

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 гуртожитку Сумського коледжу економіки та торгівлі за рахунок впровадження відновлюваних джерел енергії».

Здобувача групи ЕМ.м-32 Солодовнікова Миколи Дмитровича
(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)

Микола СОЛОДОВНІКОВ
(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ здобувача)

Керівник

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

(підпис)

Суми – 2024

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, 14 рисунків, 14 таблиць, 3 додаток, 30 літературних джерела.

Метою роботи є енергетичне обстеження систем енергопостачання будівлі і надання рекомендацій по розробці заходів з альтернативного енергозабезпечення.

Відповідно до поставленої мети були вирішені такі *задачі*:

- дослідження та аналіз енергетичного стану будівлі та систем енергозабезпечення;
- визначення ключових сфер, де можна модернізувати системи енергозабезпечення;
- аналіз системи постачання та використання паливно-енергетичних ресурсів;
- знаходження потенційних напрямків з впровадження енергозбережних заходів;
- фінансовий аналіз впроваджень заходів з енергозбереження.

Предметом дослідження є енергетичні процеси в системах енергозабезпечення будівлі гуртожитку Сумського коледжу економіки та торгівлі

Об'єкт дослідження: будівля гуртожитку Сумського коледжу економіки та торгівлі.

Ключові слова: ЕНЕРГЕТИЧНЕ ОБСТЕЖЕННЯ, АНАЛІЗ СПОЖИВАННЯ ЕНЕРГОРЕСУРСА, ТЕПЛОВЕ НАВАНТАЖЕННЯ, ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ, АЛЬТЕРНАТИВНЕ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.

Тема роботи – **«Підвищення енергонезалежності будівлі гуртожитку Сумського коледжу економіки та торгівлі 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 енергетичних ресурсів... ..	12
1.3.6 Існуючі тарифи на енергоносії та воду	15
1.4 Опис методів та приладів для проведення вимірювань.....	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.....	37
2.2.1	Утеплення зовнішніх стін будівлі.....	37
2.2.2	Встановлення сонячних панелей для потреб системи освітлення.....	40
2.2.3	Встановлення теплового насоса для опалення будівлі.....	44
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 аварійного освітлення.....	50
	ВИСНОВКИ.....	51
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	52
	ДОДАТОК А	56
	ДОДАТОК Б.....	57
	ДОДАТОК В.....	58

ВСТУП

Атаки росії на українську енергосистему завдали серйозної шкоди, особливо об'єктам генерації [1]. Саме тому розподілена генерація виходить на перший план як альтернатива [1].

Замість великих централізованих електростанцій, які систематично руйнує росія, децентралізована генерація пропонує мережу дрібних джерел енергії, розподілених по всій країні [1]. Це робить енергосистему стійкішою до атак, адже пошкодження одного з джерел не призведе до відключення електроенергії для всіх.

Переваги розподіленої генерації не обмежуються лише стійкістю та енергонезалежністю – це також сприяє розвитку локальної економіки, створюючи нові робочі місця та стимули для розвитку інновацій [1].

Для впровадження розподіленої генерації, в Україні здійснено необхідні законодавчі зміни для стимулювання розвитку цієї сфери, зокрема щодо спрощення процедури підключення до електромереж для об'єктів розподіленої генерації, надання пільг для виробників електроенергії з ВДЕ тощо [1].

В умовах кризової ситуації в енергетиці, коли росія постійно атакує і системно руйнує енергетичну інфраструктуру, важливим завданням є підвищення енергонезалежності наших споживачів, тому Уряд розробив і наразі впроваджує цілий пакет важливих рішень і фінансових програм, що допоможуть стимулювати розвиток розподіленої генерації з метою забезпечення власної енергонезалежності українців, локальних потреб в генерації і в цілому енергетичної безпеки України [2].

Енергонезалежність будівель в умовах війни росії проти України є надзвичайно важливою темою, особливо з огляду на проблеми з електропостачанням, які виникають через обстріли інфраструктури. Зменшення залежності від централізованого енергопостачання та підвищення стійкості будівель до відключень електроенергії дозволяють забезпечити комфорт та безпеку мешканців навіть у найскладніших умовах.

Об'єктом енергетичного обстеження є будівля гуртожитку Сумського коледжу економіки та торгівлі за адресою вул. Троїцька, 39.

Призначенням даного енергетичного аудиту: оцінка рівня ефективності та реального стану систем постачання енергоресурсів в будівлі гуртожитку з метою скорочення їх втрат .

Методом дослідження є обстеження поточного стану будівлі за допомогою приладів вимірювання та оцінка енергетичних даних.

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ

1.1 Загальні відомості про об'єкт енергетичного обстеження

Енергетичне обстеження проводилося в будівлі гуртожитку Сумського коледжу економіки та торгівлі.

Адреса будівлі: м. Суми, вул. Троїцька, 39.

Будівля побудована в 1985 році. Має 5 поверхів, та неопалювальний підвал.

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:

- площа забудови будівлі 1150 м²;
- опалювальна площа будівлі 2820,3 м²;
- опалювальний об'єм будівлі 9520 м³;
- опалювальний об'єм будівлі за зовнішніми обмірами 10896 м³.

Кількість мешканців будівлі на момент обстеження складає 195 людей.

На вахті цілодобово чергує комендант.

1.2 Опис дійсного стану об'єкта енергетичного обстеження

При обстеженні досліджуваного об'єкту було встановлено, що будівля має залізобетонний фундамент.

Стіни - звичайна цегляна кладка на цементно-піщаному розчині, оштукатурена зсередини.

Плити перекриття залізобетонні.

Підлога складаються з залізобетонної плити, цементної стяжки та плитки.

Стеля складається із залізобетону, керамзиту та шиферу.

Вікна та двері в будівлі металопластикові.

1.3 Експлуатаційна характеристика систем енергопостачання об'єкта

1.3.1 Система тепlopостачання

Будівля має централізовану систему тепlopостачання. Договір на поставку теплової енергії укладений з ТОВ «Сумитеплоенерго». Номер договору – 65Т.

Джерело тепlopостачання – Сумська ТЕЦ, магістраль №4, ТК-432.

Розрахункові параметри теплових мереж 110/70 °С.

Теплоносій в системі опалення – технічно підготовлена вода. Система опалення - двотрубна вертикальна.

У тепловому пункті, в якості вузла керування, встановлений елеваторний вузол.

Перед елеваторним вузлом встановлена запірно-регулююча арматура типу «Батерфляй».

Трубопроводи системи тепlopостачання мають теплову ізоляцію. На подаючому та зворотньому трубопроводах встановлені повірені манометри.



Рисунок 1.2 – Елеваторний вузол системи опалення

Опалювальні прилади в будівлі – чугунні радіатори типу МС-140. Доступ до опалювальних приладів необмежений.

1.3.2 Система електропостачання

Постачальником електроенергії є ТОВ «Енера-Суми» на підставі Договору про постачання електричної енергії № 589. Електрична енергія надходить від трансформаторної підстанції ТП-436, що знаходиться за територією навчального закладу. Живлення струмоприймачів споживача здійснюється по двох кабельних лініях 0,4 кВ.

1.3.3 Система водопостачання

Водопостачання будівлі здійснюється централізовано Державним комунальним підприємством «Міськводоканал» СМР на підставі Договору № 456.

Вода до будинку подається по металевій трубі Ø 50 мм зі сторони вул. Троїцька. На момент обстеження тиск води на вході в будівлю складав $P_{\text{хв}}=0,4$ МПа. Водовідведення в будівлі – централізоване.

Трубопроводи холодної води по будівлі виконані з поліпропілену. В санвузлах встановлено нові змішувачі з насадками.

Основними споживачами води є відвідувачі будівлі.

1.3.4 Система вентиляції та кондиціонування

Будівля провітрюється природним чином. 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 «SHARKY 775», (рис 1.3), термін повірки якого 20 червня 2022 р.



Рисунок 1.3 – Лічильник теплової енергії [4]

Технічні характеристики даного типу лічильника представлені в таблиці 1.1

Таблиця 1.1 - Технічні характеристики лічильника теплової енергії [4]

Назва параметру	Значення параметру
Клас точності приладу	1
Батарейне живлення	3,6 В
Кліматичний клас експлуатації	С
Тип встановлення	Горизонтальний
Температура вимірювання	0 – 160 °С

Під час обстеження системи електропостачання будівлі було встановлено, що облік споживання електричної енергії здійснюється лічильником активної енергії типу НІК (рис. 1.4), термін повірки якого 25 серпня 2021 р.



Рисунок 1.4 – Лічильник електричної енергії [5]

Технічні характеристики даного типу лічильника представлені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 - Технічні характеристики лічильника [5]

Назва параметру	Значення параметру
Номінальна напруга	220 В
Номінальний та максимальний струм	5(50) А

Продовження таблиці 1.2

Клас точності	1
Кількість тарифів	1
Міжповірочний інтервал	4 роки
Номінальна частота	50 Гц

Холодна вода обліковується лічильником SENSUS типу WP-Dynamic 50/50 (рис. 1.5), термін повірки якого 16 квітня 2021 р.

Лічильник встановлений в приміщенні на 1-му поверсі будівлі.



Рисунок 1.5 – Лічильник холодної води [5]

Технічні характеристики даного типу лічильника представлені в таблиці 1.3

Таблиця 1.3 - Технічні характеристики лічильника [6]

Назва параметру	Значення параметру
Номінальний тиск	1,6 МПа
Умовний прохід	15 мм
Номінальна витрата	1,6 м ³ /год
Мінімальна витрата	0,3 м ³ /год
Міжповірочний інтервал	4 роки

1.3.6 Існуючі тарифи на енергоносії та воду

Станом на 21.10.2024 року тарифи на електричну енергію, теплову енергію та воду складають з ПДВ:

теплова енергія – 4101, 43 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 використовувались наступні прилади: пірометр, далекомір, універсальний вимірювач.

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



Рисунок 1.6 – Неконтактний пірометр [7]

Fluke 64 MAX - це інфрачервоний пірометр, який вимірює температуру поверхні в діапазоні від -40°C до +700°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 [8]

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 [9]

1.5 Аналіз результатів вимірювання

Вимірювання проводилось 10.11.2024 р. Температура зовнішнього повітря на момент обстеження складала: -4°C .

Вимірювані параметри в будівлі склали:

1) середня температура повітря по кімнатах будівлі складала $T_{\text{в}} = 21^{\circ}\text{C}$, що відповідає санітарним вимогам [10].

2) температура теплоносія в системі опалення $T_1 = 61^{\circ}\text{C}$; $T_2 = 44^{\circ}\text{C}$ (згідно показань вузла обліку теплової енергії).

3) відносна вологість повітря – 56%, що відповідає вимогам норм і правил [10].

1.6 Аналіз споживання енергоносіїв та води

Фактичне енергоспоживання будівлі включає в себе цілий ряд інформації про річне споживання тепла, електроенергії та води в досліджуваній будівлі.

1.6.1 Аналіз обсягів споживання теплоенергії

Помісячне споживання теплової енергії у 2021, 2022, 2023 та 2024 роках наведено в таблиці 1.4 та на рисунку 1.9 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	37,5	37,3	37,8	37,6
Лютий	25,6	34,3	35,7	34,4
Березень	29,4	28,2	28,0	27,8
Квітень	22,9	-	22,2	20,1

Продовження таблиці 1.4

Травень	-	-	-	-
Червень	-	-	-	-
Липень	-	-	-	-
Серпень	-	-	-	-
Вересень	-	-	-	-
Жовтень	23,8	25,2	25,9	-
Листопад	32,3	33,3	33,4	-
Грудень	36,8	35,1	36,2	-
Всього	208,3	193,4	219,2	-

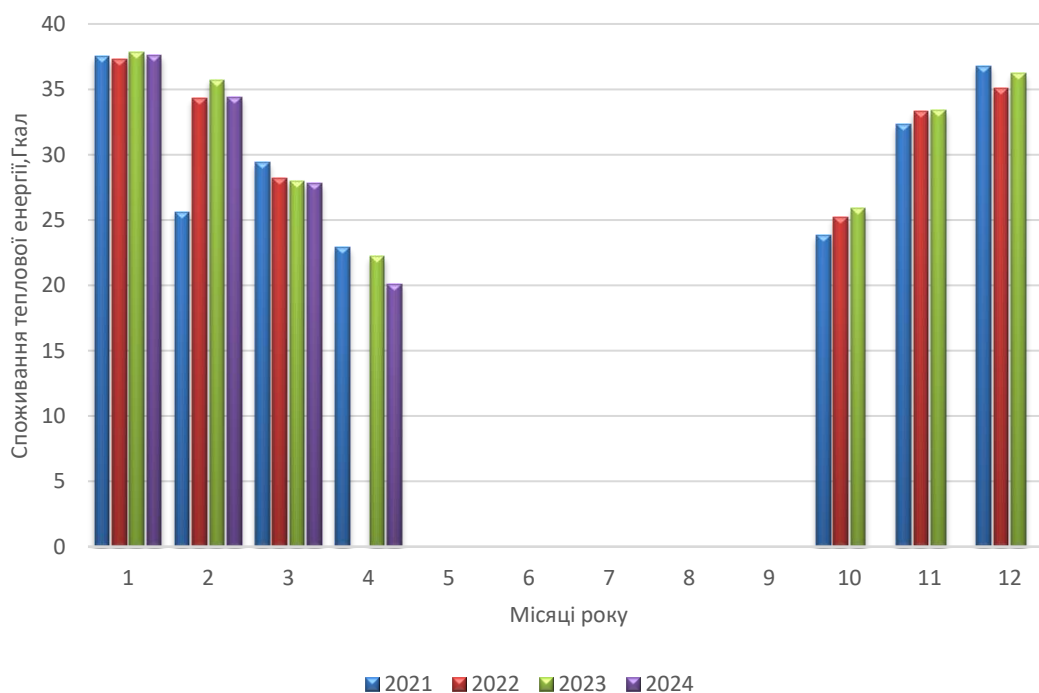


Рисунок 1.9 - Діаграма споживання теплової енергії за 2021-2024 роки

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

1.6.2 Аналіз обсягів споживання електроенергії

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 об'єкта.

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	14500	14300	13550
Лютий	14100	13800	11540
Березень	10600	3500	9050
Квітень	9500	4500	8600
Травень	9600	6900	7550
Червень	9400	8400	8060
Липень	8900	9000	8900
Серпень	10100	9600	9400
Вересень	11500	10800	9650
Жовтень	12100	11400	11060
Листопад	13550	13050	12980
Грудень	13900	12450	13520
Всього	137750	117700	123860

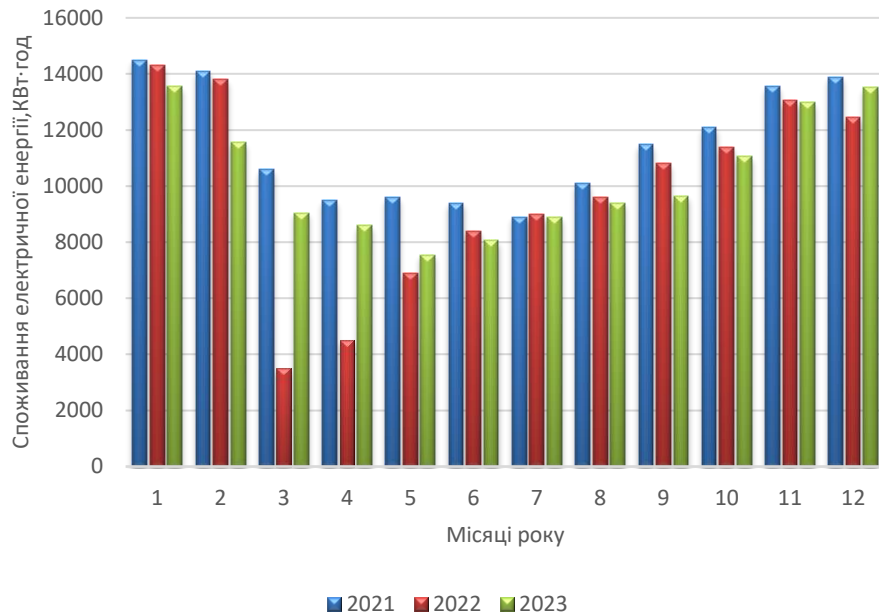


Рисунок 1.10 – Діаграма споживання електричної енергії за 2021-2023 роки

З діаграми споживання електроенергії видно, що зростання рівня споживання електричної енергії відбувається восени та зимою. Це пояснюється тим що час світлового дня зменшується, тому додатково використовується система освітлення.

Найменше електричної енергії споживалося в 2022 році, зокрема в березні та квітні місяці. Це пов'язано з повномасштабним вторгненням рф на територію України. Мешканці гуртожитку вимушено виїхали з м. Суми, споживання електричної енергії зменшилось.

1.6.3 Аналіз обсягів споживання води

Помісячне споживання води у 2021, 2022 та 2023 роках наведено в таблиці 1.6 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	4203	4105	4200

Продовження таблиці 1.6

Лютий	4035	4250	4180
Березень	4150	950	3990
Квітень	4220	850	4080
Травень	5140	5240	5120
Червень	5425	5350	5260
Липень	5650	5420	5350
Серпень	5780	5400	5390
Вересень	4650	5260	5380
Жовтень	3850	4850	4790
Листопад	3740	3980	4050
Грудень	3680	3670	3890
Всього	54523	49325	55680

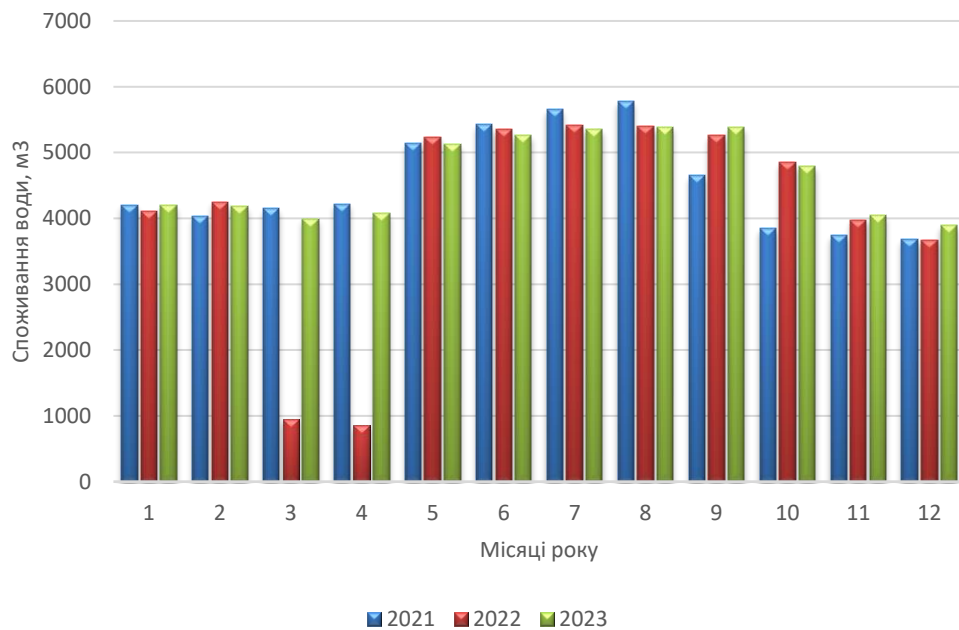


Рисунок 1.11 - Діаграма споживання води за 2021-2023 роки

Як видно з діаграми, найменше води споживалося в березні та квітні 2022 році. Це пов'язано з повномасштабним вторгненням РФ на територію України. Кількість мешканців в будівлі в цей час зменшилась.

Збільшення рівня споживання в літні місяці пояснюється тим що в цей час більше використовується води для побутових потреб мешканців.

В 2021 та 2023 році споживання майже не змінюється. Це пов'язано з контролем за водопостачанням та встановленими лімітами.

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 [11]:

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

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

A_f – опалювальна площа будівлі, м².

Питома потреба на опалення будинків повинна відповідати умові [11]:

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

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 [11].

Нормативна питома енергопотреба для житлових будівель (від 4-9 поверхових) [8]:

$$EP_p = 85 \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{м}^2} = 0,073 \frac{\text{Гкал}}{\text{м}^2}.$$

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

- за 2020-2021 рік – $Q_{оп} = 208,3$ Гкал;
- за 2021-2022 рік – $Q_{оп} = 193,4$ Гкал;
- за 2022-2023 рік – $Q_{оп} = 219,2$ Гкал.

Значення фактичних питомих енерговитрат за періодами опалення становлять:

- за 2020-2021 рік – $EP = 0,074$ Гкал/м³;
- за 2021-2022 рік – $EP = 0,068$ Гкал/м³;
- за 2022-2023 рік – $EP = 0,078$ Гкал/м³.

Осереднене значення показника енергоефективності будинку за визначеними роками становить – $EP = 0,074$ Гкал/м³.

Клас енергетичної ефективності будівлі визначимо за формулою, згідно [11]:

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

Клас енергетичної ефективності будівлі:

$$\Delta_{EP} = \left(\frac{0,074 - 0,073}{0,073} \right) \cdot 100\% = 1,3\%$$

Згідно з [11] 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.

Також необхідно враховувати, що дотримання лімітів теплоспоживання призводить до неефективного управління тепlopостачанням і вимагає втручання в режим роботи системи вручну. Таке втручання призводить до нерівномірного прогрівання приміщень. Щоб вирішити ці проблеми та покращити енергетичну ефективність системи тепlopостачання.

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 [12] норма споживання електричної енергії для гуртожитків складає 900 кВт·год/місце. В гуртожитку налічується близько 220 місць.

Для будівлі фактичне споживання електричної енергії складає:

$$\text{- 2021 рік: } \frac{137750 \text{ кВт}\cdot\text{год}}{220} = 626,2 \text{ кВт}\cdot\text{год/місце};$$

$$\text{- 2022 рік: } \frac{117700 \text{ кВт}\cdot\text{год}}{220} = 535 \text{ кВт}\cdot\text{год/місце};$$

$$\text{- 2023 рік: } \frac{123860 \text{ кВт}\cdot\text{год}}{220} = 563 \text{ кВт}\cdot\text{год/місце}.$$

Як бачимо дійсні витрати не перевищують нормовані. Це є гарним показником.

1.7.3 Техніко-економічний аналіз споживання води

За відомими величинами місячних витрат води і відомій кількості мешканців у будівлі визначено питомі показники витрат холодної на одну особу за добу, які

можна порівняти з нормативними величинами [10]. Норма витрат води для будівлі на одну людину становить – 7 м³/місяць.

$$\text{- 2020 рік } \left(\frac{54523}{220} \right) / 12 = 20,1 \text{ м}^3 / \text{місяць};$$

$$\text{- 2021 рік } \left(\frac{49325}{220} \right) / 12 = 18,7 \text{ м}^3 / \text{місяць};$$

$$\text{- 2022 рік } \left(\frac{55680}{220} \right) / 12 = 21 \text{ м}^3 / \text{місяць}.$$

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

1.8 Аналіз енергетичного балансу будівлі

Розрахунки для оцінки енергетичного стану будівлі виконано згідно методики [14].

1.8.1 Розрахунковий аналіз обстежуваної системи енергопостачання

Розрахунки системи енергопостачання будівлі виконано згідно методики [14].

Розрахунок термічного опору огорожувальних конструкцій

Приведений опір теплопередачі дійсних огорожувальних конструкцій $R_{\Sigma \text{пр}}$, м²·К/Вт повинний бути не менше за вимагаємих значень $R_{q \text{ min}}$, які визначаються виходячи із санітарно-гігієнічних та комфортних умов і умов енергозбереження [14].

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

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

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

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

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:

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

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

λ_{ip} – теплопровідність матеріалу i -го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ [14];

n – кількість шарів в конструкції за напрямком теплового потоку.

Приведений опір теплопередачі, $R_{\Sigma np}$, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$, 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, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$;

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

n – кількість шарів в конструкції за напрямком теплового потоку;

R_i – термічний опір i -го шару конструкції, згідно формули (1.2), $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$.

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 [14]:

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

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) [14]:

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

де $F_{\text{озр}}$ – розрахункова площа поверхні огорожувальної конструкції, м^2 ;

$R_{\Sigma \text{пр}}$ – опір теплопередачі огорожувальної конструкції (за результатами проведених розрахунків), $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ [14];

$t_e, t_{z.p}$ – відповідно температури усередині приміщення і зовнішнього повітря, $^{\circ}\text{C}$;

n – коефіцієнт, прийнятий залежно від положення зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції відносно зовнішнього повітря [14].

Сумарні втрати теплоти через огорожувальні конструкції визначаються по наступному вираженню [14]:

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

де $\sum Q_{cm}$ – сумарні втрати теплоти через зовнішні огороження (вертикальної конструкції), Вт;

$\sum Q_{стл}$ – сумарні втрати теплоти через стелю (покриття), Вт;

$\sum Q_{вкн}$ – сумарні втрати теплоти через світлові прорізи, Вт;

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

$\sum Q_{ндл}$ – 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

$$\sum Q_{op}^0 = \sum Q_{cm} \cdot \beta_{op}, \text{ Вт} \quad (1.10)$$

де $\sum Q_{cm}$ – сумарні тепловтрати зовнішні стіни приміщень, Вт;

β_{op} – коефіцієнт добавки на орієнтацію зовнішньої стіни стосовно сторін світу [14].

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

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

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

Величина сумарних додаткових втрат теплоти через огорожувальні конструкції

$$\Sigma Q_o = \Sigma Q_{op}^o + \Sigma Q_g^o + \Sigma Q_{ndл}^o, \text{ Вт} \quad (1.12)$$

де: ΣQ_{op}^o – сумарні додаткові тепловтрати через зовнішні огороження на орієнтацію, Вт;

ΣQ_g^o – сумарні тепловтрати по висоті приміщень, Вт;

$\Sigma Q_{ndл}^o$ – сумарні тепловтрати через неутеплені підлоги, Вт.

Додаткові втрати теплоти на інфільтрацію холодного повітря [14]

Додаткові тепловтрати на інфільтрацію повітря через світлові прорізи

$$Q_{вкн}^{inf} = 0,28 \cdot G_{н.вкн} \cdot F_{вкн} \cdot c \cdot (t_g - t_{з.р}) \cdot n_g, \text{ Вт} \quad (1.13)$$

де c – питома теплоємність повітря, що дорівнює $1,005 \text{ кДж/кг} \cdot ^\circ\text{С}$ [14];

$t_g, t_{з.р}$ - відповідно температури внутрішнього повітря приміщення і зовнішнього повітря, $^\circ\text{С}$;

$G_{н.вкн}$ – кількість інфільтрованого холодного повітря через нещільність віконного огородження, кг/(м²·год);

$F_{вкн}$ – площа віконного прорізу, м².

$n_в$ – 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 [14]:

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

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

k_q – коефіцієнт витрати (для незахищених дверей 0,8) [14];

g – прискорення вільного падіння, 9,81 м/с² [14];

v – швидкість вітру під кутом до дверей (I-а кліматична зона – 2 м/с; II-а кліматична зона – 2,1 м/с) [14];

$\Delta\rho$ – різниця густин повітряних мас ($\Delta\rho = \rho - \rho_c$), кг/м³;

ρ_c – середня густина повітряних мас, кг/м³ (при нормальних умовах $\rho = 1,3$ кг/м³) [14]:

$$\rho_c = \frac{353}{[273 + 0,5 \cdot (t_e + t_{ср.он})]} \quad (1.15)$$

де $t_{ср.он}$ – середня за опалювальний період температура зовнішнього повітря, °С;

Теплова потужність, яка необхідна для нагріву повітря, що вривається у двері без повітряної завіси, знаходиться за формулою [14]:

$$Q_{ep}^{inf} = G_{ep} \cdot c \cdot (t_6 - t_{3,p}) \cdot k_6, \text{ кВт} \quad (1.16)$$

де G_{ep} - масова витрата зовнішнього повітря, що поступає через ворота, кг/с;
 c – питома теплоємність повітря, що дорівнює 1,005 кДж/кг·°С [14];
 t_6 і $t_{3,p}$ - температура внутрішнього повітря приміщення і зовнішнього повітря, °С;
 k_6 – коефіцієнт, що враховує фактичний час відкриття воріт протягом години.

Додаткові тепловтрати на інфільтрацію повітря через нещільність дверей [14]

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

де c – питома теплоємність повітря, що дорівнює 1,005 кДж/кг·°С;
 t_6 , $t_{3,p}$ – відповідно температури внутрішнього повітря приміщення і розрахункового зовнішнього повітря, °С;
 $G_{3,d}$ – кількість інфільтрованого холодного повітря крізь неущільнені ворота, кг/год [14]:

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

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 [14];
 m_n – маса 1 м³ повітря (для практичних розрахунків беруть $m_n = 1,3$ кг).

Сумарні додаткові втрати теплоти на інфільтрацію холодного повітря

$$\sum Q_{\text{інф}} = Q_{\text{вкн}}^{\text{інф}} + Q_{\text{вр}}^{\text{інф}} + Q_{\text{з.д}}^{\text{інф}}, \text{ Вт} \quad (1.19)$$

Додаткові тепловтрати на витяжну вентиляцію

У випадку природної вентиляції розрахунок втрат теплоти проводиться по наступній залежності

$$Q_g = 0,28 \cdot V_{\text{п}} \cdot c \cdot \rho \cdot (t_g - t_{\text{з.р}}) \cdot n_k \cdot k_v, \text{ Вт} \quad (1.20)$$

де c – питома теплоємність повітря, що дорівнює 1,005 кДж/кг·°С [14];

t_g і $t_{\text{з.р}}$ - температура внутрішнього повітря приміщення і розрахункового зовнішнього повітря, °С [14];

$V_{\text{п}}$ – внутрішній об'єм приміщення, м³ [14];

ρ – густина повітря, яке видаляється з приміщення, $\rho=1,3$ кг/м³ [14];

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 $k_v=0,85$) [14].

1.8.2 Розрахунок теплонадходжень

Теплонадходження від людей [14]:

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

де q_l – явні теплонадходження від людей, Вт;

n_l – кількість людей.

Теплонадходження від працюючого електроустаткування [14]:

$$Q_{\text{ел}} = N_{\text{ел}} \cdot (1 - k_{\text{п}} \cdot \eta + k_{\text{т}} \cdot k_{\text{п}} \cdot \eta) \cdot k_c, \text{ Вт} \quad (1.22)$$

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 [14]:

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

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

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

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;

$k_{O.II}$ – коефіцієнт відносного проникнення сонячної радіації через заповнення світлового прорізу ($k_{O.II}=0,6$) [14].

Сумарні теплонадходження [14]:

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

Визначення теплової потужності всієї будівлі [14]:

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

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

$\Sigma Q_{\text{тн}}$ - 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 [15] (Додаток А).

Таблиця 1.7 – Значення вихідних даних

№ п/п	Найменування конструктивного елемента	Матеріал шару	Товщина шару, δ_i , м	Тепло-провідність $\lambda_i, \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$
1	Стіни	Кладка з цегли звичайної + цементно-піщаний розчин	0,55	0,81
2	Дах	Залізобетонна плита	0,200	2,04
		Керамзит	0,15	0,12
		Шифер	0,01	0,17
3	Вікна	Металопластикові з двокамерним склопакетом	-	-
4	Двері	Металопластикові	-	-
4	Підлога	Залізобетонна плита	0,22	1,92
		Розчин цементно-піщаний	0,04	0,81
		Керамічна плитка	0,007	1,1

Таблиця 1.8 - Значення опору теплопередачі огорожувачих конструкцій

Назва огорожувальної конструкції	Допустиме значення опору теплопередачі $R_{q \text{ min}}, \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$	Приведений опір теплопередачі $R_{\Sigma \text{ пр}}, \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$
Зовнішня стіна	4.0	0,82
Стеля:	7.0	1,64
Вікна	0.9	0,75
Двері	0.7	0,75
Підлога	5.0	0,52

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 ΔQ , Вт	Розрахункові річні витрати теплоти на опалення будівлі до впровадження ЕЗЗ, кВт
Будівля гуртожитку	326439	92566,8	233872	498997,8

1.9 Висновки до розділу

- Огороджувальні конструкції будівлі без видимих дефектів.
- Будівля централізовано забезпечується тепловою енергією для опалення, холодною водою та водовідведенням.
- На об'єкті ведеться облік споживання енергоресурсів.
- Виконано розрахунок теплової потужності будівлі.

2 РОЗРАХУНКОВИЙ АНАЛІЗ УМОВ ЗАПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНИХ ЗАХОДІВ

2.1 Опис можливих енергозбережних заходів

За результатами енергетичного обстеження будівлі можна зробити висновок що найбільші втрати експлуатації обстежуваного об'єкту припадають на споживання теплової енергії. Енергетична ефективність будівлі з позиції збереження теплової енергії є низькою.

Зростання тарифів на енергоресурси та війна росії проти України робить питання енергозбереження актуальним. Постійні обстріли та руйнування критичної інфраструктури змушує українців все більше замислюватись над енергонезалежністю будівель. Адже енергонезалежна будівля це насамперед автономність у виробництві та споживанні енергетичних ресурсів. Нижче перераховані основні заходи, які можуть зробити будівлю енергонезалежною та автономною в питанні енергопостачання.

1) Утеплення зовнішніх стін будівлі.

На даний час стіни будівлі не мають утеплення, і велика частина теплової енергії витрачається саме через них. Додаткове утеплення стін підвищить термічний опір і збереже втрати теплової енергії.

2) Встановлення систем акумулювання енергії.

Такі системи дозволяють накопичувати надлишкову електроенергію в періоди її надлишку і використовувати її тоді, коли виникає потреба – під час погодніх або аварійних відключень.

2) Встановлення сонячних модулів.

Встановлення сонячних модулів у житлових будівлях це серйозний крок для підвищення рівня енергоефективності та зменшення використання електричної енергії. Сонячна енергія є відновлюваним джерелом, що може забезпечити стабільне електропостачання, зменшити залежність від традиційних енергетичних джерел і мінімізувати негативний вплив на навколишнє середовище.

Впровадження таких рішень може стати вигідною інвестицією, особливо з огляду на постійне зростання тарифів на енергію.

Сонячні панелі забезпечують енергетичну незалежність, що дозволяє уникнути наслідків подальшого зростання цін на енергоносії.

3) Встановлення теплового насоса.

Встановлення теплового насоса для системи опалення є одним із найбільш енергоефективних і екологічних рішень для забезпечення тепла в будівлі. Тепловий насос використовує енергію з навколишнього середовища – з повітря, води або ґрунту – для опалення будівлі та, у деяких випадках, для охолодження або гарячого водопостачання.

Початкові інвестиції можуть бути значними, довгострокові переваги у вигляді економії на опаленні та тривалий термін служби роблять теплові насоси вигідним вибором для житлових та комерційних будівель.

2.2 Розрахунковий аналіз можливих енергозбережних заходів

2.2.1 Утеплення зовнішніх стін будівлі

В якості теплоізолюючого матеріалу для утеплення зовнішніх стін будівлі пропонуємо використати мінераловатні плити. Мінеральна вата має багато переваг над іншими видами тепло ізолюючих матеріалів, що роблять її привабливим вибором для даного застосування у відмінності від пінопласту [16].

До основних переваг належать [16]:

- пластичний матеріал;
- не має в будові токсичних речовин;
- вогнестійка;
- гарно зберігає тепло.

Мінеральна вата ефективно знижує тепловтрати, що дозволяє зберігати стабільну температуру всередині будівлі і зменшувати витрати на опалення і кондиціонування. Вона є негорючим матеріалом, що забезпечує додатковий рівень

безпеки в разі пожежі. Витримує високі температури і не сприяє поширенню вогню. Мінеральна вата проста при монтажу, та має великий термін служби.

Необхідну товщину теплоізоляційного шару визначаємо за загальною формулою [14]:

$$\delta_{\text{ум.оз.к}} = (R_{q\text{min}} - R_{\Sigma\text{ППсм}}) \cdot \lambda_{\text{ум}} \quad (2.1)$$

де $\lambda_{\text{ум}} = 0,04$ Вт/(м · К) – теплопровідність ізолюючого матеріалу [16].

$R_{q\text{min}}$ – мінімально допустиме значення опору теплопередачі стін, що становить 4.0 м²·К/Вт [11].

$$\delta_{\text{ум.см}} = (4.0 - 0,82) \cdot 0,04 = 0,13\text{м.}$$

Отже, товщина ізоляції має складати 130 мм.

Розрахуємо втрати через стіни після ізоляції по загальній формулі [14]:

$$Q_{\text{оз.к}}^{i3} = \frac{F_{\text{оз.к}}}{R_{q\text{min}}} \cdot (t_B - t_3) \cdot n \quad (2.2)$$

$$Q_{\text{см}}^{i3} = \frac{1458,5}{4,0} \cdot (20 + 25) = 16408,1\text{Вт.}$$

Різницю між втратами тепла через не утеплені стіни і утеплені знайдемо по формулі [14]:

$$\Delta Q_{\text{оз.к}} = Q_{\text{оз.к}} - Q_{\text{оз.к}}^{i3} \quad (2.3)$$

$$\Delta Q_{\text{см}} = 80093,6 - 16408,1 = 63685,5\text{Вт.}$$

Тепловтрати крізь стіни за опалювальний період (для м. Суми складає 187 діб) по формулі [14]:

$$Q_{ог.к}^{рік} = \Delta Q_{ог.к} \cdot \frac{(t_{г} - t_{ср.он})}{(t_{г} - t_{з})} \cdot 24 \cdot n_{оп} , \quad (2.4)$$

$$Q_{ст}^{рік} = 63,69 \cdot \frac{(20 - (-1,4))}{(20 - (-25))} \cdot 24 \cdot 187 = 135933,1 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік} \approx 116,9 \text{ Гкал.}$$

Річна економія в грошовому еквіваленті:

$$\Delta E = 116,9 \cdot 4101,43 = 479467,4 \text{ грн} / \text{рік.}$$

Згідно інформації будівельного гіпермаркету «ДахЦентр» вартість 1 м² плити мінераловатної товщиною 130 мм складає 210 грн [17]. Вартість робіт включаючи матеріали по встановленню плит складає 550 грн/м² [18]. Тоді вартість впровадження заходу знаходимо по формулі:

$$K = F_{ог.к} \cdot (C_{тов} + C_{роб}) \quad (2.5)$$

де $C_{тов}$ – вартість одиниці продукції, грн.,

$C_{робіт}$ - вартість робіт на монтаж одиниці продукції, грн.

$$K = 1485,5 \cdot (210 + 550) = 1128980 \text{ грн.}$$

Визначаємо термін окупності [14]:

$$T_{ок} = \frac{K}{\Delta E} \quad (2.6)$$

$$T_{ок} = \frac{1128980}{479467,4} = 2,4 \text{ року.}$$

Знайдемо дисконтований термін окупності даного енергозберігаючого заходу згідно методики [19]. Ставка дисконтування 22%.

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	-1128980	-1128980		1		
1	0	479467,4	-649512,6	0,820	393006	-735974
2	0	479467,4	-170045,2	0,672	322136	-413838
3	0	479467,4	309422,2	0,551	264046	-149792
4	0	479467,4	788889,6	0,451	216431	66639
5	0	479467,4	1268357	0,370	177403	244042
6	0	479467,4	1747824,4	0,303	145412	389454
7	0	479467,4	2227291,8	0,249	119190	508644
8	0	479467,4	2706759,2	0,204	97697	606341
9	0	479467,4	3186226,6	0,167	80079	686420
	0	479467,4	3665694	0,137	65639	752059

Дисконтований термін окупності згідно [18]:

$$PP = 3 + \frac{1128980 - 979188}{216431} = 3,6 \text{ років.}$$

2.2.2 Встановлення сонячних панелей для потреб системи освітлення

Методика розрахунку сонячних панелей для потреб освітлення наведена в [20].

Сонячні панелі, акумулятори, контролер заряду – це прилади постійного струму, а нам потрібен змінний струм (220 В). Для цього в системі використовується інвертор.

Його потужність залежить від потужності навантаження, яке ми збираємося підключити.

Для забезпечення будівлі електричною енергією для потреб освітлення необхідно 60 кВт.

Також врахуємо втрати на розряд-заряд акумулятора. Величину втрат приймемо 20%:

$$W_3^{заг} = 60 \cdot 1,25 = 75 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Для забезпечення будинку електроенергією обираємо сонячні панелі BSM570M10-72HPH (рис.2.1) [21].



Рисунок 2.1 – Вигляд сонячної панелі [21]

Потужність електричної енергії, що виробляється за допомогою однієї панелі складає 260 Вт [21]:

Необхідна кількість панелей згідно [19]:

$$N = \frac{W^{заг}}{W} \quad (2.7)$$

$$N_3 = \frac{75}{0,26} = 289 \text{ панелей.}$$

Отже, для задоволення потреб у електроенергії необхідно встановити 289 фотоелектричну панель.

Дана кількість фотоелектричних панелей буде встановлена на даху будинку, та на території біля будівлі.

Необхідну ємність акумулятора знайдемо за формулою [19]:

$$Q = \frac{Q_3^H \cdot t}{V \cdot k} \quad (2.8)$$

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

V - напруга, В;

k – коефіцієнт використання акумулятора.

$$Q = \frac{75 \cdot 12}{12 \cdot 0,7} = 105 \text{ А} \cdot \text{год.}$$

Обираємо акумулятор Varta BD 45Ah EN330 L+ Asia (B33) [22]. Необхідно три акумулятори даної фірми.

Принципова схема розміщення сонячних панелей зображена на рисунку 2.2 .

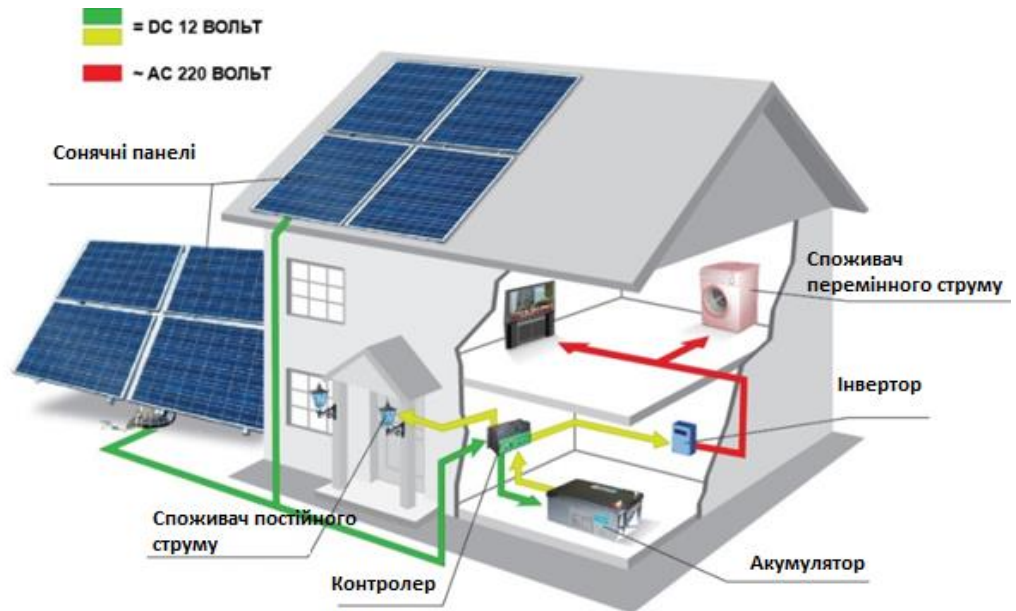


Рисунок 2.2 – Принципова схема розміщення сонячних панелей [23]

Вартість фотоелектричних панелей, включаючи доставку, роботу з установлення та налагодження (50 % від вартості панелей) складає приблизно $K = 3090855$ грн [20].

Розрахуємо термін окупності даного енергозберігаючого заходу.

Враховуючи, що лампи горять 8 годин на добу:

$$C = 0,075 \text{ кВт} \cdot \text{год} \cdot 8 \text{ годин} \times 365 \text{ днів} \cdot 200 \text{ штук} = 43800 \text{ кВт} \cdot \text{год за рік};$$

В грошовому еквіваленті економія складе:

$$E = 6,2 \cdot 43800 = 271560 \text{ грн.}$$

Термін окупності даного заходу складе:

$$T_{ок} = \frac{3090855}{271560} = 12 \text{ років.}$$

2.2.3 Встановлення теплового насоса для опалення будівлі

З метою підвищення енергонезалежності будівлі пропонуємо встановити тепловий насос для системи опалення.

Методику розрахунку теплового насоса наведено в [24].

Розрахунок теплового насоса для системи опалення будівлі виконаємо за допомогою програми Microsoft Excel [15].

1) Знаходимо потужність насоса, що необхідна для потреб опалення, з урахуванням годин його роботи [24]:

$$P_{\text{ми}} = \frac{Q \cdot 24}{(20 + 2)}, \text{ Вт.} \quad (2.1)$$

2) Необхідний об'єм бака-акумулятора:

$$V_{\text{бак}} = \frac{P_{\text{ТН}} \cdot 3600}{\rho \cdot c_p \cdot (t_1 - t_2)}, \text{ л.} \quad (2.2)$$

3) Розрахунок необхідної довжини труб для вертикального теплового насоса знайдемо за формулою [24]:

$$L_c = \frac{10^3 \cdot P_{\text{ТН}}}{q_c} \left(\frac{\varphi - 1}{\varphi} \right) \text{ м} \quad (2.3)$$

Де $P_{\text{ТН}}$ – потужність насоса.

q_c – питомий тепловий потік. Приймаємо 50 Вт/м (середнє значення для вертикальних колекторів) [17].

φ - коефіцієнт перетворення ТН [24].

4) Місце для розміщення – територія біля будівлі.

Таблиця 2.2 – Вихідні дані для розрахунку

Найменування параметра	Одиниця розмірності	Значення
Теплова потужність системи опалення	Вт	233869
Опалювальна площа будівлі	м ²	2820,3
Час роботи теплового насоса	год	24
Температура повітря	С	20
Температура ґрунта	С	-5
Густина води	кг/м ³	998
Питома теплоємність води	кг/К	4200
Початкова температура теплоносія на вході в бак	С	35
Кінцева температура теплоносія на виході з бака	С	0
Питомий тепловий потік	Вт/м	50
Коефіцієнт перетворення теплового насосу		5,01
Вартість теплового насосу, включаючи транспортування, пусконаладжувальні роботи, обслуговування, консультування при виникненні позаштатних ситуацій	Євро	30000
Курс євро на момент розрахунку		45,4
Кількість споживання теплової енергії будівлею за опалювальний період	Гкал	79,2
Ціна за 1 Гкал	грн	4101,43

Таблиця 2.3 – Результати розрахунку

Найменування параметра	Одиниця розмірності	Розрахункове значення
Потужність насоса	Вт	224514,24
Об'єм бака-акумулятора	л	5509,326572
Необхідна довжина труб	м	3594,020369
Вартість теплового насосу, включаючи транспортування, пусконаладжувальні роботи, обслуговування, консультування при виникненні позаштатних ситуацій	грн	1362000

Продовження таблиці 2.3

Монтаж теплового насосу	грн	408600
Загальна вартість теплового насосу	грн	1770600
Споживання теплової енергії за опалювальний період в грошову еквіваленті	грн	324833,256
Простий термін окупності	рік	5,5

Після проведення розрахунків був вибраний тепловий насос типу Samsung AM160AXVAGH/EU (рис.2.1) [25] .



Рисунок 2.1 – Тепловий насос Samsung AM160AXVAGH/EU [22]

Знайдемо дисконтований термін окупності даного енергозберігаючого заходу згідно методики [19] Ставка дисконтування 22%.

Результати розрахунку наведено в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – 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	-1770600	-1770600		1		
1	0	324833,256	-1445766,744	0,909	295303	-1475297

Продовження таблиці 2.4

2	0	324833,256	-1120933,488	0,826	268457	-1206840
3	0	324833,256	-796100,232	0,751	244052	-962788
4	0	324833,256	-471266,976	0,683	221865	-740922
5	0	324833,256	-146433,72	0,621	201696	-539226
6	0	324833,256	178399,536	0,564	183360	-355866
7	0	324833,256	503232,792	0,513	166691	-189176
8	0	324833,256	828066,048	0,467	151537	-37639
9	0	324833,256	1152899,304	0,424	137761	100122

Дисконтований термін окупності згідно [16]:

$$PP = 8 + \frac{1770600 - 1732961}{137761} = 8,3 \text{ років}$$

2.3 Висновки за розділом

В даному розділі виконано опис основних енергозбережних заходів та виконано їхній розрахунковий аналіз. Знайдено простий да дисконтований термін окупності кожного заходу.

Сума капітальних вкладів значна, але поступове впровадження даних заходів дозволить підвищити енергоефективність систем енергозабезпечення будівлі.

3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

3.1 Аналіз небезпечних і шкідливих факторів на об'єкті дослідження

Аналіз небезпечних та шкідливих факторів у гуртожитку є важливим для забезпечення безпеки мешканців. Гуртожитки, як місце постійного проживання великої кількості людей, мають специфічні ризики, які можуть виникати через недостатнє технічне обслуговування, порушення правил безпеки, несправне обладнання або поведінкові чинники. До основних небезпечних та шкідливих факторів в будівлі гуртожитку відносяться:

- мікроклімат;
- погане освітлення;
- зношеність електричної проводки;
- погана вентиляція;
- підвищена вологість;
- наявність комах і гризунів;
- накопичення побутових відходів;
- пожежна безпека.

Під мікрокліматом приміщень розуміють клімат внутрішнього середовища приміщень, який визначається діючими на організм мешканців поєднаннями температури, вологості та швидкості руху повітря, а також інтенсивності теплового випромінювання.

Вибираємо для гуртожитку категорію важкості робіт за фізичним навантаженням – легка Іа [26].

В таблиці 3.1 приведені оптимальні величини температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні приміщень [26].

Таблиця 3.1 – Оптимальні та фактичні величини температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні приміщень для легкої категорії робіт (Ia).

Період року	Температура, °С		Відносна вологість, %		Швидкість руху, м/с	
	Оптим.	Фактична	Оптим.	Фактична	Оптим.	Фактична
Холодний	20-22	20-21	40-60	58	≥ 0,1	0,02-0,18
Теплий	23-25		40-60		≥ 0,2	

Параметри мікроклімату задовільні.

Природне освітлення здійснюється через вікна в приміщеннях. Штучне освітлення приміщень здійснюється люмінесцентними лампами та лампами розжарювання.

Освітленість робочої поверхні має відповідати нормам встановленим ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення [27] для зорової роботи IV в точності і становити 300 лк.

У кімнатах де встановлена обчислювальна техніка і електронні пристрої основним джерелом шуму є вентилятори охолодження блоків апаратури, а також кондиціонери. Шум вентиляторів є середньочастотним і повинен бути не більше 50 дБА [28].

Пожежу супроводжують такі небезпечні фактори [29]:

- відкритий вогонь та іскри;
- висока температура повітря;
- предметів, обладнання;
- токсичні продукти горіння;
- дим;
- низька концентрація кисню,
- обвалення;
- пошкодження будинків та споруд, вибух .

Приміщення будівлі оснащено первинними засобами пожежогасіння: внутрішніми пожежними водопроводами, ручними вогнегасниками. Згідно з ДНАОП 0.01-1.01-95 «Правила пожежної безпеки в Україні» [30] будівля

відноситься до категорії В пожежної безпеки приміщень. Пожежні крани встановлені в коридорах, на майданчиках сходових кліток, коло входів.

3.2 Розрахунок аварійного освітлення

Потрібно розрахувати кількість світильників аварійного освітлення для коридору площею 1300 м² з необхідним рівнем освітленості 1 люкс [27]. Вибрано світильники з світловим потоком 600 люмен.

Дано:

Площа коридору – $A=2000$ м²;

Необхідний рівень освітленості – $E=1$ люкс;

Світловий потік одного світильника – $L = 600$ люмен.

Розрахунок

1) Розрахунок кількості світильників:

$$N = \frac{E \cdot A}{L} = \frac{1300 \cdot 1}{600} = 2 \text{ шт.}$$

Для забезпечення аварійного освітлення необхідно встановити по 2 світильники на кожному поверсі гуртожитку.

ВИСНОВКИ

У ході виконання кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня магістр був проведений аналіз ефективності енергозабезпечення будівлі гуртожитку Троїцька, 39.

У розділі «ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ» було о проведено частковий енергетичний аудит будівлі, вивчено проектну документацію та здійснено аналіз використання енергоносіїв.

Виконано опис вузлів обліку енергетичних ресурсів, приладів для проведення вимірювань та результати інструментального обстеження.

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

У розділі «РОЗРАХУНКОВИЙ АНАЛІЗ УМОВ ЗАПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНИХ ЗАХОДІВ» виконано опис енергозбережних заходів та здійснено їхній фінансовий аналіз.

З метою підвищення рівня енергоефективності та забезпечення енергонезалежності будівлі пропоную запровадити наступні енергозбережні заходи:

- утеплення зовнішніх стін будівлі;
- встановлення сонячних панелей;
- встановлення теплового насосу.

Виконано розрахунки фінансової економії від впровадження енергозбережних заходів з подальшим визначенням їх термінів окупності. Отримані результати термінів окупності задовольняють сучасним вимогам щодо реалізації заходів з енергозбереження.

У розділі «ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ» розглядалося питання «Аналіз небезпечних і шкідливих факторів на об'єкті дослідження та розрахунок аварійного освітлення».

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Розподілена генерація: енергетичний щит України в умовах війни, - Держенергонагляд [електронний ресурс] Режим посилання: <https://www.kmu.gov.ua/news/rozpodilena-heneratsiia-enerhetychnyi-shchyt-ukrainy-v-umovakh-viiny-derzhenerhonahliad>

2. Розробка енергетичних сертифікатів [електронний ресурс] Режим посилання: <https://www.kmu.gov.ua/news/rozrobka-energetichnih-sertifikativ-budivel-dozvolit-ekonomiti-10-energoresursiv-v-ukrayini-shorichno-lev-parchaladze>

3. Елеваторний вузол [електронний ресурс] Режим посилання: <https://aw-therm.com.ua/individualnij-teplovij-punkt-shemi-ta-rishennya/>

4. Лічильник теплової енергії [електронний ресурс] Режим посилання: <https://antap.com.ua/produksiia/lichylnyky-tepla-kholodu/kompaktnye/ultrazvukovi-lichylnyk-tepla-kholodu-sharky-775-dlia-zakrytykh-system-opalennia-kondytsiuvannia>

5. Лічильник електричної енергії [електронний ресурс] Режим посилання: https://amperok.com.ua/lichilnik_nik_2102_02_m1_220v?gclid=Cj0KCQjwpv2TBhDoARIsALBnVnlJPVKQtpOEbcZOyjiEI66rjo5Oe7-rENYq52co0U7MC5Ler-WbBb0aAtmqEALw_wcB

6. Лічильник холодної води [електронний ресурс] Режим посилання: <https://romstal.ua/uk/product/19748-schetchyk-dlja-vody-lk-15kh-du-15-t-30s-lat-so-shtutseramy>

7. Техпаспорт пірометра [електронний ресурс] Режим посилання: https://3sf.com.ua/ua/pribori/izmerenie-temperatury/pirometry/p%D1%96rometr-fluke-64-max/?gclid=CjwKCAiAvJarBhA1EiwAGgZl0Gsh4Wk4CTmBvsYTcpnCNLdIeHWoDPrqZNNw-eFFpYIW4inNtSEVnHhoCVaQQAuD_BwE

8. Далекомір [електронний ресурс] Режим посилання: https://simvolt.ua/lazerna-ruletka-dalekomir-80-metriv-noyafa-nf-272l-80/?gad_source=1&gclid=CjwKCAiAvJarBhA1EiwAGgZl0PTNiSyBELC5HUIB7oiu8YpysU8BpUry-Qp6WC8N0Y9Ezss02hwOkBoCx_AQAuD_BwE

9. Техпаспорт універсального вимірювача Testo 605-Н1.
10. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. 01.12.1999. Київ-150 с.
11. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція будівель. – К.: Міністерство розвитку громад, 2022. – 23 с.
12. НАКАЗ №91 від 25.10.99 Про затвердження Міжгалузевих норм споживання електричної та теплової енергії для установі організацій бюджетної сфери України.
13. Норма споживання холодної води [електронний ресурс] Режим посилання: <https://vodokanal.sumy.ua/poslugy-taryfy/>
14. 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
15. Текстовий редактор «Ексель» [електронний ресурс] Режим посилання: <https://www.office.com/launch/Excel?ui=ru-RU&rs=RU&auth=1>
16. Мінеральна вата [електронний ресурс] Режим посилання: <https://ars.ua/budivelni-materiali/teplo-i-zvukoizoljacija/mineralna-vata/>
17. Дах центр [електронний ресурс] Режим посилання: https://dahsumy.com/?gad_source=1&gclid=Cj0KCQjwsc24BhDPARIsAFXqAB3w96aOHCFcJeJN0h8tvKqiOQDQsO6AE7VbQcLeXzX95pvc-5PhNuUaAoxQEALw_wcB
18. Роботи по утепленню в м.Суми [електронний ресурс] Режим посилання: <https://termobloki.org.ua/uk/uteplennja-fasadiv-vartist-uteplennja-fasadu-vibiraiemo-najekonomnishij-sposib/>
19. Методичні вказівки до виконання економічної частини дипломних проектів / укладачі: І.М.Сотник, О. М. Маценко, О. М. Соляник. – Суми : Сумський державний університет, 2013. – 48с

20. Сонячні панелі [електронний ресурс] Режим посилання: <https://solar-tech.com.ua/solar-electricity/solar-panels/solnechnaya-batareya-perlight-solar-plm-260p.html>

22. Акумулявання енергії [електронний ресурс] Режим посилання: https://solar.biz.ua/ua/akumulyatori?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=Search_Akumulator_Brander&utm_content=brend&gad_source=1&gclid=Cj0KCQjwpvK4BhDUARIsADHt9sQzUORX2caMrM3-6DdViC30i54IywQbc71DCBP21xntPZ_QzN03QkwaAu-0EALw_wcB

23. Схема встановлення сонячних панелей [електронний ресурс] Режим посилання:

24. Курсова робота з дисципліни «Нетрадиційні та поновлювані джерела енергії на тему «Проект енергоефективного будинку та систем його енергозабезпечення, розташованого в Сумській області».

25. Тепловий насос [електронний ресурс] Режим посилання: <https://evroprom.com/ua/catalog/chillery-ua/chiller-teplovij-nasos-systemair-vlh-804-hp-200-225-kvt/>

26. ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень», Київ, 1999 р. – 36 с.

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

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

29. Пожежна небезпека [електронний ресурс] Режим посилання: https://euroservis.com.ua/ua/pozharnaya-bezopasnost-doma-prakticheskie-sovety-pozashchite-ot-pozharov/?srsrtid=AfmBOopPUOtt2lDujinbZJ7Ev3XsO4qVx3Yv_nRPFgWiJ8g1vwslsgrD

30. 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


ДОДАТОК А

Розрахунок теплової потужності будівлі

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Вихідні дані для розрахунку			Розрахункові дані								
2	Температура у середині приміщення	20		Приведений опір теплопередачі для зовнішніх стін	0,82							
3	Температура в підвальному приміщенні	8		Приведений опір теплопередачі для стелі	1,64							
4	Температура зовнішнього повітря	-25		Приведений опір теплопередачі для дверей	0,55							
5	Загальна площа зовнішніх стін	1458,5		Визначення приведенного опору теплопередачі для вікон	0,6							
6	Загальна площа перекриття даху	1150		Визначення приведенного опору теплопередачі для підлоги	0,4							
7	Загальна площа вікон	414		Втрати теплоти через стіни,Вт	80039,6							
8	Загальна площа дверей	7,5		Втрати теплоти через стелю,Вт	31554,9							
9	Загальна площа перекриття над тех.підпіллям	1150		Втрати теплоти через двері	784							
10	Допоміжний коефіцієнт	0,28		Втрати теплоти через вікна,Вт	31050							
11	Кількість інфільтрованого холодного повітря через	8		Втрати теплоти через підлогу,Вт	34500							
12	Коефіцієнт теплоємності повітря	1,005		Тепловтрати на інфільтрацію повітря через світлові проорізи,Вт	41939,9							
13	Внутрішній об'єм приміщення	9520		Тепловтрати на витяжну вентиляцію,Вт	106568							
14	Густина повітря, яке видаляється з приміщення	1,3										
15	Коефіцієнт, що враховує зменшення внутрішнь	0,85		Сумарні тепловтрати,Вт	326436							
16	Кратність повітрообміну приміщення	0,8		Теплонадходження від людей, Вт	22660							
17	Кількість людей в приміщенні	220		Теплонадходження від електроустаткування, Вт	9696,75							
18	Явні теплонадходження від людей	103		Теплонадходження від джерел освітлення,Вт	12960							
19	Номинальна потужність електроустаткування	35000		Теплонадходження від сонячної радіації,Вт	47250							
20	Коефіцієнт завантаження	0,85		Сумарні теплонадходження,Вт	92566,8							
21	ККД електроустаткування	0,9		Теплова потужність будівлі,Вт	233869							
22	Коефіцієнт переходу тепла в приміщення	0,9										
23	Коефіцієнт погугу на електроенергію	0,3										
24	Потужність одного джерела освітлення	60										
25	Коефіцієнт переходу електричної енергії в теплову	0,4										
26	Коефіцієнт завантаження освітлення	0,6										
27	Кількість однотипних джерел освітлення	900										
28	Тепловий потік, що надходить через 1 м ² скління од	250										

ДОДАТОК Б

Акт меж розподілу за стан та обслуговування теплових мереж


<p>"Затверджую" Директор Сумського коледжу економіки і торгівлі В.О. Овчаренко " " 2017р.</p>	<p>"Затверджую" Заступник директора ТОВ "Сумитеплоенерго" МтаК Покутня Н.Г. " " 2017 р.</p> 
---	--

АКТ

меж розподілу відповідальності за стан та обслуговування теплових мереж між:
ТОВ "Сумитеплоенерго" та Сумським коледжем економіки і торгівлі
до об'єкта: будівля _____

за адресою: м.Суми, вул. Троїцька, 37 _____

теплові мережі, вказані на схемі .
Межею розподілу теплових мереж являється зовнішня стіна будівлі.



Червоним кольором позначено тепломережі: ТОВ "Сумитеплоенерго"

Синім кольором позначено тепломережі: Сумський коледж економіки і торгівлі

Начальник УМТС ТОВ "Сумитеплоенерго" _____ Мороз В.О. _____

Відповідальний за теплозабезпечення
Сумського коледжу економіки і торгівлі _____

ДОДАТОК В

Принципова схема теплового пункту

