

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЇ ГІДРОАЕРОМЕХАНІКИ

Тарасенко Едуард Олександрович

ТЕМА: «АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ СПОЖИВАННЯ ЕНЕРГОНОСІЇВ
СИСТЕМОЮ ОПАЛЕННЯ КОМУНАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ»

Магістерська робота
зі спеціальності 144 «Теплоенергетика»
(Енергетичний менеджмент)

*В роботі не виявлено текстових,
ілюстративних та інших запозичень
без коректного на них посилання*

Керівник роботи:

_____ (підпис)

Мандрика А.С.

_____ (прізвище, ім'я, по батькові)

К.Т.Н ДОЦЕНТ

_____ (наукове звання та наукова ступінь)

Суми – 2020

Сумський державний університет
Факультет технічних систем та енергоефективних технологій
Кафедра прикладної гідроаеромеханіки
Спеціальність 144 «Теплоенергетика» (Енергетичний менеджмент)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри _____

« » _____ 20__ р.

**ЗАВДАННЯ
НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ**

Студента _____
Тарасенко Е.О.
(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи: «Аналіз ефективності споживання енергоносіїв системою опалення комунального закладу»

затверджена наказом по університету № _____ від « » _____ 2020 р.

2 Термін здачі студентом закінченої роботи – до 15.12.2020 р

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

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

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

Розділ 1 – Загальна характеристика, основні показники та режими функціонування досліджуваного об'єкту.

Розділ 2 – . Методи та методика проведення досліджень.

Розділ 3 – . Розрахунковий аналіз обстежуваної системи енергопостачання.

Розділ 4 – Розробка можливих енергозберігаючих заходів, спрямованих на підвищення ефективності споживання енергетичних ресурсів у будівлі.

Розділ 5 – Розділ з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Висновки.

* Відповідає формі № 24 наказу Мінвузу СРСР від 6 квітня 1983 р. №429

5 Консультанти з проекту (роботи), із зазначенням розділів проекту

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях	Васькін Р.А.		

6 Дата видачі завдання 09.11.2020 р

Керівник

_____ (підпис)

Завдання прийняв до виконання

_____ (підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Проходження переддипломної практики	з 09.11 до 06.12.2020	
2	Захист переддипломної практики	до 10.12.2020	
3	Виконання 1-го розділу	до 20.11.2020	
4	Виконання 2-го розділу	до 01.12.2020	
5	Виконання 3-го розділу	до 06.12.2020	
6	Виконання 4-го розділу	до 10.12.2020	
7	Виконання 5-го розділу	до 13.10.2020	
8	Представлення виконаної роботи	до 15.12.2020	
9	Проходження перевірки на плагіат	до 20.12.20	
10	Проведення захисту роботи	з 21.12 до 24.12.2019	

Студент-магістр

_____ (підпис)

Керівник випускної роботи

_____ (підпис)

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, ІНДЕКСІВ ТА СКОРОЧЕНЬ

Умовні позначення

V – об'єм, м^3 ;

T – температура, $^{\circ}\text{C}$;

L – довжина, м.

P – потужність, кВт.

Індекси та скорочення

δ – товщина огорджуючої конструкції, м;

n – кількість шарів в конструкції;

\emptyset – діаметр.

Абревіатура

ККД – коефіцієнт корисної дії.

ПЕР – паливно-енергетичні ресурси.

ППУ – пінополіуретан.

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 64 сторінки, 12 рисунків, 10 таблиць, 1 додаток, 32 літературних джерела.

Об'єкт дослідження: системи енергозабезпечення будівлі комунального закладу.

Мета роботи: підвищення ефективності функціонування систем енергоспоживання будівлі шляхом діагностування стану її огорожуючих конструкцій, аналізу фактичного споживання енергоресурсів та енергії, режимів їх споживання, діагностування стану та режимів функціонування енергоспоживаючих систем, вивчення технічних можливостей їх модернізації для запровадження нових технологій з використання у тому числі альтернативних видів енергоресурсів та енергії, розрахунок економічної доцільності їх впровадження.

Поставленими задачами дослідження є:

- проведення дослідження та аналізу енергетичного стану будівлі, зважаючи на її конструктивні особливості;
- визначення основних напрямків можливої модернізації огорожуючих конструкцій та систем енергоспоживання будівлі;
- проведення необхідних інженерно-економічних розрахунків за обраними напрямками модернізації;
- визначення основних техніко-економічних показників розроблених енергозберігаючих заходів.

Ключові слова: ЕНЕРГЕТИЧНА СИСТЕМА, ТЕПЛОВА ЕНЕРГІЯ, ПРОМЕТР, УНІВЕРСАЛЬНИЙ ВИМІРЮВАЧ; ТЕПЛОВТРАТА, ТЕПЛОАДХОДЖЕННЯ, ТЕПЛОВА ПОТУЖНІСТЬ, ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИЙ ЗАХІД, ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ; ВИМІРЮВАННЯ; ЕВАКУАЦІЙНИЙ ЗАХІД.

Тема роботи – «Аналіз ефективності споживання енергоносіїв системою опалення комунального закладу».

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА, ОСНОВНІ ПОКАЗНИКИ ТА РЕЖИМИ ФУНКЦІОНУВАННЯ ДОСЛІДЖУВАНОВОГО ОБ'ЄКТУ.....	10
1.1 Загальні відомості про об'єкт енергетичного обстеження.....	10
1.2 Опис дійсного стану будівлі.....	11
1.3 Обстеження енергетичних систем будівлі.....	11
1.3.1 Система опалення.....	11
1.3.2 Система електропостачання.....	12
1.3.3 Система водопостачання та водовідведення	12
1.3.4 Система вентиляції.....	12
1.3.5 Система обліку енергоносіїв	13
1.4 Аналіз обсягів споживання енергоносіїв	14
1.4.1 Аналіз обсягів споживання теплової енергії.....	14
1.4.2 Аналіз обсягів споживання електричної енергії.....	16
1.4.3 Аналіз обсягів споживання холодної води.....	18
1.5 Техніко-економічний аналіз споживання енергоносіїв.....	19
1.5.1 Техніко-економічний аналіз споживання теплової енергії.....	19
1.5.2 Техніко-економічний аналіз споживання електроенергії.....	21
1.5.3 Техніко-економічний аналіз споживання води.....	21
2 МЕТОДИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	22
2.1 Проведення вимірювань за допомогою приладів.....	22
2.2 Результати проведеного вимірювання.....	25
2.3.Заходи щодо диверсифікації джерела теплопостачання.....	25
2.4 Основні методи збору інформації.....	30
3 РОЗРАХУНКОВИЙ АНАЛІЗ ОБСТЕЖУВАНОЇ СИСТЕМИ ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ.....	35
3.1 Розрахунок теплової потужності будівлі.....	35

4 РОЗРОБКА МОЖЛИВИХ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ЗАХОДІВ, СПРЯМОВАНИХ НА ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СПОЖИВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ У БУДІВЛІ.....	40
4.1 Опис можливих енергозберігаючих заходів.....	40
4.2 Опис заходів з енергозбереження.....	40
4.2.1 Утеплення огорожуючих конструкцій (стіни).....	40
4.2.2 Розрахунок елеваторного вузла для системи опалення.....	43
4.2.3 Регулювання подачі теплоносія в залежності від температури навколишнього середовища.....	44
4.2.4 Утеплення горищного покриття.....	45
4.2.5 Теплова ізоляція трубопроводів опалення.....	47
4.3 Оцінка економічної ефективності впровадження енергозберігаючих заходів.....	48
4.3.1 Утеплення огорожуючих конструкцій (стіни).....	48
4.3.2 Регулювання подачі теплоносія в залежності від температури навколишнього середовища.....	50
4.3.3 Утеплення горищного покриття.....	51
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	53
5.1 Аналіз небезпечних і шкідливих факторів, що можуть виникати під час роботи енергоменеджера під час роботи на об'єкті.....	53
5.2 Техніка безпеки при проведенні вимірювань на об'єкті.....	55
5.3 Дії співробітників навчального закладу під час оголошення сигналу «Увага всім!».....	56
ВИСНОВКИ.....	59
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	61
ДОДАТОК А.....	64

ВСТУП

"Україна відноситься до енергодефіцитних країн, яка задовольняє свої потреби в паливно-енергетичних ресурсах (ПЕР) за рахунок власного їх видобутку менш, ніж на 50 %" [1].

"Видобуток власних ПЕР проводиться в таких гірничо-геологічних умовах, які роблять їх не конкурентоздатними з імпортованими ПЕР. Це перш за все відноситься до видобутку нафти і газу. Не краща сучасна ситуація і у вугільній промисловості, де більшість шахт мають низькі економічні показники. Хоча Україна має великі поклади вугілля, якого вистачило б на сотні років, однак для їх розробки необхідні великі капітальні вкладення, яких в умовах економічної кризи держава не може забезпечити" [1].

"Поряд з цим ефективність використання ПЕР в економіці України та соціальній сфері дуже низька. Енергоємність валового внутрішнього продукту в Україні на сьогодні більш, ніж вдвічі вища за енергоємність промислово розвинутих країн Західної Європи і продовжує зростати. Потенціал енергозбереження в Україні становив в докризовий період 40 - 45 % від енергоспоживання, а за часи кризи він ще виріс" [1].

"Для енергозбереження характерна висока економічна ефективність. Витрати на тонну умовного палива, отриманого за рахунок енергозбереження, в декілька разів менші за витрати на його видобуток чи купівлю. Тому в умовах України підвищення енергоефективності та енергозбереження стає стратегічною лінією розвитку економіки та соціальної сфери на найближчу та подальшу перспективу" [1].

В умовах постійно зростаючого попиту на різні види енергоресурсів найпершим завданням енергоменеджменту є розроблення і впровадження якнайменше витратних енергозбережних заходів [2].

Енергозбереження – діяльність (організаційна, наукова, практична, інформаційна), яка спрямована на раціональне використання та економне витрачання первинної та перетвореної енергії і природних енергетичних ресурсів в

національному господарстві і яка реалізується з використанням технічних, економічних та правових методів [3].

Енергозбереження є одним із пріоритетів державної політики, важливим напрямком у діяльності усіх без винятку суб'єктів господарювання. При цьому здебільшого заходи щодо впровадження енергозберіжних технологій не вимагають великих фінансових витрат.

Основні напрями енергозберіжних заходів у системах теплопостачання будівель передбачають проектування елементів «пасивної архітектури», заходи з утеплення існуючих будівель, енергозберіжні системи опалення, вентиляції, кондиціонування, холодопостачання, каналізаційні та «розумні» системи [2].

Для кращого підвищення енергоефективності, впровадження інноваційних енергосистем та модернізацію об'єкту, в усіх суб'єктах господарювання, використовують послугу енергетичного аудиту.

Енергетичний аудит, енергоаудит (енергетичне обстеження) - вид діяльності, спрямований на зниження споживання паливно-енергетичних ресурсів суб'єктами господарювання, який полягає у проведенні енерготехнологічної і техніко-економічної експертизи, веденні обліку паливно-енергетичних ресурсів, а також у розробленні та обґрунтуванні енергоощадних заходів [4].

Метою енергетичного аудиту є сприяння суб'єктам господарської діяльності у визначенні своєї політики з енергозбереження, рівня ефективності використання ПЕР, потенціалу енергозбереження, надання допомоги в розробці науково обґрунтованих норм та нормативів питомих витрат, енергобалансів, розробці заходів з енергозбереження, їх фінансовий оцінці та оцінці впливу на охорону праці та довкілля [5].

Мета та призначення представленого енергетичного обстеження: дослідження реального стану споживання енергоносіїв і води, та розробка енергозберігаючих заходів з метою скорочення витрат паливно-енергетичних ресурсів.

Завдання, які вирішувалися при проведенні енергетичного обстеження: розробка енергозберігаючих заходів із економії паливно-енергетичних ресурсів в

установі, за результатами проведення енергетичного обстеження на зазначеному об'єкті.

Вихідні дані для проведення робіт з енергетичного обстеження: технічна та будівельна документація установи; показання лічильників споживання ПЕР (електроенергія, тепло, холодна вода); вимірювання температури та освітленості приміщення; вимірювання температури та знімання показань тиску з манометрів системи теплопостачання; попередні енергетичні обстеження.

Предметом дослідження в роботі є енергетичні процеси, які відбуваються в досліджуваній мною будівлі а також у системах енергоспоживання.

Автором зібрано статистичні дані за минулі три роки щодо функціонування систем енергоспоживання будівлі. Проаналізовано режими та обсяги споживання теплової енергії, електричної енергії, води.

Проведено порівняльний аналіз режимів енергоспоживання та витрат енергоресурсів з чинними в Україні нормативними показниками.

Виконано необхідні економічні розрахунки. Проведено аналіз потенційно-небезпечних факторів, які можуть виникнути в процесі експлуатації будівлі та систем енергоспоживання.

1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА, ОСНОВНІ ПОКАЗНИКИ ТА РЕЖИМИ ФУНКЦІОНУВАННЯ ДОСЛІДЖУВАНОВОГО ОБ'ЄКТУ

1.1 Загальні відомості про об'єкт енергетичного обстеження

Об'єктом енергетичного обстеження є будівля гуртожитку КЗ «Сумський обласний інститут післядипломної педагогічної освіти» за адресою: м.Суми, вул. Римського-Корсакова,5 (рис 1.1).



Рисунок 1.1 – Зовнішній вигляд фасаду будівлі

Технічні характеристики будівлі згідно наданої інформації:

- призначення будівлі – гуртожиток для проживання людей;
- кількість поверхів – 5 поверхів ;
- опалювальна площа приміщень – 2873 м²;
- опалювальний об'єм приміщень – 7757,1 м³.

У гуртожитку на даний час проживає близько 300 людей.

Забезпечення будівлі тепловою енергією на потреби опалення здійснюється від централізованої системи опалення.

Водопостачання та водовідведення здійснюється централізовано.

Забезпечення будівлі гарячою водою здійснюється централізовано. Встановлений швидкісний водопідігрівач.

1.2 Опис дійсного стану будівлі

Конструктивне рішення теплоізоляційної оболонки будівлі:

Найменування конструктивного елементу	Матеріал шару
Стіни	Кладка з цегли звичайної на цементно-піщаному розчині
	Цементно-піщана штукатурка
	Керамічна плитка
Суміщене покриття	Залізобетонна плита
	Керамзит
	Руберойд
Вікна	Металопластикові з двокамерним склопакетом
Двері	Металопластикові, металеві
Підлога	Залізобетонна плита
	Розчин цементно-піщаний
	Лінолеум

1.3 Обстеження енергетичних систем будівлі

1.3.1 Система опалення

Теплопостачання будівлі гуртожитку КЗ «Сумський обласний інститут післядипломної педагогічної освіти», м.Суми здійснюється централізовано згідно договору про надання послуг з централізованого опалення, який укладено з ТОВ «Сумитеплоенерго» (Додаток А).

Ввід теплової мережі передбачений до теплового пункту, розміщеного у підвальному приміщенні де є вільний доступ обслуговуючого персоналу до приладів, наявне освітлення, та відповідає вимогам Правил технічної експлуатації тепловикористовуючих устаткувань і теплових мереж. Трубопроводи тепломережі і деталі вузла обліку теплової енергії сталеві.

Система теплової мережі будівлі гуртожитку КЗ «Сумський обласний інститут післядипломної педагогічної освіти», м.Суми двотрубна з нижньою розводкою; за напрямом з'єднання опалювальних приладів – горизонтальна. Магістральні трубопроводи до будівлі, прокладені під землею та під'єднуються в тепловому пункті до головних подавальних трубопроводів (Додаток Б).

В якості опалювальних приладів використовуються конвекційні радіатори типу Аккорд. Опалювальні прилади розташовані під вікнами в кожному приміщенні. Доступ до опалювальних приладів необмежений.

1.3.2 Система електропостачання

Постачальником електроенергії на об'єкт енергообстеження є АТ «Сумиобленерго». Електропостачання відбувається від трансформаторної підстанції, що знаходиться неподалік будівлі. Живлення струмоприймачів здійснюється по кабельній лінії 3×120 мм з напругою 220 В.

1.3.3 Система водопостачання та водовідведення

Водопостачання та водовідведення будівлі здійснюється централізовано комунальним підприємством «Міськводоканал» СМР на підставі Договору про надання послуг. Вода до будинку подається по металевій трубі $\varnothing 80$ мм. Тиск води на вході в будівлю $P_{\text{хв}}=0,3$ МПа.

Циркуляція води відбувається від тиску в мережах. Основними споживачами води є мешканці та відвідувачі гуртожитку.

1.3.4 Система вентиляції

Вентиляція призначена для створення та підтримання допустимих параметрів повітря у кімнатах будівлі.

Система вентиляції природня.

1.3.5 Система обліку енергоресурсів

У вузлу обліку теплової енергії за технічними умовами передбачено встановлення лічильника тепла QALCOSONIC.

Повірка лічильника тепла – 8 липня 2018 року.



Рисунок 1.2 – Лічильник теплової енергії [3]

Облік споживання електричної енергії здійснюється лічильником активної енергії типу Меридиан СО Э-1.02/2 електронний (рис. 1.3), термін повірки - 22 грудня 2017 року. Лічильник знаходяться в електрощитовій на вводі до будівлі.



Рисунок 1.3 – Лічильник електричної енергії [4]

Облік холодної води здійснюється лічильником ЛЛТ 50Х (рис.1.4).



Рисунок 1.4 – Лічильник обліку холодної води [5]

Термін повірки – 22 грудня 2017 рік.

Встановлений в підвальному приміщенні на вводі до будівлі.

1.3.6 Існуючі тарифи на енергоносії

Станом на 25.11.2020 рік тарифи на енергоносії та воду з ПДВ складають:

теплова енергія – 1211,3 грн/Гкал;

водопостачання – 9,792 грн/м³;

водовідведення – 9,624 грн/м³;

електрична енергія – 3,12 грн / кВт·год.

1.4 Аналіз обсягів споживання енергоносіїв

1.4.1 Аналіз обсягів споживання теплової енергії

Слід зазначити, що у будівлі КЗ «Сумський обласний інститут післядипломної педагогічної освіти», м.Суми встановлений один лічильник теплової енергії для обліку теплової енергії, яка іде на опалення та приготування

гарячої води. Відсутність лічильника гарячої води унеможливило проведення точного аналізу споживання теплової енергії на опалення і на підігрів води окремо.

Величина обсягів споживання теплової енергії будівлею за 2017 – 2019 роки наведено в таблиці 1.1

Таблиця 1.1 – Кількість теплової енергії на опалення, спожитої будівлею закладу за 2017 – 2019 роки

Місяць	Рік		
	2017	2018	2019
	Гкал	Гкал	Гкал
Січень	63,4	69,37	65,68
Лютий	64,74	62,37	64,64
Березень	39,08	57,46	50,59
Квітень	21,44	27,18	36,98
Травень	–		–
Червень	–		–
Липень	–		–
Серпень	–		–
Вересень	–		–
Жовтень	1,12	6,43	6,14
Листопад	42,58	50,16	49,14
Грудень	59,96	56,98	58,21
Всього	292,32	329,95	331,38

На рисунку 1.5 приведена динаміка споживання теплової енергії будівлею за 2017 – 2019.

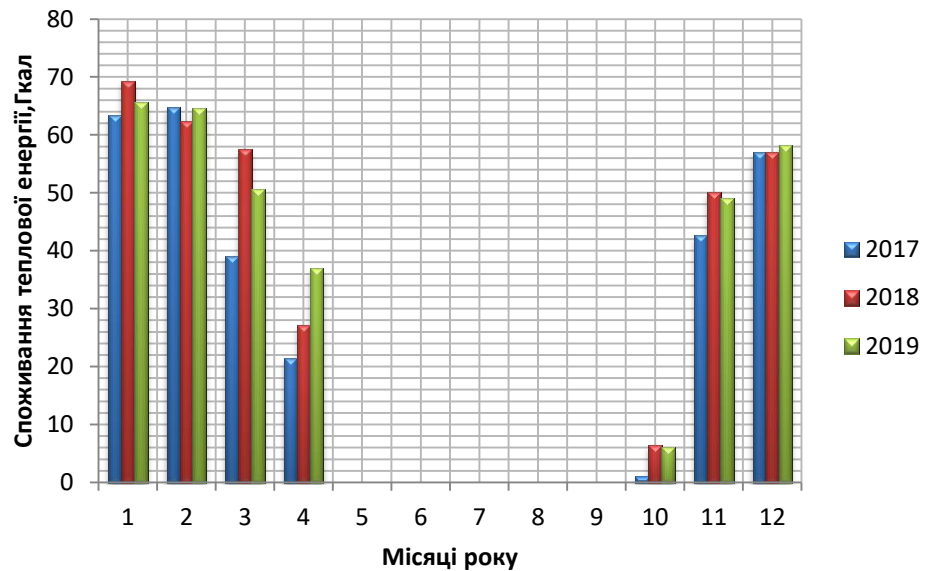


Рисунок 1.5 – Діаграма споживання теплової енергії за 2017-2019 роки

З діаграми видно, що максимум споживання теплової енергії на опалення приходиться на грудень, січень і лютий, а мінімум – квітень та жовтень. Нерівномірність теплоспоживання у відповідні періоди кожного року пов’язана з різною температурою довкілля та неналежним керуванням режимами роботи системи тепlopостачання будівлі.

1.4.2 Аналіз обсягів споживання електричної енергії

Обсяги споживання електричної енергії будівлею КЗ «Сумський обласний інститут післядипломної педагогічної освіти» по місяцях за 2017, 2018 і 2019 роки наведено в таблиці 1.2, та на рисунку 1.6.

Таблиця 1.2 – Обсяги споживання електричної енергії, кВт·год

Місяць	2017 рік	2018 рік	2019 рік
	кВт·год	кВт·год	кВт·год
Січень	10354	10147	9785
Лютий	10011	10008	10121
Березень	9991	9972	9974

Продовження таблиці 1.2

Квітень	9341	9147	9124
Травень	18478	18342	18254
Червень	17324	17269	17142
Липень	15463	15312	14784
Серпень	15247	15198	15147
Вересень	15417	15392	15179
Жовтень	16478	16399	16254
Листопад	7997	7824	7954
Грудень	9126	9045	9014
Всього	155227	154055	143718

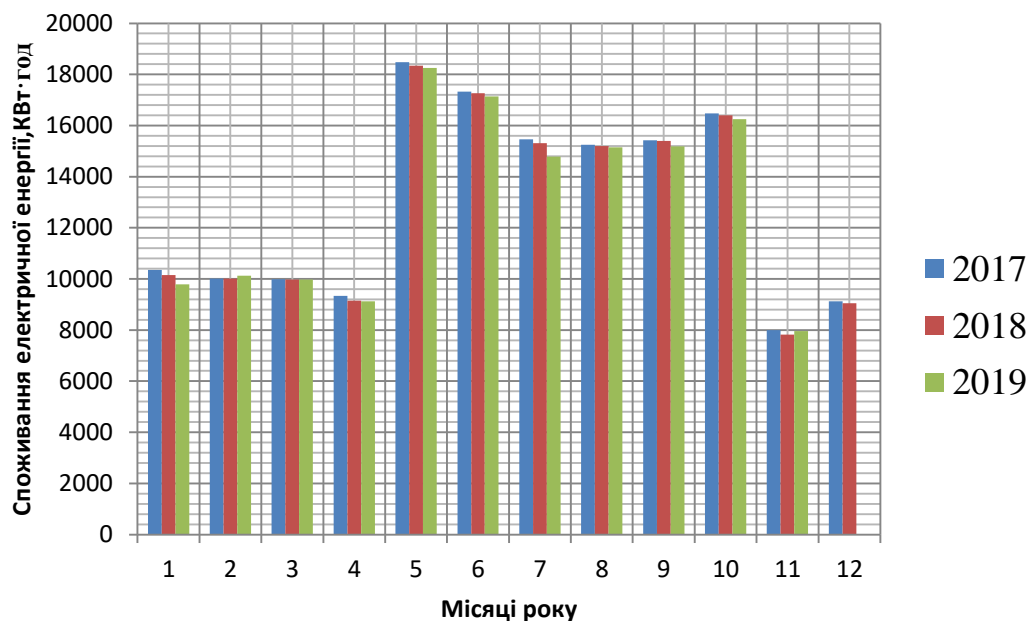


Рисунок 1.6 – Діаграма споживання електричної енергії за 2017-2019 роки

Споживання електричної енергії протягом року не рівномірне. Тенденції до збільшення споживання електроенергії спостерігаються в літній період, що пов'язано з використанням електричної енергії для підігріву холодної води для побутових потреб мешканців гуртожитку.

1.4.3 Аналіз обсягів споживання холодної води

Обсяги споживання води будівлею КЗ «Сумський обласний інститут післядипломної педагогічної освіти» по місяцях за 2017, 2018 і 2019 роки наведено в таблиці 1.3, та на рисунку 1.7.

Таблиця 1.3 – Обсяги споживання холодної води, м³

Місяць	2017 рік	2018 рік	2019 рік
	м ³	м ³	м ³
Січень	2129	3348	2589
Лютий	2446	2791	3171
Березень	2258	3113	2731
Квітень	2799	3953	2997
Травень	4772	4886	4705
Червень	4858	4659	4918
Липень	5047	4772	5018
Серпень	5024	5293	5254
Вересень	5274	5210	5169
Жовтень	3044	3298	2940
Листопад	3320	3265	3318
Грудень	3029	3126	3326
Всього	25400	32714	27536

Споживання протягом року нерівномірне. Тенденції до споживання води збільшуються в міжопалювальний період місяці. В цей період в гуртожитку відсутнє гаряче водопостачання, відбувається підігрів холодної води для побутових потреб.

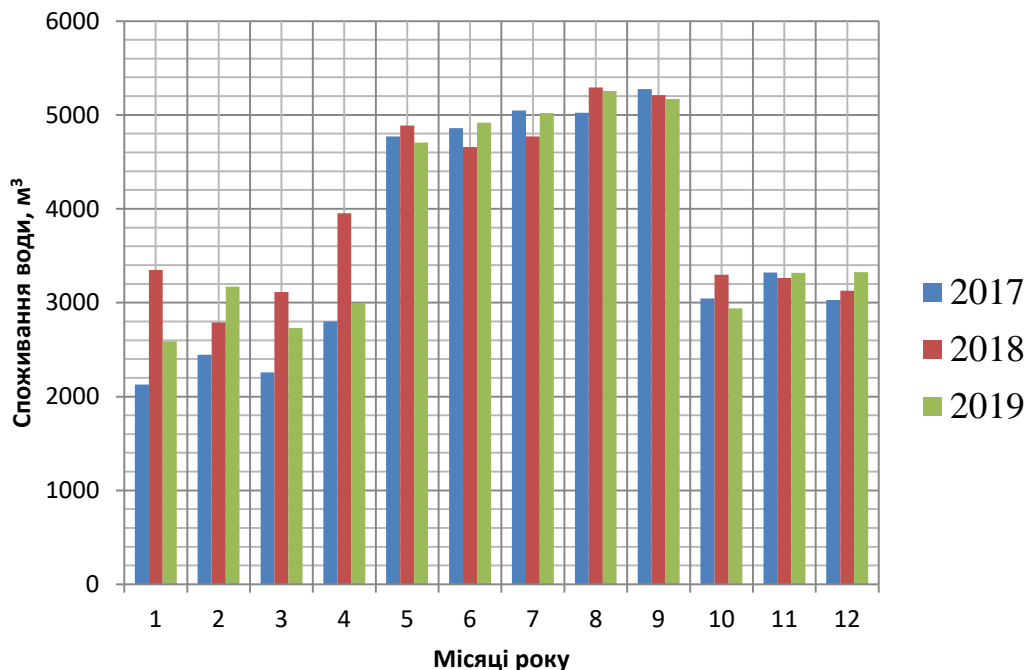


Рисунок 1.7 – Діаграма споживання води за 2017-2019 роки

1.5 Техніко-економічний аналіз споживання енергоносіїв

1.5.1 Техніко-економічний аналіз споживання теплової енергії

З метою надання об’єктивного висновку про ефективність споживання теплової енергії на опалення будівлі закладу, який обстежується, необхідно провести порівняння дійсних обсягів споживання теплової енергії зі встановленими державними нормами.

Питома потреба (EP) – це показник енергоефективності будинку, що визначає кількість теплоти, яку необхідно подати до об’єму будівлі для забезпечення нормованих теплових умов мікроклімату в приміщеннях і відноситься до одиниці опалювальної площі або об’єму будинку [6, п.3.24]:

$$EP = \frac{Q_{оп}}{V_{буд}^{оп}}, \frac{\text{кВт}\cdot\text{год}}{\text{м}^3} \quad (1.1)$$

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

$V_{\text{буд}}^{\text{оп}}$ – опалювальний об’єм будинку, м^3 .

Питома потреба на опалення будинків повинна відповідати умові [6, п.5.1]:

$$EP \leq EP_{\text{max}}, \quad (1.2)$$

де EP – питома річна енергопотреба будівлі, $\text{кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^3$;

EP_{max} – максимально допустиме значення питомої річної енергопотреби будівлі за опалювальний період, $\text{кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^3$ [6, п.5.3].

Нормативна питома енергопотреба для житлових будівель поверховістю від 4 до 9, першої температурної зони становлять [6, табл.1]:

$$EP_{\text{max}} = 55 \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{м}^2} = 0,047 \frac{\text{Гкал}}{\text{м}^2}.$$

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

- за опалювальний період 2016 – 2017 рік – $Q_{\text{оп}} = 328,46$ Гкал;
- за опалювальний період 2017 – 2018 рік – $Q_{\text{оп}} = 320,04$ Гкал;
- за опалювальний період 2018 – 2019 рік – $Q_{\text{оп}} = 331,46$ Гкал.

Значення фактичних питомих енерговитрат за періодами опалення становлять:

- за опалювальний період 2016 – 2017 рік – $EP = 0,11$ Гкал/ м^2 ;
- за опалювальний період 2017 – 2018 рік – $EP = 0,11$ Гкал/ м^3 ;
- за опалювальний період 2018 – 2019 рік – $EP = 0,12$ Гкал/ м^3 .

Осереднене значення показника енергоефективності будинку за визначеними опалювальними періодами становить – $EP = 0,11$ Гкал/ м^3 .

Отриманий результат не відповідає нормативній умові (1.2). Крім того, за відсутності пристроїв автоматичного погодозалежного регулювання теплового потоку, що надходить до системи опалення будівлі, застосовується «ручне» регулювання засувками без чіткого визначення його необхідної миттєвої величини. Це інколи призводить до порушень циркуляції теплоносія в системі опалення будівлі. Як наслідок цього – нерівномірний прогрів приміщень закладу та

використання додаткових приладів обігріву, додаткова витрата коштів на електроспоживання.

1.5.2 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 [7] норма споживання електричної енергії для гуртожитків складає 900 кВт·год/місце. В гуртожитку налічується близько 300 місць.

Для будівлі фактичне споживання електричної енергії складає:

$$\text{- 2017 рік: } \frac{155227 \text{ кВт}\cdot\text{год}}{300} = 517,4 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{місце};$$

$$\text{- 2018 рік: } \frac{154055 \text{ кВт}\cdot\text{год}}{300} = 513,5 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{місце};$$

$$\text{- 2019 рік: } \frac{143718 \text{ кВт}\cdot\text{год}}{300} = 479,1 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{місце}.$$

Для будівлі фактичне значення не перевищує нормоване, що є добрим показником.

1.5.3 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 [8]. Норма витрат води для будівлі на одну людину становить – 3 м³/добу.

$$\text{- 2017 рік } \left(\frac{25400}{300} \right) / 12 = 7 \text{ м}^3/\text{місяць};$$

$$\text{- 2018 рік } \left(\frac{32714}{300} \right) / 12 = 9 \text{ м}^3/\text{місяць};$$

$$\text{- 2019 рік } \left(\frac{27536}{300} \right) / 12 = 7 \text{ м}^3/\text{місяць}.$$

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

2 МЕТОДИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Проведення вимірювань за допомогою приладів

Для виконання теплотехнічних розрахунків було проведено вимірювання параметрів повітря всередині приміщень досліджуваного об'єкта. Приладом для вимірювання необхідних параметрів є пірометр.

Температуру предметів усередині приміщень було виміряно лазерним пірометром MiniTemp MT2 фірми Raytek (рис 2.1). Переносний низькотемпературний пірометр моделі MT2 – швидкодіючий, компактний і легкий у використанні пірометр пістолетного типу.



Рисунок 2.1 – Лазерний пірометр MiniTemp MT2 фірми Raytek

Завдяки властивостям даного пірометра можна вирішити широке коло задач контролю температури безконтактним методом. Його застосовують для діагностики систем кондиціонування, опалення і вентиляції, обслуговування електромереж і електроапаратури, автомобілів протипожежних систем.

Пірометр дуже простий в експлуатації завдяки лазерному прицілу і дисплею, розташованому на рукоятці пірометра, що показує значення температури даного об'єкта (опалювального приладу).

Таблиця 2.1 – Технічні характеристики лазерного пірометра МТ2 [9]

Назва параметру	Значення параметру
Коефіцієнт випромінювання	0,95
Наявність лазера (клас II)	Крапковий
Збереження інформації на дисплеї	7 сек
Підсвічування екрана	АВТОМАТИЧНА
Оптичний дозвіл D:S	1:6
Відстань, що рекомендується	До 100 див
Діапазон вимірів	Від -18°C до +275°C
Точність, %	± 2
Час відгуку, мсек	500
Розміри, мм	152×101×38
Вага, кг	0,227

Для отримання даних про якість системи вентиляції досліджуваної будівлі було застосовано термоанемометр «Testo 405» (рис.2.2).

Testo 605-N1 – мініатюрний, недорогий прилад для швидкого вимірювання вологості, температури і точки роси в навколишньому середовищі, у повітрі робочої зони, в системах кондиціонування та вентиляціїю

Прилад має високу точність і стабільність показань завдяки унікальному датчику вологості, який не боїться води, захищений поворотною кришкою і відкривається тільки в процесі вимірювання. Дисплей розташований на поворотній голівці і його завжди видно. Передбачена функція автоматичного відключення через 10 хвилин роботи. Технічні характеристики наведено в таблиці 2.2.



Рисунок 2.2 – Універсальний вимірювач Testo 605-N1

Таблиця 2.2 – Технічні характеристики універсального вимірювача [10]

Назва параметру	Значення параметру
Діапазон вимірювань швидкості потоку повітря	0...10
Похибка вимірювань	±0,01
Роздільна здатність	0,1
Робоча температура	Від 0 до +50 °С
Довжина зонда	125 мм
Діаметр зонда: - в основі - біля чутливого елемента	16 мм 12 мм
Джерело живлення та його ресурс	3 батарейки типу CR 2032, 200 годин (750 вимірів по 2 хв.)

Для отримання даних про стан освітленості на даному об'єкті було використано люксметр типу DE-3350 [11].

Люксметри – це прилади для вимірювання освітленості в приміщеннях різного призначення, на робочих місцях, а також на відкритому просторі. це складна система, до складу якої входить фотодіод, підсилювач сигналу з фотодіода, аналогово-цифровий перетворювач, а також косинусна насадка та світлові фільтри. Працює люксметр на явищі внутрішнього фотоелектричного ефекту. це процес виникнення електропровідності в напівпровідниках під дією

електромагнітного випромінювання (на відміну від зовнішнього фотоефекту, коли відбувається емісія електронів під дією світла).

Недостатнє освітлення суттєво знижує продуктивність праці, викликає сонливість, призводить до передчасної втоми навіть у працівника після відпочинку, знижується ефективність прийнятих рішень і дій, зростає ймовірність помилок, що призводять до захворювань, травм і навіть летальних випадків. Існує навіть така сумна статистика, яка свідчить, що у 20 % випадків травми виникали через недостатню освітленість на виробництві, а в 5% - саме слабка освітленість робочого місця була причиною нещасних випадків.

Вимірювальна рулетка служила для визначення геометричних розмірів приміщень. Границя виміру приладу складає 10 м, похибка $\pm 0,5$ мм [12].

2.2 Результати проведеного вимірювання

Вимірювання проводилось 30.11.2020 р. Система опалення була включена. Температура зовнішнього повітря становила: $+ 2^{\circ}\text{C}$.

Вимірювані параметри склали:

1) середня температура повітря по приміщеннях закладу склала $T_{\text{в}} - 20^{\circ}\text{C}$, що відповідає санітарним вимогам.

2) температура теплоносія в системі опалення $T_1 = 56^{\circ}\text{C}$; $T_2 = 44^{\circ}\text{C}$.

3) відносна вологість повітря – 58%, що відповідає вимогам норм і правил.

4) середня освітленість складає 300 люкс, що відповідає вимогам норм.

2.3 Заходи щодо диверсифікації джерела теплопостачання

Теплопостачання – це соціально чутлива сфера. Рахунки за теплову енергію серйозно затьмарюють життя багатьох родин. Понад третина бюджету сім'ї на комуналку (а це в основному тепла енергія) – занадто багато. Рівень цивілізованих країн — не більш як 7–10% [13].

Електроенергію, воду, природний газ можна заощаджувати, а от теплову енергію на опалення – все ще ні, бо контролювати й регулювати її витрачання в окремих квартирах більшості багатоквартирних будинків нічим [13].

Згортання систем централізованого тепlopостачання (СЦТ) замість їх модернізації із застосуванням сучасних високоефективних технологій позбавляє нас перспективи одержувати теплову енергію за прийнятною ціною, а державу Україна – забезпечення енергетичної незалежності й безпеки.

Українське тепlopостачання – це клубок проблем технічного, техніко-економічного, нормативно-правового, соціального й фінансового характеру. Одні проблеми поглиблюють інші, ті, своєю чергою, породжують треті і в результаті утворюють замкнене порочне коло. Прикладом може бути типовий ланцюжок причинно-наслідкових зв'язків: споживачів не влаштовує показник ціна/якість – вони відключаються від СЦТ – обсяги реалізації теплової енергії падають – економічні показники підприємств тепlopостачання погіршуються – треба підвищувати тариф – посилюється процес відключення споживачів від СЦТ. Усе, порочне коло замкнулося.

У галузі централізованого виробництва теплової енергії Україна традиційно належить до країн-лідерів. У 1991 р. за обсягами виробництва ми поступалися лише Росії. Однак в останні роки нас обігнали європейські сусіди: Латвія, Естонія, Польща, не кажучи вже про Данію – лідера з розвитку централізованого тепlopостачання. Нині у нашій країні до СЦТ приєднано близько половини опалювальної площі всіх будинків. Ще п'ять років тому цей показник становив 60%, а 30 років тому — 63%, рівно стільки, скільки нині в Данії [13].

Обсяги вироблення теплової енергії в СЦТ знижуються стрімкими темпами. За роки незалежності в сфері централізованого тепlopостачання України нового створено занадто мало. Те, що робиться, — це спроба підтримувати стару систему в технічно справному стані. Але це погано виходить. Про це красномовно свідчать потоки гарячої води на тротуарах й автомобілі, що провалюються під землю на початку опалювального сезону. Енергоефективна модернізація галузі централізованого тепlopостачання у нас у країні ще по суті не починалася. А Європа вже впроваджує СЦТ четвертого покоління [13].

У 2010 р. у країнах ЄС частка централізованого теплопостачання становила лише 10%, але планується, що до 2030-го цей показник зросте до 30%, а до 2050 р. — до 50%. Чому в країнах Євросоюзу так активно розбудовують СЦТ? Причин кілька: диверсифікація джерел теплової енергії, підвищення енергетичної незалежності країни, можливість одержати дешеву теплову енергію, скорочення шкідливих викидів. Уже нині частка традиційних газових котлів у СЦТ європейських країн не перевищує 20% (в Україні — близько 60%). До 2050 р. частка таких котлів не перевищуватиме 10% [13].

Основні джерела теплової енергії – це комбіноване виробництво електричної та теплової енергії (когенерація), тверді побутові відходи, біопаливо, сонячна енергія, геотермальна енергія, теплова енергія морів, водойм, міські каналізаційні стоки, вентиляційні викиди, скидна теплова енергія промислових підприємств. Диверсифікація дає можливість зіскочити з газової голки, використовувати власні природні, сільськогосподарські, промислові ресурси, реалізувати принцип «відходи в енергію», підвищити енергонезалежність і безпеку країни.

Систему централізованого теплопостачання слід розглядати не тільки як джерело теплової енергії, а й як міську систему утилізації, з допомогою якої можна перетворити продукти життєдіяльності людини на енергію [13]. При цьому одночасно вирішуються енергетична й екологічна проблеми. Основними продуктами життєдіяльності людини, що неминуче утворюються в кожному місті, є тверді побутові відходи, мулові осади, а також тепла вода каналізаційних стоків. У сукупності вони на 40% можуть забезпечити місто тепловою енергією на опалення, а якщо утеплити наші холодні будинки, то й на 90% [13]. На жаль, в Україні нині працює тільки один сміттєспалювальний завод (у Києві), що подає теплову енергію в СЦТ. Цей напрям слід розвивати, застосовуючи європейський досвід. У Європі 7% відходів використовуються для потреб теплопостачання [13]. В окремих країнах цей показник суттєво вищий: у Швейцарії — 44%, Франції — 26, Швеції — 24% [13].

Комбіноване виробництво електричної й теплової енергії (когенерація) дозволяє на 10–30% [13] знизити витрати палива порівняно з роздільним виробництвом цих видів енергії. Відповідно до Директиви 2012/27ЄС ефективні

системи централізованого теплопостачання й охолодження — це системи, що використовують мінімум 50% відновлюваної енергії, 50% вторинних теплових енергетичних ресурсів, 75% теплоти когенерації або 50% сукупності теплоти від цих джерел [14]. На жаль, таких систем в Україні поки що немає. Водночас нереалізований потенціал когенераційного виробництва електростанцій України є базисом, який допоможе нам якнайшвидше створити енергоефективні СЦТ. Установлена теплова потужність турбоагрегатів ТЕЦ, ТЕС і АЕС України в кілька разів перевищує потреби в тепловій енергії СЦТ [14].

На жаль, наявні в Україні когенераційні установки не тільки не прирастають новими споживачами, а й неухильно втрачають ринок збуту теплової енергії. За 1990–2018 рр. когенераційний відпуск теплової енергії впав у чотири рази (паралельно зі зниженням загального відпуску теплової енергії від СЦТ) [4]. Чому в Європі когенерація розвивається, а в Україні вгасає [13]?

Одна з причин криється в застарілих підходах до розподілу економії від комбінованого виробництва між електричною й тепловою енергією. В Україні її традиційно відносять головним чином на електричну енергію. Розрахункова ефективність виробництва теплової енергії в сучасних когенераційних установках за застарілими методиками часто виявляється меншою, ніж у газових котельнях, що гальмує розвиток когенерації в країні. Відому науково-методичну проблему об'єктивного розподілу витрат на паливо між електричною й тепловою енергією успішно вирішили на початку цього сторіччя в Національній академії наук України. Але розроблені рекомендації досі необов'язкові до виконання, що не дає змоги активно впроваджувати сучасні когенераційні технології. Потрібно надати розробленим рекомендаціям статус обов'язкового нормативно-технічного документа [13].

Проблеми когенерації слід вирішувати з використанням європейського досвіду (передусім Данії та Німеччини) і урахуванням наших реалій. Однак базова роль когенерації в трансформації застарілих українських СЦТ у сучасні енергоефективні системи безсумнівна.

Ще один напрям, що дає можливість знизити собівартість теплової енергії в СЦТ і водночас підвищити енергетичну безпеку й незалежність нашої

країни[13]. Використання біопалива (дрова, деревна тріска, деревні пелети, тюки соломи, стебла кукурудзи, пелети з лушпайки, інші відходи сільськогосподарських культур) сприятиме розвитку місцевої й регіональної економіки, а на державному рівні — поліпшенню торговельно-платіжного балансу за рахунок зменшення імпорту енергоносіїв. За даними Біоенергетичної асоціації України (БАУ), що активно реалізовує концепцію розширення використання біопалива в СЦТ, вартість біопалива в цілому ряді випадків удвічі менша від порівнянної вартості природного газу, що дає змогу значно знизити тариф на теплову енергію. Досвід Литви це підтверджує. Середня вартість теплової енергії від котелень на біопаливі в 2015–2017 рр. була на 27–35% нижчою, ніж від газових котелень [13]. БАУ пропонує створити ринок біопалива, що гарантує стабільні його поставки, а також спростити й гарантувати підключення до теплових мереж СЦТ незалежних виробників теплової енергії, у тому числі й тих, які використовують біопаливо та пропонують теплову енергію дешевше, ніж існуючі виробники [13].

Вважається, що основною перевагою індивідуального тепlopостачання порівняно з централізованим є можливість обліку та регулювання кількості спожитої теплової енергії в кожній квартирі [13]. Але ж таку можливість можна забезпечити й у СЦТ. У нових будинках встановлюються індивідуальні теплові пункти, що забезпечують погодне регулювання, а в кожній квартирі — регулюючі вентиля та теплолічильники, які дають можливість управляти й оплачувати фактично спожиту кількість теплової енергії. У старих будинках, як правило, необхідна модернізація внутрішньобудинкового трубного розведення [13].

Харківські вчені розробили пропозиції щодо облаштування у кожній квартирі будь-якого багатоквартирного будинку, підключеного до СЦТ, індивідуальних систем тепlopостачання й активно впроваджують його на практиці. Необхідно, щоб при здійсненні термомодернізації будинків впроваджувалися такі системи, які допомагають організувати поквартирний облік і регулювання теплоспоживання [13].

Проблема теплових мереж є вузьким місцем систем централізованого тепlopостачання. Термін експлуатації 50% теплових мереж перевищує 20 років [13]. Середні втрати в таких мережах, визначені розрахунковим шляхом, — 19%

[13]. Кількість пошкоджень труб у більшості населених пунктів сягає критичних величин.

Однак проблема модернізації теплових мереж полягає не тільки в їхньому фізичному зношенні. Капітальні витрати на їх модернізацію досить великі, а строки окупності становлять не менш як 15 років [13]. Виходить, що заміна трубопроводів – це непривабливі для інвесторів проекти, а муніципалітети не мають достатніх фінансових ресурсів. Вихід полягає у комплексному підході до модернізації теплових джерел (самоокупні проекти) і теплових мереж (інфраструктурні проекти). Лише в рамках реалізації комплексних проектів можна залучити гроші на модернізацію теплових мереж.

Теплові джерела, мережі й приєднані до них будинки становлять єдину складну систему. Саме характеристики будинків визначають приєднане теплове навантаження, діаметри труб теплових мереж і встановлені потужності теплових джерел. Широкомасштабна термомодернізація будинків (на що ми сподіваємося) кардинально змінить усі ці параметри. Неузгоджений підхід до модернізації СЦТ і будинків неминуче призведе до прийняття неоптимальних технічних рішень і нераціонального використання фінансових ресурсів. На сьогодні у містах і населених пунктах України відсутні комплексні плани модернізації СЦТ і приєднаних до них будинків [13].

У європейських країнах розробляються єдині муніципальні енергетичні плани, у рамках яких розглядаються всі інфраструктурні системи населеного пункту, включаючи будинки, системи тепло-, газо-, електро-, водопостачання. Багато міст України – члени європейської асоціації «Енергоефективні міста» уже розробили такі плани. Але ці документи перебувають поза нормативно-правовим полем України. Необхідно виправити цей недолік, розробляти й реалізовувати такі плани [13].

2.4 Основні методи збору інформації

Кожний вид людської діяльності передбачає використання певних прийомів, способів, операцій з метою досягнення мети. Специфічними прийомами,

способами послуговується і наука як один із видів діяльності людини. Сукупність цих прийомів позначають поняттям «метод». Метод з грецької означає шлях пізнання [15].

Методологія – це вчення про правила мислення при створенні науки, проведенні наукових досліджень. Під методологією науки переважно розуміється вчення про науковий метод пізнання або система наукових принципів, на основі яких базується дослідження і здійснюється вибір засобів, прийомів і методів пізнання. Існує й інший, більш вузький погляд на методологію науки, коли вона розглядається як теоретична основа деяких спеціальних, часткових прийомів і засобів наукового пізнання, наприклад, методологія управління, методологія ціноутворення тощо, але в цьому разі доцільніше говорити про методіку пізнання і дій [16].

Наукове дослідження має два основні рівні: емпіричний і теоретичний. Збирання фактів (від лат. *factum* «зроблене»; «те, що відбулося»), їх первинний опис, узагальнення і систематизація – характерні ознаки емпіричного пізнання. Будь-яке наукове дослідження розпочинається зі збору, систематизації та узагальнення фактів. Розрізняють факти дійсності і наукові факти. Факти дійсності – це події, явища та процеси, які відбувалися або відбуваються в реальній дійсності; вони є різними сторонами, властивостями, відношеннями досліджуваних об'єктів. Наукові факти – це відображені у свідомості дослідника факти дійсності, що перевірені, усвідомлені та зафіксовані мовою науки як емпіричні судження. Отже, наукові факти повинні бути елементами логічної структури конкретної системи наукового знання [17].

Емпіричний рівень дослідження складається з двох стадій (етапів). На першій стадії відбувається процес отримання фактів. Першоджерелом будь-якого факту є реальна дійсність: події, діяльність людей, соціальних груп, партій, держави в різних сферах суспільного життя, природні явища та процеси. У процесі дослідження часто використовуються вторинні і навіть третинні джерела фактів: свідчення очевидців, документи, мемуари, наукові праці інших дослідників, статистичні дані тощо. Використовуючи різні шляхи та прийоми, дослідник вичленує і накопичує факти – емпіричну основу наукового дослідження. Друга

стадія передбачає первинну обробку, систематизацію та оцінку фактів у їх взаємозв'язку, тобто осмислення і жорсткий опис здобутих фактів у термінах наукової мови, їхню класифікацію та виявлення залежностей між ними. Отже, на цій стадії дослідник здійснює:

- а) критичну оцінку і перевірку кожного факту;
- б) опис кожного факту в термінах тієї науки, в якій проводиться дослідження;
- в) відбір типових фактів, що відображають основні тенденції розвитку.

Емпіричні завдання спрямовані на виявлення, точний опис і детальне вивчення різних фактів, явищ і процесів. Емпіричні дослідження дають можливість отримувати різнобічну інформацію про стан явищ, процесів і сприяють поглибленню їх кількісного та якісного аналізів. На емпіричному рівні науковець отримує нові знання на основі досліду за допомогою опису, спостереження та експерименту [16].

Спостереження – це спосіб пізнання об'єктивного світу на основі безпосереднього сприйняття предметів і явищ за допомогою чуттєвості. Воно дозволяє отримати первинний матеріал для вивчення [16].

Найбільш ефективним джерелом емпіричних знань є науковий експеримент. На відміну від спостереження й опису, експеримент є активним засобом отримання нових знань, оскільки експериментатор у процесі досліду має можливість керувати процесом вивчення явища, стежити за його розвитком, може змінювати його або спростовувати. Більше 2/3 всіх наукових працівників зайняті експериментальною роботою [16].

Експеримент – це система операцій, впливу або спостережень, спрямованих на одержання інформації про об'єкт при дослідницьких випробуваннях, які можуть проводитись в природних і штучних умовах при зміні характеру проходження процесу. Експеримент проводять на заключному етапі дослідження і він є критерієм істини теорії та гіпотез. Експеримент також у багатьох випадках є джерелом нових теоретичних даних, які розвиваються на базі результатів проведеного досліду або законів, що виходять з нього. Основною метою

експерименту є перевірка теоретичних положень (підтвердження робочої гіпотези), а також більш широкого і глибокого вивчення теми наукового дослідження [17].

Порівняння – це процес встановлення подібності або відмінності предметів та явищ дійсності, а також знаходження загального, властивого двом або кільком об'єктам [17]. За допомогою цього методу виявляються кількісні та якісні характеристики досліджуваного об'єкта, класифікується, впорядковується та оцінюється зміст явищ і процесів. Шляхом порівняння встановлюються відносини рівності та відмінності. Для коректності порівняння необхідно дотримуватися певних вимог. По-перше, порівняння має здійснюватися за наявності об'єктивної спільності між об'єктами, явищами та процесами, а подруге – за найважливішими, суттєвими ознаками [17].

Вимірювання – це визначення числового значення певної величини за допомогою одиниць виміру, система фіксації та реєстрації кількісних характеристик досліджуваного об'єкта [16]. Його результати виражаються числами, що дає змогу проводити їхню статистичну та математичну обробку. Вимірювання передбачає наявність таких основних елементів, як об'єкт вимірювання, одиниця виміру, спосіб вимірювання, суб'єкт вимірювання – спостерігач. Розрізняють пряме та опосередковане вимірювання, причому останнє вимагає використання математичних методів [16]. Застосування методу вимірювання передбачає фіксацію кількісних параметрів, але вони нерозривно пов'язані з якісною визначеністю об'єкта дослідження; врахування ж якісної визначеності є умовою отримання об'єктивних та достовірних кількісних його характеристик. Кількісні дані, відповідно, є основою для наукового аналізу якісних сторін досліджуваного об'єкта, виявлення його суттєвих властивостей і зв'язків, закономірностей поведінки та розвитку [16].

Серед методів збору первинної соціальної інформації найпопулярнішим є метод опитування, який у багатьох людей асоціюється із соціологією [17].

Опитування – метод збору соціальної інформації про досліджуваний об'єкт під час безпосереднього (інтерв'ю) чи опосередкованого (анкетування) соціальнопсихологічного спілкування соціолога і респондента шляхом реєстрації відповідей респондентів на сформульовані запитання [17].

За допомогою опитування можна одержати інформацію, яка не завжди відображена в документальних джерелах чи доступна прямому спостереженню. До опитування вдаються, коли необхідним, а часто і єдиним, джерелом інформації є людина— безпосередній учасник, представник, носій досліджуваних явища чи процесу [17]. Вербальна (словесна) інформація, одержана завдяки цьому методу, значно багатша, ніж невербальна. Вона легше піддається кількісному опрацюванню та аналізу, що дає змогу широко використовувати для цього обчислювальну техніку. На користь цього методу служить і його універсальність, оскільки під час опитування реєструють мотиви діяльності індивідів, результати цієї діяльності [17].

3 РОЗРАХУНКОВИЙ АНАЛІЗ ОБСТЕЖУВАНОЇ СИСТЕМИ ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ

3.1 Розрахунок теплової потужності будівлі

Методика розрахунку теплової потужності будівлі наведено в [18].

Результати розрахунку опору теплопередачі огорожувальних конструкцій корпусів закладу, який обстежується, отримані відповідно до методики наданій у документації [18] та представлені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Результати розрахунку опору теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій

№ П/П	Найменування конструктивного елементу	Матеріал шару	Товщина шару, δ_i , м	Тепло-провідність $\lambda_i, \frac{Вт}{м \cdot К}$	$R_{\Sigma np}, \frac{м^2 \cdot К}{Вт}$	$R_{q min}, \frac{м^2 \cdot К}{Вт}$
1	Стіни	Кладка з цегли звичайної на цементно-піщаному розчині	0,51	0,81	1,05	3,3
		Цементно-піщана штукатурка	0,03	0,81		
		Керамічна плитка	0,005	1,1		
2	Горищне покриття	Залізобетонна плита	0,22	1,92	1,55	4,95
		Керамзит	0,15	0,12		
		Руберойд	0,01	0,17		
3	Вікна	Металопластикові з двокамерним склопакетом	–	–	0,54	0,75
4	Двері	Металопластикові з двокамерним склопакетом	–	–	0,54	0,6
4	Підлога	Залізобетонна плита	0,22	1,92	0,33	3,75
		Розчин цементно-піщаний	0,06	0,81		
		Лінолеум	0,003	0,38		

Отримані результати ($R_{\Sigma_{np}} \ll R_{q_{min}}$) свідчать про невідповідність дійсного опору теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій нормативним вимогам [11, табл.3]. Це вказує на незадовільні теплозахисні властивості огорожувальних конструкцій, та вимагає впровадження енергозберіжних заходів щодо збільшення їх опору теплопередачі.

Тепловтрати через огорожуючі конструкції будівлі (стіни, світлові й дверні прорізи, стелі, неутеплені підлоги) розрахуємо за методикою [18]:

Тепловтрати через зовнішні стіни:

$$Q_{cm} = \frac{1729,5}{1,05} \cdot (20 + 25) \cdot 1 = 74121,4 \text{ Bm} .$$

Тепловтрати через стелю:

$$Q_{стел} = \frac{651,4}{1,55} \cdot (20 + 25) \cdot 1 = 18911,6 \text{ Bm} .$$

Тепловтрати через вікна:

$$Q_{ок} = \frac{427,5}{0,54} \cdot (20 + 25) \cdot 1 = 35625 \text{ Bm} .$$

Тепловтрати через двері:

$$Q_{дв} = \frac{11}{0,54} \cdot (20 + 25) \cdot 1 = 916,7 \text{ Bm} .$$

Тепловтрати через підлогу:

Температура повітря в підвалі згідно вимірів становила $t = +14 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

$$Q_{дв} = \frac{651,7}{0,33} \cdot (20 - 14) \cdot 1 = 11843,6 \text{ Bm}$$

Сумарні втрати теплоти через огорожуючі конструкції становлять:

$$\sum Q_0 = 74121,4 + 18911,6 + 35625 + 916,7 + 11843 = 141417,7 \text{ Вт}.$$

Додаткові тепловтрати через огорожуючі конструкції згідно [18]:

Додаткові тепловтрати через зовнішні стіни, обумовлені орієнтацією будинків:

$$Q_{op}^d = 74121,4 \cdot 0,13 = 9635,8 \text{ Вт},$$

Додаткові тепловтрати на відкривання зовнішніх дверей:

$$Q_{з.д}^d = 916,7 \cdot 3 = 2750,1 \text{ Вт}.$$

Додаткові тепловтрати по висоті приміщення:

$$Q_e^d = 0,02 \cdot 74121,4 = 1482,4 \text{ Вт}.$$

Величина сумарних додаткових втрат теплоти через огорожуючі конструкції становить [18]:

$$\sum Q_0 = 9635,8 + 2750,1 + 1482,4 = 13868,3 \text{ Вт}.$$

Додаткові втрати теплоти на інфільтрацію холодного повітря:

Додаткові тепловтрати на інфільтрацію повітря через світлові прорізи розраховуються:

$$Q_{вкн}^{inf} = 0,28 \cdot 6 \cdot 427,5 \cdot 1,005 \cdot (20 + 25) = 32480,6 \text{ Вт},$$

Додаткові тепловтрати на інфільтрацію повітря через дверні прорізи розраховуються за формулою:

$$Q_{3,d}^{inf} = 0,28 \cdot 308,9 \cdot 1,005 \cdot (20 + 25) = 3911,6 \text{ Вт},$$

де $G_{3,d} = [0,005 \cdot ((2 + 0,9) \cdot 2) \cdot 0,5 \cdot 1,3 \cdot 3600] \cdot 3 + [0,005 \cdot ((2 + 2,5) \cdot 2) \cdot 0,5 \cdot 1,3 \cdot 3600] = 308,9 \frac{\text{кг}}{\text{год}}$

Сумарні додаткові втрати теплоти через інфільтрацію холодного повітря становлять:

$$\sum Q_{inf} = 32480,6 + 3911,6 = 36392,2 \text{ Вт}.$$

Сумарні розрахункові тепловтрати приміщення становлять:

$$\sum Q_{emp} = 141417,7 + 13868,3 + 36392,2 = 191678,2 \text{ Вт}.$$

Графічне зображення тепловтрат приведено на рисунку 3.1

Основні види тепловтрат

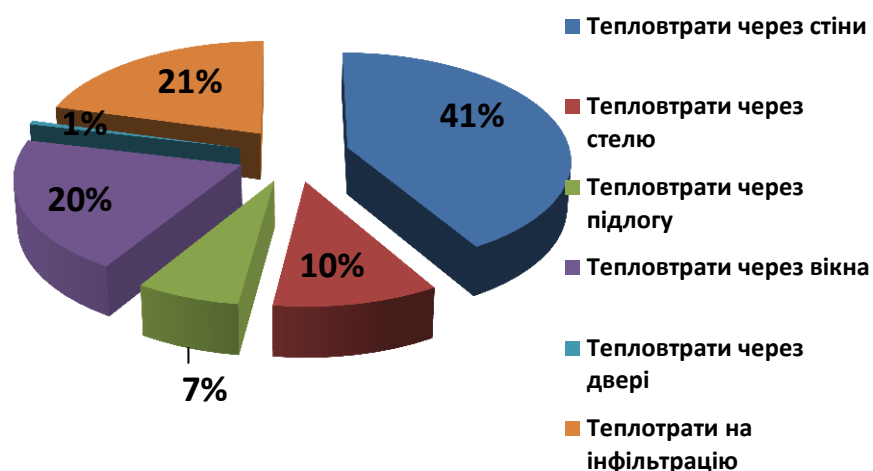


Рисунок 3.1 – Основні види тепловтрат в будівлі

Розрахунок теплонадходжень в будівлю згідно методики [18]

Теплонадходження від людей:

$$Q_l = 300 \cdot 103 = 30900 \text{ Вт.}$$

Теплонадходження від джерел освітлення:

$$Q_{осв} = 100 \cdot 110 \cdot 0,95 \cdot 0,9 + 18 \cdot 64 \cdot 0,6 \cdot 0,9 + 6 \cdot 36 \cdot 0,3 \cdot 0,9 = 10085 \text{ Вт.}$$

Теплонадходження від сонячної радіації ($F_c = 213,75 \text{ м}^2$, $F_T = 213,75 \text{ м}^2$):

$$Q_{рад} = (250 \cdot 213,75 + 100 \cdot 213,75) \cdot 0,6 = 44887,5 \text{ Вт.}$$

Сумарні теплонадходження по будівлі становлять:

$$Q_{тн} = 30900 + 10085 + 44887,5 = 85872,5 \text{ Вт.}$$

Теплову потужність всієї будівлі:

$$\Delta Q = 191678,2 - 85872,5 = 105805,7 \text{ Вт.}$$

Річні витрати теплоти на опалення будівлі до впровадження ЕЗЗ будуть становити [18]:

$$Q_{оп} = 105805,7 \cdot \frac{(20 - (-1,4))}{(20 - (-25))} \cdot 24 \cdot 187 \cdot 10^{-3} = 225820,4 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік} \approx 194 \text{ Гкал.}$$

4 РОЗРОБКА МОЖЛИВИХ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ЗАХОДІВ, СПРЯМОВАНИХ НА ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СПОЖИВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ У БУДІВЛІ

4.1 Опис можливих енергозберігаючих заходів

Проаналізувавши дані, що були отримані під час інструментального обстеження будівлі, візуального обстеження та розрахунку тепловтрат, пропонується впровадження наступних енергозберігаючих заходів:

- утеплення огорожуючих конструкцій (стіни);
- розрахунок елеваторного вузла для системи опалення;
- регулювання подачі теплоносія в залежності від температури навколишнього середовища;
- утеплення горіщного перекриття;
- теплова ізоляція трубопроводів опалення.

4.2 Опис заходів з енергозбереження

4.2.1 Утеплення огорожуючих конструкцій (стіни)

Оскільки стіни складають значну частину огорожуючих конструкцій, то саме через них проходить велика частка тепла. Тому утеплення стін може сприяти значному зменшенню тепловтрат і відповідно зменшити затрати на енергоносії.

Для утеплення стін будівлі пропонується базальто-волокнисті плити (рис 4.1). Теплопровідність такого пінопласту складає $\lambda_{yt} = 0,04 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$ [19].

Визначимо товщину теплоізоляційного шару для утеплення стін за формулою [18]:

$$\delta_{yt} = \left[R_{q_{min}} - R_{\Sigma_{пр}} \right] \cdot \lambda_{yt}, \quad (4.1)$$

де λ_{yt} - теплопровідність теплоізолюючого матеріалу, що становить $\lambda_{yt} = 0,04 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$ [19].



Рисунок 4.1 – Базальто-волокниста плита [19]

$R_{q \min}$ – мінімально допустиме значення опору теплопередачі стін, що становить $3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ [6].

$$\delta_{\text{ут}} = [3,3 - 1,05] \cdot 0,04 = 0,1 \text{ м.}$$

Величина площі стін, які необхідно утеплювати $F_{\text{ст}} = 1729,5 \text{ м}^2$.

Розрахункові тепловтрати через стіни до впровадження заходу склали $Q_{\text{ст}}^1 = 74121,4 \text{ Вт}$.

Втрати теплоти через стіни після впровадження заходу знаходимо за формулою, Вт [18]:

$$Q_{\text{ст}}^2 = \frac{F_{\text{ст}}}{R_{q \min}} \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{зв}}) \quad (4.2)$$

Знаходимо тепловтрати після впровадження заходу за формулою (4.2):

$$Q_{\text{ст}}^2 = \frac{1729,5}{3,3} \cdot (20 + 25) = 23584,1 \text{ Вт.}$$

Економія витрат теплоти після утеплення стін, Вт [18]:

$$\Delta Q = Q_{\text{ст}}^1 - Q_{\text{ст}}^2 \quad (4.3)$$

Знаходимо економію витрат теплоти за формулою:

$$\Delta Q = 74121,4 - 23584,1 = 50537,3 \text{ Вт.}$$

Річну економію теплової енергії після впровадження заходу [18]:

$$Q_{\text{ст}}^{\text{ек.рік}} = 50357,3 \cdot \frac{(20 - (-1,4))}{(20 - (-25))} \cdot 24 \cdot 187 \cdot 10^{-3} = 107861,4 \text{ кВт} \cdot \frac{\text{год}}{\text{рік}}.$$

Економію витрати палива за рахунок впровадження енергозберігаючого заходу знаходимо за формулою:

$$B = 107861,4 \cdot 0,00086 = 92,7 \frac{\text{ГКал}}{\text{рік}}.$$

Економія в грошовому еквіваленті:

$$E = E_{\text{ел}} \cdot B \quad (3.4)$$

$$E = 1211,3 \cdot 92,7 = 112287 \text{ грн.}$$

Ціна утеплюючого матеріалу за 1 м³ складає 850 грн (грунтова, клейова суміш, базальто-волокниста плита, дюбель фасадний, базовий шар штукатурки, армувальна склосітка, грунтове покриття, декоративна штукатурка) [20], ціна монтажу 350 грн/м³.

Для утеплення 1729,5 м² стін необхідно приблизно 173 м³ матеріалу, що вимагає затрат на суму:

$$K = (850 + 350) \cdot 173 = 207600 \text{ грн.}$$

Простий термін окупності заходу:

$$T_{\text{ок}} = \frac{207600}{112287} = 1,8 \text{ року.}$$

4.2.2 Розрахунок елеваторного вузла для системи опалення

На момент обстеження в тепловому пункті згідно наданої інформації встановлений елеваторний вузол №3 та звужуючий дросельний пристрій (сопло) Ø 5 мм. Чистка та перевірка звужуючого пристрою протягом останніх опалювальних сезонів не виконувалась. Засмічення звужуючого пристрою приводить до зменшення потоку теплового носія до внутрішньої системи опалення будівлі та її розбалансування.

Пропонується виконати перевірочний розрахунок елеваторного вузла та звужуючого пристрою. Розрахунок проводимо за допомогою програми Microsoft Excel [21].

Розрахунок проведемо згідно СП-41-101-95 [22]

Результати розрахунку наведено в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Результати розрахунку звужуючого пристрою

Розрахункова теплова потужність будівлі	Вт	$Q_{o \text{ max}}$	105805,7
Напір перед елеватором	м.в.ст	H_1	60
Гідравлічний опір	м.в.ст	H_0	2,2
температура води в подаючому трубопроводі теплової мережі при розрахунковій температурі повітря для проектування опалення t_o	С	t_1	110
температура води в подаючому трубопроводі системи опалення	С	t_{o1}	90

Продовження таблиці 4.2

Температура води в зворотньому трубопроводі системи опалення	С	t_{o2}	70
Коефіцієнт змішування		$u = \frac{\tau_{1} - \tau_{o1}}{\tau_{o1} - \tau_{2}}$	1
Питома теплоємність води	кДж/кг°С	c	4,187
Витрата теплоносія для системи опалення	кг/ч	$G_{do} = 3,6 \frac{Q_{o \max}}{(\tau_{1} - \tau_{2})c}$	2274,30
Витрата теплоносія для системи опалення	кг/ч	$G^u_{do} = 3,6 \frac{Q_{o \max}}{(\tau_{o1} - \tau_{2})c}$	4548,61
Витрата змішаного теплоносія для системи опалення	кг/ч		2274,30
Діаметр горловини елеватора	мм	$d_r = 8,54 \sqrt{\frac{G_{do}^2 (1 + u)^2}{H_o}}$	14,89
Діаметр сопла елеватора	мм	$d_c = 9,64 \sqrt{\frac{G_{do}^2}{H_1}}$	5,2

Результати розрахунків показали, що елеваторний вузол та звужуючий пристрій, який встановлений в тепловому пункті відповідає фактичному значенню згідно [22].

4.2.3 Регулювання подачі теплоносія в залежності від температури навколишнього середовища

Індивідуальний тепловий пункт (ІТП) – це обладнання, що передає теплову енергію від зовнішніх тепломереж до будинкової системи опалення, гарячого водопостачання, вентиляції тощо. Найбільш ефективним є ІТП, який здійснює погодне регулювання подачі тепла у систему теплопостачання будинку. При грамотному облаштуванні ІТП економія на опаленні складає від 15% до 50% [23].

Будівля, оснащена ІТП (індивідуальним тепловим пунктом) з погодним регулюванням, бере з центральної тепломережі рівно стільки теплової енергії, скільки необхідно при конкретній температурі зовнішнього повітря. При цьому:

- усуваються перегриви будівлі при потепліннях;
- скорочується споживання з центральної тепломережі — це економія коштів до 50% [24].

Вартість обладнання з доставкою та монтажем складає: $K=250000$ грн [23].

Економія теплової енергії після встановлення ІТП складе 20%.

За 2017-2019 опалювальний рік будівлею було спожито 331,38 Гкал.

Тоді:

$$E=331,38 \cdot 0,2=66,3 \text{ Гкал.}$$

В грошовому еквіваленті економія складе:

$$\Delta E = 1211,3 \cdot 66,3 = 80309,2 \text{ грн.}$$

Простий термін окупності:

$$T = \frac{250000}{80309,2} = 3,2 \text{ роки.}$$

4.2.4 Утеплення горищного перекриття

Додаткове утеплення горищного перекриття спеціальними матеріалами здатне підвищити термічний опір конструкції і відповідно значно скоротити витрати теплової енергії загалом по будівлі, що у свою чергу призведе до зменшення витрат теплової енергії на опалення.

З метою підвищення термічного опору та утеплення горищного перекриття пропонується утеплення виконувати піноізолом (залитим пінопластом). Теплопровідність матеріалу $\lambda_{\text{ут}} = 0,038 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$ [25].

Загальна площа поверхні, що підлягає утепленню становить $F_{\text{стл}} = 651,7 \text{ м}^2$. Тепловтрати крізь стелю до утеплення $Q_{\text{стл}}^1 = 18911,6 \text{ Вт}$.

За формулою (4.1) визначимо товщину теплоізоляційного шару піноізолу:

$$\delta_{\text{ут}} = [4,95 - 1,55] \cdot 0,038 = 0,129 \text{ м.}$$

Знаходимо тепловтрати через стелю після впровадження заходу за формулою:

$$Q_{\text{стл}}^2 = \frac{651,7}{4,95} \cdot (20 + 25) = 5924,5 \text{ Вт.}$$

Економію витрат теплоти розраховуємо за формулою (3.3):

$$\Delta Q = 18911,6 - 5924,5 = 12987,1 \text{ Вт.}$$

Річну економію теплової енергії після впровадження заходу знаходимо за формулою:

$$Q_{\text{стл}}^{\text{ек.рік}} = 12987,1 \cdot \frac{(20 - (-1,4))}{(20 - (-25))} \cdot 24 \cdot 187 \cdot 10^{-3} = 27718,3 \text{ кВт} \cdot \frac{\text{год}}{\text{рік}}.$$

Економію витрати палива за рахунок впровадження енергозберігаючого заходу знаходимо за формулою:

$$B = 27718,3 \cdot 0,00086 = 23,8 \frac{\text{ГКал}}{\text{рік}}.$$

Економія в грошовому еквіваленті:

$$E = 1211,3 \cdot 23,8 = 28828,9 \text{ грн.}$$

Ціна утеплюючого матеріалу з монтажем та декоруванням поверхні за 1 м^3 становить - 600 грн [25].

Для утеплення $651,7 \text{ м}^2$ горищного перекриття необхідно приблизно 131 м^3 матеріалу, що вимагає капітальних витрат на суму:

$$K = 131 \cdot 600 = 78600 \text{ грн.}$$

Простий термін окупності заходу:

$$T_{\text{ок}} = \frac{78600}{28828,9} = 2,7 \text{ року.}$$

4.2.5 Теплова ізоляція трубопроводів опалення

Для систем опалення головним завданням ізоляції є переміщення теплової енергії з трубопроводів на радіатори. Саме вони є основними пристроями, які випромінюють тепло для обігріву [26]. Чим більше площа і радіатора і температура теплоносія в ньому - тим більше тепла він віддає в приміщення.

Якщо не використовувати ізоляцію в опалювальній системі - по шляху до радіаторів частина тепла буде губитися через поверхню трубопроводів, відходячи в своїй більшості на стіни [26]. Такі втрати ведуть до зниження ефективності опалення. Також варто звернути увагу на труби, які розміщуються всередині стін приміщення. Будівельний матеріал з часом може пропускати холодні повітряні маси всередину порожнини стіни. У результаті не виключається обмерзання труб, і навіть поява замерзлих частинок теплоносія, що призводить до порушення роботи системи і знижує ефективність опалення [26].

Використання ізоляції труб допоможе уникнути даних явищ (рис 4.2). Найбільш оптимальним варіантом у даному випадку є ізоляція з мінеральної вати, або з скловати [26].



Рисунок 4.2 – Ізоляція трубопроводів систем опалення [26]

4.3 Оцінка економічної ефективності впровадження енергозберігаючих заходів

4.3.1 Утеплення огорожуючих конструкцій (стіни)

Дисконтований термін окупності інвестицій – це термін, за який окупляться первинні витрати на реалізацію проекту за рахунок доходів, дисконтованих за заданою відсотковою ставкою (нормою прибутку). Сутність методу дисконтованого терміну окупності полягає в тому, що з первинних витрат на реалізацію інвестиційного проекту (ІП) послідовно віднімаються дисконтовані грошові доходи з тим, щоб окупилися інвестиційні витрати [27].

Визначимо економічну ефективність впровадження енергоощадного заходу дисконтним методом [28]. Розрахунок проводимо за допомогою програми Microsoft Excel [21].

Чистий дисконтований дохід NPV розраховуємо відповідно до формули:

$$NPV = \sum_{t=t_n}^T \frac{P_t}{(1+r)^t} - I_0, \quad (3.5)$$

де P_t – чистий грошовий потік (грошові надходження) у році t ;

I_0 – одномоментні інвестиційні витрати на реалізацію інвестиційного проекту;

r – дисконтна ставка, що використовується для приведення доходів та інвестиційних витрат до єдиного моменту часу (виражається у частках одиниць);

t_n – момент отримання першого доходу;

T – термін реалізації (життєвий цикл) інвестиційного проекту, років.

Для подальшого аналізу складемо таблицю 4.2. Ставку дисконту візьмемо на рівні 10 % (0,1).

Таблиця 4.2- Оцінка NPV

Рік	Інвестиції I (капітальні витрати)	Вигоди D (дохід)	чистий грошовий потік, P_t	Дисконтний множник за ставкою $r=r_1$	Приведена дисконтна вартість, грн.	NPV
0	-207600	-207600		1		
1	0	112287	-95313	0,909	102079	-105521
2	0	112287	16974	0,826	92799	-12722
3	0	112287	129261	0,751	84363	71641
4	0	112287	241548	0,683	76694	148335
5	0	112287	353835	0,621	69721	218056
6	0	112287	466122	0,564	63383	281439
7	0	112287	578409	0,513	57621	339060
8	0	112287	690696	0,467	52383	391443
9	0	112287	802983	0,424	47621	439064
10	0	112287	915270	0,386	43291	482355
11	0	112287	1027557	0,350	39356	521711
12	0	112287	1139844	0,319	35778	557489
13	0	112287	1252131	0,290	32526	590015
14	0	112287	1364418	0,263	29569	619583
15	0	112287	1476705	0,239	26881	646464
16	0	112287	1588992	0,218	24437	670901
17	0	112287	1701279	0,198	22215	693116
18	0	112287	1813566	0,180	20196	713312
19	0	112287	1925853	0,164	18360	731672
20	0	112287	2038140	0,149	16691	748363
21	0	112287	2150427	0,135	15173	763536
22	0	112287	2262714	0,123	13794	777330

Продовження таблиці 4.2

23	0	112287	2375001	0,112	12540	789870
24	0	112287	2487288	0,102	11400	801270
25	0	112287	2599575	0,092	10364	811634
	IRR	54%			1019234	

$$NPV = 1019234 - 207600 = 811634 \text{ грн}$$

Результат розрахунку NPV є орієнтовним критерієм прийняття рішення щодо інвестування енергоощадного проекту. У даному випадку $NPV > 0$, дисконтовані результати перевищують дисконтовані витрати. Проект є ефективним (прибутковим). З великою вірогідністю проект може бути реалізовано.

Чистий дохід проекту становить 1019234 грн.

Чистий дисконтований дохід дорівнює 811634 грн.

Індекс дохідності PI розраховуємо :

$$PI = \frac{1019234}{811634} = 1,3$$

Оскільки $PI > 1$, дисконтовані результати перевищують дисконтовані витрати. Проект є ефективним (прибутковим). Із великою вірогідністю проект може бути реалізовано.

Дисконтований термін окупності розраховуємо за формулою [27]:

$$PP = 2 + \frac{12722}{84363} = 2,2 \text{ року}$$

4.3.2 Регулювання подачі теплоносія в залежності від температури навколишнього середовища

Розрахунки проведемо згідно формул пункту 4.3.1. Результати занесемо до таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Очікувані економічні показники від реалізації енергоощадного заходу

№ пор.	Перелік показників	Значення
1	2	3
1	Капітальні вкладення, грн	250000
2	Річні експлуатаційні витрати, грн	–
3. Техніко-економічні показники		
3.1	Загальна вартість продукції, що виробляється (річна економія), грн	80309,2
3.2	Чистий дисконтований дохід, грн	478970
3.3	Індекс дохідності	1,5
3.4	Внутрішня норма дохідності, %	32
3.5	Дисконтований термін окупності, років	3,8

4.3.3 Утеплення горищного перекриття

Розрахунки проведемо згідно формул пункту 4.3.1. Результати занесемо до таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 – Очікувані економічні показники від реалізації енергоощадного заходу

№ пор.	Перелік показників	Значення
1	2	3
1	Капітальні вкладення, грн	78600
2	Річні експлуатаційні витрати, грн	–
3. Техніко-економічні показники		
3.1	Загальна вартість продукції, що виробляється (річна економія), грн	28828,9
3.2	Чистий дисконтований дохід, грн	183081

Продовження таблиці 4.4

3.3	Індекс дохідності	1,4
3.4	Внутрішня норма дохідності, %	37
3.5	Дисконтований термін окупності, років	3,6

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Аналіз небезпечних і шкідливих факторів, що можуть виникати під час роботи енергоменеджера під час роботи на об'єкті

На енергоменеджера під час роботи на об'єкті може впливати ряд небезпечних і шкідливих факторів:

- фізичні (параметри мікроклімату, недостатнє освітлення, рівень шуму, вібрація, випромінювання, ураження електричним струмом, пожежна безпека, безпека вибуху);

- психофізіологічні (нервово-психічні перевантаження).

Виходячи з цього, слід надати велику увагу забезпеченню безпеки роботи устаткування, електробезпеки, нормативних метеорологічних умов на робочих місцях та забезпеченню необхідного рівня освітленості.

5.1.1 Електрична безпека

Електрична безпека в будинку представлена використанням електроприладів та електропостачання. Даний об'єкт відноситься до класу приміщень без підвищеної безпеки. Та все ж використовується електрична енергія несе небезпеку для життя енергоменеджера. Для забезпечення безпеки при використанні електричних приладів передбачено використання автоматичних вимикачів для уникнення короткого замикання. Використовуються розетки із захисним заземленням. Система електропостачання прокладена в стінах будинку.

5.1.2 Механічна безпека

Механічна безпека зумовлена падінням важких об'єктів, таких як: холодильник, телевізор, який знаходиться на висоті, прилади освітлення, кухонне приладдя. Для забезпечення безпеки необхідно дотримуватись рекомендацій по встановленню та експлуатації даних приладів.

5.1.3 Термічна небезпека

Термічні чинники, які характеризуються тепловою енергією і аномальною температурою є температура нагрітих і охолоджених предметів і поверхонь, температура відкритого вогню й пожежі. При обстеженні виявилось, що термічну небезпеку несуть опалювальні прилади та трубопроводи, а також газова плита на кухні. Це може призвести до опіків, так як температура деяких нагрітих поверхонь може сягати 100°C. Для захисту від термічного ураження потрібно дотримуватися правил з техніки безпеки.

5.1.4 Шум та дія електромагнітних полів

Для забезпечення комфортних умов праці енергоменеджера негативні фактори максимально ізолюються і по можливості ліквідуються. Для прикладу, шум сучасної пральної машини, або холодильника не становлять негативного фактору.

Для зменшення фактору іонного випромінювання використовуються більш сучасні прилади, які мають менші параметри випромінювання і встановлюються подалі від місця відпочинку проживаючих. Це такі прилади, як комп'ютер та мобільний телефон.

5.1.5 Освітлення

Для нормальної зорової роботи необхідно створювати такі умови, щоб не виникали професійні захворювання або виробничий травматизм. Освітлення має відповідати встановленим нормативам та характеру зорової виробничої діяльності:

- забезпечувати достатню рівнозміність та постійність освітлення відсутність умов переадаптації органів зору;
- не створювати сліпучої дії від джерела світла і предметів, що знаходяться в полі зору;

- не створювати на робочих поверхнях різких та глибоких тіней, бути рівномірним на площині, що освітлюється.

Параметри освітлення для приміщення встановлювались згідно ДБН В.2.5-28:2018 [29]. Для даної будівлі при комбінованій системі освітлення, рівень освітленості буде варіюватись від 150ЛК до 300 ЛК.

5.1.6 Пожежо-та вибухонебезпека

Пожежо- та вибухонебезпека обумовлена використанням в побуті природного газу для приготування їжі, опалення, та використання електроприладів.. Даний будинок та його прибудинкові приміщення відноситься до категорії Д вибухопожежонебезпеки а конструктивні характеристики до 9 ступеня вогнестійкості. Вибухопожежонебезпека є одним з найнебезпечніших факторів, тому для цього було приділено найбільше уваги. Організаційні заходи щодо забезпечення пожежної безпеки на об'єкті встановлені згідно з НАПБ а 01.001-2015 [30].

5.2 Техніка безпеки при проведенні вимірювань на об'єкті

При проведенні вимірювань на об'єкті необхідно [31].

- виконувати правила внутрішнього трудового розпорядку;
- мати чітке уявлення про небезпеку електричного струму і заходах по попередженню нещасних випадків;
 - користуватись спецодягом, спецвзуттям та іншими засобами індивідуального захисту;
 - пам'ятати про особисту відповідальність за виконання правил охорони праці та відповідальність за товаришів по роботі [31];
 - виконувати вимірювальні роботи на висоті тільки з риштувань, помостів чи драбин;
 - при вимірюваннях виключити можливість наближення до частин, які знаходяться під напругою;

– при вимірюваннях параметрів в системі теплопостачання (тиск, температура) необхідно дотримуватись.

– переконатися в достатній освітленості робочого місця; при недостатньому освітленні задіяти переносні освітлювальні пристрої;

Безпека проведення вимірювальних і випробувальних робіт повинна забезпечуватися захистом від можливих негативних впливів природного характеру і погодних умов [31]. Небезпечні зони на території організації, у виробничих будівлях і спорудах, на робочих майданчиках, робочих місцях, повинні бути позначені відповідними знаками безпеки [31]. При проведенні випробувань (вимірювань) приєднання вимірювальних приладів, а також встановлення і зняття електролічильників для їх перевірки виконуються тільки після зняття напруги. Приєднання і від'єднання засобів випробувань (вимірювань) на об'єктах випробувань (вимірювань), що мають рухомі частини, необхідно виконувати після повної зупинки цих частин. Також необхідно запобігати непередбаченому пуску таких об'єктів під час виконання з'єднань [31].

5.3 Дії співробітників навчального закладу під час оголошення сигналу «Увага всім!»

З метою привернення уваги населення до початку передачі термінової інформації територіальними органами цивільного захисту включаються сирени, наявні на відповідній території, а також у запису мережею телебачення і радіомовлення, що означає подачу попереджувального сигналу оповіщення «УВАГА ВСІМ!» [32].

Якщо сигнал «Увага всім!» застав в начальному закладі [32]:

- припиняються заняття;
- студенти ,по можливості, отримують засоби індивідуального захисту;
- студенти під керівництвом викладачів, кураторів(старостів) груп організовано йдуть у захисну споруду (сховище) або у вказане місце.

Евакуація - організоване виведення чи вивезення із зони надзвичайної ситуації або зони можливого ураження населення, якщо виникає загроза його

життю або здоров'ю, а також матеріальних і культурних цінностей, якщо виникає загроза їх пошкодження або знищення [32] .

В разі виникнення надзвичайної ситуації рішення про проведення евакуації приймають на:

- місцевому рівні - орган місцевого самоврядування;
- рівні конкретного суб'єкта господарювання - його керівник (рівні університету – ректор).

Загальні заходи [32]:

- оповіщення постійного складу університету та студентів за допомогою встановленого сигналу;

- проведення організованого виведення з університету за раніше розробленими схемами по поверхах із використанням запасних виходів, а за необхідністю – вікон першого поверху;

- збір навчальних груп та постійного складу в установлених безпечних місцях;

- проведення рятувальних робіт у разі виявлення людей у задимлених та загазованих приміщеннях, а також небезпеки обвалу конструкцій [32];

- підготовка місць збору уражених та надання першої медичної допомоги;

- визначення послідовності винесення матеріальних цінностей навчального закладу та їх охорони в місцях зосередження [32].

Евакуація студентів у безпечні райони в разі загрози радіоактивного забруднення місцевості, затоплення та впливу на організм НХР [32]:

- отримати від органів місцевого самоврядування (управління НС МВК) розпорядження щодо проведення евакуації в безпечні райони. У виняткових випадках у разі отримання інформації з об'єкта, де сталася аварія, прийняття самостійних рішень [32];

- уточнення (визначення) часу накриття університету зараженою(радіоактивною) хмарою, затоплення водою та можливості проведення евакуації; прийняття самостійного рішення щодо евакуації [32];

- збір комісії з НС та орієнтування членів комісії відповідно до обставин;

- інформування студентів, постійного складу та їх виведення з навчальних корпусів під керівництвом викладачів, кураторів(старостів) груп обумовлені місця збору [32];

- висилання розвідувальної групи з числа постійної складу під керівництвом командира НФ для регулювання руху на маршруті, прийому та розміщення людей в районі (пункті) тимчасового розміщення [32];

- формування піших груп(колон). Виходячи з наявності засобів надання першої медичної допомоги та забезпечення безпеки руху в групу доцільно включати до двох навчальних груп. Під час подання автотранспорту посадку евакуйованих організують викладачі або куратори груп [32];

- відключення електропостачання, води, закривання вікон і дверей навчального закладу. Організація руху з дотриманням дисципліни маршруту, темпу та дистанції, надання взаємодопомоги [32];

- організація медичного обстеження та відпочинку студентів та співробітників університету у пунктах тимчасового розміщення [32];

- після отримання даних про безпеку в районі університету та на маршруті - організоване повернення, розпуск студентів та постійного складу по домівках.

ВИСНОВКИ

1) В магістерській роботі основна увага була приділена системі опалення будівлі, оскільки після ознайомлення з динамікою споживання ПЕР на об'єкті дослідження, став очевидним факт, що найбільше коштів витрачається на оплату спожитої теплової енергії.

1) Виконано аналіз річного споживання електричної енергії, теплової енергії холодної та гарячої води.

2) Виконано обстеження енергетичних систем і системи водопостачання та водовідведення об'єкта. Розглянуті типи приладів обліку всіх спожитих енергетичних ресурсів.

3) Виконано розрахунок теплових втрат та теплових надходжень в будівлі. В результаті розрахунків було знайдено значення теплової потужності будівлі, яка склала $\Delta Q = 105805,7 \text{ Вт}$.

Запропоновані наступні заходи з модернізації енергетичних систем:

- утеплення зовнішніх огорожуючих конструкцій (стіни) (капітальні вкладення на впровадження заходу складають – 207600 грн; економія в грошовому еквіваленті – 112287 грн; термін окупності заходу – 1,8 року);

- розрахунок елеваторного вузла для системи опалення;

- регулювання подачі теплоносія в залежності від температури навколишнього середовища (капітальні вкладення на впровадження заходу складають – 250000 грн; економія в грошовому еквіваленті – 80309,2 грн; термін окупності заходу – 3,2 року);

- утеплення горіщного перекриття (капітальні вкладення на впровадження заходу складають – 78600 грн; економія в грошовому еквіваленті – 28828,9 грн; термін окупності заходу – 3,2 року);

- теплова ізоляція трубопроводів опалення.

4) Розраховані дисконтні терміни окупності запропонованих енергозберігаючих заходів.

В розділі ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ розглянуті питання:

- 1) Аналіз небезпечних і шкідливих факторів, що можуть виникати при обслуговуванні системи енергопостачання будівлі.
- 2) Техніка безпеки при проведенні вимірювань на об'єкті.
- 3) Дії співробітників навчального закладу під час оголошення сигналу «Увага всім!».

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Проблеми управління енергоефективністю в Україні [електронний ресурс] Режим посилання: <http://ena.lp.edu.ua:8080/bitstream/ntb/9449/1/07.pdf>
2. Енергетичний менеджмент/ Ю.В. Дзядикевич, М.В. Буряк, Р.І. Розум – Тернопіль: Економічна думка, 210. – 295 с.
3. Лічильник тепла [електронний ресурс] Режим посилання: <https://optimatic.ee/ru/produkty/schetchiki-vody/ультразвуковые-водомеры/qalcosonic-flow-4/>
4. Лічильник електричної енергії [електронний ресурс] Режим посилання: <https://galychenergo.prom.ua/p350406523-lichilnik-elektroenergiyi-odnofaznij.html>
5. Лічильник холодної води [електронний ресурс] Режим посилання: <http://promtehservise.com.ua/ru/Katalog/135/778/>
6. ДБН В.2.6-31:2016. Теплова ізоляція будівель. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2017. – 30 с.
7. Міжгалузеві норми споживання електричної енергії [електронний ресурс] Режим посилання: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0175-00>
8. Норма споживання холодної води [електронний ресурс] Режим посилання: <https://vodokanal-service.kiev.ua/news/210-novi-normatyvy-pytneho-vodopostachannia-ta-norm-spozhyvannia-posluh.html>
9. Техпаспорт пірометра MiniTemp MT2 фірми Raytek.
10. Технічні характеристики універсального вимірювача Testo 605-N1.
11. Цифровий люксметр [електронний ресурс] Режим посилання: http://www.izmerimvse.ua/Luksmetr_DE-3350.aspx
12. Рулетка вимірювальна [електронний ресурс] Режим посилання: <https://toolsua.com.ua/product/ruletka-izmeritelnaya-10m/a12ddae3994411e7/>
13. НАКАЗ від 10.04.2018 № 86 "Про затвердження Методики визначення технологічних нормативів витрат та втрат гарячої води у системах централізованого постачання гарячої води". 2018

14. Системи теплопостачання [електронний ресурс] Режим посилання: <http://www.energo-invest.com.ua/designing/heating/>
16. Методика та організація наукових досліджень : Навч. посіб. / С. Е. Важинський, Т. І. Щербак. – Суми: СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2016. – 260 с.
17. Методологія [електронний ресурс] Режим посилання: <https://ru.osvita.ua/vnz/reports/pedagog/14098/>
18. 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, 2014
19. Теплоізолюючий матеріал [електронний ресурс] Режим посилання: www.vik-bud.com.ua
20. Теплоізолюючий матеріал [електронний ресурс] Режим посилання: <https://rhi.com.ua/p80066110-plita-teploizolyatsionnaya-mkrp.html>
21. Microsoft_Excel [електронний ресурс] Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Excel
22. Проектування теплових пунктів [електронний ресурс] Режим доступу: <https://files.stroyinf.ru/Data1/4/4920/index.htm>
23. Індивідуальний тепловий пункт [електронний ресурс] Режим посилання: <https://aw-therm.com.ua/itp-sistemi/>
24. Індивідуальний тепловий пункт [електронний ресурс] Режим посилання: <https://europrylad.com/ua/poslugy/635-vygotovlennja-itp>
25. Піноізол [електронний ресурс] Режим посилання: <http://penoizol.terno.biz/home-2.html>;
26. Теплова ізоляція [електронний ресурс] Режим посилання: <https://7-vz.com/ua/category/truboprovodov/>
27. Дисконтований метод [електронний ресурс] Режим посилання: <https://westudents.com.ua/glavy/6717-833-metod-diskontovanogo-termnu-okupnost-nvestitsy.html>

28. Економіка та організація виробництва: Підручник / За ред. В.Г. Герасимчука, А.Е. Розенплентера. - К.: Знання, 2007. - 678 с.

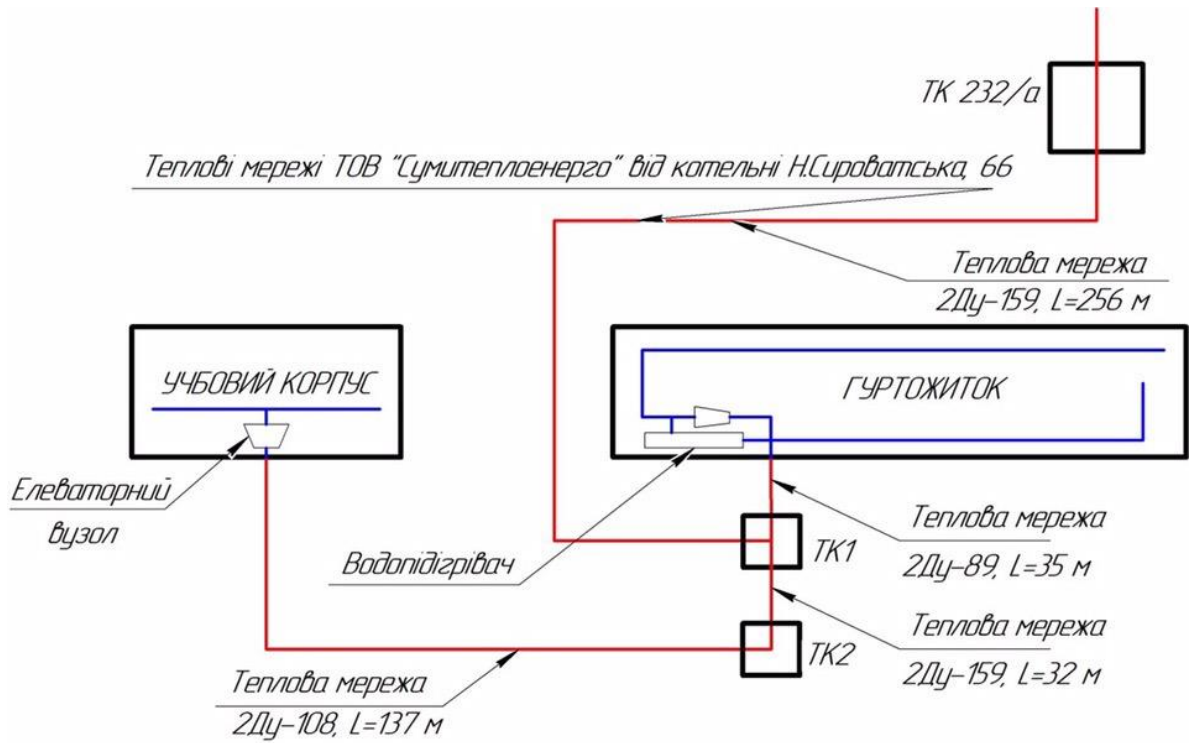
29. ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення» К. : Міністерство регіонального розвитку, будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2019 – 180 с.

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

31. Вимірювання [електронний ресурс] Режим посилання: <https://kodeksy.com.ua/dictionary/v/vimiryuvannya.htm>

32. Дії в умовах надзвичайних ситуацій [електронний ресурс] Режим посилання: <https://www.cuspu.edu.ua/ua/tsyvilna-oborona/4136-besida-diyi-v-umovakh-nadzvychaynykh-sytuatsiy>

ДОДАТОК А



Червоним кольором позначено тепломережі: ТОВ "Сумитоплоенерго"

Синім кольором позначено мережі: КЗ Сумський обласний інститут післядипломної педагогічної освіти

Рисунок А.1 – Акт меж розподілу теплових мереж