієнта природного освітлення ($e_n = 1,5\%$), можна зробити висновок, що природне освітлення в приміщенні є достатнім для більшості зорових робіт.

Важливо забезпечити правильне розміщення вікон та використання штор чи жалюзі для регулювання яскравості світла.

2. Штучне освітлення:

Згідно з нормами, освітленість робочої поверхні (IV) повинна становити 300 лк. Це значення визначає яскравість світла на поверхні, необхідну для зручного та ефективного виконання робіт [28].

Використання люмінесцентних ламп та ламп розжарювання може забезпечити потрібний рівень освітленості.

Загальна освітленість у приміщенні буде сумою природного та штучного освітлення. Важливо також враховувати однорідність освітлення, відсутність блисків та підтримку правильних кольорів світла для забезпечення комфортної та продуктивної робочої обстановки.

Завдання забезпечення оптимальних умов освітлення вимагає системного підходу до дизайну приміщень та вибору обладнання, що відповідає встановленим нормам та стандартам [28].

ВИСНОВКИ

У ході виконання кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня магістр був проведений аналіз ефективності систем енергозабезпечення медичного закладу. Як один з типових закладів було вибрано для обстеження КНП СОР «Сумський обласний лікарсько-фізкультурний диспансер». Адреса будівлі: м. Суми, вул. Лучанська, 44.

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 57623,01 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 підвищення енергонезалежності будівлі пропонується впровадження таких заходів:

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

Капітальні витрати на впровадження даних заходів значні. Проте це важливо розглядати як інвестицію у довгострокову енергетичну незалежність. З врахуванням зростання вартості електроенергії та стимулювання владою використання відновлюваних джерел енергії (ВДЕ), встановлення таких систем

стає більш вигідним. У контексті геополітичних подій і енергетичної безпеки, енергонезалежність може стати важливим стратегічним аспектом. Сонячні панелі та вітрогенератор надають можливість генерувати власну електроенергію, незалежно від централізованих енергетичних систем.

У розділі «ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯ» розглядалося питання «Аналіз небезпечних і шкідливих факторів на об'єкті дослідження».

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Приступа М., Булгакова М. Енергозбереження в Україні: правові аспекти і практична реалізація. – Рівне: 2011. 48-с
2. Енергетичний менеджмент/ А.В. Праховник, А.И. Соловей, В.В. Прокопенко й ін. – К.: ІЕЕ НТУУ «КПІ», 2001. – 472 с.: іл.3. «Правила технічної експлуатації теплових установок та мереж» [електронний ресурс] Режим посилання: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0197-07#Text>
3. Лічильник обліку теплової енергії [електронний ресурс] Режим посилання: <https://techprilad.com/index.php/katalog-obladnannya/teplopustachannia/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=Cj0KCQjwpv2TBhDoARIsALBnVnlJPVKQtpOEbcZOyjcEI66rjo5Oe7-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://saee.gov.ua/uk/activity/vidnovlyuvana-enerhetyka>
16. Відновлювана енергетика та вплив на навколишнє середовище [електронний ресурс] Режим посилання: https://www.gpee.com.ua/news_item/727
17. Тепловий насос [електронний ресурс] <https://aik.com.ua/geotermalnye-teplovye-nasosy/>
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://shop.solars.group/product/shinefar-585-w/?utm_source=Google%20Shopping&utm_campaign=all&utm_medium=cpc&utm_term=15691&gad_source=1&gclid=CjwKCAiA9ourBhAVEiwA3L5RFoq6zHXCKADkPM2IDJU9VcxDfqOGinN1dNgwbFbWZE4_UixUDbdc4BoCs94QAvD_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://winder.ua/uk/vitryaki-inshikh-virobnikiv/vertikalno-osovij-vitrogenerator-50kvt.html>

23. Вітрогенератори. Ціна [електронний ресурс] Режим посилання:
<https://www.ecosvit.net/ua/vertikalni-vitrogeneratori-vitryaki-maloshumni>

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

25. « Правила улаштування електроустановок» Міністерство енергетики та вугільної промисловості Українию - – Київ, 2017 р. – 600 с

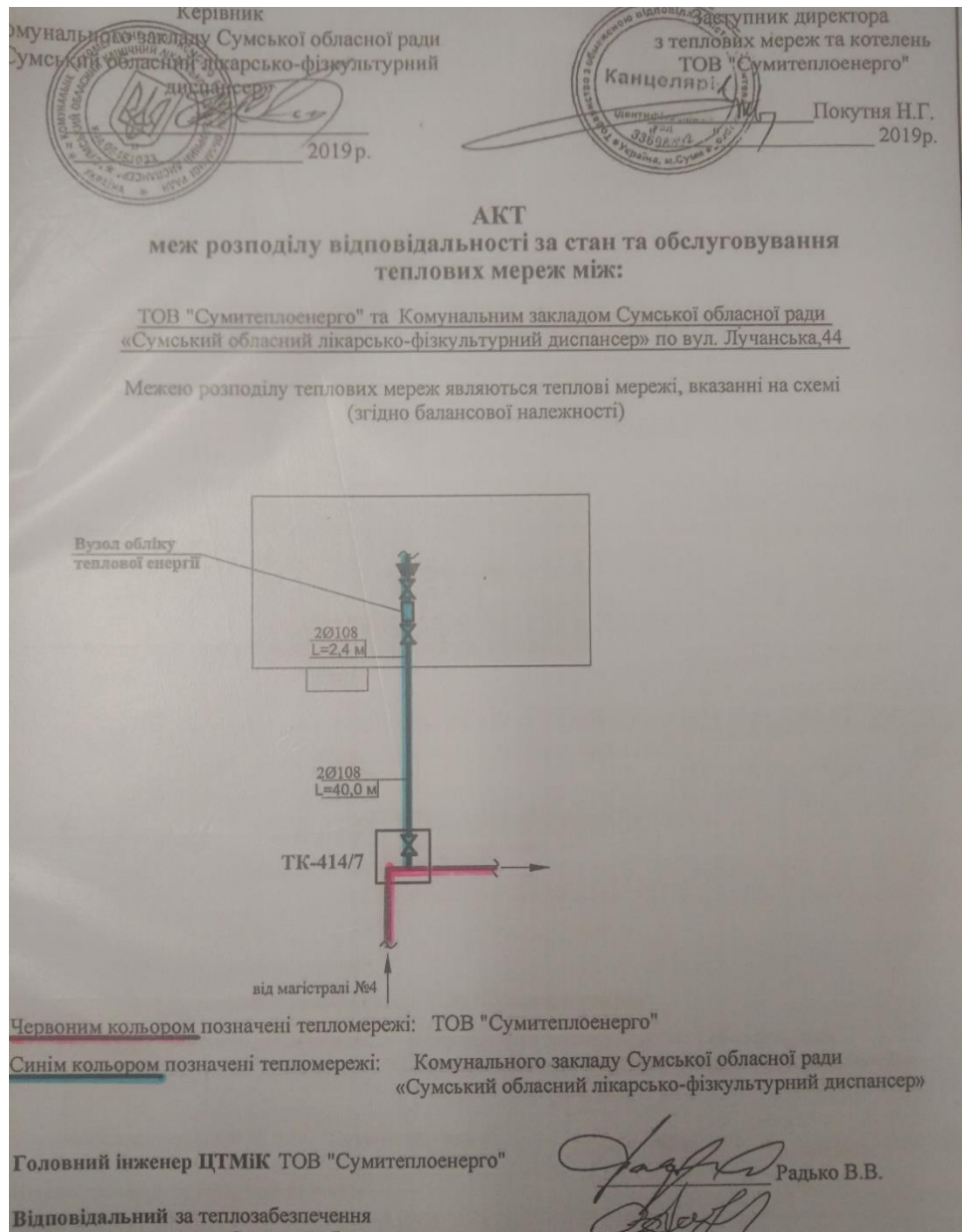
26. ДНАОП 0.01-1.01-95 «Правила пожежної безпеки в Україні» [електронний ресурс] Режим посилання:
http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=60541

27. Фізичні та фізіологічні характеристики шуму [електронний ресурс] Режим посилання: <https://cpo.stu.cn.ua/Oksana/posibnik/810.html>

28. ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення» К. : Міністерство регіонального розвитку, будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України,2019 – 180 с.

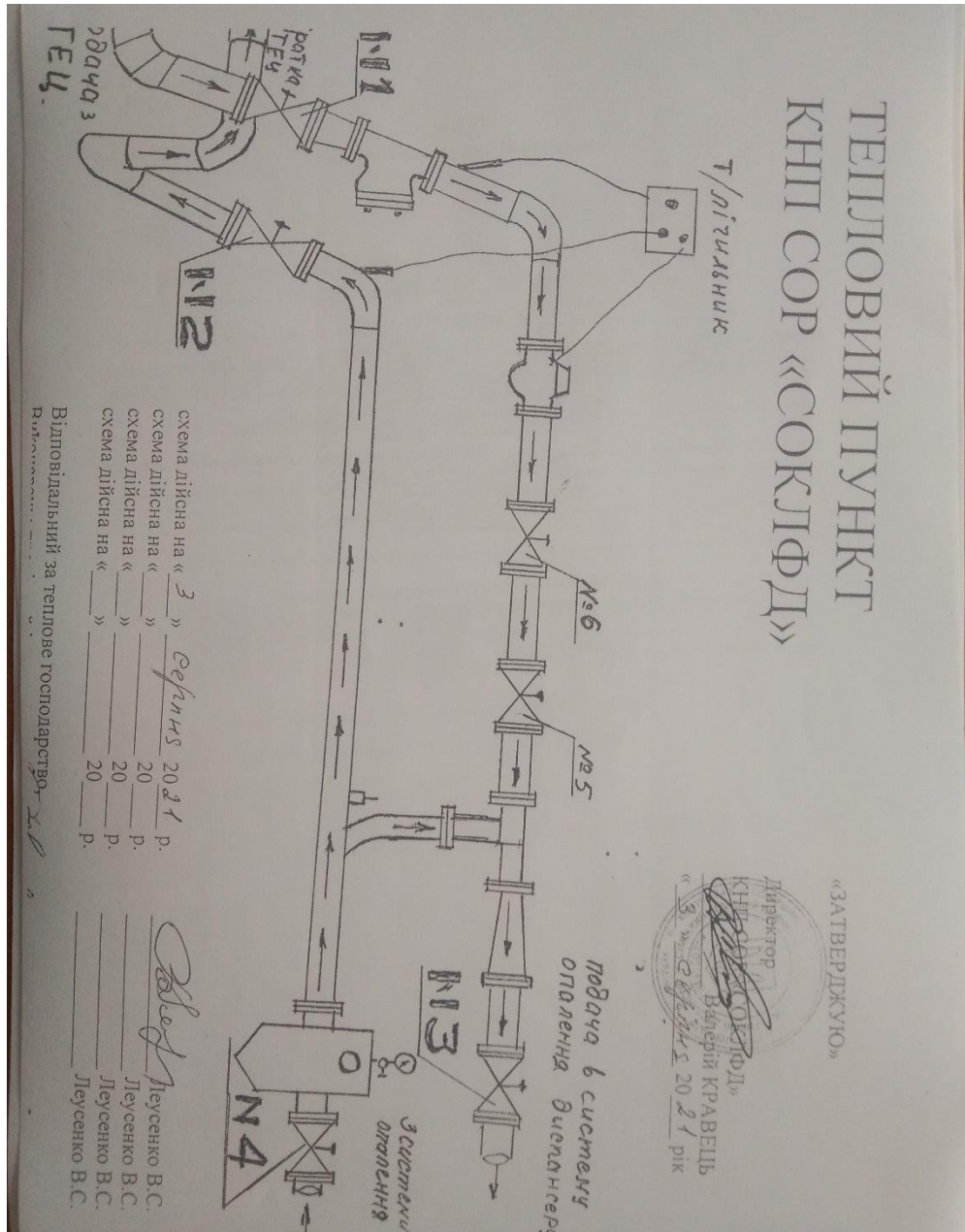
ДОДАТОК А

Схема теплопостачання будівлі КНП СОР «Сумський обласний лікарсько-фізкультурний диспансер»



ДОДАТОК Б

Принципова схема теплового пункту будівлі КНП СОР «Сумський обласний лікарсько-фізкультурний диспансер»



ДОДАТОК В

Розрахунок теплової потужності будівлі

Вихідні дані для розрахунку		Розрахункові дані		
1	Температура у середовищі приміщення	20	Приведений опір теплопередачі для зовнішніх стін	1,18
2	Температура в підвальному приміщенні	12	Приведений опір теплопередачі для стелі	2,6
3	Температура зовнішнього повітря	-25	Приведений опір теплопередачі для дверей	0,6
4	Загальна площа зовнішніх стін	795,5	Визначення приведенного опору теплопередачі для вікон	0,6
5	Загальна площа поверхні даху	325	Визначення приведенного опору теплопередачі для підлоги	0,8
6	Загальна площа вікон	90	Втрати теплоти через стіни,Вт	30336,86
7	Загальна площа дверей	15	Втрати теплоти через стелю,Вт	5625
8	Загальна площа перекриття над тех.підпіллям	325	Втрати теплоти через двері	784
9	Допоміжний коефіцієнт	0,28	Втрати теплоти через вікна,Вт	6750
10	Кількість інфільтрованого холодного повітря через негерметичність приміщення	8	Втрати теплоти через підлогу,Вт	3250
11	Коефіцієнт теплоємності повітря	1,005	Тепловтрати на інфільтрацію повітря через світлові прорізи,Вт	9117,36
12	Внутрішній об'єм приміщення	2930	Тепловтрати на витяжну вентиляцію,Вт	32798,69
13	Густина повітря, яке видаляється з приміщення	1,3		
14	Коефіцієнт, що враховує зменшення внутрішнього об'єму приміщення	0,85	Сумарні тепловтрати,Вт	88661,91
15	Кратність повітрообміну приміщення	0,8	Теплонадходження від людей, Вт	15450
16	Кількість людей в приміщенні	150	Теплонадходження від електроустаткування, Вт	4986,9
17	Явні теплонадходження від людей	103	Теплонадходження від джерел освітлення,Вт	1152
18	Номинальна потужність електроустаткування	18000	Теплонадходження від сонячної радіації,Вт	9450
19	Коефіцієнт завантаження	0,85	Сумарні теплонадходження,Вт	31038,9
20	ККД електроустаткування	0,9	Теплова потужність будівлі,Вт	57623,01
21	Коефіцієнт перехоплення тепла в приміщення	0,9		
22				