

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ  
ІМ. Ю.М.ПОТЕБНІ**

**КАФЕДРА ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКИ ТА ГІДРОЕНЕРГЕТИКИ**

**Кваліфікаційна робота**  
**перший бакалаврський**  
(рівень вищої освіти)

на тему Шляхи зниження енергоспоживання будівлі Дніпровського науково-дослідного експертно-криміналістичного центру МВС України

Виконав: студент 5 курсу, групи ТЕ-17-1бз  
спеціальності теплоенергетика  
(код і назва спеціальності)  
освітньої програми теплоенергетика  
(код і назва освітньої програми)  
спеціалізації

\_\_\_\_\_ (код і назва спеціалізації)

Носков Андрій Вікторович  
(ініціали та прізвище)

Керівник к.т.н., доцент Радченко В.В.  
(посада, вчене звання, науковий ступінь, підпис, ініціали та прізвище)

Рецензент проф., д.т.н. Чейлитко А.О.  
(посада, вчене звання, науковий ступінь, підпис, ініціали та прізвище)

Запоріжжя  
2022

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Кафедра теплоенергетики та гідроенергетики

Рівень вищої освіти бакалаврський

Спеціальність 144 Теплоенергетика  
(код та назва)

Освітня програма Теплоенергетика  
(код та назва)

Спеціалізація \_\_\_\_\_  
(код та назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 року

**З А В Д А Н Н Я**  
**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ**

Носков Андрій Вікторович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи (проекту) Шляхи зниження енергоспоживання будівлі Дніпровського науково-дослідного експертно-криміналістичного центру МВС України

керівник роботи Радченко Віталій Васильович к.т.н., доцент,  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ЗНУ від «17» січня 2022 року № 91-с

2 Строк подання студентом роботи: 01 травня 2022 р.

3 Вихідні дані до роботи м. Мелітополь, Запорізька область. Будівельні характеристики будівлі, теплофізичні характеристики матеріалів конструкцій, які огороджують.

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Загальна інформація про об'єкт обстеження. Огороджувальні конструкції будівлі. . Аналіз споживання паливо-енергетичних ресурсів. Витрати на паливо-енергетичні ресурси. Аналіз споживання енергоресурсів. Утеплення стін.

5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Графіки залежностей теплових потоків від температури.

## 6 Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Радченко В.В.		
2	Радченко В.В.		
3	Радченко В.В.		
4	Радченко В.В.		
5	Радченко В.В.		
6	Радченко В.В.		

7 Дата видачі завдання 17 січня 2022 р

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Характеристика об'єкту обстеження		
2	Нормативні кліматичні показники та умови мікроклімату		
3	Аналіз споживання паливо-енергетичних ресурсів		
4	Баланс розподілення теплової енергії		
5	Заходи підвищення енергоефективності		
6	Економічна оцінка заходів з підвищення енергоефективності		

Студент \_\_\_\_\_

А.В.Носков

Керівник роботи (проекту) \_\_\_\_\_

В.В. Радченко

**Нормоконтроль пройдено**

Нормоконтролер \_\_\_\_\_

С.Є. Чижов

## РЕФЕРАТ

Об'єкт енергоаудиту - система споживання енергоносіїв Дніпропетровський науково- дослідний експертно-криміналістичний центр МВС України.

Мета енергоаудиту - визначення базового споживання енергії, визначення ефективності використання енергоносіїв, складання енергетичного сертифікату та паспорту будівель, пошук можливостей зменшення споживання енергоресурсів.

Для свого функціонування установа споживає: електричну енергію, природний газ та холодну воду. Електрична енергія використовується для освітлення, роботи периферійних пристроїв та допоміжного обладнання.

Ключові слова: енергоефективність, енергоаудит, теплова енергія, електрична енергія, паливо, гаряче водопостачання

## ЗМІСТ

### ВСТУП

#### 1. ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

#### 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ОБСТЕЖЕННЯ

2.1 Загальна інформація про об'єкт обстеження

2.2 Огороджувальні конструкції будівлі

2.3 Характеристика системи опалення

2.4 Характеристика системи ГВП

2.5 Характеристика системи вентиляції

2.6 Характеристика електроспоживаючого обладнання

#### 3. НОРМАТИВНІ КЛІМАТИЧНІ ПОКАЗНИКИ ТА УМОВИ МІКРОКЛІМАТУ

#### 4. АНАЛІЗ СПОЖИВАННЯ ПАЛИВО-ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ

4.1 Аналіз споживання паливо-енергетичних ресурсів

4.1.1 Електрична енергія

4.1.2 Холодна вода

4.1.3 Паливо

4.1.4 Структура загального споживання енергії

4.2 Витрати на паливо-енергетичні ресурси

4.2.1 Тарифи на паливо енергетичні ресурси

4.2.2 Витрати на електричну енергію

4.2.3 Витрати на холодну воду

4.2.4 Витрати на паливо

4.2.5 Структура загальних витрат на паливо-енергетичні ресурси

4.3 Аналіз споживання енергоресурсів

4.3.1 Електрична енергія

4.3.2 Природний газ

4.4 Ефективність регулювання споживання енергії на опалення

#### 5. БАЛАНС РОЗПОДІЛЕННЯ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ

## 6. ЗАХОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ

6.1 Утеплення стін

6.2 Утеплення даху

6.3 Утеплення підлоги та цоколю

6.4 Заміна вікон та дверей на енергозберігаючі

6.5 Встановлення локальних рекуператорів тепла вентиляційного повітря

6.6. Встановлення системи автоматичного регулювання опалення

6.7 Економія енергії та коштів

6.8 Економічна оцінка заходів з підвищення енергоефективності

ВИСНОВКИ

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

## ВСТУП

Під енергетичним аудитом розуміють обстеження підприємств, організацій і окремих виробництв з їх ініціативи з метою визначення можливостей економії споживаної енергії і надання допомоги в здійсненні цієї економії шляхом впровадження механізмів ефективного енерговикористання.

Головною метою енергетичного аудиту є пошук шляхів надання допомоги суб'єктам господарювання для визначення напрямків ефективного енерговикористання.

Енергетичний аудит проводять незалежні особи (енергоаудитори) або фірми, уповноважені на це суб'єктами господарської діяльності.

Енергетичний аудит призначений для вирішення таких завдань:

- обстеження стану використання енергетичних ресурсів на об'єкті;
- розробка організаційно-технічних заходів, спрямованих на зниження енергетичних витрат;
- визначення потенціалу заощадження енергії;
- економічного обґрунтування організаційно-технічних заходів.

Опис об'єкта і його будівель і споруд характеризує наявність на об'єкті установок і обладнання, режим їх роботи, продуктивність, а також дає можливість оцінити ефективність виробничого обладнання.

Завданням розділу звіту про вивчення стану енерговикористання є визначення кількості енергій та енергоносіїв, які використовуються різними користувачами досліджуваного об'єкта, а також їх вартості. Крім того, проводиться порівняння фактичного споживання енергії на об'єкті з прийнятими нормативами. В результаті створюється база для аналізу енерговикористання та пошук шляхів підвищення ефективності енерговикористання, які дадуть можливість виявити ділянки об'єкта, в яких спрямовані на енергозбереження інвестиції дадуть найбільший економічний ефект.

Рекомендаційна частина звіту містить пропозиції щодо ефективності використання енергії, які розроблені під час обстеження. Запропоновані практичні проекти повинні бути обґрунтовані техніко-економічними розрахунками. Описи заходів з енергозбереження повинні містити такі ключові моменти:

- що потрібно робити, щоб зберігати енергію;
- яким чином ці дії приведуть до заощадження енергії.

Заключним документом енергоаудиту є звіт, який містить підсумки вивчення станів використання енергії та енергоресурсів на об'єкті, опис об'єкта і рекомендації щодо ефективного використання енергії.



## 1 ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

1. Енергетична ефективність будівлі – це властивість будівлі, її конструктивних елементів та інженерного обладнання забезпечувати протягом очікуваного життєвого циклу будівлі побутові потреби людини та оптимальні мікрокліматичні умови для її перебування та/або проживання у приміщеннях такої будівлі при нормативно допустимому (оптимальному) рівні витрат енергетичних ресурсів на опалення, освітлення, вентиляцію, кондиціонування повітря, гаряче водопостачання з урахуванням місцевих кліматичних умов.

2. Енергетичний паспорт будівлі – документ в якому зазначаються енергетичні характеристики під час проектування об'єкта будівництва, обраховані відповідно до вимог цих норм.

3. Енергетичні характеристики будівлі – розрахована та/або виміряна кількість енергії, яка необхідна для задоволення попиту на енергію за типових умов використання будівлі, що включає енергію, яка використовується для опалення, охолодження, гарячого водопостачання, кондиціонування, вентиляції та освітлення.

4. Енергетичний сертифікат - електронний документ встановленої форми, в якому зазначено показники та клас енергетичної ефективності будівлі, наведено сформовані у встановленому законодавством порядку рекомендації щодо його підвищення, а також інші відомості щодо будівлі, її відокремлених частин, енергетичну ефективність яких сертифіковано.

5. Клас енергетичної ефективності будівлі – визначений рівень енергетичної ефективності за інтервалом значень енергетичних характеристик будівлі, які встановлюються відповідно до цих норм.

6. Мінімальні вимоги до енергетичної ефективності будівлі – мінімальні значення показників, що характеризують здатність будівлі, її конструктивних елементів та інженерного обладнання ( в тому числі нормативно допустима енергопотреба на одиницю опалювальної

(кондиціонованої) площі або об'єму будівлі, що визначається на підставі економічно обґрунтованого рівня енергетичної ефективності будівлі) забезпечувати протягом очікуваного життєвого циклу будівлі задоволення побутових потреб людини та створення оптимальних мікрокліматичних умов для її перебування та/або проживання у приміщеннях такої будівлі.

7. Термомодернізація будівель - комплекс робіт, спрямованих на підвищення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій будівель, показників споживання енергетичних ресурсів інженерними системами та забезпечення енергетичної ефективності будівель на рівні не нижчому, ніж встановлено мінімальними вимогами щодо енергетичної ефективності будівель, що здійснюється під час виконання робіт з реконструкції, капітального чи поточного ремонту будівель або робіт, які не потребують документів, що дають право на їх виконання, та після закінчення яких об'єкт не підлягає прийняттю в експлуатацію.

8. Питома енергопотреба – показник енергетичної ефективності будівлі, що визначає кількість теплоти, яку необхідно подати до або видалити з кондиціонованого об'єму для забезпечення нормованих теплових умов мікроклімату в приміщеннях і відноситься до одиниці опалювальної (кондиціонованої) площі або об'єму будівлю. Опалювальна площа - визначається відповідно до наявної проектної документації. У разі її відсутності опалювана площа визначається як площа поверхів (у тому числі мансардного, опалюваного цокольного й підвального) будинку, яка вимірюється в межах внутрішніх поверхонь зовнішніх стін, включаючи площу, що займають перегородки й внутрішні стіни. В опалювану площу включаються опалювані сходові клітки, ліфтові та інші шахти з урахуванням їх площі на рівні кожного поверху. В опалювану площу будинку не включаються площі теплих горищ і техпідпілля, неопалюваних технічних поверхів, підвалу (підпілля), холодних неопалюваних веранд, сходових клітин, а також холодного горища або його частини, не зайнятої під мансарду. При визначенні площі мансардного приміщення житлового

будинку враховують площу цього приміщення з висотою похилої стелі не менше 1,5 м при нахилі 30 град. до горизонту; 1,1 м при 45 град.; 0,5 м при 60 град. і більше. Площу приміщення з меншою висотою враховують у загальній площі з коефіцієнтом 0,7.

Опалювальний об'єм - визначається відповідно до наявної проектної документації. У разі її відсутності опалюваний об'єм визначається як добуток опалюваної площі поверху на внутрішню висоту, що вимірюється від поверхні підлоги першого поверху до поверхні стелі останнього поверху. У разі складних форм внутрішнього об'єму будинку опалюваний об'єм визначається як об'єм простору, що обмежений внутрішніми поверхнями зовнішніх огорожувальних конструкцій (стін, покриття або горищного перекриття, цокольного перекриття). Для підземних автостоянок опалюваний об'єм обмежується перекриттям над автостоянкою.

9 Мікроклімат приміщення - умови внутрішнього середовища приміщення, що впливають на тепловий обмін людини з оточенням шляхом конвекції, теплового випромінювання та випаровування вологи; ці умови визначаються поєднанням температури, відносної вологості та швидкості руху повітря, температури оточуючих людину поверхонь та інтенсивністю теплового (інфрачервоного) опромінення.

10 Система чергового опалення - система (окрема система або режим використання основної системи) для опалення будівлі (приміщення) у неробочий час або під час перерву використанні приміщень.

11 Опалювальний період/період охолодження - період року, протягом якого є потреба в споживанні суттєвої кількості енергії для опалення/ охолодження будівлі або окремих приміщень.

12 Будівля — споруда, що складається з несучих та огорожувальних сполучених (несучо-огорожувальних) конструкцій, які утворюють наземні або підземні приміщення, призначені для проживання або перебування

людей, розміщення устаткування, тварин, рослин, а також предметів, та в яких використовується енергія для формування мікроклімату в приміщеннях;

13 будівля з близьким до нульового рівнем споживання енергії — будівля, рівень енергетичної ефективності якої перевищує рівень, встановлений мінімальними нормативними вимогами, та інженерне обладнання якої задовольняє побутові потреби людини та створює оптимальні мікрокліматичні умови для її перебування та/або проживання у приміщеннях такої будівлі в результаті використання відновлюваних джерел енергії (включаючи обладнання, яке функціонує з використанням відновлюваних джерел енергії та розміщене в межах будівлі, прибудованих до неї приміщеннях та на прибудинковій території);

14. відокремлена частина будівлі — квартира, інше житлове або нежитлове приміщення;

15. виконавець робіт (надавач послуг) у сфері забезпечення енергетичної ефективності будівель — фізична особа, що пройшла професійну атестацію та має право на виконання робіт (надання послуг) із сертифікації енергетичної ефективності будівель, що експлуатуються, та закінчених будівництвом об'єктів, обстеження систем опалення, гарячого водопостачання та кондиціонування повітря будівель;

16. енергетична ефективність будівель — характеристики будівель, їх конструктивних елементів та інженерного обладнання (в тому числі розрахована та/або виміряна кількість енергії на одиницю опалюваної площі або об'єму будівель, яка необхідна для задоволення попиту на споживання енергії та залежить від типового використання будівель, що включає енергію, яка використовується для опалення, гарячого водопостачання, кондиціонування повітря, вентиляції та освітлення), що дають змогу забезпечувати протягом очікуваного життєвого циклу будівель задоволення побутових потреб людини та створення оптимальних мікрокліматичних умов для її перебування та/або проживання у приміщеннях (з урахуванням місцевих кліматичних умов);

17. доступне для ознайомлення громадськості місце – частина (частини) будь-якої будівлі, в тому числі її зовнішня частина (частини), яка доступна або відкрита для населення вільно та постійно;

18. клас енергетичної ефективності будівлі та/або її відокремлених частин — рівень енергетичної ефективності будівлі та/або її відокремлених частин, визначений за інтервалом значень показників енергетичної ефективності, які встановлюються відповідно до вимог законодавства;

19. мінімальні вимоги до енергетичної ефективності будівель — мінімальні значення показників, що характеризують здатність будівель або їх відокремлених частин, їх конструктивних елементів та інженерного обладнання (в тому числі максимальна (нормативно допустима) кількість енергії на одиницю опалюваної площі або об'єму будівель) забезпечувати протягом очікуваного життєвого циклу будівель задоволення побутових потреб людини та створення оптимальних мікрокліматичних умов для її перебування та/або проживання у приміщеннях таких будівель;

20. обстеження систем опалення, гарячого водопостачання та кондиціонування повітря в будівлях — вид енергетичного аудиту (обстеження), в процесі якого здійснюється збір та проведення аналізу інформації щодо систем опалення, гарячого водопостачання, кондиціонування повітря в будівлях та їх елементів (зокрема котлів, контрольних приладів, циркуляційних насосів), оцінюється відповідність фактичних показників їх енергетичної ефективності встановленим вимогам (далі — обстеження систем у будівлі);

21. опалювана площа — загальна площа підлоги приміщень будівлі, які опалюються (та/або охолоджуються) до температури повітря згідно із встановленими вимогами, включаючи площу всіх поверхів, якщо їх більше одного, крім підвалів та приміщень будівлі, які не використовуються або в яких відсутнє опалення (та/або охолодження);

22. сертифікат енергетичної ефективності будівлі — документ встановленої форми, в якому визначено клас енергетичної ефективності

будівлі та/або її відокремлених частин, рекомендації щодо його підвищення, а також інші відомості щодо будівлі та/або її відокремлених частин, енергетичну ефективність яких сертифіковано;

23. сертифікація енергетичної ефективності будівель — вид енергетичного аудиту (обстеження), в процесі якого здійснюється збір та проведення аналізу інформації щодо фактичних або розрахункових показників енергетичної ефективності будівель та/або відокремлених частин будівель, оцінюється їх відповідність встановленим мінімальним вимогам до енергетичної ефективності будівель та надаються рекомендації щодо підвищення рівня енергетичної ефективності будівель, які враховують місцеві кліматичні умови, є технічно та економічно обґрунтованими;

24. термомодернізація будівель — комплекс робіт, спрямованих на підвищення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій будівель, показників споживання енергетичних ресурсів інженерними системами та забезпечення енергетичної ефективності будівель на рівні не нижчому, ніж встановлено мінімальними вимогами щодо енергетичної ефективності будівель, що здійснюється під час виконання робіт з реконструкції, капітального, поточного ремонту або технічного переоснащення будівель;

25. економічно доцільний рівень енергетичної ефективності будівель — рівень енергетичної ефективності будівель, досягнення якого забезпечує найнижчі інвестиційні витрати, витрати на утримання та експлуатацію, ліквідаційні витрати протягом строку експлуатації будівель.

26. Інші терміни вживаються у значенні, наведеному в Законах України “Про енергозбереження”, “Про архітектурну діяльність”, “Про фінансові послуги та державне регулювання ринків фінансових послуг”, “Про альтернативні джерела енергії”, “Про житлово-комунальні послуги”, “Про будівельні норми”, “Про особливості здійснення права власності у багатоквартирному будинку”.

Обстеження систем у будівлі здійснюється на договірних засадах виконавцями робіт (надавачами послуг) у сфері забезпечення енергетичної ефективності будівель, що є незалежними, не мають конфлікту інтересів та прямо чи опосередковано не заінтересовані в результаті обстеження. Обстеження систем у будівлі здійснюється на замовлення та за рахунок власників (співвласників) будівель (для багатоквартирних будинків — на замовлення та за рахунок власника (співвласників) будинку, житлово-будівельного кооперативу, об'єднання співвласників багатоквартирного будинку, управителя багатоквартирного будинку).

Обстеження систем у будівлі здійснюється згідно з методикою, що розроблена відповідно до вимог актів законодавства Європейського Союзу та актів Енергетичного Співтовариства та затверджена центральним органом виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики у сфері будівництва. Періодичність обстеження систем у будівлі встановлюється центральним органом виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики у сфері будівництва.

Обов'язковому обстеженню підлягають системи опалення, гарячого водопостачання будівель, в яких як джерело теплоти використовується котел (теплогенератор) з номінальною теплопродуктивністю (тепловою потужністю) більше 20 кВт, а також системи кондиціонування повітря в будівлях з номінальною потужністю (продуктивністю) більше 12 кВт.

Обстеження систем опалення, гарячого водопостачання будівель, в яких як джерело теплоти використовується котел (теплогенератор) з номінальною теплопродуктивністю (тепловою потужністю) більше 100 кВт, здійснюється не рідше одного разу на два роки.

За результатами обстеження систем у будівлі складається звіт про результати такого обстеження, який повинен містити економічно обґрунтовані рекомендації щодо підвищення рівня енергетичної ефективності відповідних систем.

Порядок складення звіту про обстеження систем у будівлі та форма такого звіту затверджуються центральним органом виконавчої влади, що забезпечує формування державної житлової політики і політики у сфері житлово-комунального господарства.

У разі набуття права власності або найму (оренди) на будівлі чи їх відокремлені частини, системи в яких підлягають обов'язковому обстеженню, власнику передається, а потенційному наймачу (орендарю) надається для ознайомлення:

оригінал звіту про обстеження систем у будівлі в разі набуття права власності на будівлю;

копія звіту про обстеження систем у будівлі в разі набуття права власності на відокремлену частину будівлі чи найму (оренди) будівлі в цілому або її відокремленої частини.

З метою систематизації даних про результати обстеження систем у будівлі та моніторингу за дотриманням законодавства у сфері енергетичної ефективності будівлі створюється база даних звітів про результати обстеження систем у будівлях (далі — база даних звітів), яка формується та ведеться центральним органом виконавчої влади, що реалізує державну політику у сферах ефективного використання паливно-енергетичних ресурсів, енергозбереження, відновлюваних джерел енергії та альтернативних видів палива. Копія звіту про результати обстеження систем у будівлі в електронній формі передається для включення до бази даних звітів виконавцями робіт (надавачами послуг) у сфері забезпечення енергетичної ефективності будівель протягом десяти робочих днів з моменту їх складення. Центральний орган виконавчої влади, що реалізує державну політику у сферах ефективного використання паливно-енергетичних ресурсів, енергозбереження, відновлюваних джерел енергії та альтернативних видів палива, включає звіти до бази даних звітів протягом п'яти робочих днів з моменту їх отримання. Доступ до бази даних звітів є безоплатним.



Методологія проведення енергоаудиту залежить від інформації, яку прагне одержати й за яку готовий платити клієнт, а також від складу використовуваного в ході обстеження контрольно-вимірювального устаткування. З одного боку, енергоаудит може бути простим оглядом енергоспоживання, що ґрунтується на даних лічильників підприємства. З іншого боку, енергоаудит може бути комплексним і трудомістким процесом визначення та ідентифікації всіх напрямків витрат енергії й передбачати встановлення нового постійного вимірювального устаткування, тестування й вимірювання протягом тривалого періоду часу і в результаті детальної перевірки дозволить сформулювати детальні рекомендації. Природно, що останній тип аудиту буде значно дорожчим, ніж перший.

Професійний енергетичний аудитор повинен вміти провести обстеження підприємства, яке випускає будь-яку продукцію. Це означає, що методика проведення аудиту не повинна залежати ні від виду продукції, що випускається підприємством, ні від технології, що застосовується. Ця методика також не повинна залежати від структури обстежуваного підприємства.

Методика проведення аудиту повинна ґрунтуватися на певному стандартному (типовому) алгоритмі, що, по-перше, забезпечить якомога ефективнішу роботу самого аудитора (не треба «винаходити велосипед» - що, як і в якій послідовності обстежувати, просто треба швидко виконувати пункти стандартної програми), а по-друге, оскільки програма стандартна, забезпечити можливість настільки ж ефективного підключення інших аудиторів на певних (стандартних) етапах роботи. Практично всі енергоаудити можна поділити на такі типи: простий енергоаудит (обхід), попередній енергоаудит (місцевий, спрощений, міні-аудит), комплексний енергоаудит (детальний, максі-аудит).

Існує безліч способів проведення енергоаудиту, і вибір одного з них залежить від таких чинників:

- кваліфікація енергоаудитора;

- наявні вимірювальні пристрої (стаціонарні й переносні);
- розуміння, чого вимагає й за що готовий платити клієнт.

Будь-яку виробничу систему можна розбити на три основні складові:

- підсистема вироблення енергії (котел, компресор, помпа, електричний двигун або генератор);
- підсистема розподілу, перетворення і передачі енергії (трубопроводи, кабельні або повітряні лінії, ремінні передачі);
- навантаження, тобто елемент, заради якого працює все інше.

Таким останнім може бути деякий технологічний процес, де використовується вироблене тепло, або це може бути вентилятор, що обертається електричним двигуном через систему передач.

Методика визначення можливостей економії енергії, особливо економії, яка не вимагає витрат або яка потребує їх найменшої кількості, полягає в оцінці навантаження або втрат у навантаженні з подальшою оцінкою мережі розподілу. Внесення технічних змін безпосередньо в підсистему вироблення енергії часто вимагає значних інвестицій. Втрати енергії присутні у всіх компонентах системи, однак, вартість усунення цих втрат з різних елементів системи, як правило, дуже різниться. Розмірковуючи про можливості енергопостачання, необхідно підходити до таких систем комплексно. Дуже мудро почати розгляд не спочатку (заміна електродвигуна або компресора обійдеться недешево!), а з кінця, - як правило, найдешевші можливості економії приховані саме в навантаженні. Наприклад, не варто змінювати нехай і не найсучасніший, але працюючий компресор холодильної камери з численними витокami холодного повітря з неї. Спочатку потрібно усунути ці витоки з камери (це практично нічого не буде коштувати, і тому фінансова ефективність цієї операції буде величезною). Потім потрібно усунути втрати із підсистеми розподілу, перетворення і передачі, і лише після того, як це буде зроблено, можна буде розглянути можливості усунення недоліків підсистеми вироблення енергії або заміни її новою.

## 2 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ОБСТЕЖЕННЯ

### 2.1 Загальна інформація про об'єкт обстеження

Дніпропетровський науково-дослідний експертно-криміналістичний центр МВС України має наступне призначення: проведення судових експертиз та експертних дослідженнях по кримінальних, адміністративних провадженнях та цивільних справах.



Рисунок 2.1 - Дніпропетровський науково-дослідний експертно-криміналістичний центр МВС України

Основні данні про заклад відображені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Основні дані про об'єкт обстеження

Назва установи	Дніпропетровський науково-дослідний експертно-криміналістичний центр МВС України
Адреса	місто Дніпро, Будівельний тупик, 1
Контакти	Телефон:
Температурна зона	I
Середня температура опалювання періоду, °С	-0,2
Тривалість опалюваного періоду, діб	172
Рік будівництва	1980
Опалювальна площа, м <sup>2</sup>	2079,8
Джерело теплопостачання	"КОЛВІ-ТЕРМОНА" КТН 100 СР

Наявність лічильника теплової енергії	відсутній
Джерело ГВП	-
Наявність лічильника ГВП	відсутній
Наявність власного трансформатора	відсутня
Наявність лічильника електричної енергії	наявний

Загальна характеристика будівлі, що опалюється, представлена в таблиці 2.2.

Таблиця 2.1 - Загальна характеристика будівлі

	Одиниці вимірювання	Значення
Загальна площа поверхні будівлі	м <sup>2</sup>	2503,4 1
Сумарна кондиційована площа	м <sup>2</sup>	2079,8
Загальний об'єм	м <sup>3</sup>	5246,3 7
Сумарний кондиційований об'єм	м <sup>3</sup>	5246,3 7
Площа першого поверху	м <sup>2</sup>	596,2
Периметр першого поверху	м <sup>2</sup>	131,2
Габаритна довжина будівлі	м	27,2
Кількість поверхів	шт.	3
Чиста висота приміщення	м	2,95

## 2.2 Огороджувальні конструкції будівлі

Загальна характеристика зовнішніх стін представлена в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 - Характеристика зовнішніх стін

Орієнтація	ПнСх	ПнЗх	ПдСх	ПдЗх	Загальна площа, м <sup>2</sup>
Площа стіни (м <sup>2</sup> )	276,8	82,73	82,73	250,48	692,74
Коеф. теплопередачі, U	0,59	0,59	0,59	0,59	
№ з/п	Конструкція стіни			Товщина стіни, м	Термічний опір R, м <sup>2</sup> К/Вт
1	Стіни будівлі самонесучі виконані з панелей на цементно-піщаному розчині з утепленням зовнішніх стін спіненим пінополістеролом товщиною 50 мм			0,37	1,70

Площа зовнішніх стін по сторонам світу представлена в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 - Площа зовнішніх стін по сторонам світу

Орієнтація	ПнСх	ПнЗх	ПдСх	ПдЗх	Загальна площа, м <sup>2</sup>
Площа стіни (м <sup>2</sup> )	276,8	82,73	82,73	250,48	692,74
Коеф. теплопередачі, U	0,59	0,59	0,59	0,59	

Характеристика світлопрозорих огорожувальних конструкцій представлена в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 - Характеристика світлопрозорих огорожувальних конструкцій

Орієнтація	Розмір		Площа одного елемента	Кількість	Загальна площа	Тип матеріалу	Тип заскл.	Термічний опір, R
	а, м	б, м						
ПдЗ	1,08	0,98	1,06	38	40,22	П-3к	2	0,386
ПдЗ	1,08	2	2,16	22	47,52	П-3к	2	0,386
ПдЗ	2,4	2	4,80	1	4,80	П-3к	2	0,386
ПдЗ	7,5	3,75	28,13	1	28,13	П-3к	2	0,386
ПдЗ	3,6	1,8	6,48	6	38,88	П-3к	2	0,386
ПнЗ	6	3	18,00	1	18,00	П-3к	2	0,386
ПдСх	6	3	18,00	1	18,00	П-3к	2	0,386
ПнСх	1,08	0,98	1,06	34	35,99	П-3к	2	0,386
ПнСх	1,08	2	2,16	14	30,24	П-3к	2	0,386
ПнСх	2,5	1,25	3,13	2	6,25	П-3к	2	0,386
ПнСх	7,5	3,75	28,13	1	28,13	П-3к	2	0,386

Характеристика зовнішніх дверей представлена в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 – Характеристика зовнішніх дверей

Орієнтація	Розмір		Площа одного елемента	Кількість	Загальна площа	Тип матеріалу дверей	Термічний опір, R
	а, м	б, м					
ПнЗ	1,22	2,68	3,27	1	3,27	МУ-30мм	0,78
ПдСх	1,22	2,68	3,27	1	3,27	МУ-30мм	0,78
ПнСх	1,22	2,68	3,27	1	3,27	ПУ	0,6

Характеристика даху представлена в таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 - Характеристика даху

№ з/п	Тип даху	Конструкція перекриття даху	Товщина перекриття даху, м	Площа перекриття, м <sup>2</sup>	Термічний опір R, м <sup>2</sup> К/Вт
1	Мансардний поверх	Дерев'яне перекриття утеплене шаром утеплювача товщиною 100 мм.	0,11	815	1,99

Характеристика підлоги представлена в таблиці 2.8.

Таблиця 2.8 – Характеристика підлоги

№ з/п	Тип підлоги	Конструкція підлоги	Товщина перекриття підлоги, м	Площа перекриття, м <sup>2</sup>	Термічний опір R, м <sup>2</sup> К/Вт
1	Опалювальний підвал	Армований бетон 200 мм, гідроізоляція, стяжка цементним розчином, товщиною 50 мм, керамічна плитка.	0,26	689,7175	0,319

## 2.2 Характеристика системи опалення

Джерелом опалення виступає звичайний котел для житлових приміщень на газу: "КОЛВІ-ТЕРМОНА" КТН 100 СР.

Облік споживання теплової енергії на потреби системи опалення та гарячого водопостачання не ведеться.

Підсистема розподілу.

Тип внутрішньої системи опалення: водяна, однотрубна (постійний гідравлічний режим) з верхнім розведенням трубопроводів. Система не налагоджена. Відсутня балансувальна арматура на стояках (горизонтальних вітках) системи. Підсистема розподілу виконана з

сталевих трубопроводів, утеплювач відсутній. Температурний графік 80/60°C.

Характеристика системи опалення представлена в таблицях 2.9, 2.10.

Таблиця 2.9 - Характеристика системи розподілу

Система розподілу	
Теплопостачання від:	власна котельня
В роботі з (року)	Починаючи з 2008
Тип	однотрубна (постійний гідравлічний режим)
Збалансованість системи розподілу	розбалансована
Балансувальні клапани	відсутні
Теплоносій	вода
T1/T2 (°C)	80/60
Стан теплової ізоляції	-

Таблиця 2.10 - Характеристика системи подачі теплоти

Система подачі теплоти			
Нагрівальний елемент №1	Чавунні	Кіл-ть (шт.)	54
Нагрівальний елемент №2	Алюмінієві	Кіл-ть (шт.)	12

### 2.3 Характеристика системи ГВП

Для потреб гарячого водопостачання встановлено ємнісний електронагрівач, але на даний час він не використовується. Гаряча вода є тільки у двох місцях для особливих потреб, які забезпечуються двома ємнісними електроводонагрівачами на 15 літрів.

### 2.4 Характеристика системи вентиляції

Вентиляція в будівлі закладу тільки природнього типу.

### 2.5 Характеристики електроспоживаючого обладнання



Характеристика електричного обладнання Дніпропетровського науково-дослідного експертно-криміналістичного центру МВС України представлена в таблиці 2.12.

Таблиця 2.12 - Характеристика і споживання електричного обладнання

Назва	Кількість, шт.	Потужність, Вт	Період роботи, год/тижд.	Кількість тижнів на рік	Споживання в тиждень, кВт·год	Коефіцієнт завантаження	Річне споживання, кВт·год/рік
Системний блок	166	400	40	52	796,8	0,3	41434
Монітор	167	150	40	52	300,6	0,3	15631
Принтер	109	100	20	52	65,4	0,3	3400,8
Сканер	32	100	20	52	19,2	0,3	998,4
МФУ	22	150	10	52	9,9	0,3	514,8
УПС	72	360	40	52	311,04	0,3	16174
Кондиціонер	15	1500	20	12	135	0,3	1620
Електр. чайник	37	2000	5	52	111	0,3	5772
Холодильник	11	800	24	52	63,36	0,3	3294,7
Мікроволн. піч	23	800	5	52	64,4	0,7	3348,8

Розрахункове річне споживання електроенергії склало 92,19 тис. кВт·год. Це значення дуже близьке к фактичному значенню, яке складає 102,6 тис. кВт·год.

#### Система освітлення

Освітлення внутрішніх приміщень представлено різними освітлювальними приладами. Характеристика освітлювальних приладів представлена в таблиці 2.13.

Таблиця 2.13 - Характеристика внутрішніх освітлювальних приладів

Тип	Потужність однієї лампи, Вт.	Кількість ламп, шт.
Люмінесцентні	18	462
Світлодіодна (квадрат)	9	120
Світлодіодна	5	258
Лампа розжарювання	60	30

### З НОРМАТИВНІ КЛІМАТИЧНІ ПОКАЗНИКИ ТА УМОВИ МІКРОКЛІМАТУ

В таблиці 3.1 приведені нормативні та прийняті кліматичні дані згідно з Meteonom Software (<http://www.meteonom.com>) та в таблиці 3.2 згідно ДСТУ-НБВ.1.1 27:2010 «Будівельна кліматологія».

Таблиця 3.1 - Температура зовнішнього повітря згідно з Meteonom Software

Місяць	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Середня температура місяця (Дніпро)	-4,7	-3,8	1,1	9,6	16	19,6	21,6	20,7	15,4	8,6	2,2	-2,5

Таблиця 3.2 - Нормативні кліматичні показники

Найменування	Показники
Температурна зона	I
Розрахункова температура зовнішнього повітря, °С	-24
Середня температура за опалювальний період, °С	-0,2
Кількість днів опалювального періоду	172

Нормативні умови мікроклімату представлені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 - Нормативні умови мікроклімату у приміщенні

Найменування	Показники
Відносна вологість повітря, %	50-60
Внутрішня температура повітря, °С	+20
Кратність повітрообміну, год <sup>-1</sup>	0,8-1,5

## 4 АНАЛІЗ СПОЖИВАННЯ ПАЛИВНО-ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ

### 4.1 Аналіз споживання паливо-енергетичних ресурсів

#### 4.1.1 Електрична енергія

Споживання електричної енергії по місяцях за 2017-2018 роки за даними організації представлено в таблиці 4.1 та на рисунку 4.1.

Таблиця 4.1 - Кількість спожитої електроенергії

Місяць	Споживання електричної енергії, кВт·год	
	2017	2018
Рік	2017	2018
Січень	9186	7841
Лютий	9526	10930
Березень	7749	8954
Квітень	8233	8361
Травень	7165	7361
Червень	6897	7841
Липень	7489	7961
Серпень	8557	8481
Вересень	7865	7961
Жовтень	7541	7681
Листопад	10626	8961
Грудень	11002	10290
Разом	101836	102623

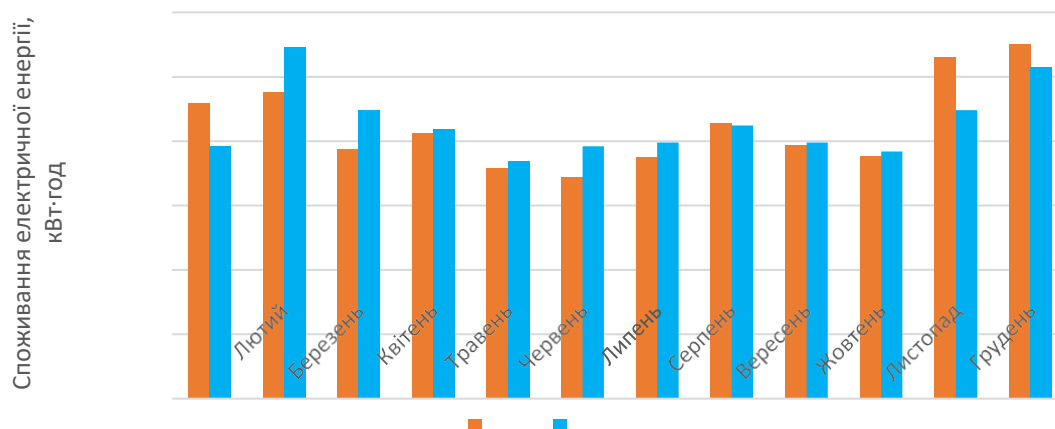


Рисунок 4.1 - Споживання електроенергії по місяцях за 2017 та 2018 роки

З діаграми та таблиці видно, що споживання електричної енергії протягом останніх років знаходиться в діапазоні 6,9 - 11 тис. кВт·год на місяць. Протягом року споживання електричної енергії досить рівномірне. Можна констатувати постійність споживання електричної енергії у 2017 та 2018 р.

#### 4.1.2 Холодна вода

Споживання холодної води по місяцях за 2018 рік за даними організації представлене в таблиці 4.2 та на рисунку 4.2.

Таблиця 4.2 - Споживання холодної води по місяцях за 2018 рік

Місяць	Споживання холодної води, м <sup>3</sup>
Рік	2018
Січень	213
Лютий	175
Березень	102
Квітень	135
Травень	122
Червень	120
Липень	95
Серпень	115
Вересень	92
Жовтень	113
Листопад	115
Грудень	102
Разом	1499

З діаграми та таблиці видно, що споживання холодної води протягом року знаходиться в діапазоні 92 - 213 м<sup>3</sup> на місяць. Протягом року споживання води досить рівномірне.

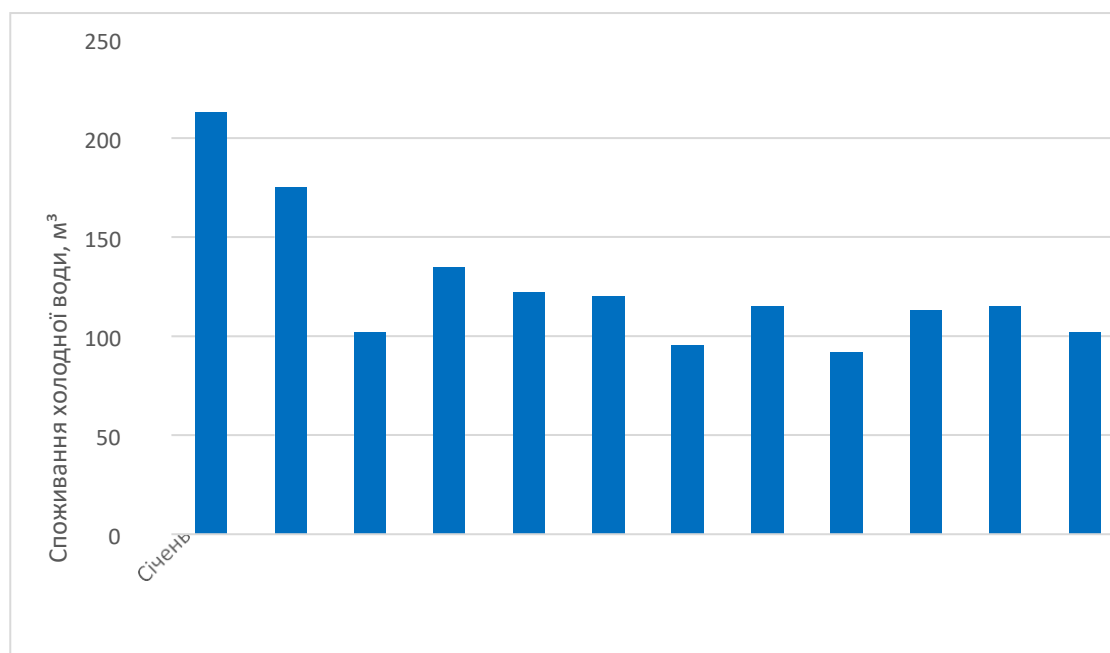


Рисунок 4.2 - Споживання холодної води по місяцях за 2018 рік

#### 4.1.3 Паливо

Організація використовує природний газ на потреби опалення.

Споживання газу по місяцях за 2017 та 2018 роки за даними організації представлено в таблиці 4.3 та на рисунку 4.3.

Таблиця 4.3 - Споживання палива по місяцях за 2017-2018 роки

Місяць	Споживання палива, м³		Споживання палива, кВт-год	
	2017	2018	2017	2018
Рік	2017	2018	2017	2018
Січень	5264	4410	55746	46702
Лютий	4928	3716	52188	39352
Березень	1546	3440	16372	36430
Квітень	0	39	0	413
Травень	0	0	0	0
Червень	0	0	0	0
Липень	0	0	0	0
Серпень	0	0	0	0
Вересень	0	0	0	0
Жовтень	0	0	0	0
Листопад	3316	3318	35116	35138
Грудень	3251	5285	34428	55968
Разом	18305	20208	193850	214003

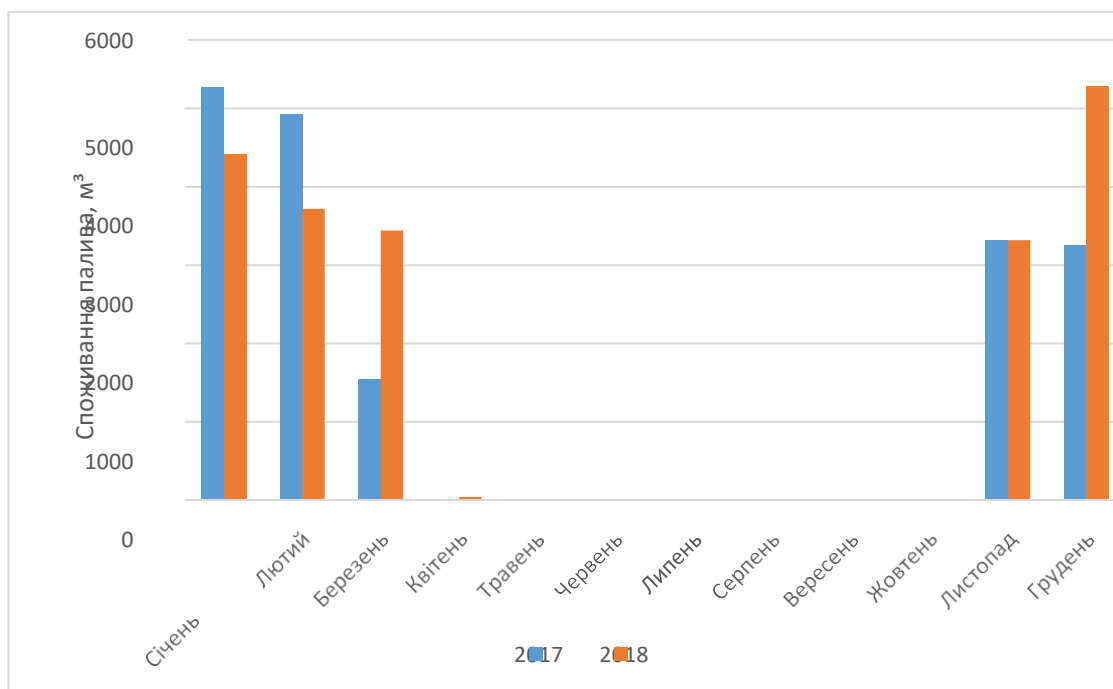


Рисунок 4.3 - Споживання палива по місяцях за 2017, 2018 роки

З діаграми та таблиці видно, що споживання природного газу протягом останніх років знаходиться в діапазоні 18305 - 20208 м³. Протягом року споживання електричної енергії досить рівномірне. Можна констатувати деяке підвищення споживання природного газу у 2018 р.

#### 4.1.4 Структура загального споживання енергії

Структура загального споживання енергії за 2017-2018 роки за даними організації представлено на рисунку 4.4 відповідно.

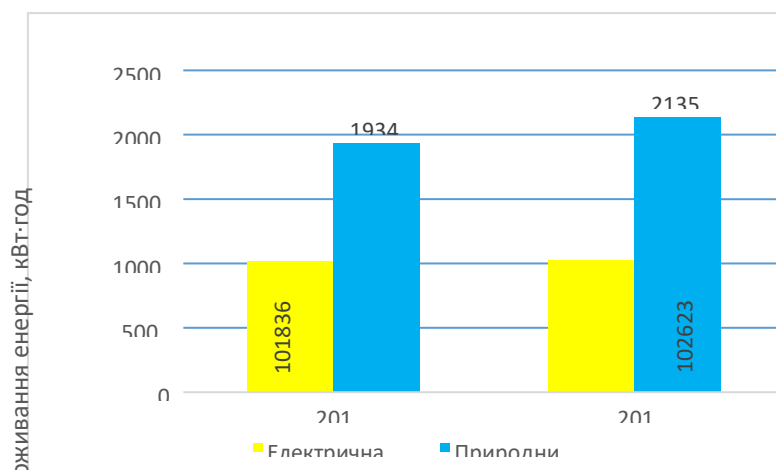


Рисунок 4.4 - Структура загального споживання енергії за 2017-2018 роки

З діаграми видно що основне споживання енергії припадає на споживання природного газу. Загальне споживання енергії за останні два роки складає близько 300 тис. кіловат-годин на рік.

#### 4.2 Витрати на паливо-енергетичні ресурси

##### 4.2.1 Тарифи на паливо-енергетичні ресурси

Діючі тарифи на паливо-енергетичні ресурси за даними організації представлений таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 - Діючі тарифи

Найменування	Вартість
Електроенергія, грн/кВт·год	2,30
Холодна вода (з водовідведенням), грн/м <sup>3</sup>	14,7
Природний газ, грн/м <sup>3</sup>	12,82

##### 4.2.2 Витрати на електричну енергію

Витрати на електричну енергію по місяцях за 2017-2018 роки за даними організації представлений в таблиці 4.6 та на рис. 4.7.

Таблиця 4.5 - Витрати на електроенергію за 2017, 2018 роки

Місяць	Витрати електроенергії в грошовому виразі, грн	
	2017	2018
Рік		
Січень	21172	18072
Лютий	21956	25192
Березень	17860	20638
Квітень	18976	19271
Травень	16514	16966
Червень	15897	18072
Липень	17261	18349
Серпень	19723	19548
Вересень	18128	18349
Жовтень	17381	17704
Листопад	24491	20654
Грудень	25358	23717



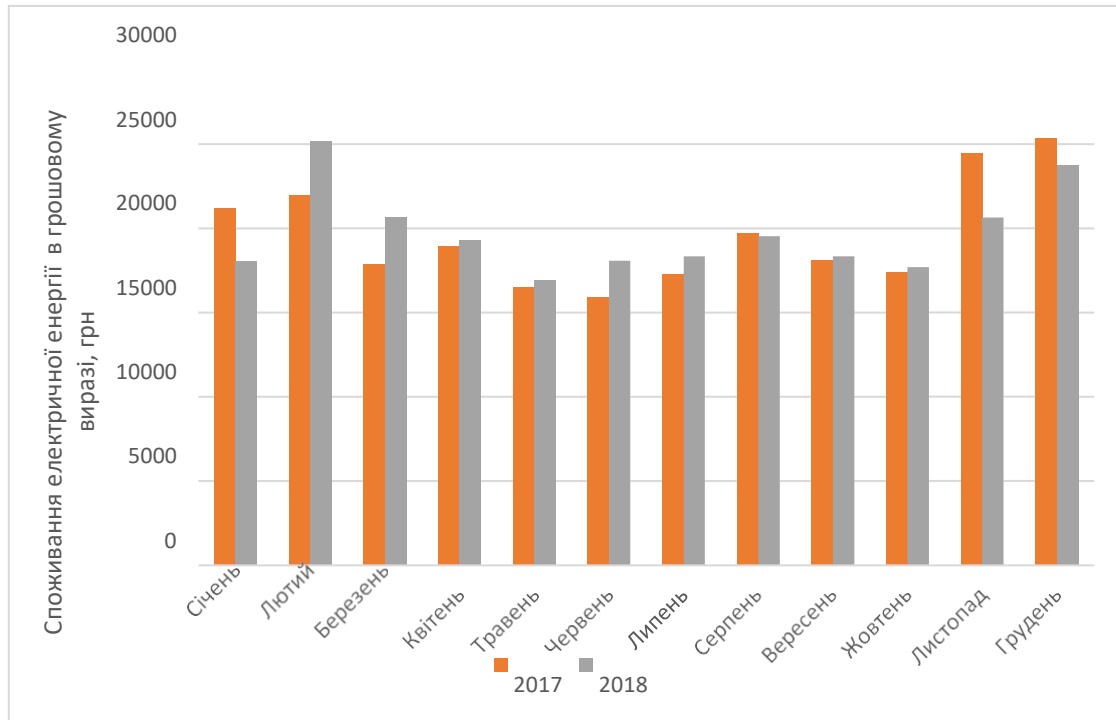


Рисунок 4.5 - Витрати на електричну енергію по місяцях за 2017, 2018 роки

З таблиці видно, що за останні два роки організація на електричну енергію витрачає близько 235 тисяч гривень щорічно. Найбільші витрати на електричну енергію протягом року припадають на зимовий період.

#### 4.2.3 Витрати на холодну воду

Витрати на воду по місяцях за 2018 рік за даними організації представлені в таблиці 4.6 та на рисунку 4.6.

Таблиця 4.6 - Витрати на холодну воду за 2018 рік

Місяць	Витрати на холодну воду в грошовому виразі, грн
Рік	2018
Січень	3131
Лютий	2573
Березень	1499
Квітень	1985
Травень	1793
Червень	1764

Липень	1397
Серпень	1691
Вересень	1352
Жовтень	1661
Листопад	1691
Грудень	1499
Разом	22035

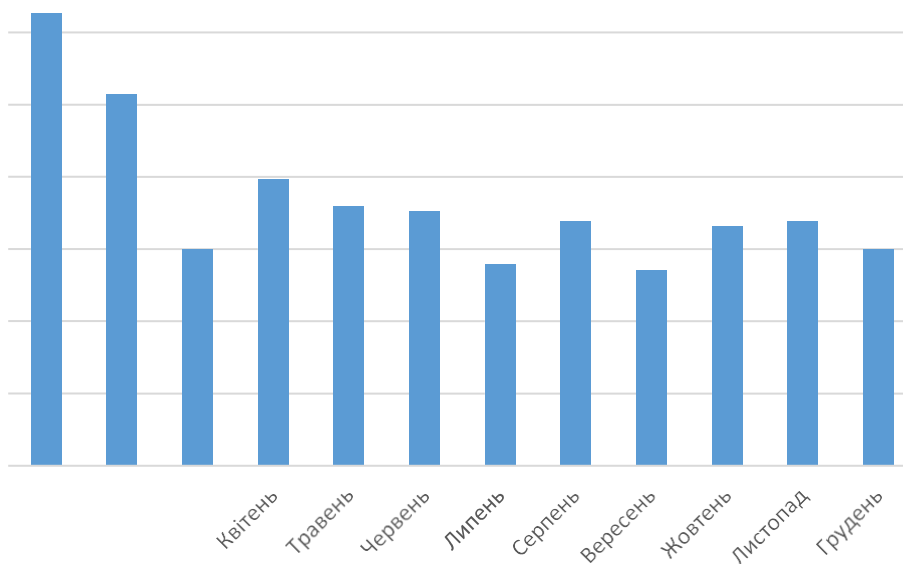


Рисунок 4.6 - Витрати на холодну воду та водовідведення по місяцях за 2018 рік

Бачимо що, витрати на холодну воду дуже незначні у порівнянні з витратами на інші ресурси.

#### 4.2.4 Витрати на паливо

Витрати на природний газ по місяцях за 2017-2018 роки за даними організації представлені в таблиці 4.7 та на рисунку 4.7.

Таблиця 4.7 - Витрати на паливо за 2017 та 2018 роки

Місяць	Витрати на паливо в грошовому виразі, грн	
Рік	2017	2018
Січень	67486	56537
Лютий	63178	47640
Березень	19820	44101
Квітень	0	500
Травень	0	0
Червень	0	0
Липень	0	0
Серпень	0	0
Вересень	0	0
Жовтень	0	0
Листопад	42512	42537
Грудень	41678	67755
Разом	234674	259071

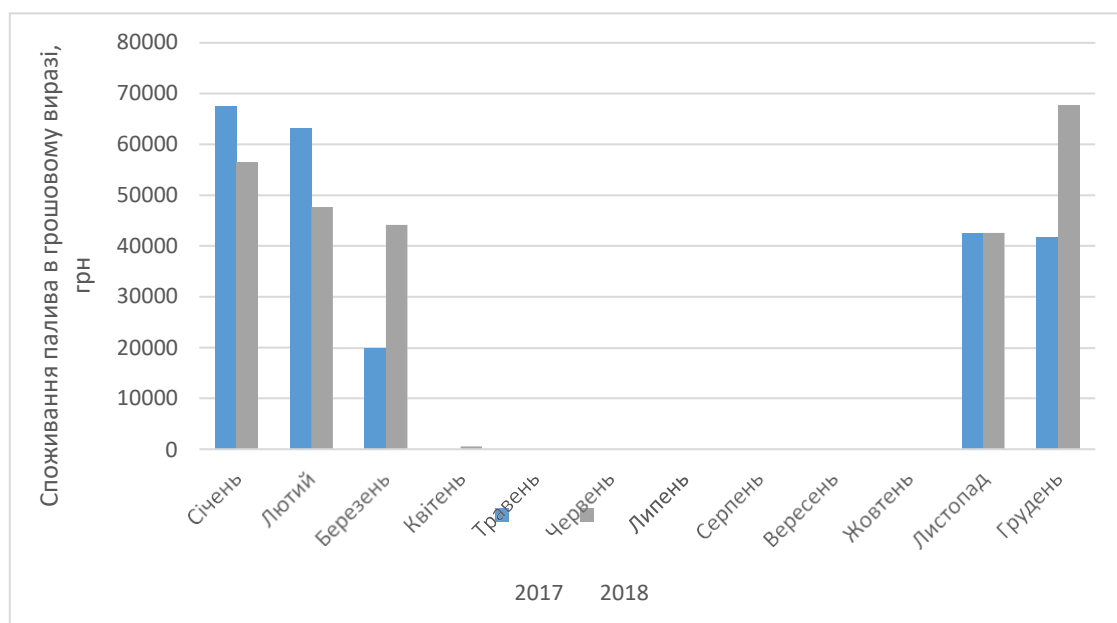


Рисунок 4.7 - Витрати на паливо по місяцях за 2017 та 2018 роки.

Бачимо, що опалювальний період у 2017 і 2018 роках триває 5 місяців,

тобто 152 доби (замість 172 діб згідно нормативам).

#### 4.2.5 Структура загальних витрат на паливо-енергетичні ресурси

Витрати на паливо-енергетичні ресурси представлені на рисунку 4.8.

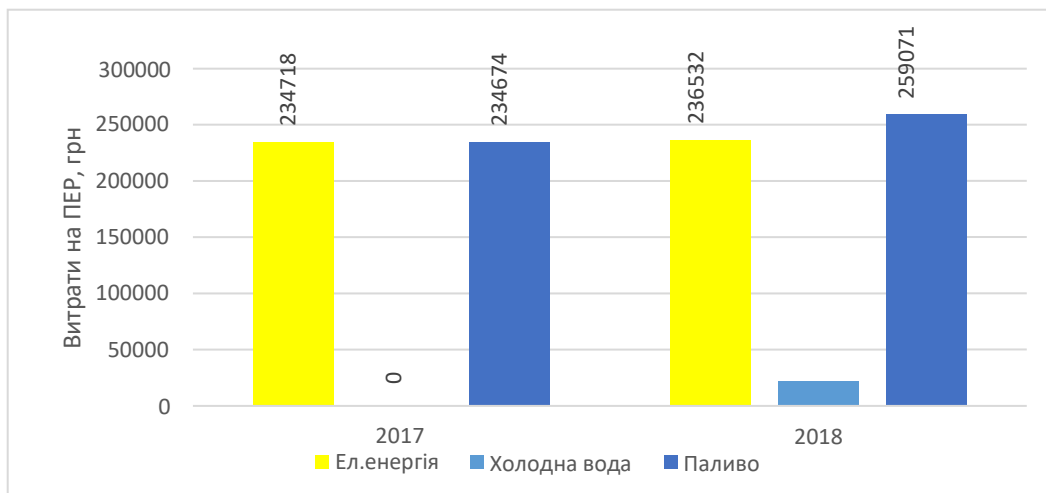


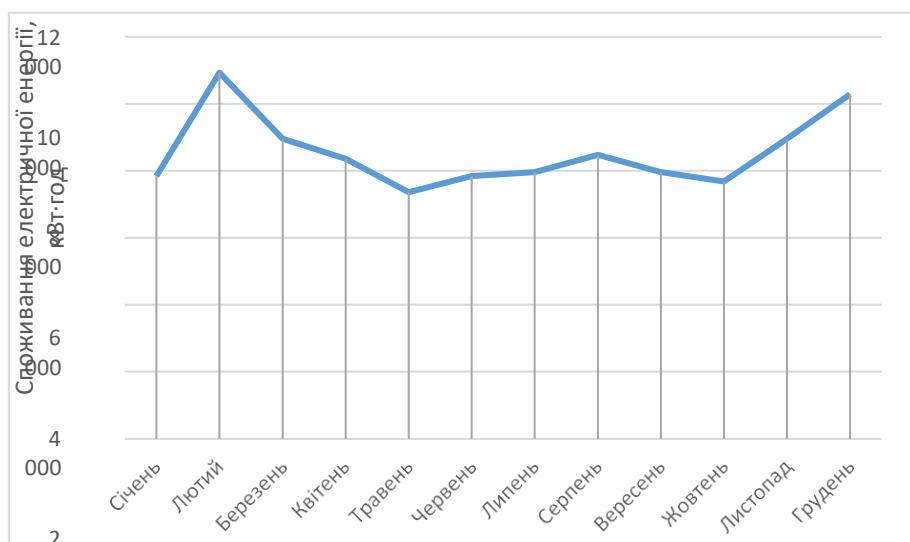
Рисунок 4.8 - Структура загальних витрат на енергію та холодну воду за 2017-2018 роки

Витрати на теплову енергію трохи перевищують витрати на електричну енергію.

### 4.3 Аналіз споживання енергоресурсів

#### 4.3.1 Електрична енергія

Споживання електричної енергії з січня 2018 року по грудень 2018 року заданими організацією представлені на рисунку 4.9.



### Рисунок 4.9 - Споживання електричної енергії

Можна констатувати, що в цілому споживання електричної енергії постійне змієця в місяць. Це свідчить про те, що сезонні коливання, пов'язані з кондиціонуванням та можливим використанням електричних нагрівачів взимку, незначні.

#### 4.3.2 Природний газ

Споживання природного газу з січня 2018 року по грудень 2018 року за даними організації представлені на рисунку 4.10.

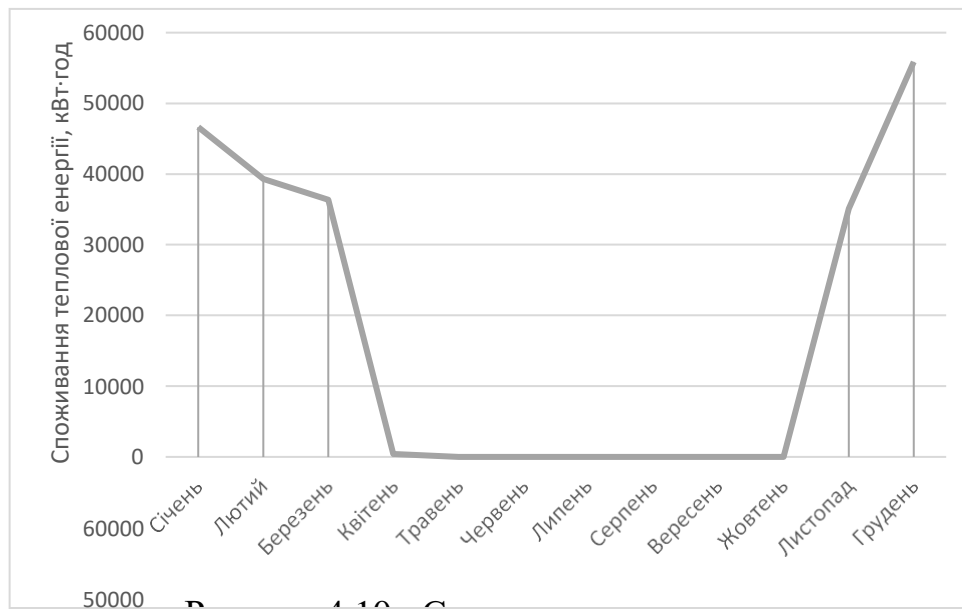


Рисунок 4.10 - Споживання природного газу

Змінення споживання природного газу, що використовується на опалення відповідає зміні температури зовнішнього повітря.

#### 4.4 Ефективність регулювання споживання енергії на опалення

Регулювання споживання теплової енергії здійснюється на котельні. Це відбувається наступним чином: У котельні, вручну змінюють температуру теплоносія на подачі, за допомогою реле на самому котлі. Підбір температури теплоносія відбувається виходячи від температури

навколишнього середовища.

В таблиці 4.8 та на рисунку 4.11 представлені данні про споживання теплової енергії за лютий 2018 р.

Таблиця 4.8 - Дані про споживання енергії

Дата вимірюван	Спожито, кВт·год	Внутрішня температура, °C	Середньодобова температура, °C	Кількість градусодіб	Коефіцієнт опалення	Розрахункове значення, кВт·год/добу
1-1	1879,3	20	-5,5	25,5	0,622	2985,4
2-1	2179,5	20	0	20	0,488	2341,5
3-1	1905,8	20	-1	21	0,512	2458,5
4-1	2255,6	20	-3,5	23,5	0,573	2751,2
5-1	2017,8	20	-4	24	0,585	2809,8
6-1	2147,8	20	-5	25	0,610	2926,8
7-1	2200,7	20	-6,5	26,5	0,646	3102,4
8-1	2493,5	20	-5	25	0,610	2926,8
9-1	2223,9	20	-7,5	27,5	0,671	3219,5
10-1	1650,0	20	-0,5	20,5	0,500	2400,0
11-1	1381,5	20	0	20	0,488	2341,5
12-1	1473,5	20	-6,5	26,5	0,646	3102,4
13-1	1480,9	20	-2,5	22,5	0,549	2634,1
14-1	1574,9	20	0,5	19,5	0,476	2282,9
15-1	2174,2	20	-1,5	21,5	0,524	2517,1
16-1	2056,9	20	-4	24	0,585	2809,8
17-1	2014,6	20	-1	21	0,512	2458,5
18-1	1356,1	20	2	18	0,439	2107,3
19-1	1382,6	20	-3,5	23,5	0,573	2751,2
20-1	1387,8	20	-3	23	0,561	2692,7
21-1	2044,2	20	-4,5	24,5	0,598	2868,3

22-1	2107,7	20	-11	31	0,756	3629,3
23-1	2322,2	20	-3,5	23,5	0,573	2751,2
24-1	1702,8	20	-4	24	0,585	2809,8
25-1	1839,2	20	-6	26	0,634	3043,9
26-1	1941,7	20	1	19	0,463	2224,4
27-1	1935,4	20	-4,5	24,5	0,598	2868,3
28-1	2189,0	20	-7	27	0,659	3161,0
29-1	1584,4	20	1	19	0,463	2224,4
30-1	1316,0	20	1,5	18,5	0,451	2165,9
31-1	1491,4	20	1,5	18,5	0,451	2165,9

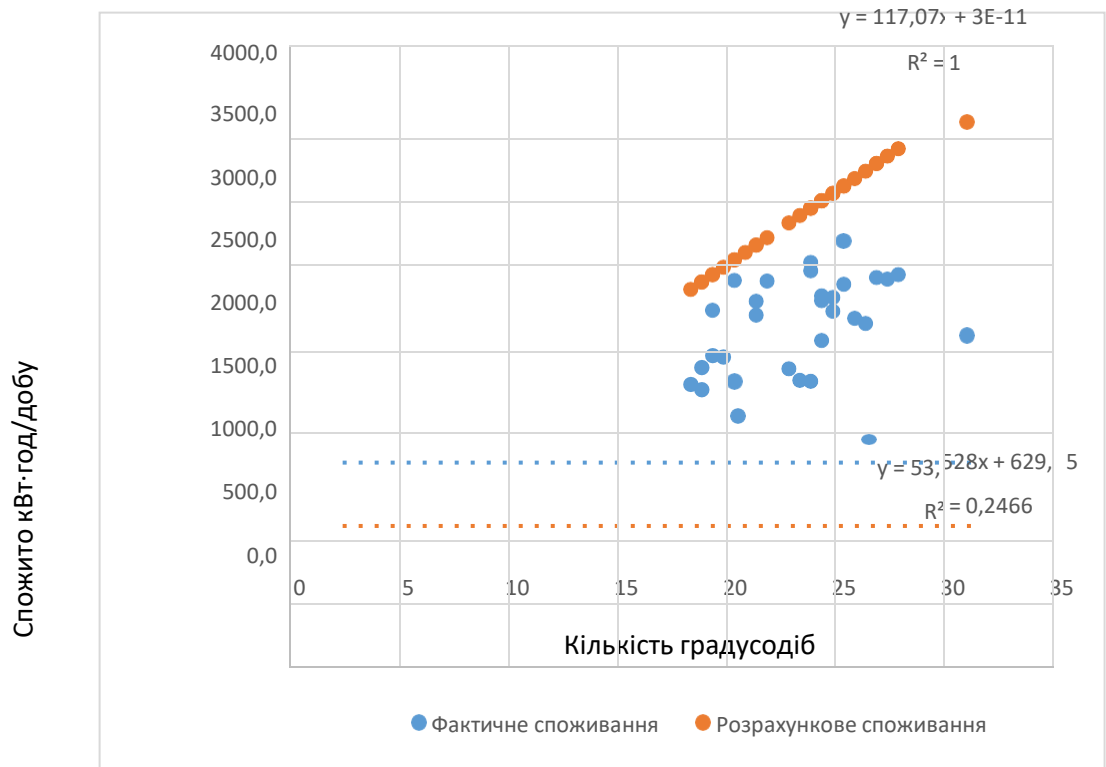


Рисунок 4.11 - Порівняння фактичного та розрахункового споживання теплової енергії

Коефіцієнт достовірності апроксимації  $R^2$  відображає ступінь ймовірності залежності витрати теплової енергії від середньодобової

температури зовнішнього повітря.

В даному випадку  $R^2$  має значення, що суттєво не відрізняється від  $R^1$ , що говорить про достатній рівень залежності відпуску теплової енергії на котельні від зміни температури зовнішнього повітря.

Споживання теплової енергії на опалення недостатньо реагує на зміну середньодобової температури зовнішнього повітря як на регулюючий чинник.

Аналіз добових даних показує, що деякі вихідні дні характеризує зниження споживання газу, але є тижні, коли споживання постійне в робочі і в вихідні дні.

Тому важливим заходом є встановлення системи автоматизації на котли, для висновки по розділу.

1. Основне споживання енергії припадає на природний газ та електричну енергію. Загальне річне споживання природного газу за останні три роки складає близько 0 тис. кВт-год/рік.
2. З року в рік витрати на теплову енергію також значно перевищують витрати на електричну енергію (приблизно 0 тис. грн. проти 240 тис. грн.).
3. Оскільки витрати електричної енергії в основному пов'язані з функціонуванням офісної техніки, основні енергоефективні заходи будуть направлені на зменшення споживання теплової енергії на опалення.
4. Порівняння фактичного та розрахункового споживання теплової енергії свідчить про недостатній рівень регулювання на котельні. Відмітимо також, що під час огляду енергоаудиторами будівель зафіксовані завищені температури в деяких приміщеннях (до 26 °C). Тому найбільш ефективними будуть заходи, пов'язані з установкою приладів регулювання опалення.



## 5 БАЛАНС РОЗПОДІЛЕННЯ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ

На основі результатів обстеження, теплофізичних характеристик огорожувальних конструкцій та фактичних даних про обладнання, що споживає теплову та електричну енергію, згідно з ДСТУ-Н Б А.2.2-12:2015 «Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні» розраховані теплові втрати будівлі і складено розрахунковий баланс розподілення споживання енергії.

Структуру витрат на опалення представлені в таблиці 5.1 та рисунку 5.1.

Таблиця 5.1 - Структура витрат на опалення

	тис. кВт·год/рік	тис. кВт·год/м <sup>2</sup>	%
Стіни	44,04	0,021	13,9
Вікна і двері	78,39	0,038	24,7
Дах	33,08	0,016	10,4
Підлога	40,23	0,019	12,7
Вентиляція	121,64	0,058	38,3
Сума	317,38	0,153	100

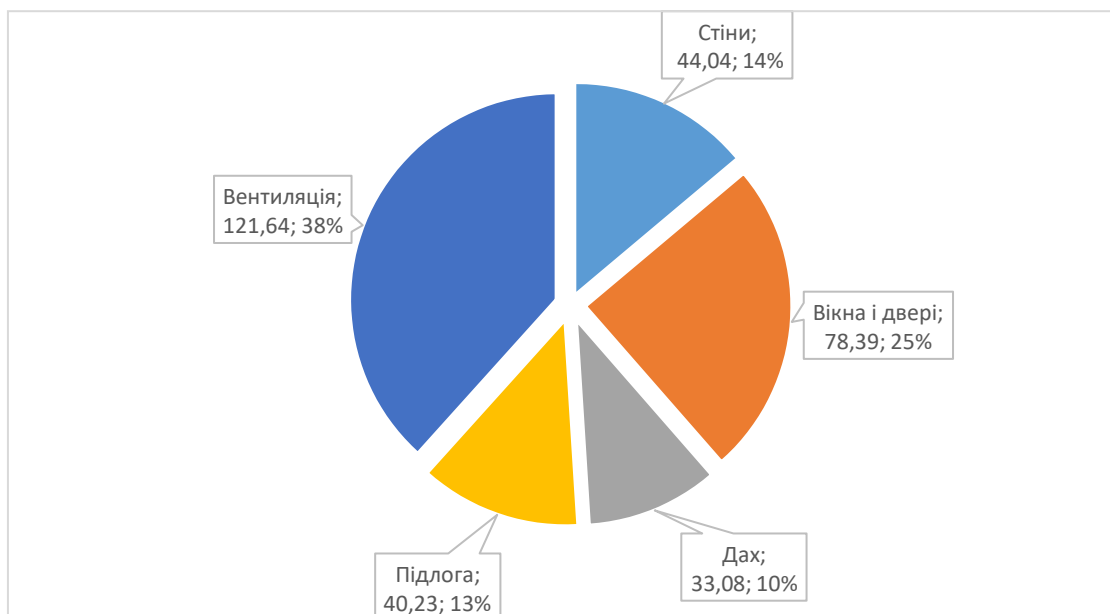


Рисунок 5.1 - Структура витрат на опалення

Внаслідок утеплення витрати через стіни складають меншу частину, але не достатню для витримання норм. Найбільші витрати відбуваються через вікна, а також з вентиляцією, тому нижче будуть розглянуті заходи, направлені на суттєве зменшення цих витрат.

## 6 ЗАХОДИ З ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТА ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ

### 6.1 Утеплення стін

Зовнішні стіни будівлі в задовільному стані. Приведений опір теплопередачі невідповідає мінімально допустимому значенню згідно ДБН В 2.6-31. Нормативне значення опору теплопередачі зовнішніх стін громадських та житлових будівель, розміщених у I температурній зоні, складає  $R_{q \min} = 3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ .

Пропонується

Для виконання норми по опору теплопередачі зовнішніх стін пропонується провести термомодернізацію, утеплювач – мінераловатні плити. Теплопровідність утеплювача –  $0,045 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ . Розрахуємо товщину утеплювача, м:

$$\delta = (R_{q \min} - R_q) \cdot \lambda_{\text{ут}}$$

де  $R_{q \min}$  – мінімально допустимий опір теплопередачі згідно ДБН В 2.6-31,  $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ ;

$R_q$  – фактичний опір теплопередачі,  $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ ;

$\lambda_{\text{ут}}$  – теплопровідність утеплювача,  $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ ;

$$\delta = (3,3 - 0,77) \cdot 0,045 = 0,114.$$

Відповідно до розрахунку товщина утеплювача складає  $0,114 \text{ м}$ . Стандартна товщина ізоляційного матеріалу складає  $0,12 \text{ м}$ . При такій товщині утеплювача загальний розрахунковий опір теплопередачі стін після термомодернізації складає  $3,44 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ .

Витрати на впровадження заходу

Загальна площа утеплення складає – 692,74 м<sup>2</sup>. З урахування утеплення відкосів загальна площа утеплення включає в себе площу вікон та дверей і складає – 998,69 м<sup>2</sup>.

Вартість утеплення 1 м<sup>2</sup> стіни орієнтовно складає –900 грн/м<sup>2</sup>.

Вартість утеплення включає в себе:

- виїзд спеціаліста на заміри;
- складання кошторису;
- демонтаж старої теплоізоляції;
- монтаж теплоізоляційного матеріалу;
- виконання армуючого шару;
- фарбування стін;
- демонтаж/монтаж відливів;
- утеплення відкосів.
- вартість утеплювача та додаткових матеріалів;
- загальні капітальні витрати складають – 898,82 тис. грн.

економія енергії та коштів

Згідно розрахунків економія енергії від впровадження заходу складає 12459 кВт·год/рік.

З урахуванням вартості природного газу 1,21 грн за 1 кВт·год економія грошових коштів складає

$$€ = 12459 \cdot 1,21 \cdot 10^{-3} = 15,1 \text{ тис. грн/рік}$$



Результати розрахунків економічного ефекту представлено в таблиці 6.1 тарисунку 6.1.

Таблиця 6.1 - Показники для розрахунків економічного ефекту

№	Показник	Значення
1	Економія грошових коштів, тис. грн.	15,08
2	Капітальні витрати, тис. грн.	898,82
3	Ставка дисконтування, %	20%
4	Початковий рік вкладення коштів, рік	2019
5	Термін оцінки, років	10
6	Рівень інфляції, %	9%
7	Реальна ставка дисконтування, %	10,1%
8	NPV, чиста приведена вартість, тис. грн.	-806,55
9	NPVQ, коефіцієнт чистої приведеної вартості	-0,90
10	IRR, внутрішня норма прибутковості, %	-23,83%
11	Простий строк окупності, років	59,62
12	DPP, дисконтований строк окупності, років	-



Рисунок 6.1 – Дисконтовані витрати та економія при впровадженні заходу у 2019-2029 р.р.

## 6.2 Утеплення даху

### Існуюча ситуація

Дах будівлі мансардного типу, що опалюється. Приведений опір теплопередачі не відповідає мінімально допустимому значенню згідно ДБН В 2.6-31. Нормативне значення опору теплопередачі перекриття неопалювального горища громадських та житлових будівель, розміщених у I температурній зоні, складає  $R_{q \min} = 4,95 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ .

### Пропонується

Провести термомодернізацію даху таким чином, щоб виконувалась нормативна умова по опору теплопередачі.

### Опис заходу

Для виконання норми по опору теплопередачі перекриття неопалювальних горищ пропонується провести термомодернізацію, утеплювач – мінеральна вата.

Теплопровідність утеплювача –  $0,045 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ . Розрахуємо товщину утеплювача, м:

$$\delta = (R_{q \min} - R_q) \cdot \lambda_{\text{ут}}$$

де  $R_{q \min}$  – мінімально допустимий опір теплопередачі згідно ДБН В 2.6-31,  $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ ;  $R_q$  – фактичний опір теплопередачі,  $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ ;

$\lambda_{\text{ут}}$  – теплопровідність утеплювача,  $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ ;

$$\delta = (4,95 - 1,99) \cdot 0,045 = 0,133.$$

Відповідно до розрахунку, якщо використовувати демонтовану теплоізоляцію, товщина утеплювача складає  $0,133 \text{ м}$ . Стандартна товщина ізоляційного матеріалу складає  $0,14 \text{ м}$ . При такій товщині утеплювача загальний розрахунковий опір теплопередачі перекриття даху після термомодернізації складає  $5,1 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ .

Витрати на впровадження заходу

Загальна площа утеплення складає – 815 м<sup>2</sup>. Вартість утеплення на 1м<sup>2</sup> перекриття складає – 1200 грн/м<sup>2</sup>.

Вартість утеплення включає в себе:

- виїзд спеціаліста на заміри;
- складання кошторису;
- демонтаж старої теплоізоляції;
- монтаж теплоізоляційного матеріалу;
- вартість утеплювача та додаткових матеріалів.
- загальні капітальні витрати складають – 978 тис. грн.

Економія енергії та коштів

Згідно розрахунків економія енергії від впровадження заходу складає 7077 кВт·год/рік.

З урахуванням вартості теплової енергії 1,21 грн за 1 кВт·год економія грошових

$$Є = 7077 \cdot 1,21 \cdot 10^{-3} = 8,56 \text{ тис. грн/рік.}$$

Результати розрахунків економічного ефекту представлено в таблиці 6.2 тарисунку 6.2.

Таблиця 6.2 - Показники для розрахунків економічного ефекту

№	Показник	Значення
1	Економія грошових коштів, тис. грн.	8,56
2	Капітальні витрати, тис. грн.	978,0
3	Ставка дисконтування, %	20%
4	Початковий рік вкладення коштів, рік	2019
5	Термін оцінки, років	10
6	Рівень інфляції, %	9%
7	Реальна ставка дисконтування, %	10,1%
8	NPV, чиста приведена вартість, тис. грн.	-925,59
9	NPVQ, коефіцієнт чистої приведеної вартості	-0,95
10	IRR, внутрішня норма прибутковості, %	-29,96%
11	Простий строк окупності, років	114,21
12	DPP, дисконтований строк окупності, років	-



Рисунок 6.2 – Дисконтовані витрати та економія при впровадженні заходу у 2019-2029 р.р.

### 6.3 Утеплення підлоги та цоколю.

Будівля має підлогу по ґрунту. Приведений опір теплопередачі не відповідає мінімально допустимому значенню згідно ДБН В 2.6-31. Нормативне значення опорутеплопередачі підлоги по ґрунту громадських та житлових будівель, розміщених у I температурній зоні, складає  $R_{q \min} = 3,75 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$

#### Пропонується

Провести термомодернізацію підлоги по ґрунту таким чином, щоб виконувалась нормативна умова по опорі теплопередачі.

#### Опис заходу

Для виконання норми по опорі теплопередачі підлоги та цоколю пропонується провести термомодернізацію, утеплювач – Тепловер Light. Теплопровідність утеплювача –  $0,067 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ . Розрахуємо товщину утеплювача, м.

$$\delta = (R_{q \min} - R_q) \cdot \lambda_{\text{ут}}$$



де  $R_{q \min}$  – мінімально допустимий опір теплопередачі з урахуванням теплопровідних включень,  $\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$ ;

$R_q$  – фактичний опір теплопередачі,  $\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$ ;

$\lambda_{\text{ут}}$  – теплопровідність утеплювача,  $\text{Вт} / (\text{м} \cdot \text{К})$ .

$$\delta = (R_{q \min} - R_q) \cdot \lambda_{\text{ут}}$$

Відповідно до розрахунку товщина утеплювача складає 0,23 м відповідно. Згідно ДБН В 2.2-28:2010, висота підвалу не може бути нижче ніж 1,9м, виходячи з цього товщина ізоляційного матеріалу складає 0,08 м. При такій товщині утеплювача загальний розрахунковий опір теплопередачі підлоги після термомодернізації складає

$$\delta = (3,75 - 0,32) \cdot 0,067 = 0,230.$$

Витрати на впровадження заходу

Загальна площа утеплення складає – 689,72  $\text{м}^2$ . Вартість утеплення на 1  $\text{м}^2$  перекриття складає – 800  $\text{грн} / \text{м}^2$ . Вартість включає в себе вартість робіт та матеріалів.

Загальні капітальні витрати складають – 551,78 тис. грн.

Економія енергії та коштів

Згідно розрахунків економія енергії від впровадження заходу складає 8236  $\text{кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}$ .

З урахуванням вартості теплової енергії 1,21 грн за 1  $\text{кВт} \cdot \text{год}$  економія грошових коштів складає:

$$C = 8236 \cdot 1,21 \cdot 10^{-3} = 9,97 \text{ тис. грн} / \text{рік}.$$

Результати розрахунків представлено в таблиці 6.3 тарисунку 6.3.

Таблиця 6.3 - Показники для розрахунків економічного ефекту

№	Показник	Значення
1	Економія грошових коштів, тис. грн.	9,97
2	Капітальні витрати, тис. грн.	551,78
3	Ставка дисконтування, %	20%
4	Початковий рік вкладення коштів, рік	2019
5	Термін оцінки, років	10
6	Рівень інфляції, %	9%
7	Реальна ставка дисконтування, %	10,1%
8	NPV, чиста приведена вартість, тис. грн.	-490,79
9	NPVQ, коефіцієнт чистої приведеної вартості	-0,89
10	IRR, внутрішня норма прибутковості, %	-23,07%
11	Простий строк окупності, років	55,37
12	ДPP, дисконтований строк окупності, років	-

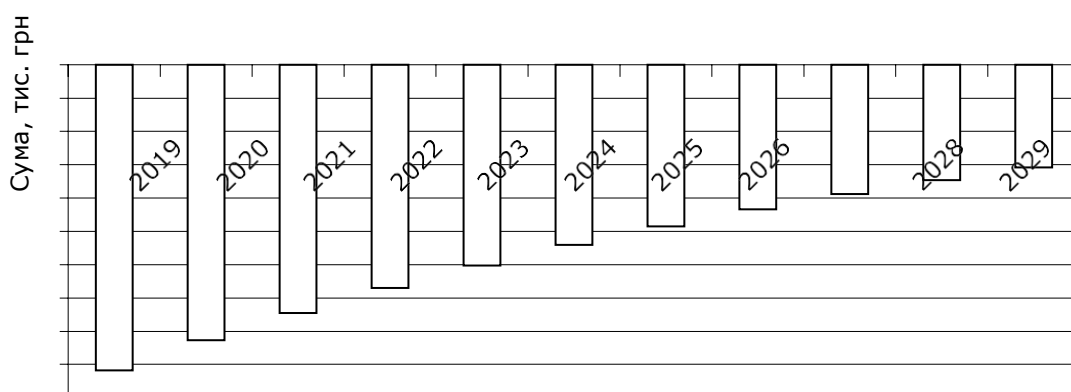


Рисунок 6.3 – Дисконтовані витрати та економія при впровадженні заходу у 2019-2029 р.р

#### 6.4 Заміна вікон та дверей на енергозберігаючі

##### Існуюча ситуація

На даний момент в будівлях усі вікна замінено на металопластикові, але усі вони невідповідають сучасним вимогам. Двері відповідають мінімальним вимогам.

##### Пропонується

Провести заміну вікон таким чином, щоб виконувалась нормативна умова по опорі світлопрозорих конструкцій для житлових та громадських будівель  $Rq > 0,75 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$

##### Опис заходу

Пропонується заміна металопластикових рами вікон на рами з шістьма камерами, з склопакетом 4М-14-4М-10Ar-4І П=100%, що забезпечить виконання нормативних умов, а саме  $Rq = 0,776 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ . Або залишити стару раму, та замінити лише склопакети на 4М- 16-4І П=100%, що забезпечить 80% від норми, а саме  $Rq = 0,6 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ .

##### Витрати на впровадження заходу

Перший випадок, у якому потрібно замінити вікна повністю на нові:

Загальна площа металопластикових вікон, які потрібно замінити складає – 296,14 м<sup>2</sup>. Вартість 1м<sup>2</sup> вікна з урахування фурнітури та монтажу складає – 3300 грн/м<sup>2</sup>.

Загальні капітальні витрати на заміну вікон складає – 977,26 тис. грн.

Другий випадок, у якому проводиться лише заміна склопакетів на нові:

Загальна площа склопакетів які потрібно встановити у існуючі металопластикові профілі складає – 296,14 м<sup>2</sup>.

Вартість 1 м<sup>2</sup> склопакета з урахуванням монтажу складає – 1000 грн/м<sup>2</sup>.

Загальні капітальні витрати на заміну склопакетів складає – 296,14 тис. грн.

### Економія енергії та коштів

Згідно розрахунків економія енергії від впровадження заходу складає 36171 кВт·год/рік.

З урахуванням вартості теплової енергії 1,21 грн за 1кВт·год економія грошових коштів складає

$$C=36067 \cdot 1,21 \cdot 10^{-3} = 43,64 \text{ тис. грн/рік.}$$

Результати розрахунків економічного ефекту представлено в таблиці 6.4 тарисунку 6.4.

Таблиця 6.4 - Показники для розрахунків економічного ефекту

№	Показник	Значення
1	Економія грошових коштів, тис. грн.	43,64
2	Капітальні витрати, тис. грн.	621,89
3	Ставка дисконтування, %	20%
4	Початковий рік вкладення коштів, рік	2019
5	Термін оцінки, років	10
6	Рівень інфляції, %	9%
7	Реальна ставка дисконтування, %	10,1%
8	NPV, чиста приведена вартість, тис. грн.	-354,79
9	NPVQ, коефіцієнт чистої приведеної вартості	-0,57
10	IRR, внутрішня норма прибутковості, %	-6,0%
11	Простий строк окупності, років	14,25
12	DPP, дисконтований строк окупності, років	-

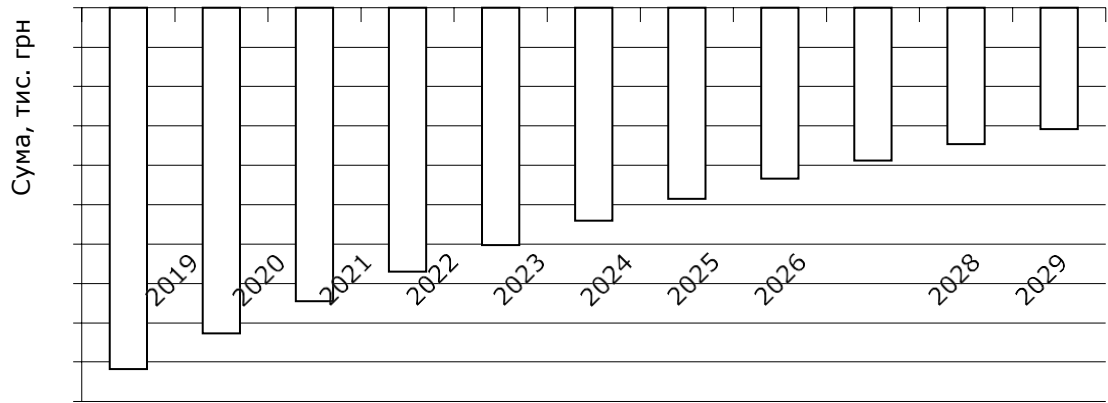


Рисунок 6.4 – Дисконтовані витрати та економія при впровадженні заходу у 2019-2029 р.р.

## 6.5 Встановлення локальних рекуператорів тепла вентиляційного повітря

### Існуюча ситуація

Локальний рекуператор тепла вентиляційного повітря– це пристрій для вентиляції приміщень. Являє собою трубку з вбудованим теплообмінником, в якому повітря, що виходить з приміщення нагріває вхідне повітря. Трубка діаметром близько 100 мм встановлюється біля вікна. Використання теплої кватирки істотно знижує теплові втрати при вентиляції приміщення взимку.

### Пропонується

Пропонується встановити локальні рекуператори приблизно в 80%

Розрахунок виконаємо на загальний опалювальний об'єм. Для розрахунку візьмемо рекуператор повітря Прана з наступними характеристиками:

- продуктивність – 135 м<sup>3</sup>/год;
- коефіцієнт корисної дії – 75 %;
- вартість з встановленням– 8300 грн/шт. приміщень

### Економія енергії та коштів

Локальні рекуператори встановлюються в усіх приміщеннях що експлуатуються.

Приймаючи в розрахунках середній ККД пристрою 60 %, цей захід дозволить зекономити за рік 73799 кВт·год.

З урахуванням вартості теплової енергії 1,21 грн за 1 кВт·год економія грошових коштів складає

$$€ = 73799 \cdot 1,21 \cdot 10^{-3} = 89,30 \text{ тис. грн/рік.}$$

Результати розрахунків економічного ефекту представлено в таблиці 6.5 та рисунку 6.5.

Таблиця 6.5 - Показники для розрахунків економічного ефекту

№	Показник	Значення
1	Економія грошових коштів, тис. грн.	89,30
2	Капітальні витрати, тис. грн.	415,00
3	Ставка дисконтування, %	20%
4	Початковий рік вкладення коштів, рік	2019
5	Термін оцінки, років	10
6	Рівень інфляції, %	9%
7	Реальна ставка дисконтування, %	10,1%
8	NPV, чиста приведена вартість, тис. грн.	131,54
9	NPVQ, коефіцієнт чистої приведеної вартості	0,32
10	IRR, внутрішня норма прибутковості, %	17,1%
11	Простий строк окупності, років	4,65
12	DPP, дисконтований строк окупності, років	6,60

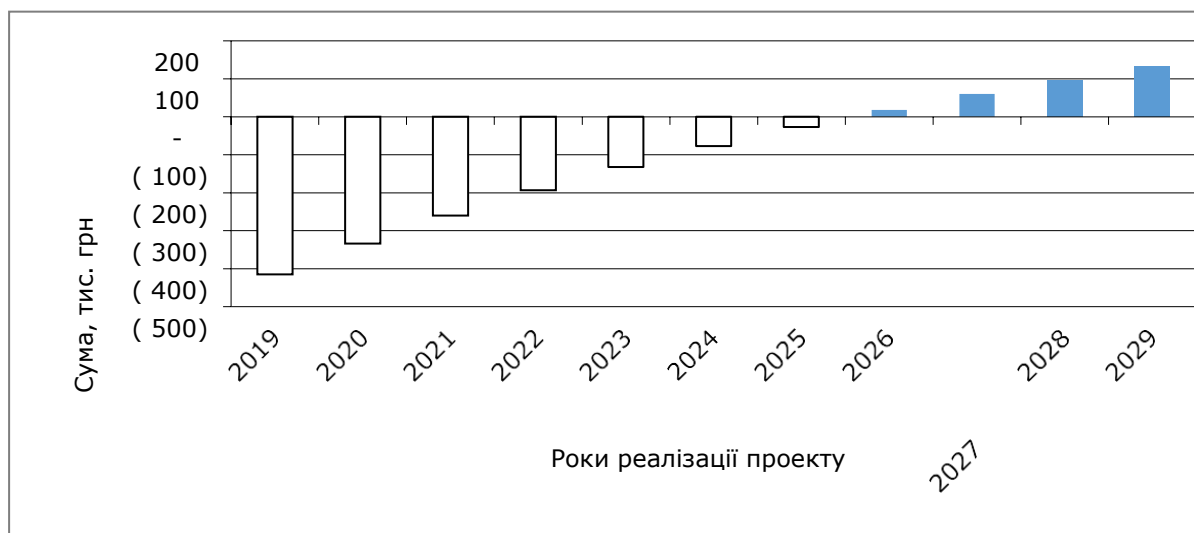


Рисунок 6.5 – Дисконтовані витрати та економія при впровадженні заходу у 2019-2029 р.р.

#### 6.6 Встановлення системи автоматичного регулювання опалення

Існуюча ситуація.

В деяких приміщеннях температура повітря досягає 24-25°C. З іншої сторони є приміщення, в яких температура інколи знижується до 15°C. До того ж внаслідок значної площі світлопрозорих конструкцій в мансардному поверху температура в приміщеннях там значно залежить від наявності сонячного сйва. Все це вказує на необхідність встановлення системи автоматичного регулювання опалення.

Пропонується.

1. Провести внутрішню наладку системи опалення.

2. Впровадити автоматичне регулювання роботи котлів по датчикам внутрішньої температури, встановленим в коридорі мансардного поверху поблизу з лабораторією балістики (найхолодніше приміщення). Регулятори оснащені тижневими годинниками і здійснюють двопозиційне регулювання горілок колів, забезпечуючи температуру 20°C в робочі години і 17°C в неробочий час.

3. В інших приміщеннях встановити терморегулятори, які здатні підтримувати встановлену на них температуру.

Пропонуємо провести роботи по налагодженню системи, провадити автоматичне регулювання роботи котлів і встановити термостатичні елементи для автоматичного регулювання заданої температури приміщення. Вартість термостатичного елемента HERZ Project становить 400 грн та вартість клапана для нього становить 300 грн, вартість в цілому з роботою становить 1300 грн.

Витрати на впровадження заходу

Витрати на налагодження системи складають – 50 тис.грн. Система регулювання котлів (обладнання і робота) коштують 15 тис. грн. Вартість встановлення одного термостатичного елемента з урахуванням роботи на встановлення складає 1300 грн. Встановимо 50 термостатичних елементів. Витрати на налагодження системи складають – 50 тис.грн. Загальні капітальні витрати складають – 137,5 тис. грн.





## 6.7 Економія енергії та коштів

Згідно ДСТУ Б А.2.2-12:2015 температура чергового опалення дорівнює 17°C. З врахуванням того, що робочий час складає 45 год/тиждень, можемо розрахувати економію від використання чергового режиму опалення у неробочі години, ця економія складає 19,96% від теперішніх витрат на опалення. З урахуванням того, що в теперішній час здійснюється ручне приблизне зниження температури в приміщеннях (див. п. 4.4), зменшимо очікувану економію вдвічі, тобто вона складе 9,98%.

За рахунок встановлення термостатичних елементів середньозважена температура в будівлі знизиться на 3 °C, що відповідає економії 9%. Таким чином, сумарна економія складе 18,98 %

$$Є=18,98 \cdot 1,21 \cdot 10^{-3}=4905,47 \text{ тис. грн/рік.}$$

Результати розрахунків економічного ефекту представлено в таблиці 6.6 та рисунку 6.6.

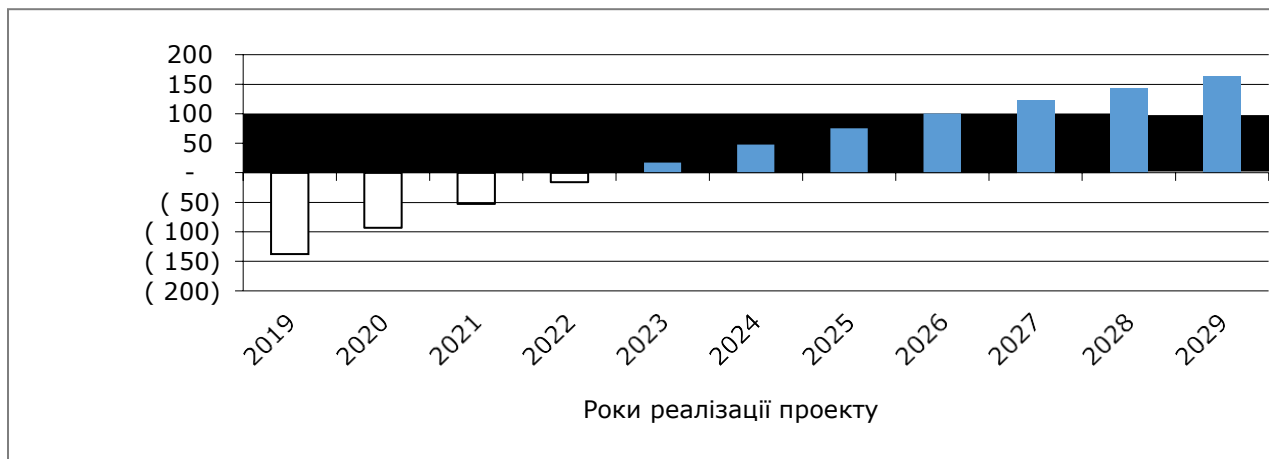
Таблиця 6.6 - Показники для розрахунків економічного ефекту

№	Показник	Значення
1	Економія грошових коштів, тис. грн.	49,05
2	Капітальні витрати, тис. грн.	137,50
3	Ставка дисконтування, %	20%
4	Початковий рік вкладення коштів, рік	2019,00
5	Термін оцінки, років	10,00
6	Рівень інфляції, %	9%
7	Реальна ставка дисконтування, %	10%
8	NPV, чиста приведена вартість, тис. грн.	162,74
9	NPVQ, коефіцієнт чистої приведеної вартості	1,18
10	IRR, внутрішня норма прибутковості, %	34%

Сума, тис. грн

11	Простий строк окупності, років	2,80
12	DPP, дисконтований строк окупності, років	3,47

Рисунок 6.6 - Дисконтовані витрати та економія при впровадженні заходу у



2019-2029 р.р.

### 6.8 Економічна оцінка заходів з підвищення енергоефективності

Економічна оцінка заходів з підвищення енергоефективності будівлі представлені в таблиці 6.7.

Таблиця 6.7 - Економічна оцінка енергозберігаючих заходів будівлі

ЗПЕ №	Найменування ЗПЕ	Річна економія енергії,	Річна економія	Витрати на впровадження, тис.грн.	Простий строк	NPV, тис.грн.	NPV Q	IRR, %
1	Утеплення стін	12459	15075,39	898,82	59,62	-806,55	-0,90	-23,83%
2	Утеплення даху	7077	8563,17	978,00	114,21	-925,59	-0,95	-29,96%
3	Утеплення підлоги та цоколя	8236	9965,56	551,78	55,37	-490,79	-0,89	-23,07%
4	Заміна вікон та дверей на енергоефективні	36067	43,64	621,89	14,25	-354,79	-0,57	-6,0%
5	Встановлення локальних рекуператорів тепла вентиляційного повітря	73799,29	89297,14	415,00	4,65	131,54	0,32	17,1%
6	Встановлення системи автоматичного регулювання опалення	40541,1	49,05	137,50	2,80	162,74	1,18	34%

Від'ємність показника NPV у вигляді чистого дисконтованого прибутку не обов'язково вказує на недоцільність ЗПЕ. Це свідчить про те, що при розрахунковому терміні оцінювання заходу 10 років та при сьогоднішніх тарифах показники є незадовільними. Загальна економія при проведенні всіх запропонованих заходів складає 160361,4 кВт · год/рік з урахуванням ефекту взаємодії заходів (зменшення граничного повернення).

## ВИСНОВКИ

Об'єкт енергоаудиту - система споживання енергоносіїв Дніпропетровський науково- дослідний експертно-криміналістичний центр МВС України.

Для свого функціонування установа споживає: природний газ, електричну енергію та холодну воду. Електрична енергія використовується для освітлення, роботи периферійних пристроїв та наукового обладнання.

Основне споживання енергії припадає споживання природного газу. Загальне річне споживання природного газу за останні два роки складає близько 203,54 тис. кВт- год/рік.

Витрати на природний газ близько такі ж самі як і витрати на електричну енергію (приблизно 246,87 тис. грн. та 235,63 тис. грн.).

В цілому споживання електричної енергії постійне з місяця в місяць. Це свідчить про те, що сезонні коливання, пов'язані з кондиціонуванням та можливим використанням електричних нагрівачів взимку, незначні.

Оскільки витрати електричної енергії в основному пов'язані з функціонуванням технологічних установок, основні енергоефективні заходи будуть направлені на зменшення споживання природного газу, що використовується на опалення

Порівняння фактичного та розрахункового споживання теплової енергії свідчить про недостатній рівень регулювання котлів. Відмітимо також що під час огляду енергоаудиторами будівель зафіксовані завищені температури в деяких приміщеннях (до 25 °С). Тому найбільш ефективними будуть заходи, пов'язані з установкою приладів регулювання опалення.

Для зменшення споживання природного газу та електричної енергії було розглянуто 6 енергозберігаючих заходів, всі заходи детально проаналізовані та запропоновані до впровадження.

Окрім заходів, пов'язаних з регулюванням, розглянуто захід по встановленню локальних рекуператорів в більшість приміщень (в ті

приміщення, в яких більшість робочого часу знаходяться люди).

Додамо, що важним кроком для здійснення якісного регулювання є налагодження системи опалення.

Для вибору першочергового інвестування у енергоефективні заходи проведена їх економічна оцінка. Для кожного енергоефективного заходу розраховані основні економічні показники: термін окупності, внутрішня норма прибутковості IRR, чиста приведена вартість NPV.

Остаточне рішення щодо впровадження заходів приймається виключно замовником.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. ДСТУ-Н Б А.2.2-13:2015 Енергетична ефективність будівель. Настанова з проведення енергетичної оцінки будівель.
2. ДСТУ Б А.2.2-12:2015 Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні.
3. ДСТУ Б В.2.2-39:2016 Методи та етапи проведення енергетичного аудиту будівель.
4. Норми та вказівки по нормуванню витрат палива та теплової енергії на опалення житлових та громадських споруд, а також на господарсько- побутові потреби в Україні КТМ 204 Україна 244-94.
5. Прокопенко В.В., Закладний О.М. Енергетичний аудит. –Київ: Освіта України, 2008.
6. Краткий физико-технический справочник т.3, под общей редакцией К.П. Яковлева.
7. Москва: Государственное издательство физико-технической литературы, 1962.
8. Е.Я.Соколов Теплофикация и тепловые сети.-Москва. Энергоиздат, 1982
9. Є. М. Крючков. Проектування систем теплопостачання. Навчально- методичний посібник.- Запоріжжя, 2010.
10. П.М.Єнін, Н.А. Швачко. Теплопостачання. – Київ. Кондор, 2007р.
11. Энергетический менеджмент/А.А. Праховник, А.И. Соловей др..- Киев:ИЭЭ НТУУ «КПИ», 2001.
12. Бердышев Н.Ю. Энергосбережение в зданиях и сооружениях. ЗГИА.-2004.
13. Водяные тепловые сети. Справочное пособие по проектированию. Под ред. Н.К.Громова, Е.П.Шубина. – М.:

Энергоатомиздат, 1988.

14. Лисиенко В.Г., Щелоков Я.М., Ладыжичев М.Г. Хрестоматия энергосбережения.

15. Справочное издание в 2-х книгах. Книга 2. Под ред. Лисиенко. - М.: Теплотехник, 2005.- 768с.

16. Чейлитко А.О., Кушнір С.М. Енергозаощадження: визначення коефіцієнту теплопровідності пористих структур. Proceedings of the 1st International Scientific and Practical Conference «Science and Practice: Implementation to Modern Society» (Манчестер, Великобританія, 6-8 грудня, 2019). – Манчестер: Peal Press Ltd – 2019. – С. 31 – 36.

17. Ільїн С. В., Чейлитко А. О., Кушнір С. М., Черненко Т. В. Енергетична ефективність будівель та інженерних систем : монографія. Запоріжжя : Гельветика, 2021. 180 с.

18. Банах А.В. Прикладні моделі формоутворення об'єктів інженерного захисту міських територій: монографія / А.В. Банах, А. О. Чейлитко, С.В. Ільїн, А.В. Черненко. — Запоріжжя: ЗНУ, 2020. — 133 с. ISBN 978-617-95043-1-0

19. Ільїн С. В., Чейлитко А. О., Федченко О. І., Головка С. Ю. Інформаційні технології в промисловості : монографія. Запоріжжя : ЗНУ, 2020. 134 с.

20. Pavlenko A., Deshko V. I., Cheilytko A. O., Sukhodub I. Efficiency of using energy in the housing sector : monografie. Kielce : Kielce University of Technology, 2020. 147 p.

21. Cheilytko A.O., Ilin S.V., Yerizanu V.V. Environmental problems of energy and ways to solve them using renewable energy sources. 4 nd International Scientific and Technical Internet Conference “Innovative development of resource-saving technologies and sustainable use of natural resources”. Book of Abstracts. - Petroșani, Romania: UNIVERSITAS Publishing, 2021. p.57-60

22. Чейлитко А.О., Калюжна А.В. Дослідження шляхів підвищення енергоефективності житлового будинку по вулиці Запорізька 2А м.

Запоріжжя. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Інноваційний розвиток сучасної економіки: нові підходи та актуальні дослідження». (20-21 квітня 2021). Запоріжжя: ЗНУ, 2021. с.266-268

23. Cheilytko Andrii, Ilin Sergii. Research of cyclone characteristics for dry cleaning of gases from dust. V International Scientific-Technical Conference «Actual problems of renewable energy, construction and environmental engineering». The time and place of the meeting: 3 – 5 June 2021. Faculty of Environmental, Geomatic and Energy Engineering, Kielce. University of Technology, Poland p. 147-149

24. Бердишев М.Ю, Чейлитко А.О., Назаренко О.М. Низькопотенційні та альтернативні джерела енергії. Навчально-методичний посібник для студентів ЗДІА Енергетичного напрямку всіх форм навчання. Запоріжжя: ЗДІА, 2015. – 270 с.

25. Ільїн С. В., Банах В. А., Чейлитко А. О., Лимаренко О. М. Енергоефективні технології будівництва: навч.-метод. посіб. для осіб, які проходять перепідготовку та соціальну адаптацію в рамках реалізації проєкту «Норвегія–Україна», UKR-20/002 (NUPASS). Запоріжжя : ЗНУ, 2021. 106 с.

26. Чейлитко А.О., Єрофєєва А.А., Калюжна А.В. Повітряні рекуператори тепла. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Європейський вектор модернізації інженерної та економіко-управлінської освіти в умовах сталого розвитку промислового регіону» (27-28 травня 2021 року, м. Запоріжжя). Запоріжжя: ЗНУ, 2021. с.73-75