

Енергосервісна
компанія



Екологічні
Системи

**Звіт з енергетичного аудиту
Житлового будинку по вул. Михайлова, 13
м. Запоріжжя**

ЕС3.031.125.02.02.01



м. Запоріжжя
2012 р.

					ЕС3.031.125.02.02.01 Енергетичний аудит будівель м. Запоріжжя Енергосервісна компанія «Екологічні Системи»	
--	--	--	--	--	---	--

Перелік скорочень

ВАТ - відкрите акціонерне товариство
ГВП – гаряче водопостачання
Д – дерево
ДБН – Державні будівельні норми;
ДПП – державно-приватне партнерство;
ДСТУ - Державна система стандартизації України;
ЕЕ – енергетична ефективність
ЕіО – експлуатація і обслуговування
Зх – Захід
ІТП – індивідуальний тепловий пункт
ККД – коефіцієнт корисної дії
КП – комунальне підприємство
КУ – комунальна установа
М – метал
М_{ут.} – метал з утепленням
ОП – опалювальні прилади
ОСВ - одиниця скорочення викидів
П – пластик
Пд – Південь
ПДВ - податок на додану вартість
ПЕР – паливно-енергетичні ресурси
Пн – Північ
СФТО - системи фасадні теплоізоляційно-оздоблювальні
Сх – Схід
ТЕ – тепла енергія
ТЕО – техніко-економічне обґрунтування

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	4
РЕЗЮМЕ	5
1. Організація проекту	8
2. Стандарти і Правила	8
3. Загальні дані про будівлю	10
4. Конструктивні особливості будівлі	11
4.1. Зовнішні стіни	11
4.2. Вікна	12
4.3. Вхідні двері.....	13
4.4. Дах.....	14
4.5. Підвал.....	15
5. Характеристика інженерних систем	16
5.1. Опалення	16
5.2. Побутове гаряче водопостачання	17
5.3. Охолодження	18
5.4. Вентиляція	18
5.5. Електропостачання	18
6. Енергоспоживання	19
6.1. Виміряне енергоспоживання.....	19
6.2. Базове енергоспоживання	21
7. Енергоефективні заходи	23
7.1. Опис енергоефективних заходів	24
7.2. Запропоновані енергоефективні заходи	47
8. Енергетичний баланс	51
9. Екологічні вигоди	52
10. Впровадження та організація	54
Додаток А. Схема теплового пункту із залежним підключенням абонента* ...	56
Додаток Б. Системи фасадні теплоізоляційно-оздоблювальні	59
Додаток В. Енергетичний паспорт будинку	62
Додаток Г. Звіт з тепловісійного обстеження	66

ПЕРЕДМОВА

Виконання енергетичних аудитів групи пілотних бюджетних та житлових будівель міста є частиною процесу розробки Муніципального енергетичного плану Запоріжжя.

Виконання енергетичного аудиту пілотних будівель міста має три основні мети:

- Підготовка для розробки Муніципального енергетичного плану Запоріжжя вихідних даних для техніко-економічних розрахунків ефективності інвестиційних проектів та інвестиційних програм термомодернізації бюджетних та житлових будівель міста.
- Обґрунтування зниження потреби у тепловій енергії у 3 рази від існуючих рівнів, як досягнення одного з головних чинників Муніципального енергетичного плану Запоріжжя.
- Підготовка інвестиційних проектів термомодернізації пілотних бюджетних та житлових будівель міста Запоріжжя до проектування, фінансування та впровадження у період 2013 - 2016 рр.

Завданням енергетичного аудиту є виявлення та обґрунтування пакетів енергоефективних заходів, що забезпечать зменшення витрат енергоресурсів у будівлях міста приблизно в 3 рази при забезпеченні комфортних умов перебування людей в будівлях.

Також, завданням енергетичного аудиту є підготовка технічних завдань на робоче проектування термомодернізації будівель.

РЕЗЮМЕ

Енергетичний аудит житлового будинку по вул. Михайлова, 13 виконаний енергосервісною компанією «Екологічні Системи» за завданням МКП «Основання».

В ході проведення енергетичного аудиту будівлі запропоновані ряд заходів для зниження потреб в енергоресурсах на опалення та електропостачання. В звіті енергоефективні заходи згруповані по двом пакетам в залежності від капіталоемності та очікуваної економії теплової енергії.

Планується, що згідно з вибраною схемою, строками та обсягами фінансування, пілотні будівлі будуть також згруповані у належні пули локальних проектів. Одним із таких пілотних проектів стане проект термомодернізації житлового будинку по вул. Михайлова, 13.

Склад Пакетів наведено в **таблиці 1.1.**

Таблиця 1.1. Склад Пакетів енергозберігаючих заходів.

Пакет 1	Пакет 2
<ul style="list-style-type: none"> • Часткова модернізація системи опалення; • Заміна вікон та балконних блоків; • Утеплення під'їздів • Модернізація системи вентиляції; • Модернізація системи освітлення під'їздів. 	<ul style="list-style-type: none"> • Комплексна модернізація системи опалення; • Модернізація фасаду; • Модернізація дахового перекриття; • Модернізація підвального перекриття; • Заміна вікон та балконних блоків; • Утеплення під'їздів • Модернізація системи вентиляції; • Модернізація системи освітлення під'їздів;

Порівняльний аналіз Пакетів наведений в **таблиці 1.2.**

Таблиця 1.2. Порівняльний аналіз Пакетів енергозберігаючих заходів

Пакети ЕЕ заходів	Базове споживання енергії на опалення	Річна економія енергії на опалення		Капітальні витрати на реалізацію заходів	Простий строк окупності по тарифам 2012 р.	Простий строк окупності по тарифам 2020 р. (довідково)*
		кВт·год	%			
Пакет 1	599 340	207 004	34%	1 465,5	33,7	6,4
Пакет 2	599 340	464 899	77%	3 692,2	39,3	7,5

* – розрахунки строків окупності виконані по базі прогнозних тарифів 2020 року у **розділі 7.2** з метою порівняння показників економічної ефективності по базі існуючих та майбутніх тарифів.

Набір заходів, що входять до Пакету №1, потребують менших капітальних витрат, проте дозволять несуттєво знизити споживання енергії на опалення будівлі.

Пакет №2 передбачає більш глибоку модернізацію будівлі, що дозволить знизити потреби в енергоресурсах на опалення приблизно в 3 рази від базового рівня споживання та досягнути середньоєвропейських показників енергоефективності будівель.

В якості базового пропонується **Пакет 2** енергозберігаючих заходів, що відповідає меті Муніципального енергетичного плану Запоріжжя. Економічна ефективність пропонованих заходів забезпечується за рахунок зниження споживання енергії в будівлі. Додатковий позитивний результат при впровадженні заходів буде спостерігатися у вигляді підвищення комфортності перебування людей у приміщенні та кращого зовнішнього вигляду будівель за рахунок архітектурного оздоблення.

Економічні показники базового варіанту наведені в **таблиці 1.3**. Економічні розрахунки за іншими варіантами представлені в **розділі 7**.

Усі найменування обладнання, матеріалів та компаній-виробників, що наведені нижче, є прикладом, використано як базу для розрахунків та не має рекламного характеру.

Таблиця 1.3. Економічні показники пропонованих енергоефективних заходів.

Житловий будинок по вул. Михайлова, буд.13 м. Запоріжжя		Опалювальна площа: 4 612 м ²					
Енергоефективні заходи		Інвестиції	Чиста річна економія		Простий строк окупності по тарифам 2012 р.	NPVQ* по тарифам 2012 р.	Простий строк окупності по тарифам 2020 р. (довідково)**
Пакет 2		тис. грн	кВт-год	тис. грн	рік		рік
1.	Комплексна модернізація системи опалення	732,0	53 964	10,9	67,3	-0,86	13,0
2.	Модернізація фасаду	1 313,0	183 941	37,1	35,4	-0,62	6,8
3.	Модернізація дахового перекриття	224,3	35 674	7,2	31,2	-0,57	6,0
4.	Модернізація підвального перекриття	215,5	22 303	4,5	48,0	-0,72	9,2
5.	Заміна вікон та балконних блоків	693,4	101 332	20,4	34,0	-0,63	6,5
6.	Утеплення під'їздів	40,9	10 106	2,0	20,1	-0,55	3,9
7.	Модернізація системи вентиляції	454,4	57 579	9,3	49,0	-0,81	8,2
8.	Модернізація системи освітлення під'їздів	18,7	8 978	2,7	6,9	0,54	2,5
Всього		3 692,2	473 877	94,1	39,3	-0,69	7,5

* – Ставка дисконтування в розрахунках прийнята у розмірі 7%. Строк життя проекту прийнято 15 років. Похибка обчислення може становити ± 10 %.

** – розрахунки строків окупності зроблено по базі прогнозних тарифів 2020 року з метою порівняння показників економічної ефективності по базі існуючих та майбутніх.

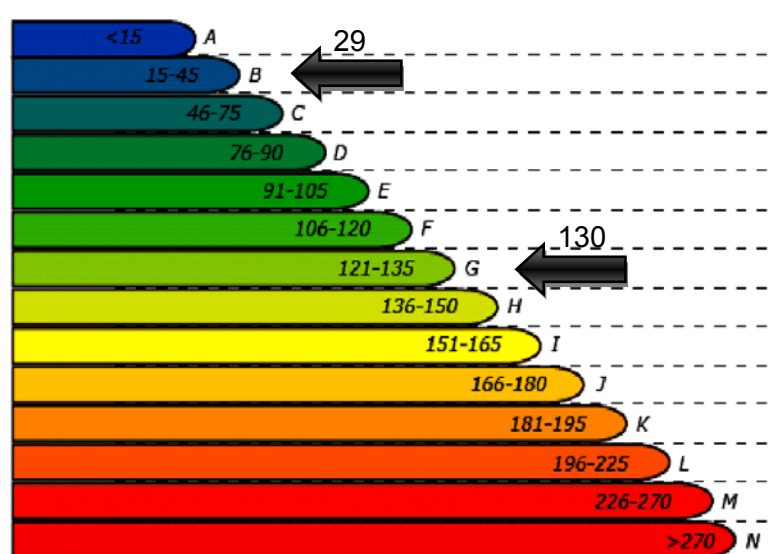
В таблиці 1.4 наведені показники економії енергії, що отримані згідно Пакету 2 відносно базового споживання, з розділенням на окремі потреби.

Таблиця 1.4. Показники економії енергії згідно Пакету 2, з розділенням на окремі потреби.

Найменування	Одиниця вимірювання	Базове споживання	Споживання після заходів	Економія
Централізоване опалення	кВт·год	599 340	134 441	464 899
Електроенергія на загальнобудинкові потреби (освітлення під'їздів)	кВт·год	9 215	237	8 978

Таким чином, після проведення комплексної термомодернізації будівлі, її енергоефективність підвищиться від класу G до класу B, згідно загальноєвропейської класифікації будівель по класу енергоефективності. Класифікація будівлі за класом енергоефективності до та після проведення термомодернізації, згідно загальноприйнятих в країнах ЄС нормативів, приведена на **рисунку 1**.

Рисунок 1. Клас енергоефективності будівлі до та після термомодернізації (згідно класифікації енергоефективності будівель в країнах ЄС), кВт·год/м² за рік.



Зниження емісії CO₂ досягається за рахунок впровадження всіх заходів Пакету 2 і становить 127 тонн/рік (79% від існуючого стану).

Наступний звіт виконано за результатами спрощеного енергетичного аудиту.

1. Організація проекту

Назва проекту/будівлі/об'єкту:	Житловий будинок
Адреса:	м. Запоріжжя, вул. Михайлова, 13
Контактна особа:	Бугрім С.В.
Тел/факс:	(061) 228-82-45
Email:	
Посада:	в. о. начальника
Замовник проекту:	МКП «Основаніє»

Енергоаудитор:	Енергосервісна компанія «Екологічні Системи»
Контактна особа:	Афанасьєв Олександр Сергійович
Адреса:	69035 м. Запоріжжя, пр. Маяковського, 11
Тел:	(061) 224-68-12
Факс:	(061) 224-66-86
Посада:	Технічний директор

2. Стандарти і Правила

Наступні Стандарти та Правила є доречними для енергоефективних заходів та заходів по термомодернізації:

- ДБН В.1.2-11-2008 «Основні вимоги до будівель і споруд. Економія енергії»
- ДБН В 2.2-9-1999 «Будинки і споруди. Громадські будинки та споруди. Основні положення»
- ДБН В 2.2-15-2005 «Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення»
- ДБН В.2.2-24:2009 «Проектування висотних житлових і громадських будинків»
- ДБН В.2.5-39:2008. «Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Теплові мережі»;
- ДБН В 2.6-31:2006 «Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель»;
- ДСТУ-Н Б А.2.2-5:2007 «Настанова з розроблення та складання енергетичного паспорта будинків при новому будівництві та реконструкції»;
- ДСТУ Б В.2.6-17-2000 (ГОСТ 26602.1-99) «Конструкції будинків і споруд. Блоки віконні та дверні. Методи визначення опору теплопередачі»;
- ДСТУ Б В.2.6-18-2000 (ГОСТ 26602.2-99) «Конструкції будинків і споруд. Блоки віконні та дверні. Методи визначення повітро- та водонепроникності»;
- ДСТУ Б В.2.6-36:2008. «Конструкції зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією та опорядженням штукатурками. Загальні технічні умови»;
- ДСТУ-Н Б В.1.1 – 27:2010 «Будівельна кліматологія. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі»;
- ДСТУ-Н Б В.2.6-83:2009 «Настанова з проектування світлопрозорих елементів огорожувальних конструкцій»;

					<i>ЕСЗ.031.125.02.02.01 Енергетичний аудит будівель м. Запоріжжя Енергосервісна компанія «Екологічні Системи»</i>	8
--	--	--	--	--	---	---

- ДСТУ 4065-2001 «Енергозбереження. Енергетичний аудит. Загальні технічні вимоги (ANSI/IEEE 739-1995,NEQ)»;
- ДСТУ 4472-2005. «Енергозбереження. Системи енергетичного менеджменту. Загальні вимоги»;
- ГОСТ 25891-83 «Будівлі та споруди. Методи визначення опору повітропроникності огорожувальних конструкцій»;
- ГОСТ 26253-84 «Будівлі та споруди. Методи визначення теплостійкості огорожувальних конструкцій»;
- СанПиН 4723-88 «Санітарні правила пристроїв та експлуатації системи централізованого водопостачання»;
- СНіП 2.04.01-85 «Внутрішній водопровід і каналізація будівель»;
- СНіП 2.04.05-91 «Опалення, вентиляція і кондиціонування»;
- СНіП 2.04.07-86 «Теплові мережі»;
- КТМ 204 Україна 244–94. Норми та вказівки по нормуванню витрат палива та теплової енергії на опалення житлових та громадських споруд, а також на господарсько–побутові потреби в Україні».

Наслідком цих стандартів та правил є наступні вимоги:

- Запоріжжя відноситься до II температурної зони з загальною кількістю градусо-днів опалювального періоду більше 3250.
- Середня зовнішня температура за опалювальний період для м. Запоріжжя складає 1,4°C.
- Нормативне значення температури в приміщеннях: $t_{вн}=20^{\circ}\text{C}$.
- Мінімальний опір теплопередачі зовнішніх стін $R_{q\ min} \geq 2,5\ \text{м}^2\cdot\text{К/Вт}$.
- Мінімальний опір теплопередачі вікон $R_{q\ min} \geq 0,5\ \text{м}^2\cdot\text{К/Вт}$.
- Мінімальний опір теплопередачі вхідних дверей $R_{q\ min} \geq 0,41\ \text{м}^2\cdot\text{К/Вт}$.
- Мінімальний опір теплопередачі перекриття над неопалюваним підвалом, що розташований вище рівня землі $R_{q\ min} \geq 2,6\ \text{м}^2\cdot\text{К/Вт}$.
- Мінімальний опір теплопередачі горища $R_{q\ min} \geq 3,0\ \text{м}^2\cdot\text{К/Вт}$.
- Допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, Δt_{cr} , стіни – 4°C, горище – 3°C, підлога – 2°C.
- Нормативні максимальні тепловитрати житлової будівлі з кількістю поверхів від 4 до 5 складають $E_{max}=77\ \text{кВт}\cdot\text{год/м}^2$ або $28\ \text{кВт}\cdot\text{год/м}^3$.
- Забезпечення повітрообміну приміщень.
- Забезпечення місцевого регулювання теплового потоку для забезпечення комфортних умов.
- Забезпечення належного рівня освітленості.
- Теплоізоляція трубопроводів, кранів, арматури.
- Теплоізоляційні матеріали, що використовуються в конструкціях теплоізоляційної оболонки будинків, повинні відповідати вимогам ДГН 6.6.1-6.5.001, ДБН В.1.4-0.01, ДБН В.1.4-0.02, ДБН В.1.4-2.01 та супроводжуватися висновками державної санітарно-епідеміологічної експертизи МОЗ України.
- Конструкції теплоізоляційної оболонки будинків повинні відповідати вимогам пожежної безпеки за ДБН В.1.1-7.

3. Загальні дані про будівлю

Житловий 5-ти поверховий будинок по вул. Михайлова, 13 м. Запоріжжя збудований в 1966 році та має у своєму складі 100 квартир. Будинок знаходиться на обслуговуванні МКП «Основаніє».

Кількість мешканців проживаючих у будинку на час проведення аудиту складала 214 осіб. Внутрішня температура в приміщеннях будинку задовільна, в опалювальній період становить +17 - +20 °С в залежності від призначення та розміщення приміщень. Нормативне значення температури в приміщеннях складає +20 °С відповідно до ДБН В.2.2-15-2005 «Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення».

За останні роки за кошти мешканців було замінено близько 50 % площі дерев'яних віконних та балконних блоків на металопластикові та утеплено близько 2 % зовнішніх стін квартир.

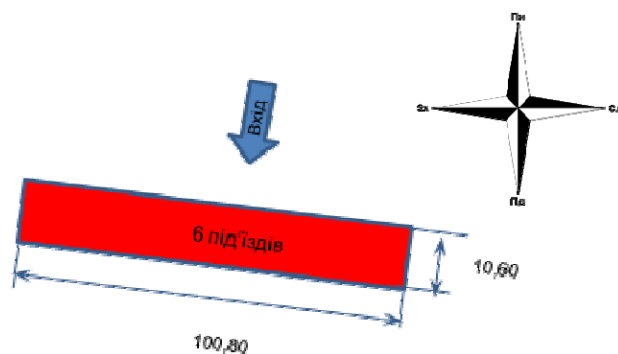
У 2003 році обслуговуюче підприємство виконали повну реконструкцію крівлі даху (відновлення цілісності гідроізоляції), у 2011 та 2012 роках був здійснений частковий ремонт перекриття даху.

Загальні дані про будівлі наведено в таблиці 3.1. На рисунку 3.1 приведено план забудови будівлі.

Таблиця 3.1. Загальні дані про будівлю

Рік забудови	1966 рік	Площа опалювальна $S_{опал}, M^2$	4 612,1	Кількість квартир, в т.ч: шт.	100
Площа забудови, $S_{заб}, M^2$	1 068,5	Об'єм опалювальний $V_{опал}, M^3$	12 775,6	-1 кімнатних шт.	21
Площа корисна $S_{корисна}, M^2$	4 155,3	Кількість поверхів	5	-2 кімнатних шт.	50
Площа житлова $S_{житлова}, M^2$	2 750,7	Чиста висота приміщення $h_{прим}, M$	2,55	-3 кімнатних шт.	29
Об'єм загальний $V_{заг}, M^3$	15 641	Кількість мешканців осіб	214	-4 кімнатних шт.	-

Рисунок 3.1. План забудови будівлі



Нижче в таблиці 3.2 приведено найменування організацій, що надають комунальні послуги.

Таблиця 3.2. Найменування організацій, що надають послуги з енергопостачання

Існуючі сервісні контракти з експлуатації і обслуговування	Відповідальна компанія/особа
Теплопостачання	Концерн «Міські теплові мережі» міста Запоріжжя
Електропостачання	ВАТ «Запоріжжяобленерго»
Водопостачання	КП «Водоканал»

Лічильники електроенергії, газу та холодної води встановлені в кожній квартирі. Газові лічильники наявні у 95 % квартир.

Загальнобудинкові лічильники на холодну воду знаходиться в непрацюючому стані. Загальнобудинкові лічильники на електроенергію – відсутні. Характеристика системи обліку приведена в **таблиці 3.3**.

Таблиця 3.3. Характеристики та тип лічильників

Встановлені лічильники	Місце розташування	Діє з (рік)	Найменування/Тип	Серійний номер	Дата останньої повірки
Централізоване теплопостачання (Теплопостачання)	Техпідпілля	2008	Sonometer 936004Y398	9360	2011

4. Конструктивні особливості будівлі

4.1. Зовнішні стіни

Стан стін будівлі задовільний, значні пошкодження фасаду відсутні. Незначні пошкодження між панельних швів наявні на торцевій стороні будинку. Частина східної та північної сторони будинку утеплена пінополістирольними плитами товщиною 50 мм. Площа стін та їх характеристика приведена в **таблиці 4.1.1**. На **рисунку 4.1.1** представлені фрагменти фасаду будівлі.

Таблиця 4.1.1. Характеристики стін

Загальна площа ($S_{\text{стін}}$ м ²)	2 053	Середній опір теплопередачі стін ($R_{\text{стін}}$, м ² ·К/Вт)	0,77
Конструкція стіни	Керамзитобетон (350 мм) Вапняно-піщана штукатурка (20 мм)	Теплоізоляція	Часткова (45,2 м ²)

Орієнтація за сторонами світу

Найменування	Опір теплопередачі стін ($R_{\text{стін}}$, м ² ·К/Вт)	Пн	Сх	Пд	Зх
Площа стін без теплоізоляції, що контактують з зовнішнім повітрям (м ²)	0,74	779,3	80,0	819,5	107,5
Площа стін з теплоізоляцією, що контактують з зовнішнім повітрям (м ²)	1,77	17,7	27,6		
Площа стін за зашкеленими балконами та лоджіями (м ²)	0,93	101,5		120,0	
Загальна площа стін (м²)		898,5	107,6	939,5	107,5

Існуюче середнє значення опору теплопередачі стін $R_{\text{стін}} 0,74 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ менше ніж мінімальне допустиме значення опору теплопередачі стін $R_{\text{стін min}} = 2,5 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$, відповідно ДБН В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель».

Рисунок 4.1.1. Фрагменти фасаду будівлі



4.2. Вікна

Будівля має 324 вікон, загальною площею 750 м^2 , що складає 27 % від загальної площі фасаду (коефіцієнт скління фасадів становить 0,27). В будівлі переважають дерев'яні спарені віконні блоки з двійним склінням. Впродовж останніх років було замінено близько 50% площі дерев'яних віконних та балконних блоків в більшості на металопластикові з однокамерними склопакетами (варіант скління 4М1-16-4М1). Існуючі дерев'яні віконні блоки в незадовільному стані, деревина за період експлуатації розсохлась, спостерігаються нещільності між рамою і склом.

Віконні блоки під'їздів в незадовільному стані, пошкоджені. Під час проведення енергетичного обстеження були наявні вікна з одинарним склінням, з вибитим склом, значними нещільностями між рамою та стіною. Це призводить до значних втрат тепла взимку.

В таблиці 4.2.1 представлені характеристики віконних та балконних блоків будівлі, на рисунку 4.2.1 представлено зовнішній вигляд вікон.

Таблиця 4.2.1. Характеристики вікон та балконних блоків

Віконні блоки

Орієнтація	Розмір (а x b) м	Площа одного м ²	Кількість, шт			Загальна площа, м ²		
			Дер.	Плас.	Всього	Дер.	Плас.	Всього
Пн	1,3 x 1,4	1,82	41	49	90	74,6	89,2	163,8
	1,3 x 2,1	2,73	13	17	30	35,5	46,4	81,9
Сх	1,3 x 1,4	1,82	6	4	10	10,9	7,3	18,2
Пд	1,3 x 1,4	1,82	17	47	64	30,9	85,5	116,4
	1,3 x 2,1	2,73	5	5	10	13,7	13,7	27,4
Зх	1,3 x 1,4	1,82	4	6	10	7,3	10,9	18,2
Всього			86	128	214	172,9	253	425,9

Балконні блоки

Орієнтація	Розмір (а x b) м	Площа од-ного м ²	Кількість, шт			Загальна площа, м ²		
			Дер.	Плас.	Всього	Дер.	Плас.	Всього
Пн	0,7 x 2,1	1,47	26	14	40	38,2	20,6	58,8
	1,3 x 1,4	1,82				47,3	25,5	72,8
Пд	0,7 x 2,1	1,47	19	21	40	27,9	30,9	58,8
	1,3 x 1,4	1,82				34,6	38,2	72,8
Всього			45	35	80	148,05	115,15	263,2

Вікна під'їзду

Орієнтація	Розмір (а x b) м	Площа одного м ²	Кількість, шт			Загальна площа, м ²		
			Дер.	Плас.	Всього	Дер.	Плас.	Всього
Пн	1,45 x 0,75	1,09	6		6	6,5		6,5
	1,15 x 1,97	2,27	24		24	54,4		54,4
Всього			30		30	60,9		60,9

Існуючі дерев'яні вікна не відповідають вимогам ДБН В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель», опір теплопередачі віконних блоків в квартирах становить $R_{\text{вікон Д}} = 0,36 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$, в під'їздах - $R_{\text{вікон Д}} = 0,27 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$, що є менше ніж мінімально допустиме значення $R_{\text{вікон min}} = 0,50 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$.

Встановлені металопластикові вікна не є енергоефективними, тому що опір теплопередачі становить $R_{\text{вікон П}} = 0,36 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$, що менше ніж мінімально допустиме значення $R_{\text{вікон min}} = 0,50 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ і не відповідає вимогам ДБН В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель».

Рисунок 4.2.1. Зовнішній вигляд віконних та балконних блоків будівлі



4.3. Вхідні двері

В будинку встановлені 6 вхідних дверей. Вхідні двері в під'їздах встановлені дерев'яні (1 шт.), металеві без теплоізоляції (1 шт.) і металеві з домофонною системою (4 шт.). Вхідні двері з домофонною системою, утеплені та оснащені інерційною системою зачинення (доводчиком). Інерційні системі зачинення на інших дверях не встановлені, тому двері закриваються не щільно або залишаються відкри-

тими, це призводить до додаткових втрат тепла. Внутрішні двері тамбурів наявні у всіх входах, але, як правило, залишаються не закритими.

В таблиці 4.3.1 приведені характеристики дверей будівлі, на рисунку 4.3.1 представлено зовнішній вигляд дверей будівлі.

Таблиця 4.3.1. Характеристики входних дверей

Орієнтація	Розмір (a x b)	Площа одної	Кількість	Загальна площа	Тип матеріалу
	м	м ²	шт.	м ²	(П,Д,М..)
Пн	1,97 x 1,45	2,86	1	2,86	Д
	1,97 x 1,45	2,86	1	2,86	М
	1,97 x 1,45	2,86	4	11,43	М з домоф.
Всього			6	17,14	

Рисунок 4.3.1. Зовнішній вигляд під'їзних дверей будівлі



Існуючі дерев'яні та металеві двері під'їздів не відповідають вимогам ДБН В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель», опір теплопередачі таких дверей становить $R_{\text{вх.дверей Д}} = 0,38 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ та $R_{\text{вх.дверей М}} = 0,16 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ відповідно, що є менше ніж мінімально допустиме значення $R_{\text{вх.дверей min}} = 0,41 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$.

Опір теплопередачі встановлених металевих дверей з домофонною системою, становить $R_{\text{вх.дверей Домоф}} = 0,41 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$, що відповідає вимогам ДБН В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель».

4.4. Дах

Дах будівлі сумісний з перекриттям верхнього поверху, без технічного поверху. Існуючий стан даху в незадовільному стані.

У 2003 році відбулась повна реконструкція крівлі даху (відновлення цілісності гідроізоляції), у 2011 та 2012 роках був здійснений частковий ремонт перекриття даху. Але жильці квартир верхнього поверху (14 квартир з 20) скаржаться на протікання стелі. Утеплення не проводилось.

В таблиці 4.4.1 приведені характеристики конструкції даху будівлі, на **рисунку 4.4.1** представлено зовнішній вигляд покриття даху.

Таблиця 4.4.1. Характеристика конструкції даху

Плита даху	Розміри плити перекриття, м	Площа перекриття, $S_{\text{перек}} \text{ м}^2$	Конструкція плити перекриття	Загальний опір теплопередачі даху ($R_{\text{даху}}, \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$)
	9,9x100,1	986,6	Залізобетонна багатопустотна плита (220 мм), гравій керамзитовий (200 мм), цементно-піщана стяжка (20 мм) руберойд	1,3
Усього		986,6		

Існуюче значення опору теплопередачі даху $R_{\text{даху}} = 1,3 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ менше ніж мінімальне допустиме значення опору теплопередачі перекриття неопалювальних горизонтів $R_{\text{даху min}} = 3,0 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$, відповідно ДБН В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель».

Рисунок 4.4.1. Зовнішній вигляд перекриття даху



4.5. Підвал

Підвал, висотою 1,5 – 2 м, розташований під всією площею будинку. В підвалі розміщена нижня розводка труб системи опалення, гарячого та холодного водопостачання, а також труб системи каналізації. Ізоляція трубопроводів виконана частково. За рахунок неефективної ізоляції трубопроводів системи опалення, середня температур в підвалі за опалювальний період становить +10 - 18 °С. В **таблиці 4.5.1** представлені характеристики підвалу будівлі. На **рисунку 4.5.1** представлено вигляд підвалу.

Таблиця 4.5.1. Характеристики підвалу

Плита перекриття	Розміри, м	Площа перекриття підвалу $S_{\text{підвал}} \text{ м}^2$	Конструкція плити перекриття	Висота підвалу $h_{\text{внутр.}}, \text{ м}$	Загальний опір теплопередачі $R_{\text{підвалу}}, \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$
	9,9x100,1	986,6	Залізобетонна багатопустотна плита (220 мм), гравій керамзитовий (150 мм), цементно-піщана стяжка (30 мм), паркет	1,5 - 2	1,9
Усього		986,6			

Існуюче середнє значення опору теплопередачі підвалу $R = 1,9 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ має значення меншим ніж мінімальне допустиме значення перекриття над неопалюваними підвалами, що розташовані нижче рівня землі ($R_{\text{підвалу min}} = 2,6 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$), відповідно ДБН В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель».

Рисунок 4.5.1. Вигляд підвалу



5. Характеристика інженерних систем

5.1. Опалення

Джерело теплової енергії

Теплопостачання будинку на потреби опалення здійснюється централізовано від зовнішніх водяних теплових мереж котельні по вул. Щаслива, 2а, що обслуговується Філією Ленінського району Концерну «Міські теплові мережі».

Підключене теплове навантаження будівлі на опалення становить 0,264 Гкал/год (307,0 кВт·год).

Вузол теплового введення

Вузол теплового введення знаходиться в технічному підпіллі. Приєднання системи опалення виконано за залежною схемою з використанням елеваторного вузла.

Періодично виконується ревізія та ремонт запірної арматури.

Теплова ізоляція вузла теплового введення виконана частково.

Вузол теплового введення не обладнаний системою автоматичного регулювання.

Для здійснення комерційного обліку спожитої теплової енергії на опалення вузол теплового введення обладнано ультразвуковим тепловим лічильником Sonometer з теплообчислювачем Infocal-5 (серійний № 936004Y398) виробництва Danfoss.

Внутрішньобудинкова система опалення

Проект опалення виконаний на розрахункову температуру зовнішнього повітря $t_{3.0} = -23^{\circ}\text{C}$. Розрахунковий перепад температури в системі опалення прийнято $95^{\circ}-70^{\circ}\text{C}$.

Система опалення прийнята однотрубна вертикальна з нижнім розведенням.

Трубопроводи змонтовані зі сталевих електрозварних труб і сталевих водогазопровідних труб.

Магістральні трубопроводи, що прокладені в технічному підпіллі, вражені корозією. Заміна сталевих трубопроводів на поліпропіленові не здійснювалась.

Теплова ізоляція магістральних трубопроводів застаріла, виконана частково. Матеріал утеплення різномірний – мінеральна вата з покрівельним шаром лакоскелотканини та гіпсові напівциліндри. Товщина ізоляції $\delta_{i3} = 10-50$ мм.

Заходи з балансування розподільчої системи не здійснювались.

В якості нагрівальних приладів проектом опалення будівлі передбачалось встановлення чавунних секційних радіаторів. На момент обстеження в частині квартир радіатори замінені на алюмінієві або біметалічні з додаванням секцій, що порушує гідравлічний режим системи. Відомості про кількість та характеристики встановлених опалювальних приладів в ході енергетичного аудиту не були надані.

Промивання системи опалення не проводиться. Внаслідок тривалої експлуатації без належного обслуговування радіатори та трубопроводи забруднені м'якими та твердими відкладеннями, що призводить до зниження якості теплопостачання.

На **рисунку 5.1.1** приведені вузол теплового введення та встановлений тепловий лічильник.

Рисунок 5.1.1. Вузол теплового введення та встановлений тепловий лічильник



5.2. Побутове гаряче водопостачання

Централізоване гаряче водопостачання не здійснюється. Проектом будинку передбачено підігрів холодної води з міської системи водопостачання газовими проточними водопідігрівачами. Відомості про кількість та характеристики встановлених водопідігрівачів в ході енергетичного аудиту не були надані.

5.3. Охолодження

В будівлі за проектом не передбачено централізованої системи охолодження. Охолодження власних квартир мешканцями будинку здійснюється в індивідуальному порядку. Загальна кількість встановлених кондиціонерів становить не менше 14 шт. Характеристики встановлених кондиціонерів в ході енергетичного аудиту не були надані.

5.4. Вентиляція

В будівлі передбачена витяжна система вентиляції з природним спонуканням. Приплив повітря забезпечується через віконні кватирки або нещільності вікон і дверей. Видалення повітря з приміщень – через витяжні решітки, що встановлені в кухнях і санвузлах, по вертикальних збірних вентиляційних каналах за рахунок гравітаційного напору.

Випуск повітря з каналів відбувається над покрівлею в атмосферу.

На **рисунку 5.4.1** приведена система вентиляції.

Рисунок 5.4.1. Вентиляційна система

Виведення збірних вентиляційних каналів на даху



5.5. Електропостачання

Джерело електропостачання

Електропостачання будинку здійснюється від ТП-932, що обслуговується Запорізькими міськими електричними мережами ВАТ «Запоріжжяобленерго».

Підключене електричне навантаження будівлі становить 132,0 кВт.

По рівню надійності електропостачання електроприймачі житлового будинку відносяться до III категорії.

Квартирне освітлення

Підхід до вибору системи освітлення квартир здійснюється мешканцями індивідуально.

Відомості про типи, кількість та характеристики освітлювальних приладів, що встановлені в квартирах, в ході енергетичного аудиту не були надані.

Освітлення місць загального користування

Система освітлення під'їздів складається зі світильників з лампами розжарювання. Тривалість роботи системи освітлення становить від 8 до 16 годин на добу в залежності від пори року. Автоматичне управління системою відсутнє. Мешканці будинку вмикають освітлення в залежності від потреб.

В таблиці 5.5.1 приведені характеристики системи освітлення місць загального користування.

Таблиця 5.5.1. Характеристики системи освітлення місць загального користування

Найменування	Одинична потужність, Вт	Кількість	Загальна потужність, кВт	Середня тривалість роботи на рік, год.	Розрахункове споживання електроенергії., тис. кВт·год в рік
Лампи розжарювання	60	36	2,16	4 140	8,9

Ліфтове господарство

Оснащення будівлі ліфтами не передбачено за проектом будівництва.

Інше обладнання

Відомості про електроспоживаюче обладнання, що встановлене в квартирах мешканців, в ході енергетичного аудиту не були надані.

6. Енергоспоживання

6.1. Виміряне енергоспоживання

Зведені дані про споживання теплової енергії будинком за останні два роки та дані розрахунку значень питомого споживання наведено в таблиці 6.1.1.

Облік теплової енергії ведеться з кінця 2009 року, до цього часу нарахування за теплову енергію проводилися за опалюваною площею. Споживання теплової енергії на опалення для аналізу представлено за 2010-2011 рр.

Дані про споживання мешканцями електроенергії, газу та холодної води для аналізу не надані.

Таблиця 6.1.1. Споживання теплової енергії на опалення

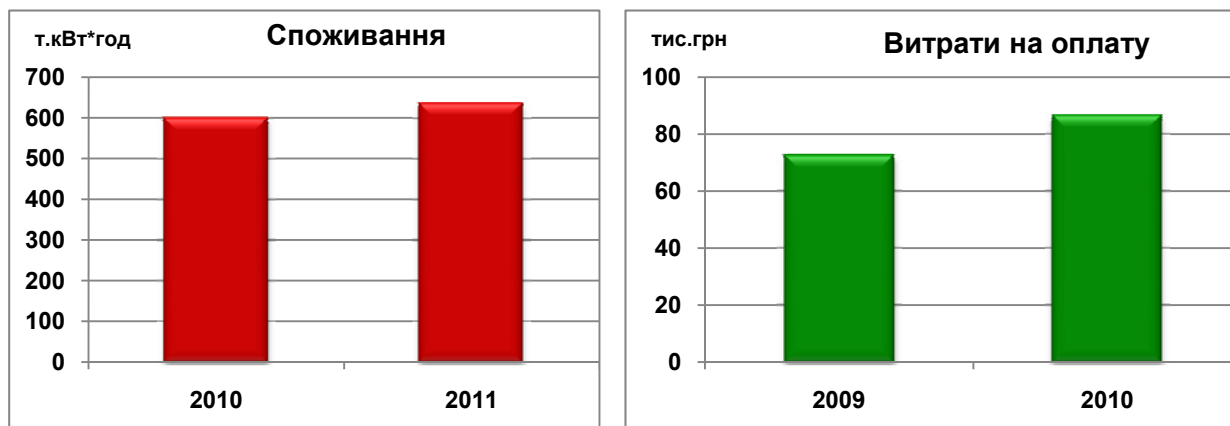
Найменування	Одиниці виміру	2010	2011
Витрати на оплату (без ПДВ)	тис. грн	72,2	86,3
Споживання енергоресурсів	тис.кВт·год	597,9	634,4
	Гкал	514,1	545,4
Питоме енергоспоживання	кВт·год/м ²	129,6	137,5

Питоме споживання енергії на опалення за останні 2 роки знаходиться в межах 129,6 – 137,5 кВт·год/м² в залежності від температури зовнішнього повітря та тривалості опалювального періоду. Фактичне питоме споживання теплової енергії на опалення перевищує нормативне значення (72 кВт·год/м²) відповідно до ДБН

В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель».

На **рисунку 6.1.1** приведено споживання та витрати на оплату теплової енергії на опалення. Витрати на оплату за опалення розраховані за тарифами без урахування оплати за приєднане навантаження.

Рисунок 6.1.1. Споживання та витрати на оплату теплової енергії на опалення



Витрати на оплату теплової енергії на опалення в 2011 році порівняно з 2010 роком збільшились на 20 %, а споживання на 6 %. Збільшення витрат на оплату за опалення в основному викликано зростанням тарифу на газ.

Тарифи станом на 01.11.2012 р. приведені в **таблиці 6.1.2**. Динаміка росту тарифів на теплову та електричну енергію представлена на **рисунках 6.1.2 - 6.1.3**. Тарифи на енергоресурси приведені без урахування ПДВ.

В період 2008-2012 рр. нарахування за виробництво, транспортування, постачання теплової енергії та опалення здійснювалося за двоставковим тарифом.

Таблиця 6.1.2. Тариф на енергоресурси (станом на 01.11.2012 р.)

№п/п	Найменування	Од. виміру	Значення
1	Теплова енергія	грн/Гкал	161,52
2	Електроенергія:		
2.1	- за обсяг, спожитий до 150 кВт·год електроенергії на місяць	грн/кВт·год	0,23
2.2	- за обсяг, спожитий понад 800 кВт·год електроенергії на місяць	грн/кВт·год	0,30
2.3	- за обсяг, спожитий понад 800 кВт·год електроенергії на місяць	грн/кВт·год	0,80
2.4	- для багатодітних, прийомних сімей та дитячих будинків сімейного типу незалежно від обсягів споживання електроенергії	грн/кВт·год	0,23
2.5	- для багатоквартирних будинках та гуртожитках, що витрачається на технічні цілі (роботу ліфтів, насосів та замково-переговорних пристроїв, що належать власникам квартир багатоквартирного будинку на праві спільної власності) та освітлення дворів, східців і номерних знаків	грн/кВт·год	0,30
3	Вода	грн/м³	3,96

Рисунок 6.1.2. Тарифи на електроенергію для населення в період 2008-2012 рр.

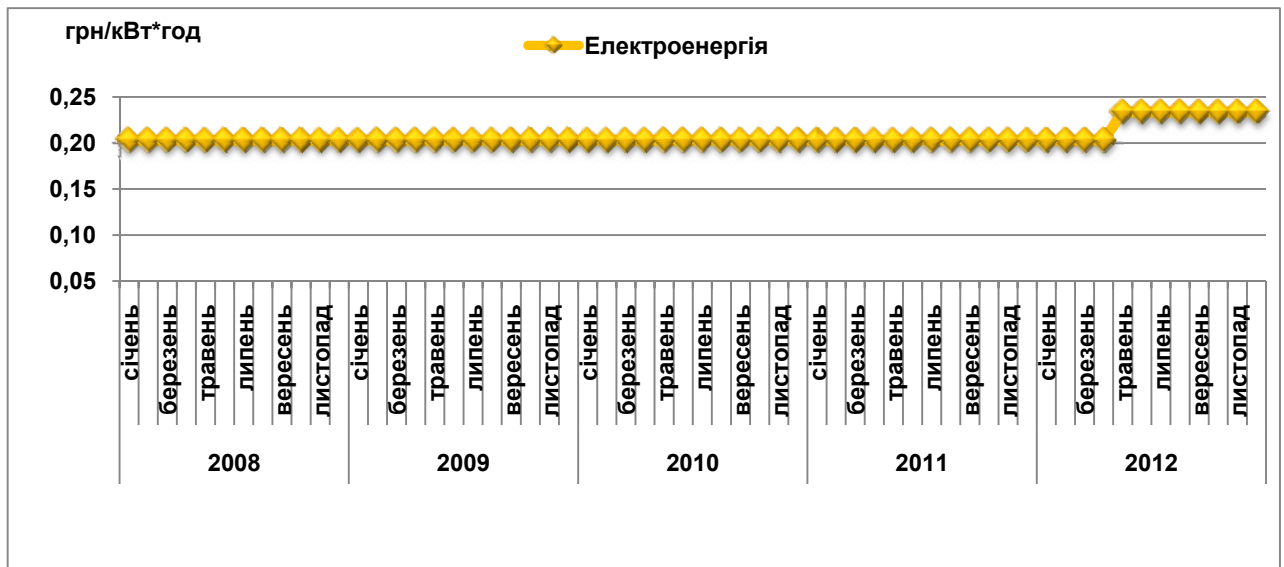
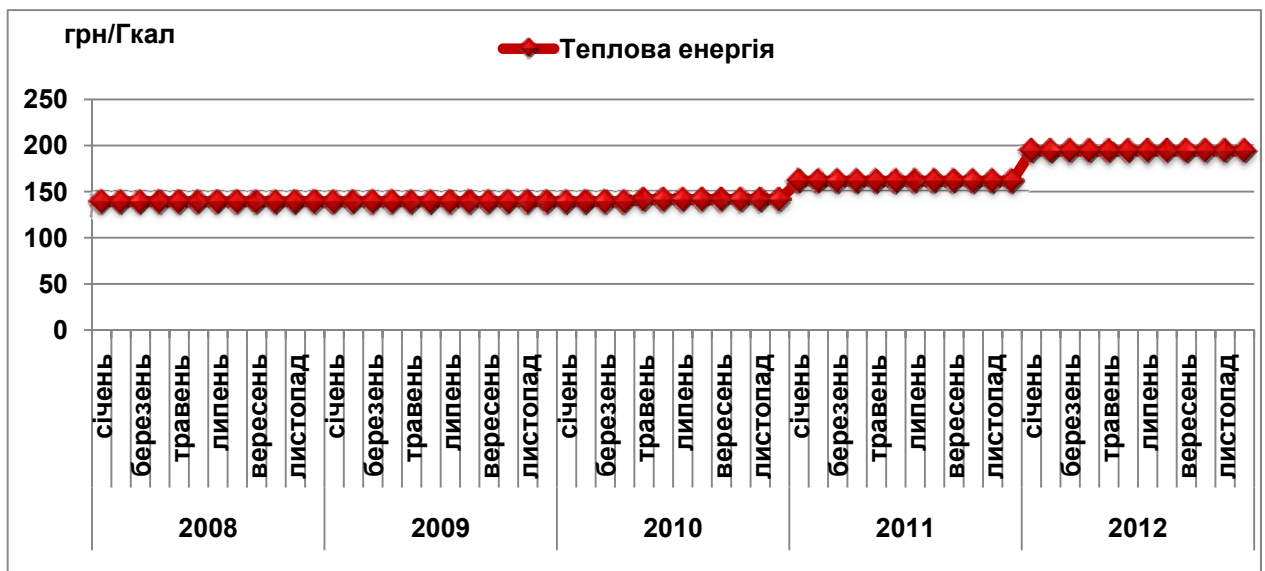


Рисунок 6.1.3. Тарифи на теплову енергію в період 2008-2012 рр.



6.2. Базове енергоспоживання

Базове енергоспоживання – це річний обсяг витрат теплової енергії на потреби тепlopостачання та споживання електричної енергії. Базове енергоспоживання служить вихідною точкою для оцінки результатів та наслідків реалізації проєктів, що дорівнює різниці між початковим (вихідним) станом і станом після реалізації проєктів.

Базове енергоспоживання енергії на опалення розраховано за допомогою програмного комплексу ENSI EAB Software з врахуванням нормативних умов в приміщенні.

В таблиці 6.2.1 - 6.2.2 приведені нормативні та прийнятні кліматичні дані згідно з ДСТУ –НБВ.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія», що використовувалися при розрахунках базового споживання теплової енергії на опалення.

Таблиця 6.2.1. Температура зовнішнього повітря

Місяць	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Нормативна середня температура місяця, °С	-3,5	-2,6	2	10,1	16,4	20,2	22,4	21,4	16,2	9,6	3,5	-1,1

Таблиця 6.2.2. Нормативні кліматичні показники

Найменування	Показники
Розрахункова температура зовнішнього повітря, °С	-21
Середня температура за опалювальний період	1,4
Кількість днів опалювального періоду	166
Середня нормативна температура в приміщенні, °С	20

Базове споживання електричної енергії на загально будинкові нужди (освітлення сходових клітин, роботу ліфтів та інше), розраховано з урахуванням потужності приладів освітлення та періодом його роботи. Характеристики освітлювальних приладів приведені в розділі 5.4 «Електропостачання».

В структурі базового споживання не включено споживання електроенергії та енергії на ГВП квартирами.

Зведені показники, порівняння фактичного та базового споживання енергії, приведені в таблиці 6.2.3 та на рисунку 6.2.1.

Таблиця 6.2.3. Зведені показники споживання енергії

Стаття бюджету енергоспоживання	Фактичне енергоспоживання 2010 р. тис.кВт·год/рік	Базове енергоспоживання тис.кВт·год/рік
Опалення	597,9	599,3
ГВП		
Освітлення під'їздів		9,2
Інше електрообладнання		
Всього	607	609

Різниця базового та фактичного споживання на опалення незначна, не перевищує 5%, що пояснюється похибкою програми при розрахунках.

Рисунок 6.2.1. Споживання енергії будівлею



7. Енергоефективні заходи

Енергоефективні заходи згруповані по пакетах в залежності від капіталоємності та очікуваної економії теплової енергії.

Загальний перелік заходів з розбивкою по пакетам наведено в таблиці нижче.

ЗАПРОПОНОВАНІ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ЗАХОДИ	
	Пакет №1
1.	Часткова модернізація системи опалення (промивання опалювальних приладів, балансування системи опалення, встановлення автоматичного регулятора теплового потоку, встановлення теплоізоляційних рефлекторів за опалювальними приладами)
2.	Заміна вікон та балконних блоків (встановлення енергозберігаючих вікон та балконних блоків)
3.	Утеплення під'їздів (заміна вікон на енергозберігаючі, встановлення вхідних утеплених дверей, відновлення тамбурів)
4.	Модернізація системи вентиляції (встановлення локальних пристроїв вентиляції з рекуператорами теплоти)
5.	Модернізація системи освітлення під'їздів (заміна світильників з лампами розжарювання на енергозберігаючі світлодіодні з датчиками освітленості та присутності)
	Пакет №2
1.	Комплексна модернізація системи опалення (перехід на двотрубну систему опалення, встановлення автоматичного регулятора теплового потоку, балансування системи опалення, встановлення біметалічних радіаторів, термостатичних регуляторів та лічильників-розподільвачів на опалювальних приладах, встановлення теплоізоляційних рефлекторів за опалювальними приладами)
2.	Модернізація фасаду
3.	Модернізація дахового перекриття
4.	Модернізація підвального перекриття
5.	Заміна вікон та балконних блоків (встановлення енергозберігаючих вікон та балконних блоків)
6.	Утеплення під'їздів (заміна вікон на енергозберігаючі, встановлення вхідних утеплених дверей, відновлення тамбурів)
7.	Модернізація системи вентиляції (встановлення локальних пристроїв вентиляції з рекуператорами теплоти)
8.	Модернізація системи освітлення під'їздів (заміна світильників з лампами розжарювання на енергозберігаючі світлодіодні з датчиками освітленості та присутності)

Набір заходів, що входять до Пакету №1, потребують менших капітальних витрат, проте дозволять несуттєво знизити споживання енергії на опалення будівлі.

Пакет №2 передбачає більш глибоку модернізацію будівлі, що дозволить знизити потреби в енергоресурсах на опалення приблизно в 3 рази від базового рівня споживання та досягнути середньоєвропейських показників енергоефективності будівель.

Детальніша інформація щодо енергозберігаючих заходів наведена в розділі 7.1.

7.1. Опис енергоефективних заходів

Захід №1. Комплексна модернізація системи опалення

Існуюча ситуація

Застосування системи опалення без регулювання теплового потоку призводить до підвищеного рівня споживання теплової енергії у періоди збільшення температури зовнішнього повітря.

За весь час експлуатації будівлі комплексний ремонт трубопроводів системи опалення не виконувався.

Теплова ізоляція подавального та зворотного трубопроводів системи опалення знаходиться в незадовільному стані та частково відсутня, що призводить до непродуктивних втрат теплової енергії в системах розподілу.

Система опалення будівлі розбалансована. Нерівномірність розподілення теплоносія у внутрішній мережі призводить до коливань внутрішньої температури приміщень залежно від стояку системи опалення.

В якості опалювальних приладів встановлені чавунні секційні радіатори. Можливість регулювання тепловіддачі приладів опалення відсутня. В частині квартир чавунні радіатори замінені на алюмінієві або біметалічні з додаванням секцій, що порушує гідравлічний режим системи.

Промивання системи опалення не проводиться. Внаслідок тривалої експлуатації без належного обслуговування радіатори та трубопроводи забруднені м'якими та твердими відкладеннями, що призводить до зниження якості теплопостачання.

Опис заходу

Для отримання максимального економічного ефекту, питання модернізації системи опалення необхідно розглядати комплексно, тобто включати одночасне переустаткування абонентських вводів і заміну внутрішніх систем опалення.

Комплексна модернізація системи опалення передбачає наступні заходи:

- заміна магістральних та розподільчих трубопроводів;
- встановлення автоматичного регулятора теплового потоку;
- перехід до двотрубною системи опалення;
- балансування системи опалення;
- заміна чавунних радіаторів на біметалічні;
- встановлення терморегуляторів та лічильників-розподільувачів на приладах опалення;
- встановлення теплоізоляційних рефлекторів за опалювальними приладами.

Вибір заходів модернізації системи опалення заснований на вимогах державних нормативних документів:

- обов'язкове регулювання витрати та температури теплоносія за погодними умовами в індивідуальних теплових пунктах; заборона застосування елеваторів, допуск застосування насосів з частотним регулюванням, допуск застосування автоматичного обмеження витрати на будівлю замість лімітних шайб (ДБН В.2.5-39: 2008 «Теплові мережі», змін. № 2:1999 до СНиП 2.04.05-91 «Отопление, вентиляция и кондиционирование»);
- обов'язкове автоматичне гідравлічне балансування стояків або приладових віток систем опалення (ДБН В.2.2-24:2009 «Проектування висотних житлових і громадських будинків», змін. № 2:1999 до СНиП 2.04.05-91 «Отопление, вентиляция и кондиционирование»);
- обов'язкове застосування автоматичних терморегуляторів на опалювальних приладах систем опалення (змін. №1:2009 ДБН В.2.2-15-2005 «Житлові будинки»; ДБН В.2.2-15-2005 «Житлові будинки»; ДБН В.3.2-2-2009 «Реконструкція, ремонт, реставрація об'єктів будівництва. Житлові будинки. Реконструкція та капремонт»; змін. № 2:1999 до СНиП 2.04.05-91 «Отопление, вентиляция и кондиционирование» тощо);

а також з огляду на стан існуючої системи опалення будинку.

Основним завданнями модернізації є скорочення споживання теплової енергії при поліпшенні рівня теплового комфорту в квартирах.

Регулювання споживання теплової енергії.

Застосування того або іншого встаткування абонентського уведення багато в чому визначено гідравлічними параметрами теплоносія в трубопроводах теплової мережі. Для спрощення автоматики опалення прийнята для застосування типова схема з регулятором теплового потоку, циркуляційним насосом та регулятором перепаду тиску. В якості регулюючого пристрою використовується клапан із електричним приводом.

В **Додатку А** представлена детальна схема та принцип дії індивідуального теплового пункту із залежним підключенням абонента.

Регулятори теплового потоку широко представлені на ринку закордонними й вітчизняними виробниками. Найбільш широко відомі та добре зарекомендовані вітчизняні виробники – київські підприємства КІАРМ і СЕМПАЛ.

Перелік робіт з модернізації теплового пункту:

- Демонтаж старого встаткування теплового пункту;
- Установка системи регулювання теплового потоку на введенні в будівлю;
- Установка малошумних регульованих циркуляційних насосів;
- Установка допоміжного устаткування для забезпечення надійного і якісного тепlopостачання.

Розташування індивідуального теплового пункту передбачено в технічному підпіллі. Проектом не передбачається модернізація вузла введення гарячої води.

Вартість реалізації заходів з облаштування абонентських теплових вузлів введення автоматичними регуляторами теплового потоку залежно від температури зовнішнього повітря визначається на стадії робочого проектування, зокрема за програмним комплексом АВК. Орієнтовна вартість регуляторів теплового потоку з допоміжним обладнанням та роботами приведена в **таблиці 7.1.1**.

Таблиця 7.1.1. Орієнтовна вартість обладнання, матеріалів та робіт.

№	Найменування устаткування та робіт	грн., без ПДВ	грн., з ПДВ
1	Керуюче регулювальне обладнання	11 001,07	13 201,29
2	Датчики температури	741,91	890,29
3	Виконавче обладнання для регулювання температури	12 531,25	15 037,50
4	Насосне обладнання	11 558,15	13 869,78
5	Обладнання для ручного регулювання тиску	478,53	574,24
6	Експлуатаційна гідравлічна арматура	8 977,33	10 772,80
7	Експлуатаційне вимірювальне обладнання	491,78	590,13
8	Матеріали і з'єднувальні частини трубопроводу	2 463,80	2 956,56
9	Електромонтажне обладнання і матеріали	432,81	519,37
10	Теплоізоляційні і антикорозійні матеріали	920,50	1 104,60
11	Обладнання і матеріали вузлів врівноважування різниці тисків на вводах	4 800,59	5 760,71
12	Розроблення робочого проекту	4 351,82	5 222,18
13	Монтажні (механічні, електротехнічні) роботи	10 879,54	13 055,45
14	Пусконаладжувальні роботи та введення в експлуатацію	1 081,95	1 305,55
Всього:		70 717,03	84 860,4

Заміна магістральних та розподільчих трубопроводів

Внаслідок тривалої неналежної експлуатації системи тепlopостачання будівлі, сталеві трубопроводи системи опалення зазнали змін. З часом на внутрішніх стінках труб утворилися відкладення різної природи та характеру. Незалежно від хімічного складу і структури відкладень, їх утворення приводить до серйозного за-смічення та зменшення пропускної здатності трубопроводів, збільшенню їх шорсткості і значного збільшення гідравлічного опору. Зменшується тепловіддача опалювальних приладів, зростає витрата енергії та підвищується загроза локальної корозії.

Найбільшої шкоди утворенні відкладення можуть завдати системі автоматизації тепlopостачання.

В рамках комплексної модернізації системи опалення пропонується організувати двотрубну систему опалення будівлі, замінити існуючі сталеві розподільчі трубопроводи опалення на труби з зшитого поліетилену (PEX), а магістральні – на попередньо ізольовані пінополіуретаном.

Балансування системи опалення

Для нормального та сталого функціонування системи опалення будівлі загальна кількість теплоносія системи опалення повинна розподілятися по паралельних циркуляційних контурах таким чином, щоб втрати тиску в контурах були рівні між собою. Таким чином, для розподілу теплоносія відповідно до теплових навантажень циркуляційних контурів системи опалення, необхідно виконати гідравлічне ув'язування за рахунок забезпечення однакових втрат тиску в контурах.

Крім того, балансування приладових віток системи опалення необхідно для створення фіксованого гідравлічного опору, що дозволяє створити необхідний перепад тиску перед терморегуляторами, тобто забезпечити регулювання тепловіддачі опалювальних приладів для підтримки заданої температури в приміщенні.

Таким чином, гідравлічне балансування системи опалення дозволить нормалізувати температури по приміщеннях будівлі, покращить санітарні умови перебування людей, а також дозволить зменшити перевитрати теплової енергії.

Для вирівнювання гідравлічних втрат у контурах системи опалення використовується балансувальна арматура ручного або автоматичного регулювання, яка представлена на ринку України такими виробниками як Danfoss, Herz, Honeywell, Oventrop тощо.

В рамках заходу пропонується виконати розрахунки щодо гідравлічного та теплового режиму системи опалення, за результатами яких здійснити балансування системи опалення будівлі шляхом встановлення балансувальних вентилів на вертикальних приладових вітках (стояках) системи.

Встановлення терморегуляторів та лічильників-розподільвачів на приладах опалення

Терморегулятор призначається для підтримки в приміщенні будівлі заданої необхідної температури повітря. Терморегулятори опалення змінюють кількість теплоносія, яка проходить через опалювальний пристрій, в залежності від зміни температури в приміщенні. Таким чином збільшується або зменшується тепловіддача опалювального приладу.

Терморегулятори опалення встановлюють безпосередньо на опалювальному пристрої або перед ним на трубопроводі, що подає в пристрій теплоносій. За допомогою терморегуляторів можна регулювати температуру в приміщенні на інтервалі від +6°C до +28°C. Дані прилади дозволяють перешкоджати перегріву приміщень, забезпечуючи в приміщеннях комфортну температуру повітря.

На **рисунку 7.1.1** представлений радіаторний терморегулятор та лічильник-розподільвач тепла на опалювальних приладах з різною конструкцією поверхні.

Рисунок 7.1.1. Зовнішній вигляд термостатичного вентиля та радіаторного лічильника-розподільвача тепла.



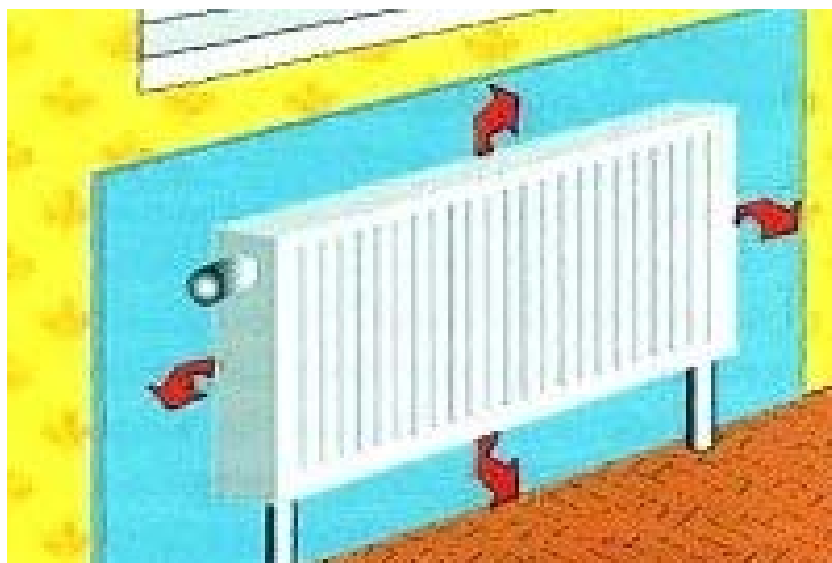
Встановлення теплоізоляційного рефлектора

Радіатори системи опалення розташовуються частіше за все під вікнами на відстані приблизно 20 см від зовнішньої стіни. Таким чином частина теплового потоку від радіаторів витрачається на прогрів стіни. Зовнішній вигляд теплоізоляційного рефлектора приведено на **рисунок 7.1.2**.

Найпростіший спосіб збільшення температури в приміщеннях на кілька градусів - використання тепловідбиваючого матеріалу. Для збільшення тепловіддачі за радіатором розміщують теплоізоляційний рефлектор завтовшки 5 – 7 мм з поверхнею із фольги (наприклад, пінофол, пінопропілен). Наведений матеріал є самоклеючим.

Тепловідбиваючий матеріал з поверхнею із фольги перешкоджає нагріванню стіни та підвищує температуру у приміщенні на 2 - 3 градуси без додаткових витрат на збільшення температури теплоносія.

Рисунок 7.1.2. Зовнішній вигляд теплоізоляційного рефлектора



Результати розрахунку економічних показників реалізації заходу приведено в таблиці нижче.

Розрахунок економії (за допомогою ENSI® EAB Software)				
Економія енергії:	Теплової енергії на опалення:	11,7		кВт·г/м²рік
Опалювальна площа	46 12 м²	=	53 964	кВт·г /рік
Вартість ТЕ	0,201 грн /кВт·г	=	10 872	грн/рік
Інвестиції:				
Розробка/Планування			58 560	грн
Управління Проектом			14 640	грн
Обладнання			475 803	грн
Встановлення			183 001	грн
Всього інвестицій			732 004	грн
Чиста економія			10 872	грн/рік
Простий строк окупності			67	років
Дисконтований строк окупності			99	років
Внутрішня норма рентабельності (IRR)			0	
Чиста приведена вартість (NPV)			-632 983	грн
Коефіцієнт чистої приведеної вартості (NPVQ)			-0,86	

Додаткова інформація

До проекту часткової модернізації системи опалення входять наступні заходи: промивання опалювальних приладів та балансування системи, влаштування автоматизованого індивідуального теплового пункту залежного типу, встановлення теплоізоляційних рефлекторів за опалювальними приладами.

Детальніший опис одного з них наведений нижче.

Промивання опалювальних приладів

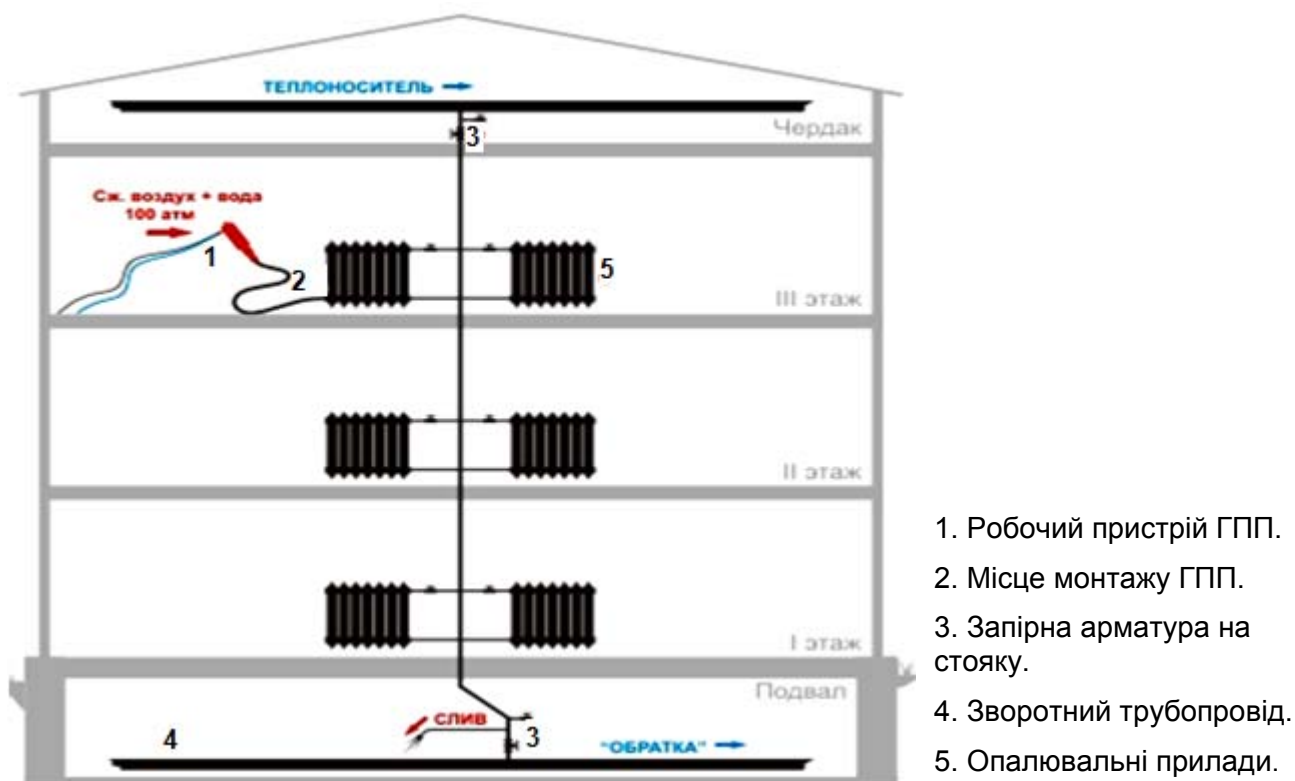
Тепловіддача опалювальних приладів безпосередньо залежить від рівня заростання твердокристалічними і органічними відкладеннями на її внутрішніх порожнинах. Чим більше відкладення, тим нижча тепловіддача.

Прочищення радіаторів призводить до відновлення і оптимізації режиму роботи системи опалення і відновлення розрахункової температури в приміщеннях.

Технологія гідропневматичного очищення заснована на використанні потужної імпульсної дозованої ударно-хвилевої дії гідропневматичного струменя, який діє дуже короткий час (менше 0,04 сік). Імпульсний викид струменя відбувається в порожнину батареї з гідропневмопатрона. В свою чергу в гідропневмопатрон (ГПП) по двох шлангах подається технологічна вода і стисле повітря високого тиску. У ГПП відбувається змішування робочих середовищ в певному об'ємі і саме даним розчином відбувається очищення і видалення шламів з внутрішніх порожнин бата-

реї в зворотній трубопроводі, а далі в каналізацію. Схема очищення приведена на **рисунку 7.1.3.**

Рисунок 7.1.3. Схема очищення на прикладі 3-х поверхової будівлі.



Особливості і переваги технології:

- роботи проводяться без виселення мешканців і без відриву від службових обов'язків персоналу;
- цілорічно, в т.ч. взимку при температурі до -20°C ;
- без відключення подачі теплоносія до об'єкту (будівлі);
- без демонтажу опалювальних приладів і системи опалювання;
- санації піддається індивідуально кожен радіатор в приміщенні;
- час на технологічний цикл санації одного радіатора до 15 хв; 2-х поверхової будівлі (80 радіаторів) – 3 робочі дні; 60-ти квартирний будинок – 8 днів.

Орієнтовна вартість промивання однієї секції радіатора 25 грн., з урахуванням промивання стояка.

Результати розрахунку економічних показників реалізації заходу з часткової модернізації системи опалення приведено в таблиці нижче.

Розрахунок економії (за допомогою ENSI® EAB Software)				
Економія енергії:	Теплової енергії на опалення:	7,63		кВт·г/м ² рік
Опалювальна площа	4 612 м ²	=	36 123	кВт·г /рік
Вартість ТЕ	0,201 грн /кВт·г	=	7 277	грн/рік
Інвестиції:				
Розробка/Планування			20 645	грн
Управління Проектом			5 161	грн
Обладнання			167 738	грн
Встановлення			64 514	грн
Всього інвестицій			258 058	грн
Чиста економія			7 277	грн/рік
Простий строк окупності			35	років
Дисконтований строк окупності			99	років
Внутрішня норма рентабельності (IRR)			0	
Чиста приведена вартість (NPV)			-191 800	грн
Коефіцієнт чистої приведеної вартості (NPVQ)			-0,74	

Захід №2. Модернізація фасаду

Існуюча ситуація

Стіни будівлі панельні, в задовільному стані.

Середнє значення опору теплопередачі існуючих стін складає $R = 0,77 \text{ м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$, що не відповідає нормативному показнику для II температурної зони експлуатації будинку $R = 2,5 \text{ м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$ (визначено відповідно ДБН В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель»).

Опис заходу

В якості переваг при утепленні фасаду виступають наступні аспекти:

- економічний – зменшення енергозатрат на опалення приміщень приблизно на 30%;
- соціальний – збільшення комфорту приміщень (відсутність плісняви, грибку, нормальний режим вологості у приміщенні, тощо).

Зовнішня теплоізоляція фасаду будівлі забезпечить:

- відповідність мікроклімату внутрішніх приміщень вимогам діючих на території України теплотехнічних параметрів;
- зменшення витрат енергії на створення потрібних параметрів мікроклімату внутрішніх приміщень;
- стабілізацію теплового режиму у внутрішніх приміщеннях протягом різних пір року;
- швидкий прогрів в період опалювального сезону та швидке охолодження в літній період року повітря внутрішніх приміщень;

- краще збереження будівлі за рахунок зменшення деформацій конструкцій, що викликаються різкими перепадами температури зовнішнього середовища, а також за рахунок забезпечення захисту від корозії зовнішніх огорожувальних конструкцій;
- покращення зовнішнього вигляду фасаду будівлі, що раніше експлуатувалися протягом тривалого часу.

Всі системи фасадні теплоізоляційно-оздоблювальні (далі СФТО), які використовуються в будівельній галузі України, можна розподілити на три групи – А, Б, В:

Група А – СФТО не вентилявані з мокрими процесами, тобто штукатурками.

Група Б – СФТО не вентилявані з личкуванням цеглою.

Група В – СФТО вентилявані з індустріальними личкувальними елементами.

В проекті розглядається СФТО групи В, як оптимальна за експлуатаційними, теплоізоляційними та вартісними показниками. На ринку будівельних матеріалів представлений широкий вибір так званих «вентильованих фасадів».

Детальний опис сучасних систем фасадних теплоізоляційно-оздоблювальних групи В наведений в **Додатку Б**.

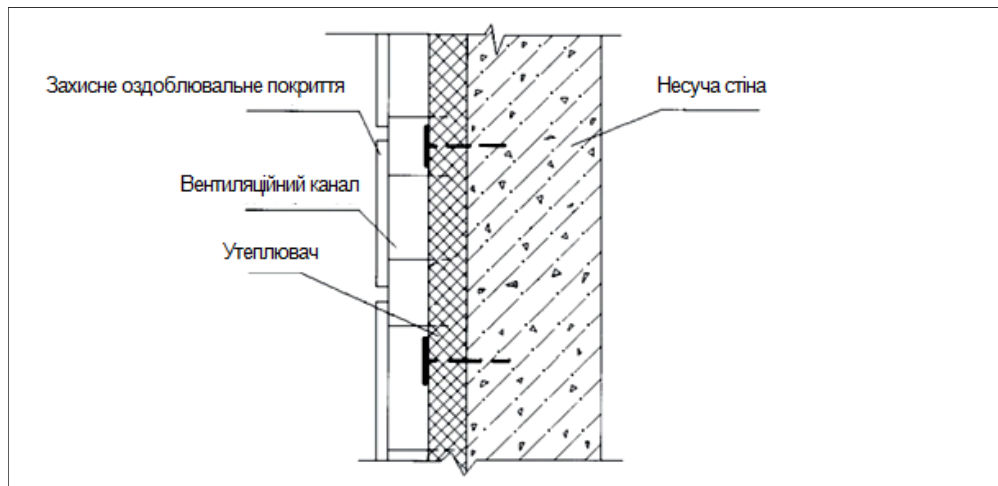
Беручи до уваги те, що нормативні вимоги щодо тепловитрат на опалення в Україні значно перевищують Європейські стандарти, рекомендується використовувати теплову ізоляцію товщиною 200 мм. Таким чином будуть враховані загальноєвропейські тенденції в сфері утеплення фасадів будинків.

На **рисунку 7.1.4** наведений зовнішній вигляд будівлі після проведення термомодернізації фасаду. На **рисунку 7.1.5** наведена схема утеплення стін за методом «керамічний вентиляований фасад».

Рисунок 7.1.4. Зовнішній вигляд будівлі з системою «керамічний вентиляований фасад»



Рисунок 7.1.5. Утеплення стін за методом «керамічний вентиляований фасад»



Розрахунок ефективності впровадження заходу виконано на прикладі СФТО «Сканрок». Товщина теплоізоляційного шару передбачається $\delta_{i3}=200$ мм, що забезпечить значення опору теплопередачі $R = 4,8$ м²К/Вт. Впровадження ЕЕ заходу дозволить зменшити втрати теплової енергії через стіни на 60% у порівнянні з існуючими втратами.

Загальна площа фасаду, що підлягає утепленню, складає 2 053 м².

Вартість системи залежить від складності проекту та витрат матеріалів, що більш детально визначається на етапі робочого проектування. Орієнтовна вартість встановлення СФТО, що отримана у представників компанії-виробника в якості комерційної пропозиції, приведена в **таблиці 7.1.2**.

Таблиця 7.1.2. Орієнтовна вартість СФТО «Сканрок», грн

№	Матеріал	Од. вим.	Ціна за од., грн без ПДВ	Витрати матеріалу на 1м ² фасаду	Загальна вартість, грн/м ² (без ПДВ)
1	Камінь «СКАНРОК», стандартні кольори 600x100x30 мм	м ²	145,42	1,1	159,96
2	Направляючий профіль (куток спеціальний "Маунтинграйлс" - вертикальний)	м.п.	15,33	4,5	69,00
3	Z-профіль (куток спеціальний "Стилстадс новий" - горизонтальний)	м.п.	20,19	2,2	44,42
4	Куток фасонний "Дистанція" – консоль	шт.	8,41	4	33,63
5	Дюбеля Hilti (для кріплення в основу)	шт.	2,67	4	10,67
6	Саморізи Hilti S-MDO1Z 4.8x13 (для кріплення вертикали)	шт.	0,13	12	1,60
7	Саморізи Hilti S-MDO1Z 6.3x19 (для кріплення Z-профілю до консолі)	шт.	0,38	7	2,63
8	Утеплювач Техновент Стандарт (80 кг/м ³ , 200 мм)	м ²	133,25	1,03	137,25
9	Вітробар'єр Juta	м ²	5,75	1	5,75
10	Віконні обрамлення, розгортка, орієнтовний розрахунок (матеріал + робота + монтаж)	м.п.	87,5	0,22	19,25
11	Монтажні роботи / шефмонтаж.	м ²	135,42	1	135,42
12	Робочий проект обличкування фасаду будівлі	м ²	20,00	1	20,00
Загалом приблизна вартість системи утеплення з каменем «СКАНРОК»		грн/м²			639,56

Результати розрахунку економічних показників реалізації заходу приведено в таблиці нижче.

Розрахунок економії (за допомогою ENSI® EAB Software)			
Економія енергії:	Теплової енергії на опалення:	39,88	кВт·г/м ² рік
Опалювальна площа	4 612 м ²	=	183 941 кВт·г /рік
Вартість ТЕ	0,201 грн /кВт·г	=	37 057 грн/рік
Інвестиції:			
Розробка/Планування		105 041	грн
Управління Проектом		26 260	грн
Обладнання		853 455	грн
Встановлення		328 252	грн
Всього інвестицій		1 313 008	грн
Чиста економія		37 057	грн/рік
Простий строк окупності		35	років
Дисконтований строк окупності		99	років
Внутрішня норма рентабельності (IRR)		0,6	
Чиста приведена вартість (NPV)		-818 975	грн
Коефіцієнт чистої приведеної вартості (NPVQ)		-0,62	

Захід №3. Модернізація дахового перекриття

Існуюча ситуація

Дах плоский з м'яким покриттям. Утеплення перекриття не здійснювалось.. Покриття видимих пошкоджень не має, проте є скарги на протікання. Дах потребує ремонту.

Середнє значення опору теплопередачі $R = 1.3 \text{ м}^2\text{К/Вт}$.

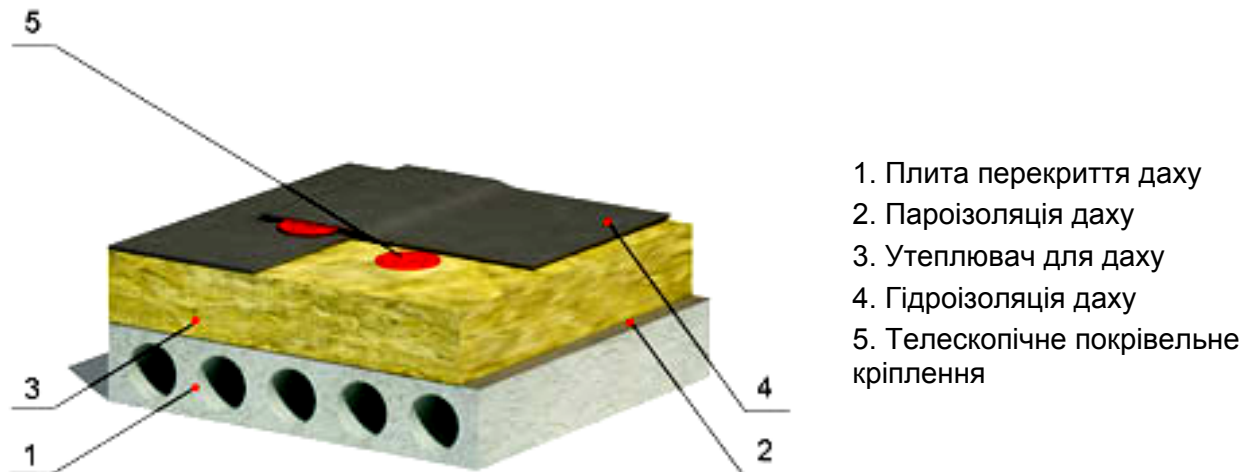
Опис заходу

Утеплення даху грає значну роль в підвищенні комфортності приміщення, поліпшенні його мікроклімату. Крім того, правильно підібрана теплоізоляція збільшує термічний опір захисної конструкції, що дозволяє знизити витрати на опалення за рахунок зменшення тепловтрат.

Заходом передбачається утеплення даху плитами з базальтової мінераловати. Для запобігання проникненню пари з житлових приміщень в підпокрівельний простір планується прокласти пароізоляційний шар. Таким чином, структура утеплення наступна: паробар'єр, утеплювач, гідробар'єр.

Структура утеплення дахового перекриття приведена на **рисунку 7.1.6**.

Рисунок 7.1.6. Структура утеплення дахового перекриття



Товщина теплоізоляційного шару передбачається $\delta_{i3}=100 \text{ мм}$, що забезпечить значення опору теплопередачі $R_{cp} = 2,67 \text{ м}^2\text{К/Вт}$.

Вартість реалізації заходу залежить від складності проекту та витрат матеріалів, що більш детально визначається на етапі робочого проектування.

Загальна площа поверхні, що підлягає утепленню, складає 987 м^2 .

Результати розрахунку економічних показників реалізації заходу приведено в таблиці нижче.

Розрахунок економії (за допомогою ENVI® EAB Software)

Економія енергії:	Теплова енергія на опалення:	7,74	кВт·г/м²рік
Опалювальна площа	4 612 м²	=	35 674 кВт·г /рік
Вартість ТЕ	0,201 грн/кВт·г	=	7 187 грн/рік

Інвестиції:

Розробка/Планування	17 943	грн
Управління Проектом	4 486	грн
Обладнання	145 783	грн
Встановлення	56 070	грн

Всього інвестицій	224 282	грн
Чиста економія	7 187	грн/рік
Простий строк окупності	31	років
Дисконтований строк окупності	99	років
Внутрішня норма рентабельності (IRR)	1,3	
Чиста приведена вартість (NPV)	-128 467	грн
Коефіцієнт чистої приведеної вартості (NPVQ)	-0,57	

Захід №4. Модернізація підвального перекриття**Існуюча ситуація**

Стан технічного підпілля оцінюється як задовільний. Утеплення перекриття не здійснювалось.

Середнє значення опору теплопередачі $R = 1,9 \text{ м}^2\text{K/Вт}$.

Опис заходу

Утеплення виконується зі сторони технічного підпілля. При утепленні підвального перекриття рекомендовано використовувати пошарову систему утеплення.

Приклад утеплення перекриття зі сторони підвалу приведено на **рисунку 7.1.7**.

Рисунок 7.1.7. Приклад утеплення перекриття зі сторони підвалу



Розрахунок ефективності впровадження заходу виконано на прикладі застосування в якості теплоізоляційного матеріалу плит з базальтової мінераловати, товщиною $\delta_{із}=70$ мм, що забезпечить значення опору теплопередачі $R = 3,6 \text{ м}^2\text{К/Вт}$.

Загальна площа поверхні, що підлягає утепленню, складає 987 м^2 .

Вартість реалізації заходу залежить від складності проекту та витрат матеріалів, що більш детально визначається на етапі робочого проектування. Орієнтовна вартість утеплення підвального перекриття, що отримана у представників компанії-виробника в якості комерційної пропозиції, приведена в **таблиці 7.1.3**.

Таблиця 7.1.3. Орієнтовна вартість утеплення підвального перекриття

№	Матеріал	Од. вим.	Ціна за од., грн без ПДВ	Витрати матеріалу на 1 м^2 фасаду	Загальна вартість, грн/ м^2 (без ПДВ)
1	Клеючий розчин Ceresit CT 80	кг	2,18	5,0	10,88
2	Мінераловатні плити, (70 мм, 125 кг/м^3)	м^2	49,98	1,0	49,98
3	Розчин Ceresit CT 80 - перший шар	кг	2,69	2,0	5,38
4	Сітка з скловолокна з спеціальною пропиткою	м^2	8,33	1,1	9,17
5	Розчин Ceresit CT 80 - другий шар	кг	2,69	2,0	5,38
6	Фарба ґрунтуюча Ceresit CT 16	л	12,49	0,3	3,75
7	Декоративний шар штукатурки Ceresit CT 35	кг	3,38	4,0	13,53
8	Роботи з монтажу	м^2	108,3	1,0	108,33
					206,40

Результати розрахунку економічних показників реалізації заходу приведено в таблиці нижче.

Розрахунок економії (за допомогою ENVI® EAB Software)					
Економія енергії:	Теплова енергія на опалення:	4,84			кВт·г/ м^2 рік
Опалювальна площа	4 612 м^2	=	22 302		кВт·г /рік
Вартість ТЕ	0,201 грн/кВт·г	=	4 493		грн/рік
Інвестиції:					
Розробка/Планування			17 240		грн
Управління Проектом			4 310		грн
Обладнання			140 071		грн
Встановлення			53 873		грн
Всього інвестицій			215 494		грн
Чиста економія			4 493		грн/рік
Простий строк окупності			48		років
Дисконтований строк окупності			99		років
Внутрішня норма рентабельності (IRR)			0		
Чиста приведена вартість (NPV)			-155 595		грн
Коефіцієнт чистої приведеної вартості (NPVQ)			-0,72		

Захід №5. Заміна вікон та балконних блоків

Існуюча ситуація

Будівля характеризується значною кількістю вікон великого розміру. Основна частка вікон в будівлі – з дерев'яними рамами, що мають значний строк експлуатації, відхилення в конструкції (дерев'яні рами вікон розсохлися, утворені значні щілини) та низький опір теплопередачі. Майже 50% площі вікон в квартирах вже замінено на металопластикові, найчастіше із застосуванням не енергоефективного типу склопакету, опір теплопередачі якого $R = 0,36 \text{ м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$.

Середнє значення опору теплопередачі існуючих вікон складає $R = 0,36 \text{ м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$, що не відповідає відповідному нормативному показнику для II температурної зони експлуатації будинку $R = 0,5 \text{ м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$ (згідно ДБН В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель»).

Опис заходу

Найбільші втрати тепла відбуваються через старі вікна великих та середніх розмірів. Через незадовільний стан, рекомендується замінити існуючі вікна на металопластикові енергозберігаючі. Також проектом передбачається заміна встановлених звичайних склопакетів в металопластикових вікнах на енергозберігаючі.

Розрахунок ефективності впровадження енергозберігаючого заходу виконаний **на прикладі** використання енергоефективних вікон виробництва компанії «Віконда».

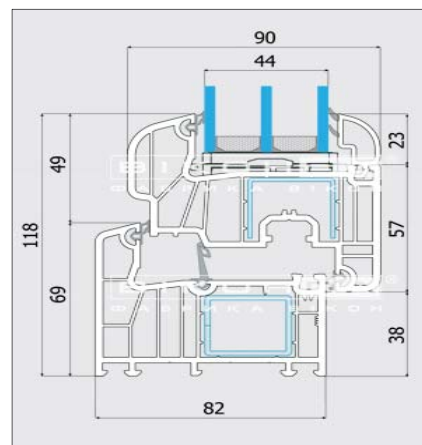
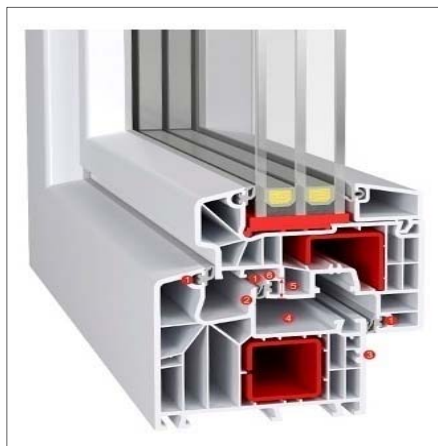
Сучасне вікно складається з профільної системи та склопакету. Порівняльна характеристика пропонувананих профільних систем наведена в **таблиці 7.1.4**.

Таблиця 7.1.4. Порівняльні характеристики профільних систем

№	Показник	Віконда КЛАСИК	Віконда КОТЕДЖ
1	Кількість камер	3	6
2	Монтажна глибина	60 мм	82 мм
3	Опір теплопередачі	$R = 0,71 \text{ м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$	$R = 0,85 \text{ м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$

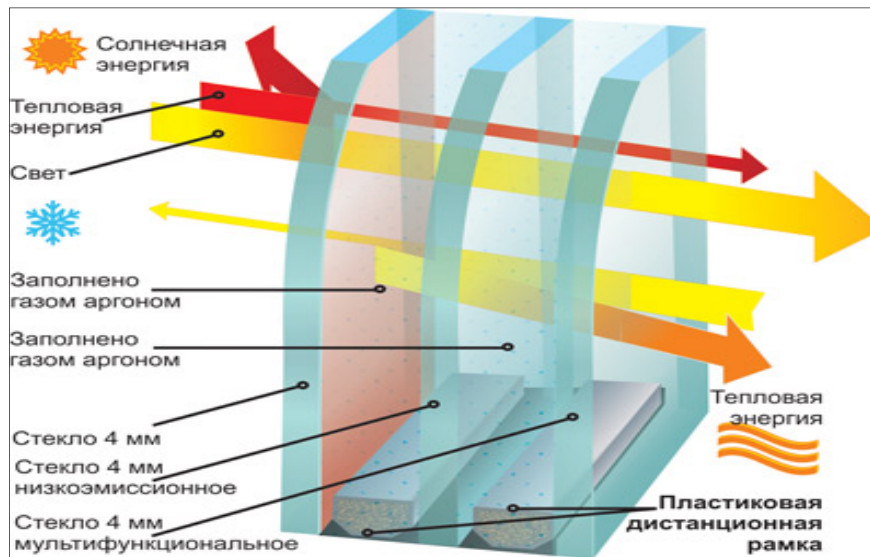
На **рисунку 7.1.8** наведена віконна система типу «Віконда КОТЕДЖ»

Рисунок 7.1.8. Віконна система типу «Віконда КОТЕДЖ».



Задля забезпечення максимального енергозбереження рекомендується встановлення віконної системи типу «Віконда КОТЕДЖ» з енергозберігаючим двокамерним склопакетом з пластиковими дистанційними рамками (рисуюнок 7.1.9). Енергозберігаючі склопакети виробляють зі скла з напиленням іонів срібла (і-скло) та наповненням камер склопакету інертним газом аргоном.

Рисуюнок 7.1.9. Енергозберігаючий склопакет



Формула енергозберігаючого склопакету – 4i-16Ar-4-16Ar-4i; опір теплопередачі $R=1,2 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$.

В таблиці 7.1.5 приведені порівняльні характеристики склопакетів.

Таблиця 7.1.5. Порівняльна характеристика склопакетів

Тип склопакету	Формула склопакету	Опір теплопередачі, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$	Світлопроникність, %	Сонячний фактор, %	Індекс звукоізоляції, ДБ
Однокамерний склопакет	4-16-4	0,32	83	79	30
TERMO tech	4-16п-4i	0,62	78	60	30
TERMO tech euro	4i-16Ar-4-16Ar-4i	1,2	69	54	32

Середньозважений опір теплопередачі вікна розрахований згідно формули:

$$R_{np} = \frac{F_{cn} + \sum_{i=1}^n F_i}{\frac{F_{cn}}{R_{\Sigma cn}} + \sum_{i=1}^n \frac{F_i}{R_{\Sigma i}}}$$

де F_{cn} – площа світлопрозорої частини, м^2 ;

$R_{\Sigma i}$, F_i – опір теплопередачі та площа і-го непрозорого елемента.

Середньозважений опір теплопередачі віконного блоку становитиме $R=0,97 \text{ м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$.

Остаточний вибір типу енергозберігаючого склопакету відбудеться на етапі робочого проектування. Для розрахунку ефективності впровадження заходу проектом передбачається встановлення віконної системи типу «Віконда КОТЕДЖ» з двокамерним енергозберігаючим склопакетом типу TERMO tech euro. Вартість вікна, в залежності від розміру та функціональних можливостей отримана у представників компанії-виробника в якості комерційної пропозиції (таблиця 7.1.6).

Таблиця 7.1.6. Орієнтовна вартість вікон, грн

Двокамерний склопакет, профіль «Віконда КОТЕДЖ»

Розміри вікна	TERMO tech euro	CLIMA tech euro	ISO tech euro	MULTI tech euro
1,3x1,4	1 995	2 119	2 545	2 808
2,1x1,4	2 864	3 089	3 823	4 278
б/б (балконний блок)	3 098	3 317	4 072	4 534

В рамках реалізації заходу додатково передбачається заміна встановлених звичайних склопакетів в металопластикових вікнах на однокамерні енергозберігаючі склопакети TERMO tech. Формула склопакету (згідно ДБН В.2.6 – 31:2006 «Конструкції будівель і споруд. Теплова ізоляція будівель») – 4-16п-4і; опір теплопередачі $R=0,62 \text{ м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$. Середньозважений опір теплопередачі віконного блоку становитиме $R=0,6 \text{ м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$.

Загальна площа вікон з дерев'яними рамами, що підлягає заміні, складає 234 м^2 , балконних блоків – 148 м^2 . Площа заміни склопакетів існуючих металопластикових вікон – 351 м^2 .

Результати розрахунку економічних показників реалізації заходу приведено в таблиці нижче.

Розрахунок економії (за допомогою ENSi® EAB Software)			
Економія енергії:	Теплової енергії на опалення: 21,97		кВт·г/м ² рік
Опалювальна площа	4 612	м ² =	101 332
Вартість ТЕ	0,201	грн/кВт·г =	20 415
Інвестиції:			
Розробка/Планування			55 472
Управління Проектом			13 868
Обладнання			450 710
Встановлення			173 350
Всього інвестицій			693 400
Чиста економія			20 415
Простий строк окупності			34
Дисконтований строк окупності			99
Внутрішня норма рентабельності (IRR)			0
Чиста приведена вартість (NPV)			-440 069
Коефіцієнт чистої приведеної вартості (NPVQ)			-0,63

Захід №6. Утеплення під'їздів

Характерною рисою будівлі є незадовільний стан під'їздів, а саме пошкодження або часткова відсутність вікон, вхідні двері часто не зачиняються. Таким чином температура у під'їздах майже не відрізняється від температури зовнішнього повітря. В наслідок цього спостерігаються додаткові витрати теплової енергії через інфільтрацію холодного повітря у квартири. Ліквідація зазначених джерел втрат є першим кроком до скорочення споживання теплової енергії на опалення житлових будівель.

Опис заходу

В рамках реалізації запропонованого заходу пропонується замінити вікна в під'їздах на енергоефективні металопластикові однокамерні, встановити вхідні двері в під'їздах з утеплювачем, на дверях до тамбуру передбачити інерційні прилади автоматичного зачинення. При встановленні нових вікон доцільно здійснити роботи по закладанню частини віконних отворів.

Економічна ефективність проекту забезпечується за рахунок зниження споживання теплової енергії на опалення будівель.

Додатковий позитивний результат при впровадженні заходів буде спостерігатися у вигляді підвищення комфортності та безпеки мешканців за рахунок обмеження доступу в приміщення стороннім людям, подовження строку під'їзного освітлення, збереження чистоти в під'їзді.

Результати розрахунку економічних показників реалізації заходу приведено в таблиці нижче.

Розрахунок економії (за допомогою ENSI® EAB Software)			
Економія енергії:	Теплова енергія:	10 106	кВт·г/ рік
Вартість ЕЕ	0,201 грн/кВт·г =	2 036	грн/рік
Інвестиції:			
Розробка/Планування		3 270	грн
Управління Проектом		817,5	грн
Обладнання		26 569,1	грн
Встановлення		10 218,9	грн
Всього інвестицій		40 876	грн
Чиста економія		2 036	грн/рік
Простий строк окупності		20,1	років
Дисконтований строк окупності		99	років
Внутрішня норма рентабельності (IRR)		0	
Чиста приведена вартість (NPV)		-22 332	грн
Коефіцієнт чистої приведеної вартості (NPVQ)		-0,55	

Захід №7. Модернізація системи вентиляції

В будівлі передбачена витяжна система вентиляції з природним спонуканням. Приплив повітря забезпечується через вікна та нещільності в дверях, видалення – за рахунок різниці тисків через вентиляційні канали, що виходять через дах.

Така організація системи вентиляції будинку призводить до втрат теплової енергії порядку 20-30% від загальних, що не забезпечує достатнього рівня енергозбереження в будівлі.

Опис заходу

При заміні вікон та утепленні фасаду будівлі гостро стане питання щодо забезпечення нормованого повітрообміну в будинку. Через герметичність енергозберігаючих вікон існуюча система вентиляції працювати не буде.

Для забезпечення нормованого повітрообміну, який відповідає санітарно-гігієнічним нормам в приміщеннях (квартирах), пропонується встановити локальні пристрої вентиляції з рекуператорами теплоти.

Локальна припливно-витяжна система вентиляції, монтується в верхній частині стіни, яка граничить із зовнішнім середовищем.

Вентиляція приміщень (квартир) відбувається за рахунок того, що система відбирає повітря з приміщення та скидає його на зовні, одночасно з чим примусово нагнітає свіже повітря до приміщення. При цьому повітряні потоки розділені між собою. За рахунок проходження повітряних потоків через систему мідних теплообмінників, розташованих всередині робочого модуля, тепле витяжне повітря віддає своє тепло холодному припливному.

Таким чином здійснюється ефективний повітрообмін приміщень (квартир) та забезпечується, завдяки рекуперації, енергозберігаючий ефект – приплив свіжого повітря без порушення теплового комфорту.

Коли вентиляція працює в літній період, в рекуператорі відбувається зворотній процес – кондиціювання.

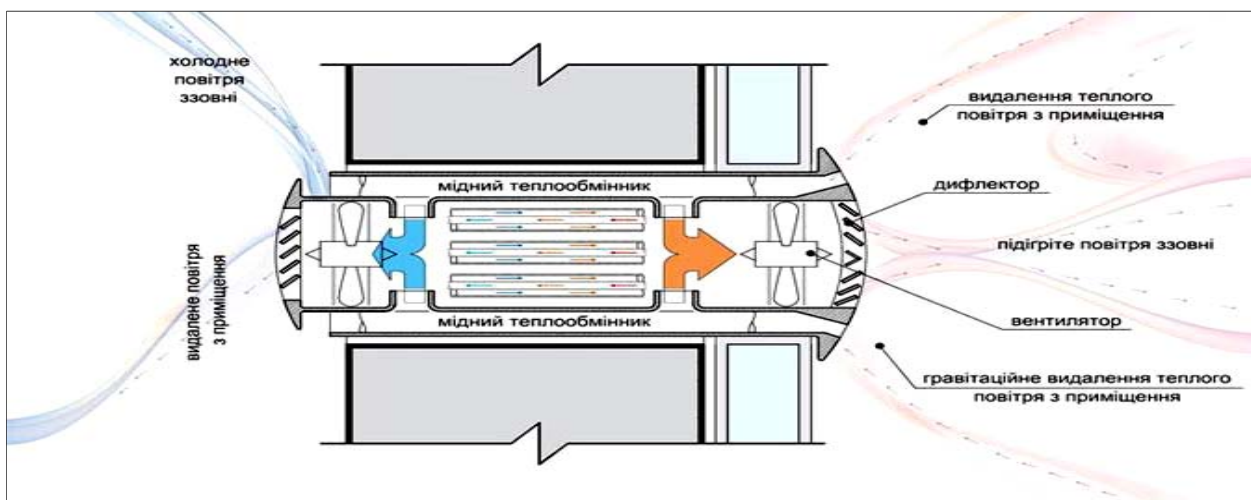
Підключення вентиляційної установки здійснюється до стаціонарної мережі зі змінним струмом, напругою 220 В та частотою 50 Гц.

Основні переваги децентралізованої системи вентиляції:

- Економія теплової енергії;
- Компактні габарити;
- Швидкість та легкість монтажу;
- Відсутність витратних матеріалів;
- Легкість та простота в управлінні та обслуговуванні;
- Можливість перевести роботу системи в безшумний нічний режим.

На **рисунку 7.1.10** наведена приклад децентралізованої системи вентиляції.

Рисунок 7.1.10. Схема децентралізованої системи вентиляції типу Прана



В **таблиці 7.1.7** наведені характеристики модельного ряду децентралізованої системи вентиляції типу Прана.

Таблиця 7.1.7. Характеристики модельного ряду децентралізованої системи вентиляції типу Прана

Найменування	Діаметр корпусу робочого модуля, мм	ККД, %	Добове споживання електроенергії, кВт·год	Об'єми повітрообміну при рекуперації, м ³ /год		
				приток	виток	ніч
Децентралізована система вентиляції «Прана-150»	150	67	0,007 – 0,032	125	115	25
Децентралізована система вентиляції «Прана-200G»	200	74	0,007 – 0,032	135	125	25
Децентралізована система вентиляції «Прана-340A»	340	54-78	0,030 – 0,110	540	520	-

Розрахунок ефективності впровадження енергозберігаючого заходу виконаний на прикладі «Прана-200G» (діаметр робочого модуля 200 мм) з розрахунку один пристрій на площу приміщення (квартири) до 60 м².

Середньодобове споживання електроенергії одним пристроєм децентралізованої системи вентиляції складатиме 0,024 кВт·год.

Остаточний вибір обладнання децентралізованої вентиляційної системи повинен відбутися на стадії робочого проектування.

Результати розрахунку економічних показників реалізації заходу приведено в таблиці нижче.

Розрахунок економії (за допомогою ENSI® EAB Software)			
Економія енергії:	Теплова енергія:	57 579	кВт·г/ рік
Вартість ЕЕ	0,201 грн/кВт·г =	12 186	грн/рік
Інвестиції:			
Розробка/Планування		36 352	грн
Управління Проектом		9 088	грн
Обладнання		295 360	грн
Встановлення		113 600	грн
Всього інвестицій		454 400	грн
ЕІО видатки на рік		2 907	грн/рік
Чиста економія		9 279	грн/рік
Простий строк окупності		49	років
Дисконтований строк окупності		99	років
Внутрішня норма рентабельності (IRR)		0	
Чиста приведена вартість (NPV)		-369 888	грн
Коефіцієнт чистої приведеної вартості (NPVQ)		-0,81	

Захід №8. Модернізація системи освітлення під'їздів

Опис існуючого стану

Система освітлення під'їзду складається зі світильників з лампами розжарювання, що мають досить високий рівень енергоспоживання, низьку світловіддачу та термін служби. Автоматичне управління системою відсутнє. Мешканці будинку вмикають освітлення в залежності від потреб. Тривалість роботи системи освітлення становить від 8 до 16 годин на добу в залежності від пори року.

Опис заходу

Світлодіодне освітлення – альтернативна технологія штучного освітлення, що заснована на використанні світлодіодів в якості джерела світла.

Заходом пропонується модернізація системи освітлення під'їздів шляхом заміни світильників з лампами розжарювання енергоефективними діодними блоками освітлення (ДБО), що виконані в антивандальному корпусі з датчиками рівня освітленості та присутності.

На **рисунку 7.1.11** наведений зовнішній вигляд світильника типу ДБО.

Рисунок 7.1.11. Зовнішній вигляд світильника типу ДБО



Економічний ефект проекту забезпечується за рахунок зниження витрат на оплату електроенергії, що споживається існуючою системою освітлення. Економія досягається за рахунок низького рівня енергоспоживання ДБО та за рахунок зниження тривалості роботи світильника.

Додатковим ефектом є покращення якості освітлення.

Переваги освітлення на основі світлодіодних ламп

Економія

При однакових параметрах світлового потоку, споживання електричної енергії світлодіодною лампою в 10 разів менше, ніж у лампи розжарювання, та більш ніж в 2 рази менше, ніж у люмінесцентної лампи.

Світильник обладнаний оптико-акустичним датчиком, що забезпечує економію за рахунок того, що світлодіодний блок вмикається тільки при присутності людини на сходових клітках, ліфтових холах тощо.

У світлий час доби датчик вимкнений. З настанням сутінків прибор починає працювати в режимі очікування. Коли людина заходить в під'їзд поступає сигнал на датчик, який вмикає освітлення та включається реле часу, що утримує блок включеним приблизно 50 секунд. Після цього блок вимикається та переходить в режим очікування. Це дозволяє автоматично включати освітлення тільки в потрібному місці та у потрібний час.

Якість світла

За допомогою світлодіодної лампи створюється потік світла найбільш приближений до сонячного, природного освітлення. В світлодіодній лампі відсутній ефект мерехтіння, що не викликає втоми очей.

Екологічна чистота

Робоче середовище сучасних енергозберігаючих ламп заповнюється парами ртуті. Світлодіоди не містять ртуті та є безпечними для зовнішнього середовища. Такі лампи безпечні та прості у використанні, зберіганні, транспортуванні та утилізації.

Термін роботи

Термін експлуатації світлодіодної лампи складає приблизно 50000 годин. Внаслідок чого час роботи світлодіодних ламп складає :

- при 6 годинах на добу = 22,8 років;
- при 12 годинах на добу = 11,4 років;
- при 24 годинах на добу = 5,7 років.

Установка світлодіодної лампи не потребує регулярної роботи по заміні не тільки самої лампи, але й пускових пристроїв.

Механічна міцність

Лампи розжарювання та люмінесцентні лампи мають в своїй конструкції елементи, чутливі до механічних коливань (удари, тряски), що призводять до втрати

працездатності лампи. Світлодіодна лампа стійка до подібних механічних втручань та не має в своїй конструкції крихкого скла.

Температурний режим

Світлодіодна лампа включається при температурі зовнішнього середовища від +40 до -25 °С. Це дозволяє використовувати лампу в приміщеннях з низькою температурою та на вулиці.

Стійкість до перепадів напруги

Напруга в сучасних електричних мережах не стабільна та складається з постійних комутаційних перешкод, що викликають перепади напруги. В порівнянні з люмінесцентною лампою світлодіодна лампа, в силу свого устрою, практично не чутлива до зміни напруги живлення.

Антивандальне виконання

Захисне скло володіє антивандальними якостями та не змінює параметрів під впливом ультрафіолету. Світильник захищений від злоумисників завдяки використанню спеціальних гвинтів. Розсіювач виконаний з потовщеного ударостійкого полікарбонату, а доступ до оптичного відсіку захищений спеціальними гвинтами.

Результати розрахунку економічних показників реалізації заходу приведено в таблиці нижче.

Розрахунок економії			
Економія енергії:	Електрична енергія:	8 978	кВт·г/ рік
Вартість ЕЕ	0,304	грн/кВт·г =	2 729
			грн/рік
Інвестиції:			
Розробка/Планування		1 497,6	грн
Управління Проектом		374,4	грн
Обладнання		12 168	грн
Встановлення		4 680	грн
Всього інвестицій		18 720	грн
Чиста економія		2 729	грн/рік
Простий строк окупності		6,9	років
Дисконтований строк окупності		9,7	років
Внутрішня норма рентабельності (IRR)		13,4	
Чиста приведена вартість (NPV)		10 191	грн
Коефіцієнт чистої приведеної вартості (NPVQ)		0,54	

7.2. Запропоновані енергоефективні заходи

Енергоефективні заходи згруповані по пакетах в залежності від капіталоємності та очікуваної економії теплової енергії. Економічні показники заходів зведені в таблицях 7.2.1 - 7.2.2.

Таблиця 7.2.1. Економічні показники енергоефективних заходів пакету 1

Житловий будинок по вул. Михайлова, буд.13 м. Запоріжжя				Опалювальна площа: 4 612 м ²			
Енергоефективні заходи		Інвестиції	Чиста річна економія		Простий строк окупності по тарифам 2012 р.	NPVQ* по тарифам 2012 р.	Простий строк окупності по тарифам 2020 р. (довідково)**
Пакет 1		тис. грн	кВт-год	тис. грн	рік		рік
1.	Часткова модернізація системи опалення	258,0	36 123	7,3	35,5	-0,74	6,8
2.	Заміна вікон та балконних блоків	693,4	106 353	21,4	32,4	-0,62	6,2
3.	Утеплення під'їздів	40,9	10 607	2,1	19,1	-0,52	3,7
4.	Модернізація системи вентиляції	454,4	53 921	9,9	46	-0,8	7,8
5.	Модернізація системи освітлення під'їздів	18,7	8 978	2,7	6,9	-0,54	2,0
Всього		1 465,5	215 982	43,5	33,7	-0,68	6,4

Таблиця 7.2.2. Економічні показники енергоефективних заходів пакету 2

Житловий будинок по вул. Михайлова, буд.13 м. Запоріжжя				Опалювальна площа: 4 612 м ²			
Енергоефективні заходи		Інвестиції	Чиста річна економія		Простий строк окупності по тарифам 2012 р.	NPVQ* по тарифам 2012 р.	Простий строк окупності по тарифам 2020 р. (довідково)**
Пакет 2		тис. грн	кВт-год	тис. грн	рік		рік
1.	Комплексна модернізація системи опалення	732,0	53 964	10,9	67,3	-0,86	13,0
2.	Модернізація фасаду	1 313,0	183 941	37,1	35,4	-0,62	6,8
3.	Модернізація дахового перекриття	224,3	35 674	7,2	31,2	-0,57	6,0
4.	Модернізація підвального перекриття	215,5	22 303	4,5	48,0	-0,72	9,2
5.	Заміна вікон та балконних блоків	693,4	101 332	20,4	34,0	-0,63	6,5
6.	Утеплення під'їздів	40,9	10 106	2,0	20,1	-0,55	3,9
7.	Модернізація системи вентиляції	454,4	57 579	9,3	49,0	-0,81	8,2
8.	Модернізація системи освітлення під'їздів	18,7	8 978	2,7	6,9	0,54	2,5
Всього		3 692,2	473 877	94,1	39,3	-0,69	7,5

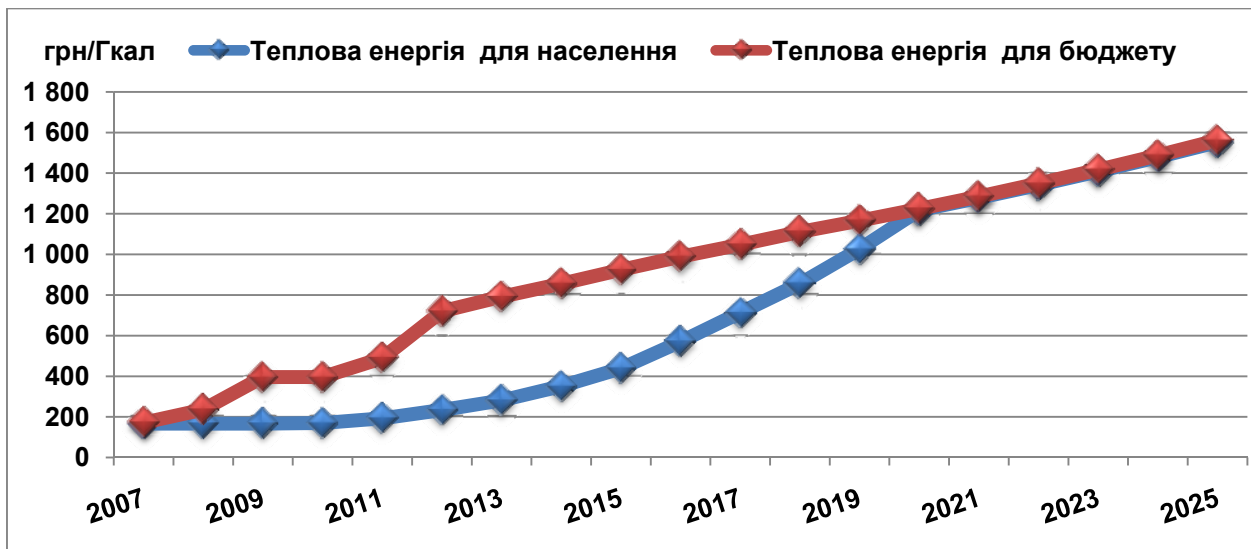
* – ставка дисконтування в розрахунках прийнята у розмірі 7%.

** – розрахунки строків окупності зроблено по базі прогнозних тарифів 2020 року з метою порівняння показників економічної ефективності по базі існуючих та майбутніх тарифів.

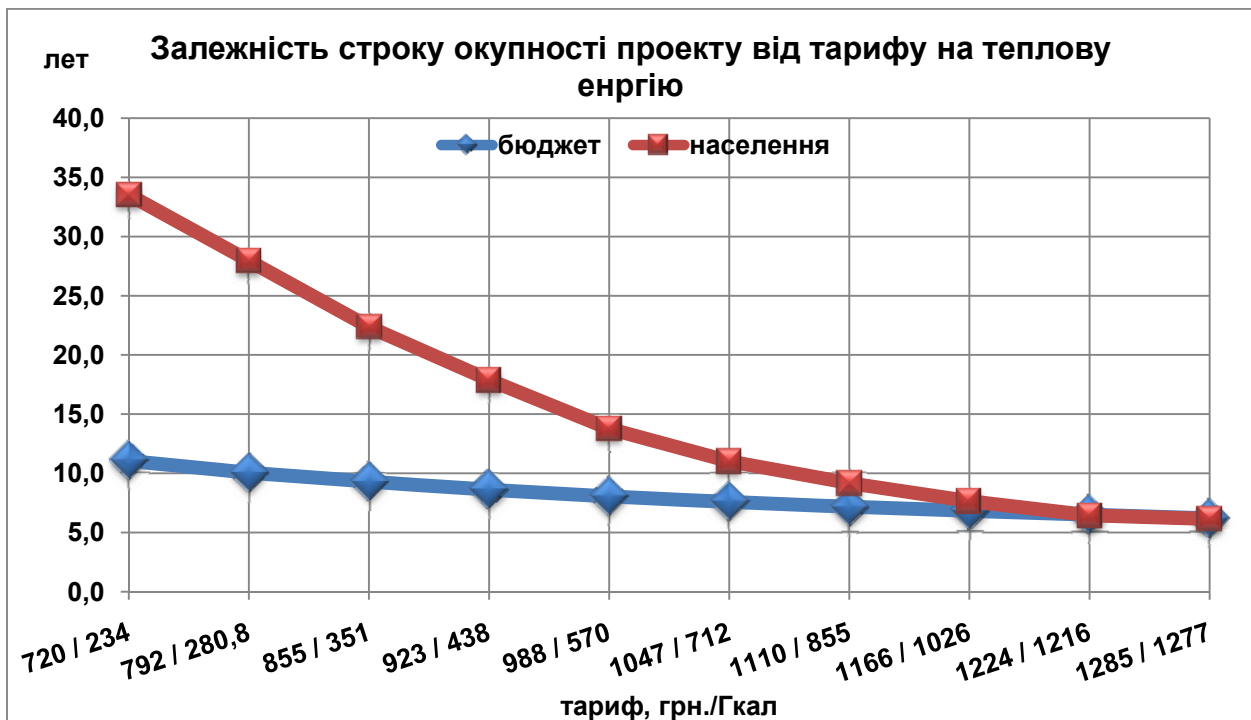
Усі базові розрахунки показників економічної ефективності проектів термомодернізації виконано по тарифам на теплову та електричну енергію 2012 року.

Нижче приведено прогноз росту тарифів на теплову енергію на період до 2025 року. Оскільки основною схемою фінансування термомодернізації бюджетних та житлових будівель буде залучення кредитних ресурсів на 15 років (2014 - 2025 рр.), то для розрахунків з урахуванням росту тарифів пропонується вибрати тариф 2020 року.

Ці розрахунки окупності проектів термомодернізації наведено довідково, для урахування зниження терміну окупності проектів внаслідок росту тарифів.



Окупність проектів термомодернізації залежить від вартості теплової енергії, На прикладі типового проекту на графіку нижче наведена залежність строку окупності від тарифу на теплову енергію.



Набір заходів, що входять до Пакету №1, потребують менших капітальних витрат, проте дозволять несуттєво знизити споживання енергії на опалення будівлі.

Пакет №2 передбачає більш глибоку модернізацію будівлі, що дозволить знизити потреби в енергоресурсах на опалення приблизно в 3 рази від базового рівня споживання та досягнути середньоєвропейських показників енергоефективності будівель.

Тому, **в якості базового, пропонується Пакет 2 енергозберігаючих заходів.**

Додатково після впровадження заходів очікуються наступні покращення:

- постійне забезпечення протягом опалювального періоду нормованих температур внутрішнього повітря у всіх приміщеннях будівлі, покращення умов теплового комфорту перебування людей;
- забезпечення регулювання необхідних параметрів внутрішнього повітря у приміщеннях з урахуванням інтенсивності сонячного випромінювання і контролю температури у приміщеннях протягом усього опалювального періоду залежно від температури зовнішнього повітря, автоматичне регулювання подачі теплоти у періоди потепління;
- зведення до мінімуму аварійних ситуацій, проривів трубопроводів та витоків теплоносія;
- значне зниження платежів за енергоресурси;
- підвищення строку експлуатації будівлі та кращого зовнішнього вигляду за рахунок архітектурного оздоблення.

В **таблиці 7.2.3** наведені показники економії енергії, що отримані згідно Пакету 2 відносно базового споживання, з розділенням на окремі потреби.

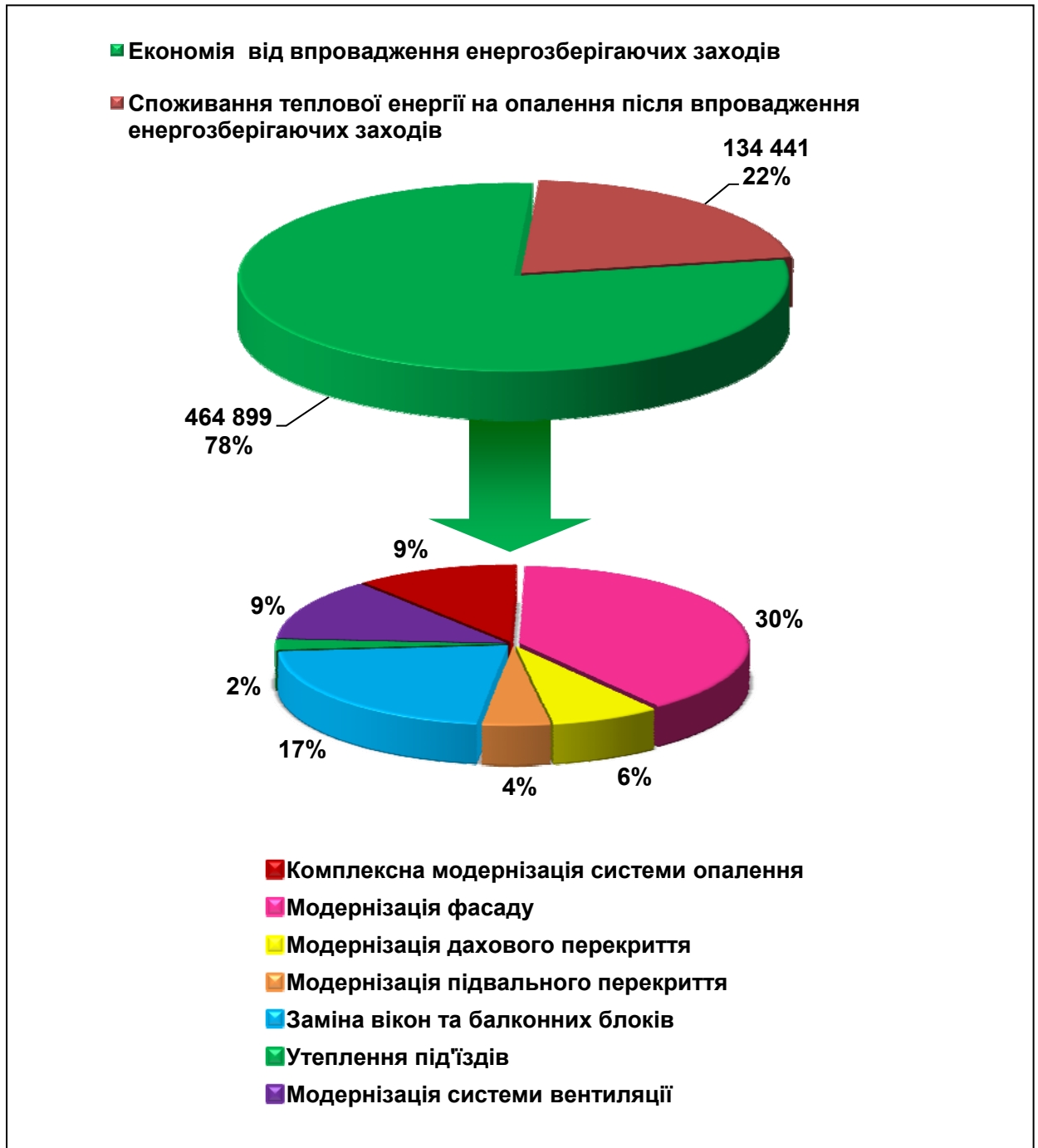
Таблиця 7.2.3. Показники економії енергії згідно Пакету 2, з розділенням на окремі потреби.

Найменування	Одиниця вимірювання	Базове споживання	Споживання після заходів	Економія
Централізоване опалення	кВт·год	599 340	134 441	464 899
Електроенергія на загальнобудинкові потреби (освітлення під'їздів)	кВт·год	9 215	237	8 978

Зниження споживання енергії на опалення внаслідок впровадження енергозберігаючих заходів доцільно виразити у відсотках від базового споживання енергії будівлею.

На **рисунку 7.2** зображено структуру економії теплової енергії на опалення після впровадження енергоефективних заходів. Споживання теплової енергії знизиться на **78 %** від базового споживання будівлею на опалення, розрахованого при дотриманні нормативних умов.

Рисунок 7.2. Баланс економії спожитої теплової енергії на опалення будівлю, кВт·год/рік



8. Енергетичний баланс

Споживання енергії «до» та «після» впровадження енергоефективних заходів підсумовані в наступному енергетичному балансі в **таблицях 8.1 – 8.2.**

Таблиця 8.1. Річне енергоспоживання «до» та «після» впровадження енергоефективних заходів

Стаття бюджету витрат енергії	До ЕЕ заходів		Після ЕЕ заходів	
	Фактичне енергоспоживання	Базове енергоспоживання	Пакет № 1	Пакет № 2
	тис.кВт·год/рік			
Опалення	597,9	599,3	382,8	131,5
ГВП				
Освітлення під'їздів		9,2	0,2	0,2
Інше електрообладнання				
Всього	597,9	608,6	383,0	131,8

Таблиця 8.2. Питоме енергоспоживання «до» та «після» впровадження енергоефективних заходів

Стаття бюджету витрат енергії	До ЕЕ заходів		Після ЕЕ заходів	
	Фактичне енергоспоживання	Базове енергоспоживання	Пакет № 1	Пакет № 2
	кВт·год/м²рік			
Опалення	129,6	129,9	83,0	28,5
ГВП				
Освітлення під'їздів	2,0	2,0	0,1	0,1
Інше електрообладнання				
Всього	131,6	131,9	83,0	46,8

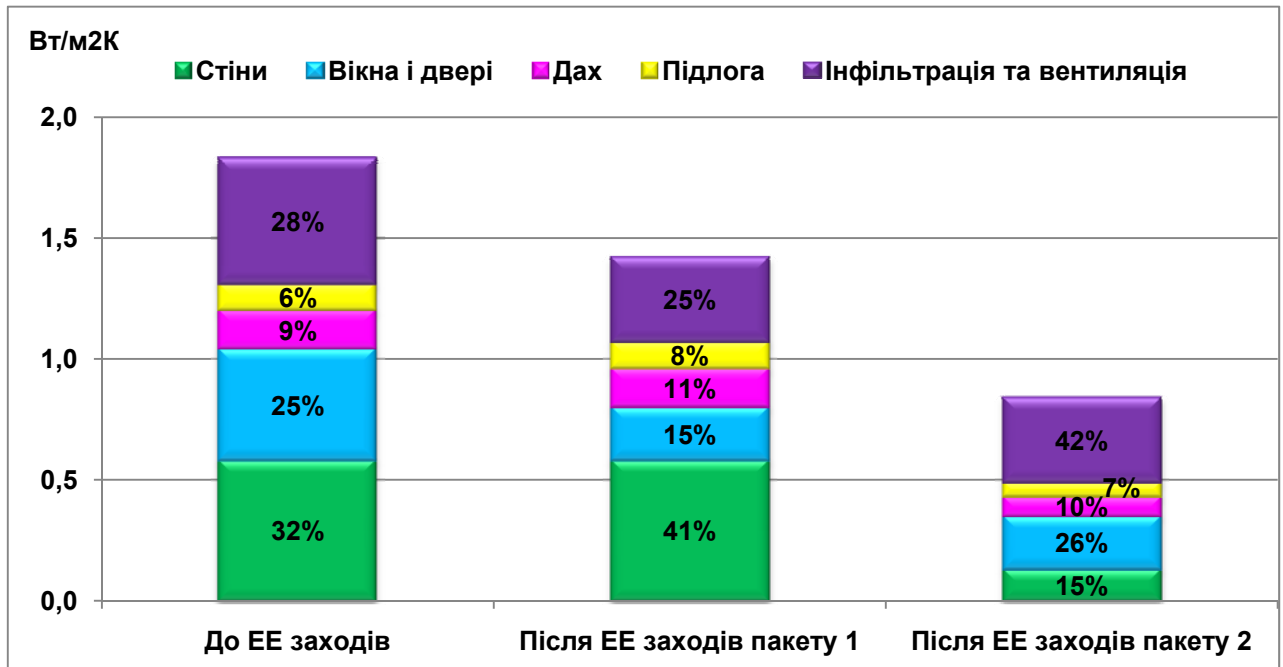
На **рисунку 8.1** приведено структури споживання енергії «до» та «після» впровадження пакетів енергоефективних заходів. Пакет 1 енергоефективних заходів дозволяє знизити споживання від базового рівня на **37%**, а Пакет 2 на **78 %**.

Рисунок 8.1. Структура споживання енергії



На **рисунку 8.2** приведено баланс витрат на опалення будівлі «до» та «після» проведення енергоефективних заходів. Основна доля тепловитрат будівлі «до» проведення енергоефективних заходів, складає 32 % через стіни та 28 % на підігрів вентиляційного повітря і на інфільтраційні тепловтрати.

Рисунок 8.2. Структура втрат теплової енергії на опалення будівлі «до» та «після» проведення енергоефективних заходів по огорожувальним конструкціям будівлі



9. Екологічні вигоди

Впровадження енергоефективних заходів в житловій будівлі по вул. Михайлова, 13 призведе до зниження споживання теплової та електричної енергії. Зниження споживання енергоресурсів у споживачів сприяє непрямому (опосередкованому) зменшенню викидів парникових газів в місцевій системі тепlopостачання.

Результати від впровадження ЕЕ заходів

Обраний пакет	Економія теплової енергії, кВт·год/рік	Економія електричної енергії, кВт·год/рік	Разом економія, кВт·год/рік
Пакет №2	464 899	8 978	473 877

Непряме зменшення викидів CO₂ шляхом економії тепла у споживачів розраховується за наступними формулами:

Зменшена подача енергії =

$$\frac{1 \text{ кВт} \cdot \text{год} \text{ зекономленого тепла}}{\dots}$$

(1 – показник витрат в мережі) * показник ефективності генерації

Зменшення викидів = Зменшена подача енергії палива * коефіцієнт викидів

Вихідні дані для розрахунків обсягів зменшення викидів наведені в таблиці 9.1.

Таблиця 9.1. Вихідні дані для розрахунку

№	Найменування	Одиниці виміру	Значення
1	Середній показник ефективності генерації теплової енергії по підприємству		0,9
2	Середні втрати в теплових мережах по підприємству	%	12
3	Вид палива, що використовується для виробництва теплової енергії		Природний газ
4	Коефіцієнт викидів CO ₂ при спалюванні природного газу*	тонн/МВт·год	0,202
5	Коефіцієнт викидів CO ₂ при виробництві електричної енергії на національному рівні**	тонн/МВт·год _e	0,896

* – стандартні коефіцієнти викидів при спаленні викопного палива наведені в Посібниках Міжурядової групи експертів зі зміни клімату (МГЕЗК, 2006 рік).

** – коефіцієнт викидів CO₂ для ОЕС України наведений у звіті «Standardized emission factors for the Ukrainian electricity grid» (Version 5, 02 February 2007) developed by Global Carbon B.V.

Результати розрахунків наведені в таблицях 9.2 - 9.3. Розрахункові показники економії енергії та пов'язаного з цим зменшення обсягу викидів CO₂ емісії від впровадження енергоефективних заходів наведені в таблиці 9.4.

Таблиця 9.2. Зменшення викидів CO₂ за рахунок економії теплової енергії

№	Найменування	Одиниці виміру	Значення
1	Економія теплової енергії	кВт·год/рік	464 899
2	Зменшена подача енергії палива	кВт·год/рік	586 994
3	Коефіцієнт викидів CO ₂ при спалюванні природного газу	тонн/МВт·год	0,202
4	Зменшення викидів CO₂	тонн/рік	118,6

Таблиця 9.3. Зменшення викидів CO₂ за рахунок економії електричної енергії

№	Найменування	Одиниці виміру	Значення
1	Економія електричної енергії	кВт·год/рік	8 978
2	Коефіцієнт викидів CO ₂ при виробництві електричної енергії на національному рівні	тонн/МВт·год _e	0,896
3	Зменшення викидів CO₂	тонн/рік	8,0

Таблиця 9.4. Розрахункові показники зменшення обсягу викидів CO₂

Зменшення викидів CO₂ від впровадження ЕЕ заходів

Обраний пакет	Зменшення викидів (економія теплової енергії), тонн/рік	Зменшення викидів (економія електричної енергії), тонн/рік	Разом, тонн/рік
Пакет №2	118,6	8,0	126,6

10. Впровадження та організація

Реалізація проекту повинна здійснюватися в 4 етапи:

- розробка робочого проекту модернізації існуючої будівлі;
- придбання встаткування і матеріалів;
- монтажні роботи;
- налагодження встаткування та введення в експлуатацію.

На **першому етапі** здійснюється виконання проектних робіт з модернізації існуючої будівлі починаючи з розробки ТЕО та технічного завдання на проектування. Виконується вибір постачальників матеріалів, надходять комерційні пропозиції виробників, формуються замовлені специфікації, складається кошторисна документація.

На **другому етапі** здійснюється придбання енергозберігаючих вікон, радіаторів допоміжного устаткування; матеріалів для утеплення фасаду, підвального перекриття та горища; вибір генпідрядника на виконання робіт.

На **третьому етапі** здійснюється модернізація існуючої будівлі, демонтаж старих вікон, радіаторів, заміна обладнання абонентського введення будівлі, монтаж енергозберігаючих вікон та монтаж радіаторних систем. Виконуються роботи по утепленню фасаду, підвального перекриття та горища, зовнішнє оздоблення захисним матеріалом.

На **четвертому етапі** виконуються налагоджувальні роботи випробування нових радіаторів на міцність, проводиться тепловізійна зйомка об'єкту в опалювальний період, здача об'єкту в експлуатацію.

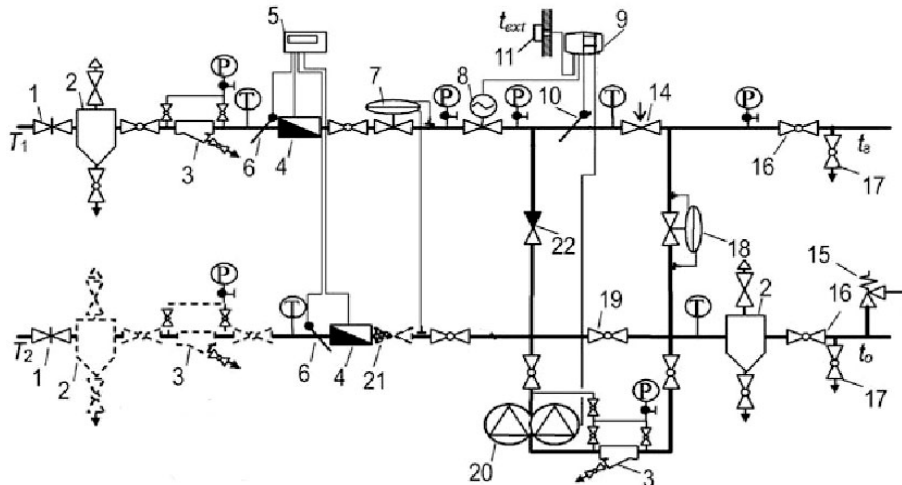
Інвестиційний план, що включає склад і зміст основних етапів робіт, вартість капвкладень, наведено в **таблиці 10.1**.

Таблиця 10.1. Інвестиційний план

№ етапу	Найменування робіт	Строк (міс.)	Вартість (грн.)	Виконавець
1	Проектні роботи			
	Розробка проектної документації	3	369 218	Підрядник
	<i>У тому числі:</i>			
	облаштування "вентильованого фасаду"			
	облаштування даху			
	модернізація системи опалення			
	утеплення даху			
	утеплення підвального перекриття			
2	Поставка матеріалів та устаткування			
	Поставка матеріалів	2	2 584 528	Підрядник
	<i>У тому числі:</i>			
	поставка біметалічних радіаторів			
	поставка енергозберігаючих вікон			
	поставка матеріалів для утеплення даху			
	поставка матеріалів для утеплення фасаду			
	поставка матеріалів для утеплення підвального перекриття			
3	Монтажні роботи			
	Монтажні роботи	6	553 827	Підрядник
	<i>У тому числі:</i>			
	демонтаж існуючих вікон			
	демонтаж існуючих радіаторів			
	встановлення енергозберігаючих вікон			
	встановлення біметалічних радіаторів			
	підготовчі роботи перед утепленням даху			
	підготовчі роботи перед утепленням фасаду			
	підготовчі роботи перед утепленням підвального перекриття			
	укладання шару утеплювача			
	зовнішнє оздоблення захисним матеріалом			
4	Пуско-налагоджувальні роботи			
	Пуско-налагоджувальні роботи	1	184 609	Підрядник
	<i>У тому числі:</i>			
	випробовування нових радіаторів на міцність			
	тепловізійна зйомка будівлі в опалювальний період			
	здача об'єкту в експлуатацію			
	Усього	12	3 692 182	Підрядник

Додаток А.

Схема теплового пункту із залежним підключенням абонента*



1 - клапан, що відключає, 2 - грязьовик, 3 - фільтр, 4 - витратомір, 5 – тепловий лічильник, 6 - датчик температури теплоносія, 7 - регулятор перепаду тиску, 8 - клапан регулятора теплового потоку, 9 - електронний регулятор, 10 - датчик температури, 11 - датчик зовнішнього повітря, 14 - регулюючий вентиль системи опалення, 15 - запобіжний клапан, 16 – відключаюча арматура, системи опалення, 17 - спускні (дренажні) крани, 18 - пропускний клапан, 20 - насосна група, 21, 22 - зворотний клапан.

* - джерело Пырков В.В. *Современные тепловые пункты. Автоматика и регулирование.* – К.: II «Такі справи», 2008. – 252 с. (с. 35 – 52, 81 - 90).

Регулятор перепаду тиску (7) захищає тепломережу від гідравлічного розрегулювання. Захищає систему опалення від коливання тиску в тепломережі. Підтримує постійний перепад тиску й постійний зовнішній авторитет на клапані регулятора теплового потоку (8), створюючи найкращі умови регулювання. Обмежує разом з (8) максимальні витрати теплоносія в абонента. Забезпечує механічну працездатність електропривода клапана (8), тому що підтримує постійний перепад тиску на затворі клапана (8), дорівнює розрахунковим умовам.

Місце установки витратоміра (4) залежить від вимог виробника й вимог організації, що забезпечує тепло. Так, наприклад, ультразвуковий витратомір нечутливий до забруднень теплоносія й по вказівках виробника може бути встановлений як на подавальному, так і на зворотному трубопроводі. На вимогу організацій, що забезпечують тепло найчастіше необхідно встановлювати витратомір на подавальному й на зворотному трубопроводах одночасно.

Клапан регулятора теплового потоку (8) змінює подачу теплоносія з тепломережі для підмішування з охолодженим теплоносієм зі зворотного трубопроводу, забезпечуючи необхідну температуру теплоносія на вході в систему опалення. Клапан регулюється електроприводом (актуатор), що управляється електронним регулятором ECL. Привод вибирають повільний – з часом переміщення штока, наприклад, 14 с/мм. Це викликано тим, що система опалення є інерційним об'єктом регулювання й не вимагає миттєвої зміни параметрів теплоносія, крім того, при цьому не утворюються гідравлічні удари.

Пропускний клапан (18) забезпечує циркуляцію теплоносія по малому циркуляційному контуру (через себе) при закритих терморегуляторах двотрубною системою опалення зі змінним гідравлічним режимом. У цей момент клапан регулятора

теплого потоку з закривається, тому що температура в малому циркуляційному контурі буде постійна й дорівнює необхідному значенню. Крім того, даний клапан стабілізує тиск теплоносія, частково поліпшуючи роботу терморегуляторів (тільки при їхньому закритті). Застосовують при використанні автоматично нерегульованих насосів, нездатних працювати при нульовій витраті. В однотрубних та двотрубних системах опалення з постійним гідравлічним режимом не встановлюють.

Опис установки ІТП

Теплоносій з теплової мережі по подавальному трубопроводу поступає до теплового вузла з робочими параметрами, які забезпечує джерело тепла. Для можливості візуального контролю параметрів мережевого теплоносія на вводі встановлюються показуючі манометри і термометри. Витрата теплоносія в мережі і кількість спожитої теплової енергії вимірюється і реєструється існуючим лічильником теплової енергії.

Система управління забезпечує здійснення опалення будівлі в двох режимах – робочому і економному.

В робочому режимі теплоносій з теплової мережі поступає в систему опалення після перетворення його температури відповідно до поточних погодних умов таким чином, щоб підтримувався режим опалення згідно температурного графіку 95/70 °С. Пониження температури мережевого теплоносія відбувається за рахунок підмішування до подавального трубопроводу зворотної води через змішувальну перемичку. Контролер порівнює фактичні температури зовнішнього повітря і теплоносія, що надходить до системи опалення, за заданими кривою опалення значеннями і через прохідний регулюючий клапан з електроприводом регулює кількість води, яка поступає з зовнішньої теплової мережі до вузла змішування.

Для подолання гідравлічного опору обладнання ІТП по стороні системи опалення і опору системи опалення та здійснення процесу підмішування зворотної води використано циркуляційний малошумний насос мокрого ходу.

Проектна витрата теплоносія в системі опалення встановлюється за допомогою ручного дроселюючого клапана в процесі налагодження ІТП.

В економному режимі опалення здійснюється по пониженому температурному графіку. Рівень пониження температурного графіка може бути змінений обслуговуючим персоналом під час експлуатації системи. Економний режим реалізується автоматично з використанням добового і тижневого таймера, а також переходом вручну на чергове опалення на тривалі періоди часу і, відповідно, поверненням вручну до робочого (автоматичного) режиму опалення.

Для можливості проведення гідравлічної наладки ІТП використовуються дросельно/запірні клапани з дисковим затвором, шкалою положень диска і фіксуємим пристроєм, а в точках, де проходить зміна параметрів теплоносія, встановлюються показуючі манометри і термометри. Для контролю стану забруднення гідравлічної арматури в характерних точках трубопроводу передбачено монтаж триходових кранів для манометрів.

Захист обладнання ІТП і системи опалення від забруднення забезпечується

використанням сітчастого водяного фільтра на подавальному трубопроводі перед витратоміром вузла обліку і на зворотному трубопроводі перед циркуляційним насосом по ходу води.

Освітлення, вентиляція і каналізаційні стоки ІТП прийняті в існуючому виконанні.

Тепловий вузол після монтажу обладнання і частин трубопроводу підлягає гідравлічному випробуванню пробним тиском 1,5 МПа протягом 1 год та промивці водою.

Після проведення випробувань під тиском поверхні труб та підпор повинні бути покриті щонайменше в два шари стійкою до корозії фарбою і, після цього, теплоізоляцією з мінеральної вати або підпресованого поліуретану. Теплопровідність ізоляційного матеріалу не повинна перевищувати 0,034 Вт/м² °С. Мінімальна товщина ізоляції 50 мм. Під час проведення робіт ізоляційні матеріали і поверхня труб повинні бути сухими.

Монтаж, налагодження і пуск теплового вузла в експлуатацію повинні здійснюватися кваліфікованим персоналом і під контролем тепlopостачальної організації.

Додаток Б.
Системи фасадні теплоізоляційно-оздоблювальні
СФТО «Сканрок»

СФТО «Сканрок» є багатошаровою вентилярованою конструкцією з утеплювачем із мінераловатних плит, металевим підконструкційним кріпильним каркасом та індустріальними личкувальними елементами, виготовленими із дрібнозернистого високомарочного кольорового бетону. Ця система використовується в облицюванні зовнішніх огорожувальних конструкцій і декоративному опорядженні будинків та споруд різного призначення заввишки до 25 поверхів з метою економії енергоресурсів.

Утеплювач являється невід'ємною частиною СФТО. Найбільш поширеними видами теплоізоляційних матеріалів використовуваних в СФТО являються утеплювачі на основі базальтових та скляних волокон.

Структура волокон в виробках буває повздовжньої, вертикальної та змішаної орієнтації. Густина виробів із скловолокна знаходиться у межах від 9 до 140 кг/м³, а виробів із мінеральних волокон – від 20 до 240 кг/м³. Теплопровідність матеріалів залежить від густини і дорівнює 0,032 – 0,042 Вт/м² а паропроникнення – близько 0,25 – 0,50 мг/(м.ч.Па).

Найголовнішою властивістю волокнистих утеплювачів являється негорючість. При температурі до +250⁰С вироби зберігають свою міцність. Головним недоліком волокнистих утеплювачів – це втрачання теплоізоляційних властивостей у випадку збільшення вологості в його товщині. В СФТО, для рішення цієї проблеми передбачається наявність вентиляційного каналу (в СФТО «Сканрок» товщина вентиляційного каналу, згідно з ТУ дорівнює не менше 40 мм).

В СФТО «Сканрок» наявність вентиляційного каналу (прошарку) забезпечує оптимальний тепловий режим фасаду. Відомо, що накопичення вологи в товщі конструкції – головна причина погіршення теплоізоляційних характеристик і руйнування конструкції у процесі експлуатації. Адже при нормальній вологості приміщення волога, за рахунок термовологодифузії завжди потрапляє в товщу конструкції. В цьому випадку (в вентфасадах) вона проходить через всю конструкцію і виноситься через вентиляційний канал (прошарок).

З метою захисту утеплювача від інфільтрації використовується вітробар'єр мембранного типу.

Високі теплотехнічні показники СКАНРОК дозволяють економити до 40% енергоресурсів на кондиціонування та опалення, а також підтримувати комфортний мікроклімат в приміщеннях цілий рік.

Утеплення будівлі захищає від стіни від осадків, температурних перепадів, ультрафіолетових промінів та механічних навантажень, що сприятливо позначається на довговічності стін та значно подовжує термін експлуатації будівлі.

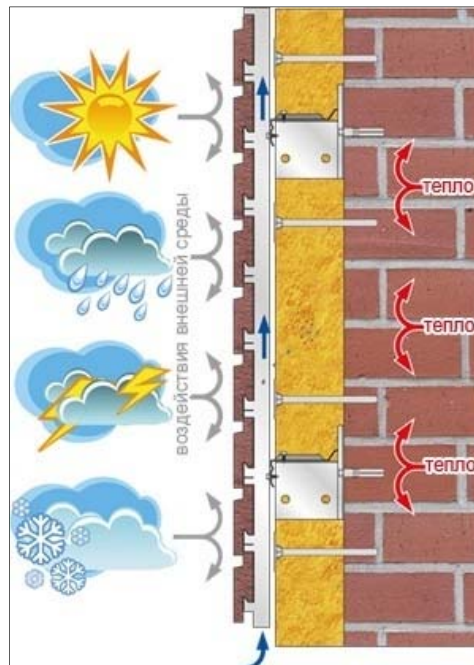
Морозостійкість фасадного каменя складає у більш ніж 150 циклів в комплексі з високою якістю дозволяють експлуатувати систему в різних кліматичних умовах.

Конструкція системи компенсує процеси природної усадки будівлі та сейсмічні навантаження без руйнування фасаду.

Основні переваги системи «керамічний вентиляований фасад»

- широка можливість кольорових комбінацій;
- високі тепло- та звукоізолюючі характеристики системи;
- завдяки шару утеплення, «точка роси» виноситься за межі несучої стіни будівлі;
- значна економія затрат на опалення будівлі;
- довговічність : строк безремонтної експлуатації системи – до 50 років;
- стійкість фасадної системи до атмосферних впливів;
- швидкий монтаж фасадної системи в будь-який період року.

Рисунок. Фасадна система «СКАНРОК»



СФТО «Marmoros»

Система навісних вентиляованих фасадів Marmoros (Роктаун) — це конструкція, котра складається з несучого каркасу, теплоізоляційного матеріалу та захисного екрану з малоформатних бетонних плиток з мармуровою крихтою.

Матеріал: мармурова крихта, цемент зв'язуючий, фарбуючі пігменти, гідрофобізація. Розміри: 600x105x25.

Теплоізоляційний матеріал — утеплювач типу «Isover KL-34». Матеріал: скловолокно. Розміри: висота 610 мм, товщина 50, 100, 150 мм.

Вітрозахисна мембрана — плівка типу «Тувек». Матеріал: високотехнологічний вітровологозахисний паропроникливий мембранний матеріал. Розміри: рулонний матеріал шириною 1500-3000 мм, довжиною до 100 м, товщиною 0,15-0,25 мм.

Призначення: захист від вологи, повітряних потоків, перепаду температур и УФ випромінювання. Створення умов вільного виходу водяних парів з теплоізоляційного матеріалу.

Система МАРМОРОК захищає зовнішні стіни від зовнішнього впливу (сніг, дощ, туман і т.д.). Стіни не насичуються природною вологою. Побутова волога не затримується в стінах, а під впливом тепла потрапляє до більш паропроникного утеплювача, звідки виводиться активним повітряним каналом. Система дозволяє виключити негативний вплив «мостів холоду». Зменшення впливу вуличного досягається до 50%.

При реконструкції фасаду не потребується виселення жителів. Заміна пошкодженого каменя виконується за короткий час, фасадний камінь має декілька фактур поверхні та широку кольорову гамму.

Рисунок. Схема елементів системи «Marmoroc»



Основні переваги фасадної системи «Marmoroc»

- подовження терміну експлуатації будівлі;
- енергозбереження;
- ефективна вентиляція;
- зниження рівню шуму;
- 100% захист від проникнення вологи;
- комфортний мікроклімат цілорічно.

Додаток В
Енергетичний паспорт будинку

Таблиця 1. Загальна інформація

Дата заповнення (рік, місяць, число)	2013.01.30
Адреса будинку	м. Запоріжжя, вул. Михайлова, 13
Розробник проекту	ТОВ "ЕСКО "Екологічні системи"
Адреса і телефон розробника	м. Запоріжжя, пр. Маяковського, 11 тел.: (061) 224-68-12 факс.: (061) 224-66-85
Шифр проекту будинку	
Рік будівництва	1966

Таблиця 2. Розрахункові параметри

Найменування розрахункових параметрів	Позначення	Одиниці вимірювання	Величина
1 Розрахункова температура внутрішнього повітря	t_B	°C	20
2 Розрахункова температура зовнішнього повітря	t_3	°C	-21
3 Розрахункова температура теплого горища	t_{Br}	°C	-
4 Розрахункова температура техпідпілля	$t_{ц}$	°C	5
5 Тривалість опалювального періоду	$z_{оп}$	доба	166
6 Середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період	$t_{оп з}$	°C	1,4
7 Розрахункова кількість градусо-днів опалювального періоду	D_d	°C·днів	3 250
Функціональне призначення, тип і конструктивне рішення будинку			
8 Призначення	Житловий будинок		
9 Розміщення в забудові	Оремо розташований		
10 Типовий проект, індивідуальний	Типовий проект, 5-поверховий житловий будинок на 120 квартир		
11 Конструктивне рішення	Будинок з крупнопанельними стінами		

Таблиця 3. Геометричні, теплотехнічні та енергетичні показники

Показник	Позначення і розмірність показника	Нормативне значення показника	Розрахункове (проектне) значення показника	Фактичне значення показника
1	2	3	4	5
Геометричні показники				
12	Загальна площа зовнішніх огорожувальних конструкцій будинку	$F_{\Sigma}, \text{м}^2$	--	4 793,3
	В тому числі:			
	- стін	$F_{нп}, \text{м}^2$	--	2 053,0
	- вікон і балконних дверей	$F_{сп}, \text{м}^2$	--	750,0

Показник	Позначення і розмірність показника	Нормативне значення показника	Розрахункове (проектне) значення показника	Фактичне значення показника
1	2	3	4	5
- вітражів	$F_{сп}, м^2$	--	-	
- ліхтарів	$F_{сп}, м^2$	--	-	
- входних дверей	$F_{д}, м^2$		17,1	
- покриття (суміщених)	$F_{пк}, м^2$	--	986,6	
- горищних перекриттів (холодного горища)	$F_{пк хг}, м^2$	--	-	
- перекриттів теплих горищ	$F_{пк тг}, м^2$	--	-	
- перекриттів над техпідпіллями	$F_{ц1}, м^2$	--	-	
- перекриттів над неопалюваними підвалами і підпіллями	$F_{ц2}, м^2$	--	986,6	
- перекриттів над проїздами і під еркерами	$F_{ц3}, м^2$	--	-	
- підлоги по ґрунту	$F_{ц}, м^2$	--	-	
13 Площа опалюваних приміщень	$F_h, м^2$	--	4 612,1	
14 Корисна площа (для громадських будинків)	$F_l, м^2$	--	-	
15 Площа житлових приміщень і кухонь	$F_l, м^2$	--	2 750,7	
16 Розрахункова площа (для громадських будинків)	$F_l, м^2$	--	-	
17 Опалюваний об'єм	$V_h, м^3$	--	12 775,6	
18 Коефіцієнт скління фасадів будинку	$m_{ск}$	--	0,27	
19 Показник компактності будинку	$k_{к буд}$	--	0,38	

Теплотехнічні та енергетичні показники

Теплотехнічні показники

20	Приведений опір теплопередачі зовнішніх огорожень	$R_{\Sigma пр}, м^2 \cdot К/Вт$		
	- стін без теплоізоляції, що контактують з зовнішнім повітрям	$R_{\Sigma пр ст}$	2,5	0,74
	- стін з теплоізоляцією, що контактують з зовнішнім повітрям	$R_{\Sigma пр ст}$	2,5	1,77
	- стін за зашкеленими балконами та лоджіями	$R_{\Sigma пр ст}$	2,5	0,93
	- вікна дерев'яні спарені	$R_{\Sigma пр в}$	0,5	0,34
	- вікна дерев'яні роздільні	$R_{\Sigma пр в}$	-	-
	- вікна металопластикові	$R_{\Sigma пр в}$	0,5	0,36
	- балконні блоки дерев'яні	$R_{\Sigma пр б}$	0,5	0,34
	- балконні блоки металопластикові	$R_{\Sigma пр б}$	0,5	0,38
	- склоблоки	$R_{\Sigma пр сб}$	-	-

Показник		Позначення і розмірність показника	Нормативне значення показника	Розрахункове (проектне) значення показника	Фактичне значення показника
1		2	3	4	5
	- вітражів	$R_{\Sigma \text{ пр вт}}$	-	-	
	- ліхтарів	$R_{\Sigma \text{ пр л}}$	-	-	
	- вхідних дверей дерев'яних	$R_{\Sigma \text{ пр вд}}$	0,41	0,38	
	- вхідних дверей металевих	$R_{\Sigma \text{ пр вд}}$	0,41	0,16	
	- вхідних дверей металопластикових	$R_{\Sigma \text{ пр вд}}$	-	-	
	- вхідних воріт	$R_{\Sigma \text{ пр вор}}$	-	-	
	- покриттів (суміщених)	$R_{\Sigma \text{ пр п}}$	3,0	1,3	
	- горизонтальних перекриттів (холодних горизонтальних)	$R_{\Sigma \text{ пр г}}$	-	-	
	- перекриттів теплих горизонтальних (включаючи покриття)	$R_{\Sigma \text{ пр пг}}$	-	-	
	- перекриттів над техпідпіллями	$R_{\Sigma \text{ пр пт}}$	-	-	
	- перекриттів над неопалюваними підвалами або підпіллями	$R_{\Sigma \text{ пр пн}}$	2,6	1,91	
	- перекриттів над проїздами й під еркерами	$R_{\Sigma \text{ пр пп}}$	-	-	
	- підлоги по ґрунту	$R_{\Sigma \text{ пр пд}}$	-	-	
Енергетичні показники					
21	Розрахункові питомі тепловитрати	$q_{\text{буд}}$, кВт·год/м ² [кВт·год/м ³]		129,95 [46,91]	
22	Максимально допустиме значення питомих тепловитрат на опалення будинку	E_{max} , кВт·год/м ² [кВт·год/м ³]		77 [28]	
23	Клас енергетичної ефективності			E	
24	Термін ефективної експлуатації теплоізоляційної оболонки та її елементів	років		25	
25	Відповідність проекту будинку нормативним вимогам			Ні	
26	Необхідність доопрацювання проекту будинку			Так	

Таблиця 4. Класифікація будинків за енергетичною ефективністю

Класи енергетичної ефективності будинку	Різниця в % розрахункового або фактичного значення питомих тепловитрат, $q_{\text{буд}}$, від максимально допустимого значення, E_{max} , $[(q_{\text{буд}} - E_{\text{max}}) / E_{\text{max}}] \cdot 100\%$
A	мінус 50 та менше
B	від мінус 49 до мінус 10
C	від мінус 9 до плюс 5
D	від плюс 6 до плюс 25
E	від плюс 26 до плюс 75
F	плюс 76 та більше

Таблиця 5. Висновки за результатами оцінки енергетичних параметрів будинку

Вказівки щодо підвищення енергетичної ефективності будинку	
Рекомендовано:	
Комплексна модернізація системи опалення. Здійснити перехід на двотрубну систему опалення, встановлення автоматичного регулятора теплового потоку, балансування системи опалення, встановлення біметалічних радіаторів, термостатичних регуляторів та лічильників-розподільовачів на опалювальних приладах, встановлення теплоізоляційних рефлекторів за опалювальними приладами.	
Модернізація фасаду. В якості системи фасадного утеплення можуть бути використані система фасадного утеплення з вентиляваним повітряним прошарком та індустріальним лічуванням. Необхідна товщина теплоізолюючого шару повинна бути не менше ніж 100 мм.	
Модернізація дахового перекриття. В якості системи утеплення дахового перекриття може бути використана пошарова система утеплення з використанням теплоізолюючого шару (наприклад: плити з базальтової мінераловати, товщиною не менше 100 мм) та прокладанням пароізоляційного шару.	
Модернізація підвального перекриття. В якості системи утеплення підвального перекриття може бути використана пошарова система утеплення з використанням теплоізолюючого шару (наприклад: плити з базальтової мінераловати, товщиною не менше 70 мм) та прокладанням пароізоляційного шару.	
Заміна вікон та балконних блоків. Здійснити заміну існуючих віконних та балконних блоків на енергозберігаючі склопакети	
Утеплення під'їздів. Здійснити заміну вікон під'їздів на енергозберігаючі, встановлення вхідних утеплених дверей, відновлення тамбурів.	
Модернізація системи вентиляції. Здійснити встановлення локальних пристроїв вентиляції з рекуператорами теплоти.	
Модернізація системи освітлення під'їздів. Здійснити заміну світильників з лампами розжарювання на енергозберігаючі з датчиками освітленості та присутності	

Паспорт заповнений:	
Організація	ТОВ "ЕСКО "Екологічні системи"
Адреса и телефон	м. Запоріжжя, пр. Маяковського, 11 тел.: (061) 224-68-12 факс.: (061) 224-66-86
Відповідальний виконавець	Афанасьєв А.С

Додаток Г. Звіт з тепловізійного обстеження

В додатку приведені результати обстеження теплотехнічного стану огорожувальних конструкцій житлової будівлі по вул. Михайлова, 13.

Обстеження проведено з метою якісного аналізу фактичного стану огорожувальних конструкцій будівлі.

В результаті тепловізійного обстеження та його аналізу виявляються ділянки з понаднормативними втратами теплової енергії: ділянки порушення теплової ізоляції, інфільтрації зовнішнього повітря, а також приховані дефекти будівельних конструкцій за допомогою інфрачервоної термографії.

Термографія дає інформацію про теплозахисні властивості огорожувальних конструкцій та разом з опорними розрахунками дозволяє оцінити енергетичну ефективність будівель та споруд.

Аналіз тепловізійного обстеження дозволить якісно порівняти теплотехнічний стан будівлі до та після проведення робіт по термомодернізації.

Умови обстеження та технічні характеристики тепловізора

Об'єктом обстеження виступають елементи зовнішніх стін (стики, віконні відкоси, тощо). Схема проведення обстеження наведена на **рисунку 1**.

Обстеження проводились при мінусових температурах зовнішнього повітря, при відсутності прямого сонячного випромінювання, атмосферних опадів, туману та інших погодних явищ. Умови проведення обстеження наведені в **таблиці 1**.

Тепловізійне обстеження поверхні стіни проводились в перпендикулярному напрямку до стіни, або при відхиленні по горизонталі та вертикалі, що не перевищує 30°. Виміри проводились з фіксованої дистанції. При переміщенні оператора вздовж об'єкта в цілях коректності подальших розрахунків фіксована дистанція максимально зберігалась.

Обстеження проводилось послідовно по наміченим ділянкам з покадровим записом термограм в комп'ютер та одночасним виміром та фіксацією температур реперних ділянок.

Технічні характеристики тепловізора наведені в **таблиці 2**.

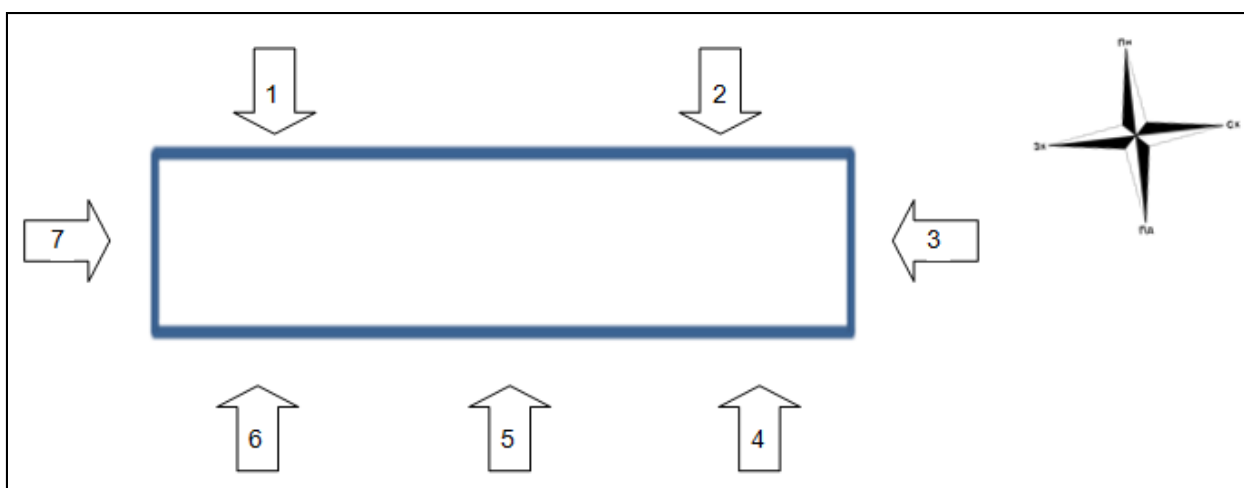
Таблиця 1. Умови під час обстеження

Дата і час обстеження	20.12.2012, 10:50
Зовнішня температура	-7 °C
Внутрішня температура	+20 °C
Вологість	85%
Вітер	7 м/с

Таблиця 2. Технічні характеристики тепловізора

Найменування обладнання	FLUKE Ti10
Матриця	160x120
Похибка виміру	$\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ або 5%
Спектральний діапазон	від 7,5 мкм до 14 мкм
I.F.O.V. поле зору	2,5 мрад
Тип інфрачервоного об'єктиву	20 мм, F=0,8
Робоча температура	від $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$
Програма обробки термограм	SmartView

Рисунок 1. Схема проведення тепловізійної зйомки

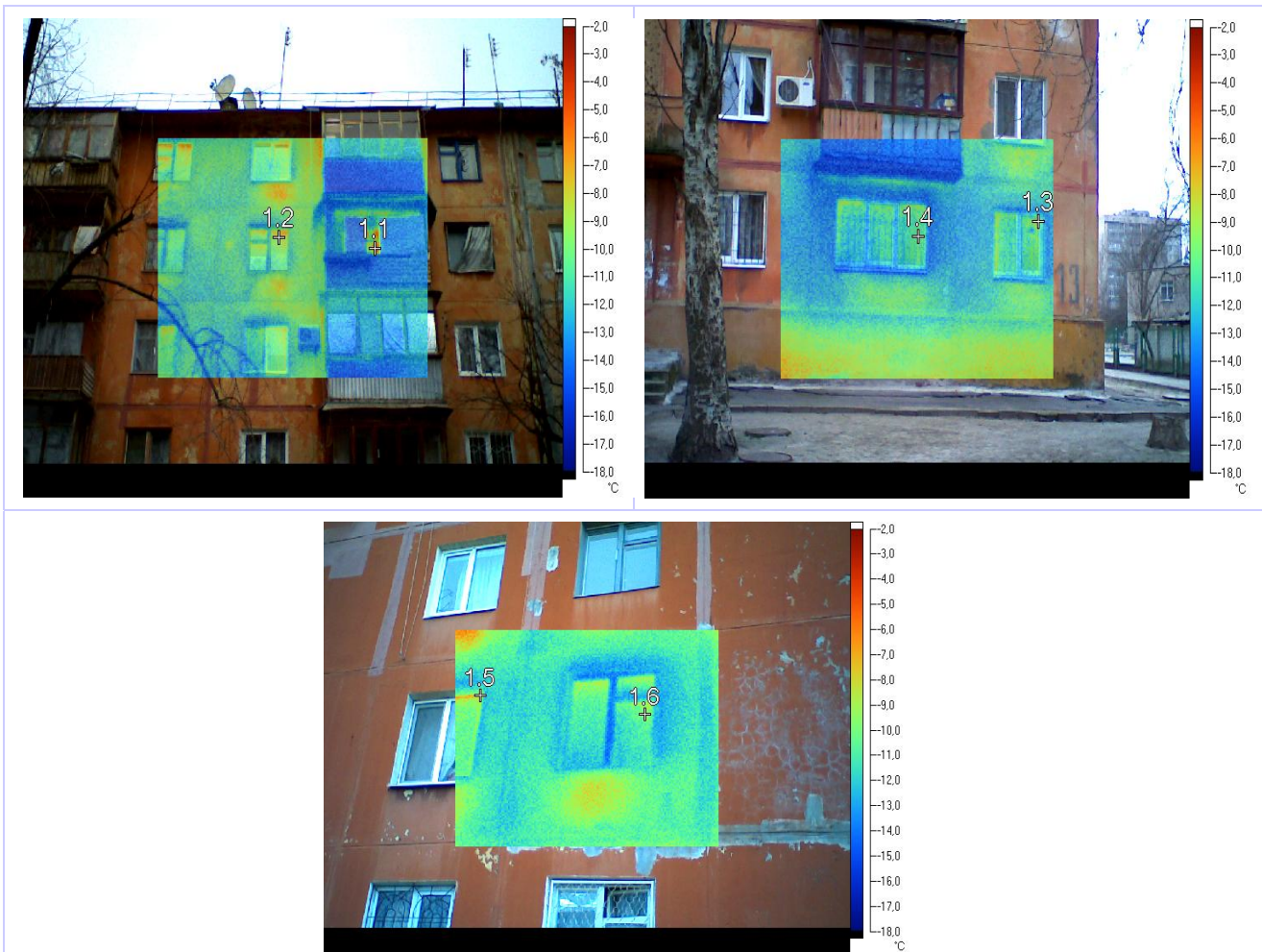


В додатку приведена частина фотографій, які відображають характерні властивості огорожувальних конструкцій будівлі.

На **рисунку 2** наведені фотографії фрагментів віконних конструкцій.

На **рисунку 3** наведені фотографії фрагментів огорожувальних конструкцій.

Рисунок 2. Фотографії фрагментів віконних конструкцій.



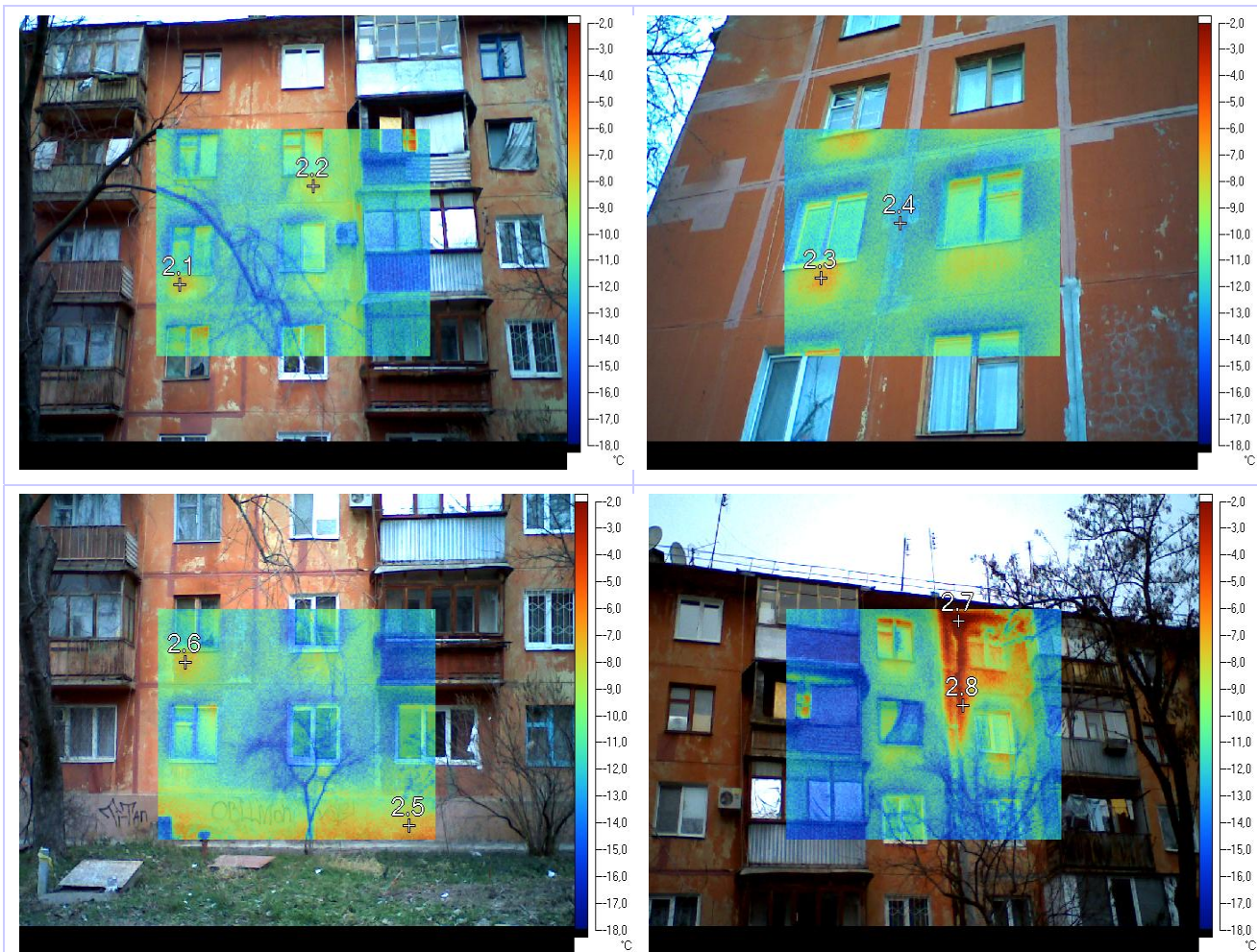
Виявлені проблеми

В точці «1.1» спостерігається наявний витік теплого повітря внаслідок провітрювання через відкриті балконні двері.

В точках «1.2», «1.3», «1.5» наявні витіки теплого повітря через нещільність віконних конструкцій.

В точках «1.4», «1.6» спостерігаються підвищені втрати теплоти через вікна.

Рисунок 3. Фотографії фрагментів огорожувальних конструкцій.



Виявлені проблеми

В точках «2.1», «2.2», «2.3», «2.6» спостерігаються підвищені втрати теплоти через стіни в місцях встановлення опалювальних приладів..

В точці «2.4» спостерігаються витоки теплової енергії на стику панельних плит.

В точці «2.5» наявні втрати теплової енергії через цоколь будівлі, внаслідок підвищених теплових втрат з поверхні трубопроводів опалення, що прокладені в технічному підпіллі.

В точках «2.7», «2.8» спостерігаються значні втрати теплової енергії через температурний шов будівлі через відсутність теплової ізоляції шва.

Висновки

В результаті інструментального тепловізійного обстеження будівлі було отримано інформацію про існуючі конструкційні дефекти будівлі, внаслідок яких відбуваються втрати теплової енергії, а саме:

Втрати теплової енергії через віконні конструкції.

Будівля має 324 вікна. Під час тепловізійної зйомки було обстежено 95 вікон. В результаті аналізу даних обстеження було виявлено, що 95 - 98% вікон мають дефекти внаслідок яких відбуваються втрати теплової енергії.

Виявлені дефекти під час обстеження віконних конструкцій будівлі:

- втрати теплової енергії з теплопередачею. Встановлені дерев'яні та металопластикові вікна не є енергоефективними;
- втрати теплової енергії через нещільності віконних конструкцій. Щілини між ущільнювачем рам та стулками складають до 5 мм;
- вузли віконних зливів створюють мостики холоду, що викликає зниження температури нижньої частини віконних рам.

Втрати теплової енергії через огорожувальні конструкції, в місцях стиків панельних плит, перекриттів, в місцях встановлення опалювальних приладів.

Загальна площа стін будівлі складає 2 053 м². Під час тепловізійної зйомки було обстежено 47% загальної площі стін. В результаті обстеження було виявлено, що 43% стін мають дефекти внаслідок яких відбуваються втрати теплової енергії.

В результаті обстеження були виявлені наступні ділянки втрати теплоти:

- в місцях стиків панельних плит, перекриттів (5% від загальної площі стін);
- в місцях встановлення опалювальних приладів (25% від загальної площі стін);
- в місцях часткового руйнування фасаду, порушення ізоляції (3% від загальної площі стін);
- через цоколь будівлі, внаслідок підвищених теплових втрат з поверхні трубопроводів опалення, що прокладені в технічному підпіллі (10% від загальної площі стін).

Результати аналізу тепловізійної зйомки дозволяють зробити рекомендації оптимальних конструктивно-технологічних рішень та являються однією з підстав для вибору заходів щодо термомодернізації будівлі.