

Енергосервісна
компанія



Екологічні
Системи

**Звіт з енергетичного аудиту
Загальноосвітньої школи I-III ступенів №75
вул. Історична, 92**

ЕС3.031.125.02.03.02



м. Запоріжжя
2012 р.

					ЕС3.031.125.02.03.02 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
ЗОШ – загальноосвітня школа
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	18
5.3. Вентиляція	18
5.4. Електропостачання	19
5.4.1. Освітлення	19
5.4.2. Електрообладнання	19
6. Енергоспоживання.....	21
6.1. Виміряне енергоспоживання.....	21
6.2. Базове енергоспоживання	24
7. Енергоефективні заходи.....	27
7.1. Опис енергоефективних заходів	28
7.2. Запропоновані енергоефективні заходи	50
8. Енергетичний баланс	54
9. Екологічні вигоди.....	55
10. Впровадження та організація	57
Додаток А. Схема теплового пункту із залежним підключенням абонента * ..	59
Додаток Б. Системи фасадні теплоізоляційно-оздоблювальні.....	62
Додаток В. Енергетичний паспорт будинку.....	65
Додаток Г. Звіт з тепловізійного обстеження.....	69

ПЕРЕДМОВА

Виконання енергетичних аудитів групи пілотних бюджетних та житлових будівель міста є частиною процесу розробки Муніципального енергетичного плану Запоріжжя на 2013 – 2016 роки.

Виконання енергетичного аудиту пілотних будівель міста має три основні мети:

- Підготовка 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 Запорізької загальноосвітньої школи I-III ступенів № 75 виконаний енергосервісною компанією «Екологічні Системи» за завданням Департаменту освіти і науки, молоді та спорту Запорізької міської ради.

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 капіталоємності 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 будівлі ЗОШ № 75 по вул. Історична, 92.

Склад Пакетів наведено в **таблиці 1.1**.

Таблиця 1.1. Склад Пакетів енергозберігаючих заходів

Пакет 1	Пакет 2
- Часткова модернізація системи опалення; - Заміна вікон та балконних блоків; - Часткова модернізація системи вентиляції; - Часткова модернізація системи освітлення.	- Комплексна модернізація системи опалення; - Модернізація фасаду; - Модернізація дахового перекриття; - Модернізація підвального перекриття; - Заміна вікон та балконних блоків; - Часткова модернізація системи вентиляції; - Часткова модернізація системи освітлення; - Модернізація кухонного електрообладнання.

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. (довідкове)*
	кВт·год	кВт·год	%	тис. грн	роки	роки
Пакет 1	599 076	230 474	38,5	1 173	8,3	4,9
Пакет 2	599 076	482 153	80,5	3 092	10,4	6,1

* – 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 дозволяють 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 (по тарифах за 2012 р.).

ЗОШ №75 по вул. Історична, буд.92, м. Запоріжжя			Опалювальна площа: 3 543 м²				
Енергоефективні заходи		Інвестиції	Чиста економія		Простий строк окупності по тарифам 2012 р.	NPVQ* по тарифам 2012 р.	Простий строк окупності** по тарифам 2020 р. (до-відкове)
Пакет 2		тис. грн	кВт·год	тис. грн	рік		рік
1.	Комплексна модернізація системи опалення	545,6	54 434	33,7	16,2	-0,44	9,5
2.	Модернізація фасаду	1 064,2	208 260	129,1	8,2	0,62	4,8
3.	Модернізація дахового перекриття	382,4	32 724	20,3	18,8	-0,29	11,1
4.	Модернізація підвального перекриття	53,9	6 065	3,8	14,3	-0,07	8,4
5.	Заміна вікон та балконних блоків	887,0	118 444	73,4	12,1	0,03	7,1
6.	Часткова модернізація системи вентиляції	159,0	62 226	37,5	4,2	1,15	2,5
7.	Часткова модернізація системи освітлення	9,0	4 167	3,95	2,3	3,67	1,3
8.	Модернізація кухонного електрообладнання	89,0	6 426	6,09	14,6	-0,28	8,6
Всього		3 190,1	492 745	307,9	10,4	0,16	6,1

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

** - 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.

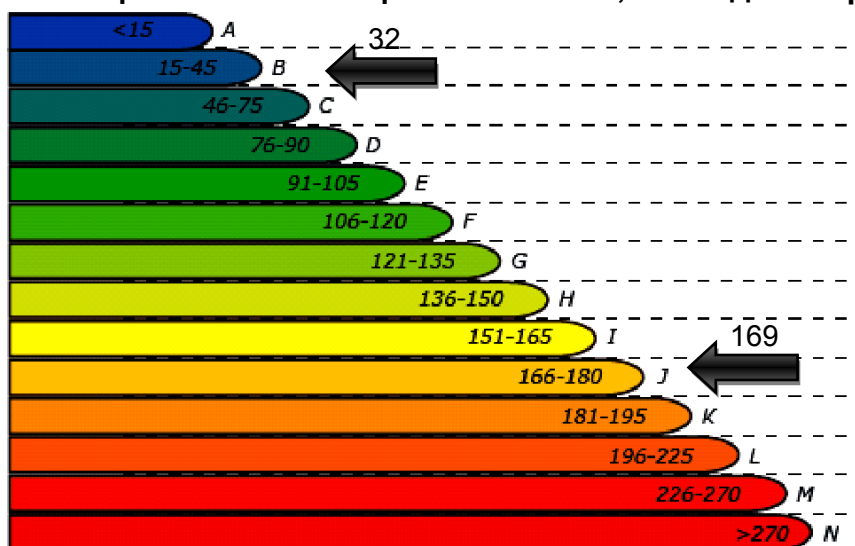
Таблиця 1.4. Показники економії енергії згідно Пакету 2, з розділенням на окремі потреби.

Найменування	Одиниця вимірювання	Базове споживання	Споживання після заходів	Економія
Централізоване опалення	кВт·год	599 076	116 923	482 153
Електроенергія	кВт·год	71 580	60 987	10 593

Таким чином, після проведення комплексної термомодернізації, енергоефективність будівлі (на опалення) підвищиться від існуючого класу J до класу B, згідно загальноєвропейської класифікації енергоефективності будівель. Класифікація енергоефективності будівлі 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).

Питомі витрати теплової енергії на опалення, кВт·год/м² за рік



За рахунок впровадження віх заходів Пакету 2 досягається непряме зниження викидів CO₂ в розмірі 132,5 тонн/рік (61% від існуючого стану).

Звіт виконано за результатами спрощеного енергетичного аудиту з використанням програмного забезпечення ENSI EAB Software.

1. Організація проекту

Назва проєк-ту/будівлі/об'єкту:	Загальноосвітня школа І-ІІІ ступенів №75
Адреса:	м. Запоріжжя, вул. Історична, буд. 92
Контактна особа:	Чухрай Р. В.
Тел/факс:	(061)224-33-59
Email:	
Посада:	Директор
Власник будівлі:	Департамент освіти і науки, молоді та спорту Запо-різької міської ради
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. Ос-новні положення»
- ДБН В 2.2-15-2005 «Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні поло-ження»
- ДБН В.2.2-24:2009 «Проектування висотних житлових і громадських будин-ків»
- ДБН В.2.5-39:2008. «Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні ме-режі та споруди. Теплові мережі»;
- ДБН В 2.6-31:2006 «Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція буді-вель»;
- ДСТУ-Н Б А.2.2-5:2007 «Настанова з розроблення та складання енергети-чного 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 водопроникності»;
- ДСТУ Б В.2.6-36:2008. «Конструкції зовнішніх стін з фасадною теплоізоля-цією та опорядженням штукатурками. Загальні технічні умови»;
- ДСТУ-Н Б В.1.1 – 27:2010 «Будівельна кліматологія. Захист від небезпеч-них геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі»;
- ДСТУ-Н Б В.2.6-83:2009 «Настанова з проектування світлопрозорих еле-ментів огорожувальних конструкцій»;

					ЕС3.031.125.02.03.02 Енергетичний аудит будівель	
					м. Запоріжжя	
					Енергосервісна компанія «Екологічні Системи»	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:

- м. 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 °С;
- нормативне значення температури в приміщеннях: $t_{вн} = 21\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- мінімальний опір теплопередачі зовнішніх стін $R_{q\text{ min}} \geq 2,5\text{ м}^2\cdot\text{К/Вт}$;
- мінімальний опір теплопередачі вікон $R_{q\text{ min}} \geq 0,56\text{ м}^2\cdot\text{К/Вт}$;
- мінімальний опір теплопередачі входних дверей $R_{q\text{ min}} \geq 0,41\text{ м}^2\cdot\text{К/Вт}$;
- мінімальний опір теплопередачі перекриття над неопалюваним підвалом, що розташований вище рівня землі $R_{q\text{ min}} \geq 2,6\text{ м}^2\cdot\text{К/Вт}$;
- мінімальний опір теплопередачі горища $R_{q\text{ min}} \geq 4,5\text{ м}^2\cdot\text{К/Вт}$;
- допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, Δt_{cr} , стіни – 4 °С, горище – 3 °С, підлога – 2°С;
- нормативні максимальні тепловитрати складають $E_{max} = 29\text{ кВт}\cdot\text{год/м}^3$;
- 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

Будівля побудована в 1962 році. Проектна кількість учнів складає 880 осіб. На час проведення аудиту середня кількість учнів складала 745 осіб. Кількість працюючого персоналу 65 осіб. Графік роботи закладу - п'ять днів на тиждень по 12 годин. В вечірні та нічні години, в будівлі несуть варту чергові охоронці.

Внутрішня температура в приміщеннях будівлі незадовільна. В опалювальний період внутрішня температура коливається в межах $+13 - +21^{\circ}\text{C}$ в залежності від призначення та розміщення приміщень. При низькій температурі зовнішнього повітря в опалювальний період робітники установи скаржаться на низьку температуру в приміщеннях. Нормативне значення температури в приміщеннях складає $+21^{\circ}\text{C}$ відповідно до ДБН В.2.2-9-99 «Громадські будинки та споруди».

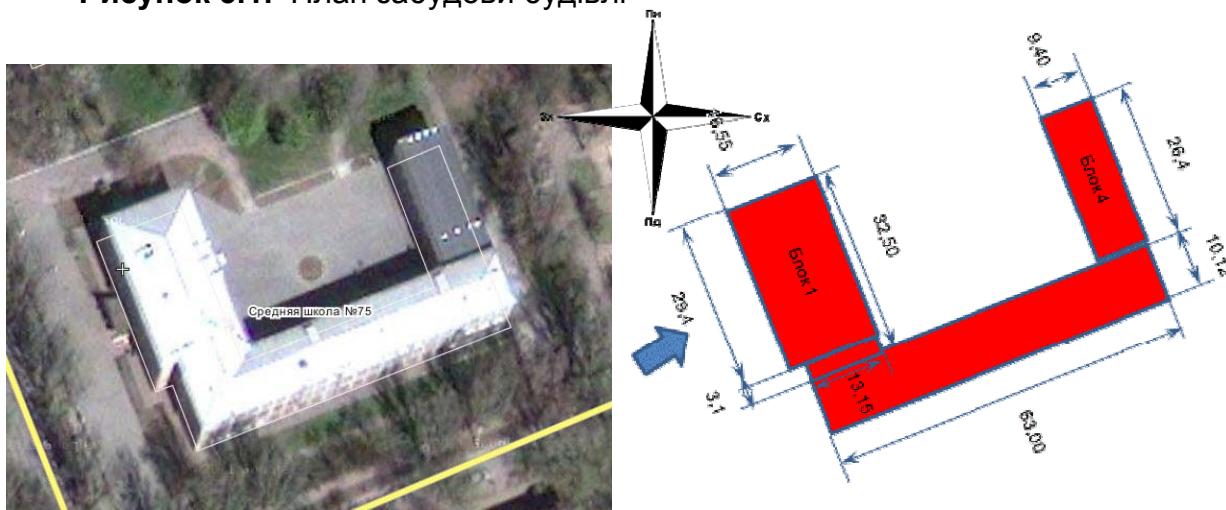
За останні чотири роки були здійсненні ремонти за кошти міського бюджету, а саме: замінено 79 дерев'яних віконних блоків на металопластикові; укріплення стін; реконструкція крівлі даху. Щорічно відбувається промивка внутрішньої системи опалення.

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	1962 р.	Кількість поверхів	2-3
Площа забудови, $S_{\text{заб}}, \text{м}^2$	1 413	Площа опалювальна $S_{\text{опал}}, \text{м}^2$	3 543
Площа приміщень $S_{\text{приміщень}}, \text{м}^2$	3 567	Об'єм опалювальний $V_{\text{опал}}, \text{м}^3$	13 287
Об'єм загальний $V_{\text{заг}}, \text{м}^3$	16 034	Чиста висота приміщення $h_{\text{прим}}, \text{м}$	3,4 4,7

Рисунок 3.1. План забудови будівлі



Нижче в **таблиці 3.2** приведено найменування організацій, що надають комунальні послуги. Характеристика приладів обліку енергоресурсів приведена в **таблиці 3.3**.

Таблиця 3.2. Найменування організацій, що надають послуги з енергопостачання

Існуючі сервісні контракти з експлуатації і обслуговування	Відповідальна компанія/особа
Теплопостачання	Філія Концерну «Міські теплові мережі» Заводського району
Електропостачання	Відкрите акціонерне товариство «Запоріжжяобленерго»
Водопостачання	Комунальне підприємство «Водоканал»

Таблиця 3.3. Характеристика приладів обліку енергоресурсів

Встановлені лічильники	Місце розташування	Рік введення в дію	Найменування/Тип	Серійний номер	Дата останньої перевірки
Електроенергія	Підвал будівлі Підвал будівлі	2010 2010	НИК 2301 АК-1 НИК 2301 АП-3	№ 0471507 № 0420507	2010 2010
Централізоване Теплопостачання (теплолічильник)	Підвал будівлі	2011	Січ А Ду 50	№3768	2011
Холодна вода	Підвал будівлі	2008	КВ-1,5	№ 030674	2010

4. Конструктивні особливості будівлі

4.1. Зовнішні стіни

Стан стін будівлі незадовільний, наявні значні пошкодження фасаду. У 2008 році було виконане укріплення стін. Система зливу дощової води пошкоджена та не виконує функцію захисту стін від руйнівних дій талої та дощової води.

Площа стін та їх характеристика приведена в таблиці 4.1.1. На рисунку 4.1.1 представлено фрагменти фасаду будівлі.

Таблиця 4.1.1. Характеристики стін

Загальна площа ($S_{\text{стін}}$ м ²)	1 745	Опір теплопередачі стін ($R_{\text{стін}}$, м ² ·К/Вт)		0,69
Конструкція стіни	Кладка цегляна з повнотілої цегли силікатної на цементно-піщаному розчині (510 мм) Вапняно-піщана штукатурка (20 мм)		Теплоізоляція	Відсутня
Орієнтація за сторонами світу	Пн/Сх	Пд/Сх	Пд/Зх	Пн/Зх
Площа стіни (м ²)	464	409	409	463

Існуюче значення опору теплопередачі стін $R_{\text{стін}}$ 0,69 м²·К/Вт менше ніж мінімальне допустиме значення опору теплопередачі стін $R_{\text{стін min}} = 2,5$ м²·К/Вт, відповідно ДБН В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель».

Рисунок 4.1.1. Фрагменти фасаду будівлі



4.2. Вікна

Будівля має 205 вікон, загальною площею 835 м², що складає 32 % від загальної площі фасаду (коефіцієнт скління фасадів становить 0,32). Будівля характеризується значною кількістю вікон різного розміру. В закладі переважають дерев'яні роздільні віконні блоки з двійним склінням.

У 2008, 2009 та 2012 роках було замінено 79 дерев'яних віконних блоків із частковим зменшенням площі скління (частина віконних отворів закладена цеглою) на металопластикові з однокамерними склопакетами: варіант скління 4М1-16-4М1 – 71 шт. та варіант скління 4-16п-4і – 8 шт. Існуючі дерев'яні віконні блоки в незадовільному стані, деревина за період експлуатації розсохлась, спостерігаються нещільності між рамою і склом, деякі вікна з розбитим склом.

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

Таблиця 4.2.1. Характеристики віконних блоків

Віконні блоки

Орієнтація	Розмір (a x b)			Площа одного	Кількість, шт				Загальна площа, м²			
	м				м²	Д	П	П _{ен. зб.}	Всього	Д	П	П _{ен. зб.}
Пн/Сх	2,1	х	1,9	3,9	33	-	5	38	132	-	20	152
	1,08	х	1,9	2,1	-	2	-	2	-	4	-	4
	1,34	х	1,73	2,3	3	-	-	3	7		-	7
	3,95	х	2,7	10,7	-	1	-	1	-	11	-	11
	2,1	х	2,7	5,7	-	1	-	1	-	6	-	6
Пд/Сх	2,1	х	1,9	3,9	24	37	3	64	96	147	12	255
	0,82	х	1,9	1,5	-	2	-	2	-	3	-	3
Пд/Зх	2,1	х	1,9	3,9	25	14	-	39	100	56	-	156
	3,2	х	1,9	6,2	-	7	-	7	-	44	-	43
	1,34	х	1,73	2,3	4	-	-	4	9	-	-	9
	2,9	х	2,6	7,54	2	-	-	2	15	-	-	15
	2,1	х	2,6	5,5	-	1	-	1	-	6	-	6
Пн/Зх	2,1	х	1,9	3,9	35	4	-	39	140	16	-	156
	3,95	х	2,1	8,3	-	1	-	1	-	8	-	8
	2,1	х	2,1	4,4	-	1	-	1	-	4	-	4
Всього					126	71	8	205	499	305	32	835

Існуючі дерев'яні вікна не відповідають вимогам ДБН В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель», опір теплопередачі становить $R_{\text{вікон Д}} = 0,36 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$. Встановлені металопластикові вікна (варіант скління 4М1-16-4М1) також 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 і не відповідає вимогам ДБН В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель». Металопластикові вікна (варіант скління 4-16п-4і) $R_{\text{вікон П ен.зб}} = 0,61 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ відповідає цим вимогам.

Мінімально допустиме значення опір теплопередачі вікон відповідно до вимог ДБН В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель» становить $R_{\text{вікон min}} = 0,56 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$.

Рисунок 4.2.1. Вигляд вікон будівлі



4.3. Вхідні двері

В будівлі встановлені 7 вхідних дверей – металеві, без теплоізоляції. Внутрішні дерев'яні двері тамбуру головного входу оснащені інерційною системою зачинення (доводчиком). Спостерігаються нещільності між дверною рамою та дверми.

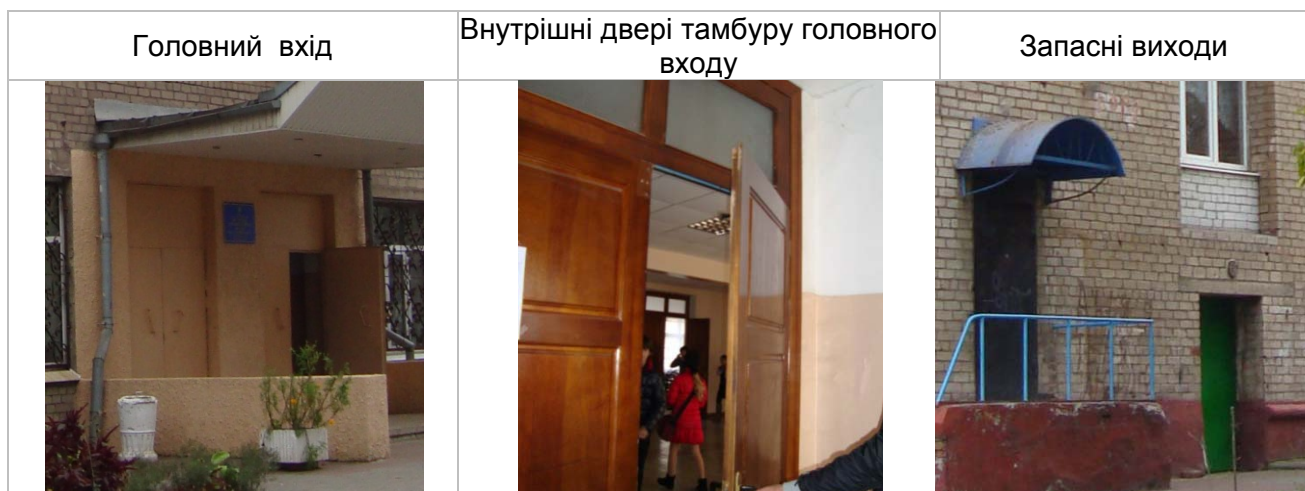
В таблиці 4.3.1 приведені характеристики дверей будівлі, на рисунку 4.3.1 представлено зовнішній вигляд дверей будівлі.

Таблиця 4.3.1. Характеристики вхідних дверей

Орієнтація	Розмір (a x b)			Площа одної	Кількість	Загальна площа	Тип матеріалу
	м			м ²	шт.	м ²	(П,Д,М..)
Пн/Сх	1,9	х	1,25	2,4	2	5	М
Пд/Зх	2,1	х	1,9	3,9	2	8	М
	1,9	х	1,25	2,4	1	2	М
Пн/Зх	1,8	х	0,85	1,6	2	3	М
Всього					7	18	

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

Рисунок 4.3.1. Зовнішній вигляд входних дверей будівлі



4.4. Дах

Над головним учбовим блоком дах скатний з горищем, крівля шиферна. На горищі пролягає верхня розводка магістралей системи теплопостачання. Над спортивною залю крівля сумісна рулонна з перекриттям верхнього поверху, без технічного поверху. Існуючий стан даху задовільний.

В 2009 році проводився ремонт: відновлення цілісності гідроізоляції сумісної крівлі (утеплення не проводилось) та повне оновлення шиферного перекриття даху.

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

Дах скатний

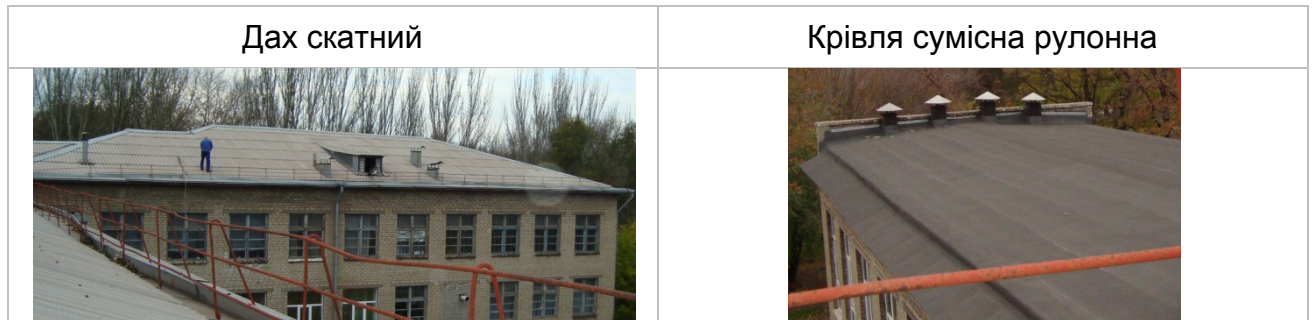
Розміри плити перекриття, м	Площа перекриття, $S_{\text{перек}}$ м ²	Конструкція плити перекриття	Висота $h_{\text{внутр.}}$ м	Загальний опір теплопередачі даху ($R_{\text{даху}}$, м ² ·К/Вт)
15,6 х 28,4	443	Залізобетонна багатопустотна плита (220 мм), гравій керамзитовий (200 мм), цементно-піщана стяжка (20 мм) насип (100 мм)	2,5	1,86
12,2 х 2,6	32			
9,1 х 62,0	564			
Усього	1 039			

Крівля сумісна рулонна

Розміри плити перекриття, м	Площа перекриття, $S_{\text{перек}}$ м ²	Конструкція плити перекриття	Загальний опір теплопередачі даху ($R_{\text{даху}}$, м ² ·К/Вт)
8,4 х 25,4	213	Залізобетонна багатопустотна плита (220 мм), гравій керамзитовий (200 мм), цементно-піщана стяжка (20 мм) руберойд	1,27
Усього	213		

Існуючі значення опорів теплопередачі даху $R_{\text{дах скатний}} = 1,86 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ та $R_{\text{дах сумісний}} = 1,27 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ менше ніж мінімальне допустиме значення опору теплопередачі перекриття неопалювальних горищ $R_{\text{даху min}} = 4,5 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$, відповідно ДБН В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель».

Рисунок 4.4.1. Вигляд перекриття даху



4.5. Підвал

Під будівлею наявний підвал площею 214 м^2 та підпільні канали, де розміщені нижня частина розведення труб систем опалення, гарячого та холодного водопостачання, а також каналізації. Ізоляція трубопроводів виконана частково. За рахунок неефективної ізоляції трубопроводів системи опалення, середня температур в підвалі за опалювальний період коливається в межах $+7 - +12 \text{ }^\circ\text{C}$. Інша частина будівлі без підвалу, підлога першого поверху пролягає на ґрунті. В **таблиці 4.5.1** представлені характеристики підвалу будівлі.

Таблиця 4.5.1. Характеристики підвалу

Технічний підвал

Площа підвалу, $S_{\text{підвал}} \text{ м}^2$	Конструкція плити перекриття	Висота $h_{\text{внутр.}}, \text{ м}$	Загальний опір теплопередачі $(R_{\text{даху}}, \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт})$
261,3	Залізобетонна багатопустотна плита (220 мм), цементно-піщана стяжка (30 мм), гравій керамзитовий (150 мм), лінолеум /паркет	3,65	1,9
		2,85	

Підлога на ґрунті

Площа підлоги $S_{\text{підлоги}} \text{ м}^2$	Конструкція плити перекриття	Загальний опір теплопередачі $R_{\text{підвалу}}, \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$
990,7	Залізобетонна плита (300 мм), цементно-піщана стяжка (40 мм), лінолеум /паркет	1,9

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

5. Характеристика інженерних систем

5.1. Опалення

Джерело теплової енергії

Теплопостачання закладу здійснюється централізовано від котельні по вул. Ушакова, 251, що обслуговується Філією Заводського району Концерну «Міські теплові мережі».

Підключене теплове навантаження будівлі на опалення становить 0,514 Гкал/год (597,5 кВт).

Вузол теплового введення

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

Запірна арматура знаходиться в робочому стані. Перед початком опалювального сезону 2012-2013 виконана ревзія запірної арматури та грязьовиків.

Теплова ізоляція вузла теплового введення частково відсутня.

Вузол теплового введення обладнано системою автоматичного регулювання теплового потоку на опалення з погодною корекцією на основі контролера Siemens RVD135. На момент обстеження система автоматичного регулювання теплового потоку знаходилась в невідлагодженому стані.

Для здійснення комерційного обліку спожитої теплової енергії на опалення вузол теплового введення було обладнано ультразвуковим тепловим лічильником Сіс-01 з автономним живленням (серійний № 3768) виробництва «Родник-ІОТ».

На **рисунку 5.1.1** представлений вузол теплового введення та магістральні трубопроводи.

Рисунок 5.1.1. Вузол теплового введення та магістральні трубопроводи



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 з верхнім розведенням та вертикальними стояками.

Трубопроводи змонтовані зі сталених електрозварних труб і сталених водогазопровідних труб. Заміна сталених трубопроводів системи опалення на поліпропіленові здійснювалась частково.

Теплова ізоляція магістральних трубопроводів, прокладених в підпільних технічних каналах будівлі та на горищі – знаходиться в задовільному стані, проте частково потребує заміни. Матеріал утеплення – мінеральна вата з покрівельним шаром склотканини. Товщина ізоляції $\delta_{iz} = 10 - 30$ мм.

Прокладка стояків – відкрита вздовж стін будівлі.

Заходи з балансування розподільчої системи не здійснювались.

Проектом опалення будівлі передбачено обігрів приміщень чавунними секційними радіаторами типу М-140. Незначна частина опалювальних приладів була замінена на сучасні.

На час проведення обстеження кількість чавунних секційних радіаторів становила 200 шт. (1543 секції), алюмінієвих секційних радіаторів – 4 шт. (24 секції) та сталених панельних радіаторів (1200x500 мм) – 4 шт.

Прилади автоматичного регулювання тепловіддачі опалювальних приладів не встановлені.

Промивання внутрішньої системи опалення не проводилось.

Температура в приміщеннях нижча за нормовану. Задля забезпечення комфортних теплових умов в приміщеннях використовуються електрообігрівачі.

На **рисунку 5.1.2** представлені прилади опалення, що встановлені в будівлі.

Рисунок 5.1.2. Елементи внутрішньої системи опалення будівлі

Радіатор чавунний секційний	Вертикальний стояк та підводки до ОП
	

5.2. Побутове гаряче водопостачання

Централізоване гаряче водопостачання будівлі не здійснюється. Приготування гарячої води здійснюється автономними електричними водонагрівачами, що встановлені в кухні та в медпункті.

Гаряча вода використовується на загально побутові потреби: миття рук та посуду, вологе прибирання тощо.

5.3. Вентиляція

Проектом будівництва в будівлі передбачена витяжна вентиляція з природним спонуканням припливний потік свіжого повітря забезпечується за рахунок відкривання фрамуг вікон та нещільностей в огорожувальних конструкціях.

Для приміщення кухні передбачена місцева витяжна вентиляція з механічним спонуканням та природним припливом повітря.

Вентиляційне обладнання

Під час аудиторського обстеження вентиляційний агрегат механічної витяжки кухні знаходився в непрацездатному стані.

Відомості про тип та характеристики вентиляційного обладнання в ході проведення енергетичного аудиту не були надані.

Мережі каналів й ізоляція

Природна витяжна вентиляція здійснюється через канали, що прокладені в товщі стін та виводяться вище рівня даху приблизно на 0,5-0,7 м.

Витяжні решітки встановлені на каналах під стелею. Засоби регулювання на вихідних отворах не встановлені.

Заходи з очищення вентиляційних каналів не здійснювались.

На **рисунку 5.3.1** приведена система вентиляції

Рисунок 5.3.1. Вентиляційна система

Вентагрегат механічної витяжки	Виведення вентиляційних каналів на даху
	

5.4. Електропостачання

Джерело електропостачання

Електропостачання будівлі виконано двома взаємно-резервуючими кабельними лініями низької напруги 0,4 кВ від ТП-771 (РБ-7, РБ-9), що обслуговується Запорізькими міськими електричними мережами ВАТ «Запоріжжяобленерго».

Розрахункове приєднане електричне навантаження будівлі становить 140,0 кВт.

По рівню надійності електропостачання електроприймачі закладу відносяться до II категорії.

5.4.1. Освітлення

Система внутрішнього освітлення закладу складається зі світильників з лампами розжарювання, лінійних люмінесцентних та компактних люмінесцентних ламп (енергозберігаючі або КЛЛ).

Найбільшу частку в системі внутрішнього освітлення займають лампи розжарювання, кількість яких налічується близько 270 шт.

Управління освітленням здійснюється в ручному режимі.

Система зовнішнього освітлення складається з 2-х світильників встановлених перед вхідними дверима та 3-х прожекторів, що встановлені на даху будівлі, оснащених лампами типу ДРЛ, потужністю 300 Вт.

В таблиці 5.4.1.1 приведені характеристики системи внутрішнього та зовнішнього освітлення будівлі.

Таблиця 5.4.1.1. Характеристики системи внутрішнього та зовнішнього освітлення.

Найменування	Кількість	Одинична потужність, кВт	Загальна потужність кВт	Кількість годин роботи в рік, год	Розрахункове споживання електроенергії, тис. кВт-год в рік
Лампи розжарювання	274	100;60	20,2	945	19,0
Люмінесцентні лампи	162	20	3,2	945	3,1
Вуличне освітлення	2	100	0,2	1512	0,3
	3	300	0,9	1512	1,4
Всього	441		24,5		23,8

5.4.2. Електрообладнання

Загальна номінальна потужність електрообладнання закладу становить 46,9 кВт. Основними споживачами електроенергії є кухонне обладнання, що становить майже 60 % від загального споживання. Більшість обладнання кухні зразка виробництва 1962р., що на даний час морально та фізично застаріло.

Перелік електричного обладнання та його характеристика приведено в таб-

лиці 5.4.2.1. На **рисунку 5.4.2.1** представлені фотографії електрообладнання встановленого на кухні.

Таблиця 5.4.2.1. Перелік та характеристики електричного обладнання

Найменування	Рік введення в дію	Кількість	Одинична номінальна потужність, кВт	Загальна потужність, кВт	Кількість годин роботи в рік, год	Розрахункове споживання ел. енергії, тис. кВт-год/рік
Кухонне обладнання						
Електроплита	1962	1	17,0	17,0	945	16,1
Мікрохвильова піч	2012	1	0,8	0,8	189	0,1
Водонагрівач на 250 л	2010	1	2,2	2,2	756	1,7
Холодильник	1994	3	0,1	0,3	4536	1,3
Холодильна шафа	1990	1	2,1	2,1	4536	9,5
Всього		7	22,1	22,3		28,7
Обладнання майстерні						
Станки токарні та фрезерні	1962	8	1,5	12,0	756	9,1
Станки свердлильні та заточні	1962	4	1,5	6,0	756	4,5
Всього		12		18,0	2,0	13,6
Інше обладнання						
Комп'ютерна техніка	2002-2009	25	0,2	5,0	756	3,8
Телевізори	2008	15	0,1	1,1	756	0,8
Муз центр/DVD/караоке	2008-2012	10	0,05	0,5	756	0,3
Всього				6,5		4,9
Загалом				46,9		47,3

Рисунок 5.4.2.1. Вигляд електрообладнання кухні

Електроплита	Холодильники
	

6. Енергоспоживання

6.1. Виміряне енергоспоживання

Зведені дані про енергоспоживання закладу за останні чотири роки та дані розрахунку значень питомого споживання наведено в **таблиці 6.1.1.**

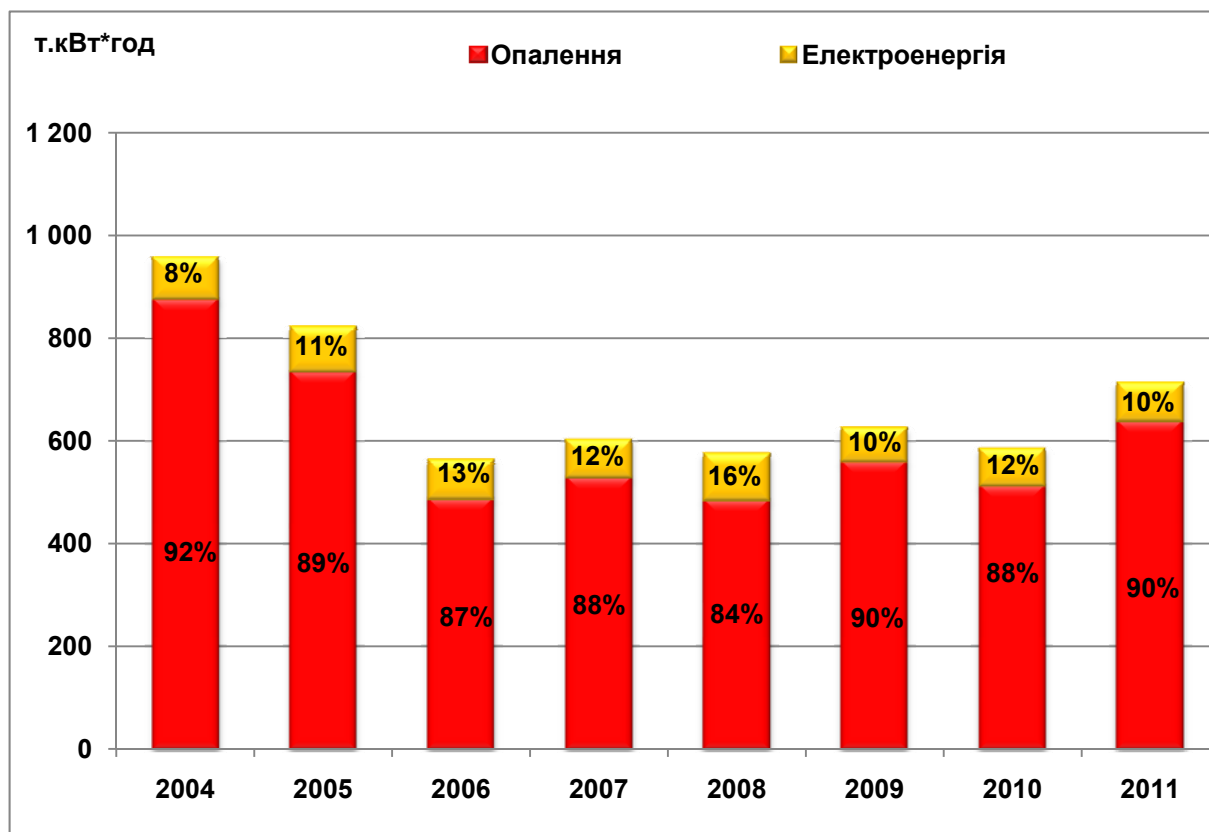
Таблиця 6.1.1. Споживання енергоресурсів

Рік 2008	Од.вим.	Централізоване теплопостачання		Електроенергія	Вода	Всього
		на опалення	на ГВП			
Витрати на оплату	тис. грн	93,6		43,8	16,2	153,5
Енергоспоживання	тис.кВт*год	485,4		90,0		575,4
	Гкал	417,4				417,4
	тис. м ³				3,8	3,8
Питоме енергоспоживання	кВт*год/м ²	137,0		25,4		162,4
Рік 2009						
Витрати на оплату	тис. грн	169,0		38,3	6,9	214,1
Енергоспоживання	тис.кВт*год	560,4		64,9		625,3
	Гкал	481,9				481,9
	тис. м ³				3,0	3,0
Питоме енергоспоживання	кВт*год/м ²	158,2		18,3		176,5
Рік 2010						
Витрати на оплату	тис. грн	183,3		47,7	10,1	241,0
Енергоспоживання	тис.кВт*год	513,3		71,6		584,9
	Гкал	441,4				441,4
	тис. м ³				3,1	3,1
Питоме енергоспоживання	кВт*год/м ²	144,9		20,2		165,1
Рік 2011						
Витрати на оплату	тис. грн	277,2		60,1	7,9	345,2
Енергоспоживання	тис.кВт*год	638,9		74,0		713,0
	Гкал	549,4				549,4
	тис. м ³				2,5	2,5
Питоме енергоспоживання	кВт*год/м ²	180,3		20,9		201,2

Питоме споживання енергії на опалення за останні 4 роки знаходиться в межах 137 – 180 кВт*год/м² в залежності від температури зовнішнього повітря та тривалості опалювального періоду. Фактичне питоме споживання теплової енергії на опалення перевищує нормативне значення (68 кВт*год/м²) відповідно до ДБН В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель».

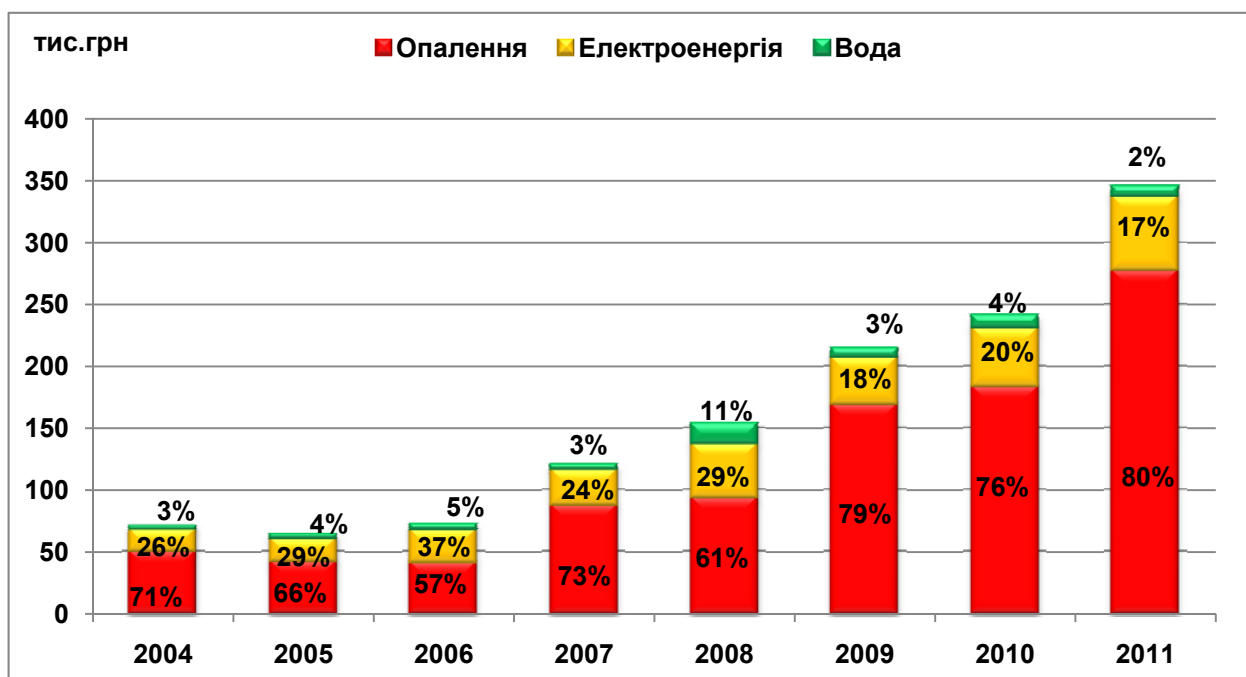
Структура споживання енергоресурсів та витрат на оплату енергоресурсів наведено на **рисунках 6.1.1.-6.1.2.**

Рисунок 6.1.1. Структура споживання енергії будівлею



Найбільшу частку в структурі споживання енергії будівлею займає тепла енергія на опалення, що становить в середньому 87% в рік. В період 2004 - 2011 рр. споживання енергії на опалення знаходилося в межах 485 - 875 тис. кВт·год, що пояснюється різними кліматичними показниками опалювальних періодів.

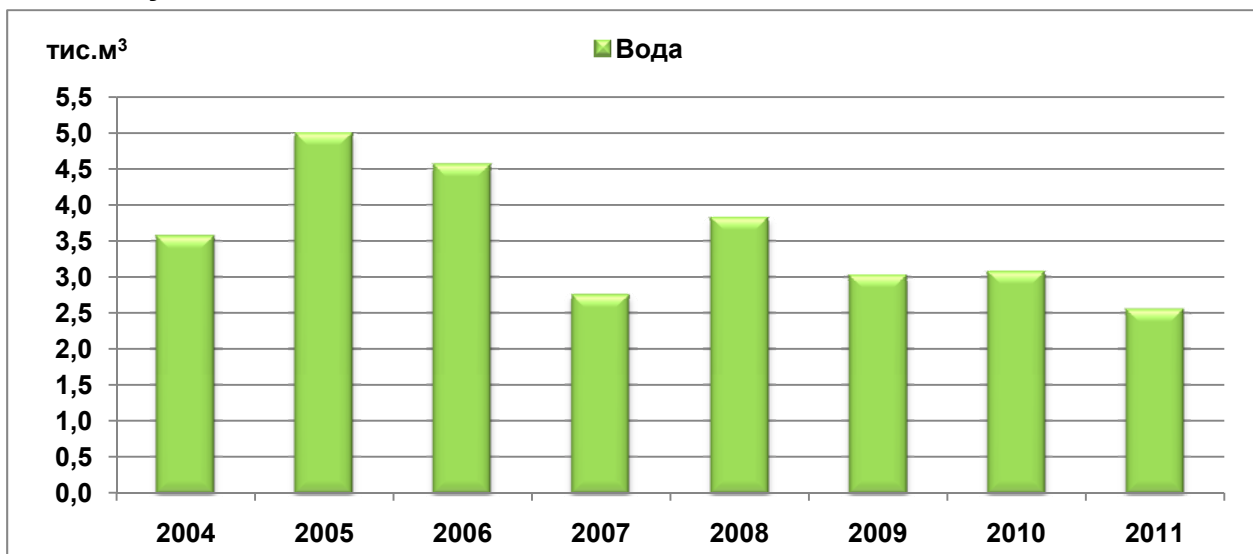
Рисунок 6.1.2. Структура витрат на оплату енергоресурсів, без ПДВ



Найбільша частка припадає на оплату послуг з постачання теплової енергії 80 % в 2011 році. Витрати на оплату теплової енергії з 2004 до 2011 року збільшилися в 5,5 рази, що в основному викликано зростанням тарифу на газ.

Динаміка споживання води приведена на **рисунку 6.1.3**.

Рисунок 6.1.3. Споживання води



Тарифи станом на 01.11.2012 р. приведені в **таблиці 6.1.2**. Тарифи на енергоресурси приведені без урахування ПДВ. Динаміка росту тарифів на теплову та електричну енергію представлена на **рисунках 6.1.4 - 6.1.6**.

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

№п/п	Найменування	Од. виміру	Значення
1	Теплова енергія	грн./Гкал	719
2	Електроенергія	грн./кВт·год	0,95
3	Вода	грн./м³	3,3

Рисунок 6.1.4. Тарифи на електроенергію в період 2008-2012 рр.

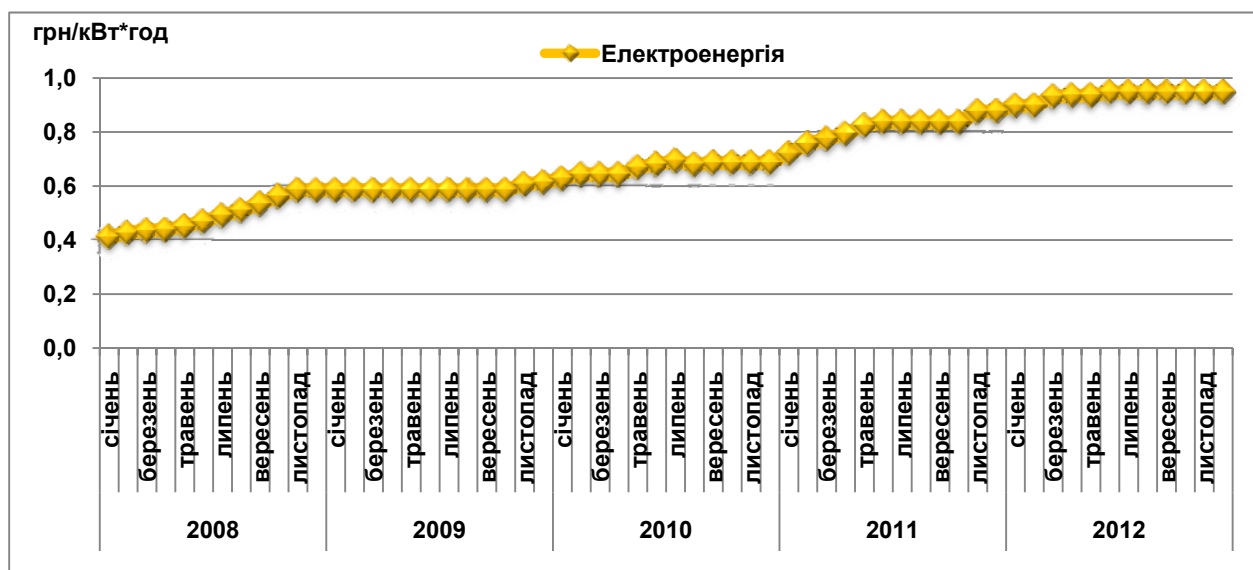


Рисунок 6.1.5. Тарифи на теплову енергію в період 2008-2012 рр.

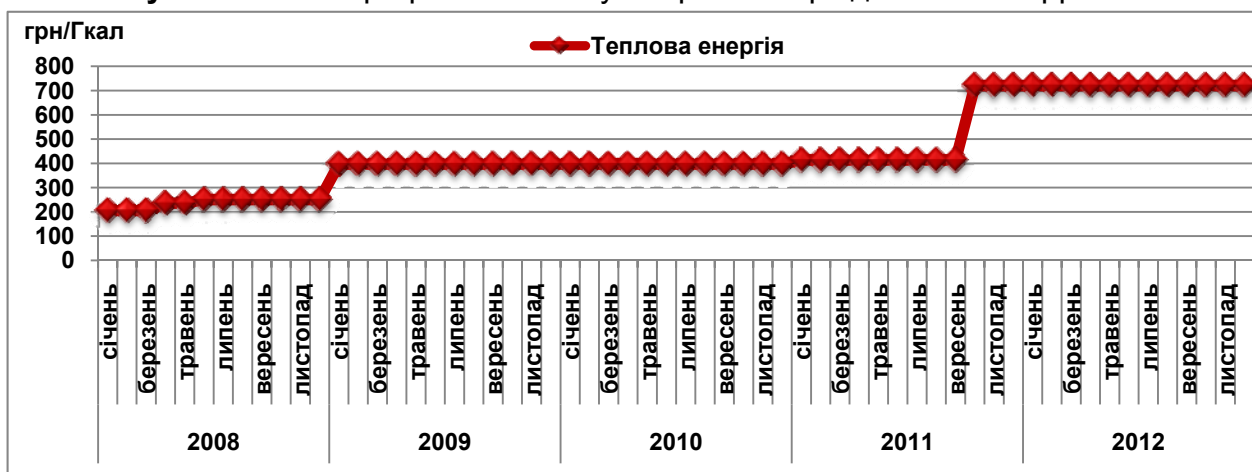
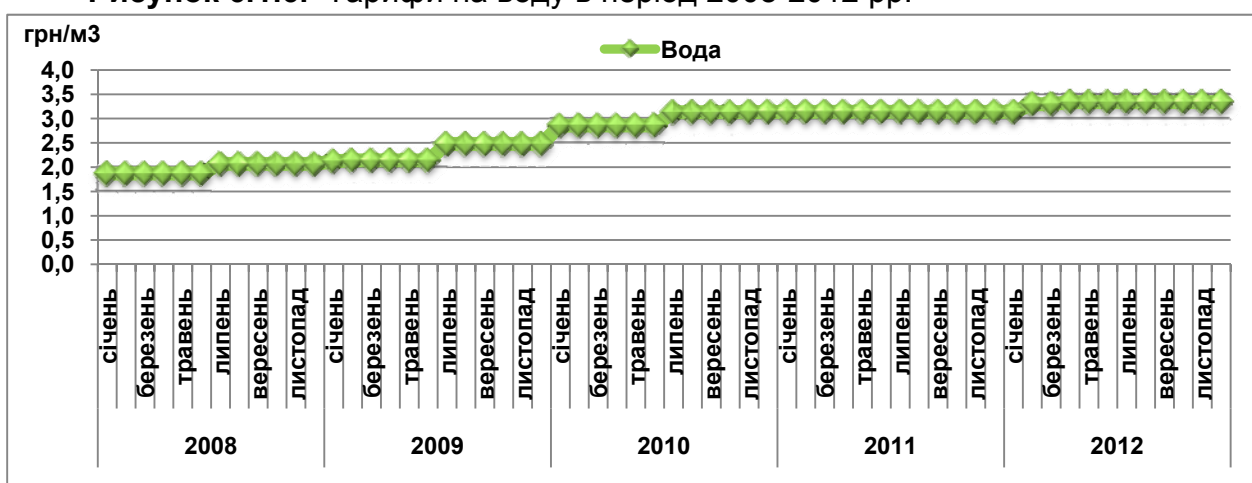


Рисунок 6.1.6. Тарифи на воду в період 2008-2012 рр.



6.2. Базове енергоспоживання

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

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, °C	-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

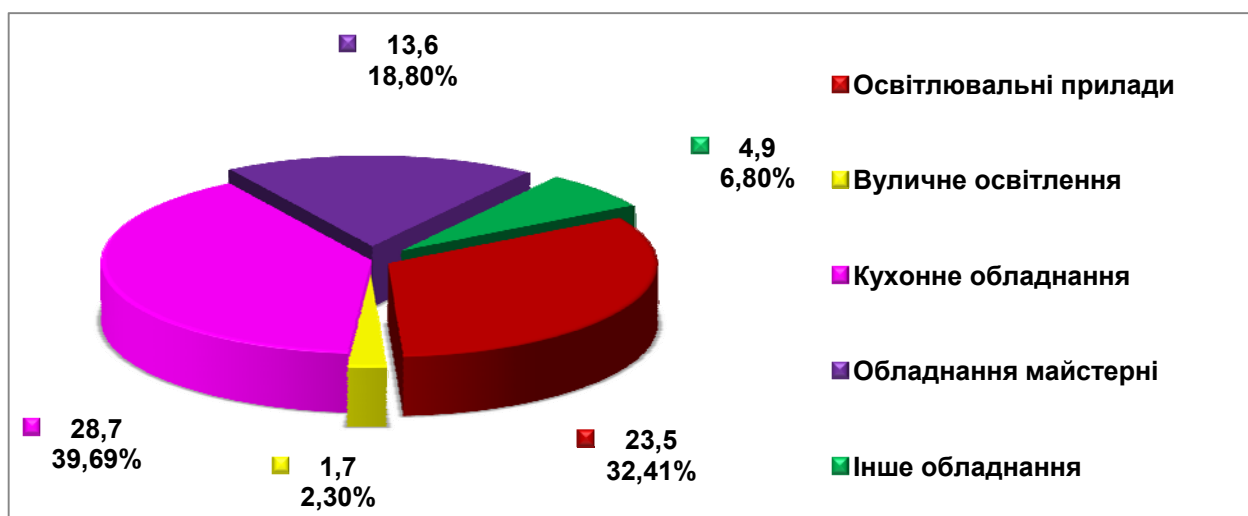
Найменування	Показники
Температурна зона	2
Розрахункова температура зовнішнього повітря, °C	-21
Середня температура за опалювальний період	1,4
Кількість днів опалювального періоду	166
Середня нормативна температура в приміщенні, °C	21

Базове споживання електричної енергії на потреби освітлення та на побутові потреби будівлі, розраховано з урахуванням потужності обладнання та періодом його роботи. Характеристики роботи обладнання приведені в **розділі 5.4 «Електропостачання»**. Структура базового споживання електричної енергії приведена в **таблиці 6.2.3** та на **рисунку 6.2.1**. Найбільша частка витрат електричної енергії припадає на кухонне обладнання, що становить 39 % від загального споживання електроенергії.

Таблиця 6.2.3. Зведені розрахунки споживання електричної енергії

Найменування	Потужність, кВт	Розрахункове споживання електроенергії., тис. кВт·год
Освітлювальні прилади	24,3	23,5
Вуличне освітлення	1,1	1,7
Кухонне обладнання	22,3	28,7
Обладнання майстерні	18,0	13,6
Інше обладнання	6,5	4,9
Усього	72,2	72,4

Рисунок 6.2.1. Баланс базового споживання електричної енергії, тис.кВт·год/рік



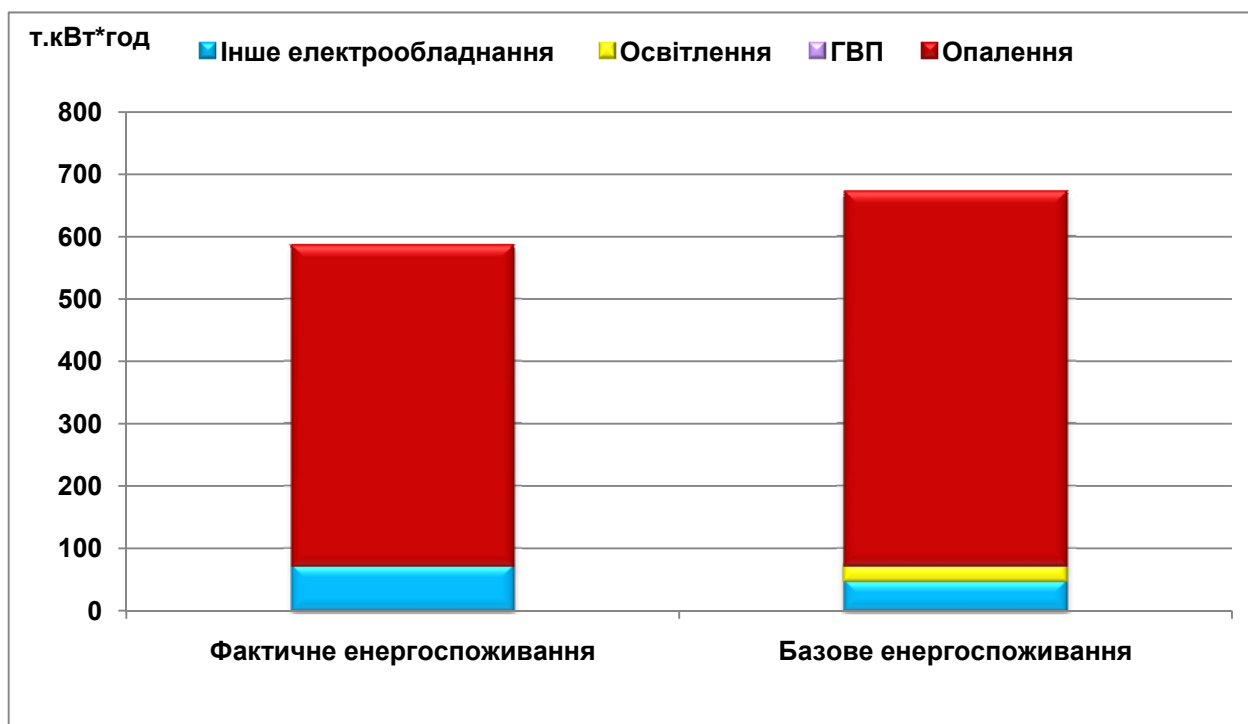
Зведені показники, порівняння фактичного та базового споживання енергії, приведені в **таблиці 6.2.4** та на **рисунку 6.2.2**. Базове споживання енергії на опалення більше на 17 % порівняно з фактичним значенням, що пояснюється незадовільним станом огорожувальних конструкцій будівлі та недостатньою кількістю подачі теплової енергії від теплових мереж, що призводить до зменшення температури в приміщеннях будівлі.

Таблиця 6.2.4. Зведені показники споживання енергії

Стаття бюджету енергоспоживання	Фактичне енергоспоживання 2010 р.	Базове енергоспоживання
	тис. кВт·год/рік	
Опалення	513	599
ГВП		
Освітлення	72	25
Інше електрообладнання		47
Всього	585	671

На **рисунку 6.2.2** приведено баланс витрат по кожній статті енергоспоживання. В категорії «Інше електрообладнання» в фактичному енергоспоживанні враховано сумарне споживання електроенергії на побутові потреби та на освітлення.

Рисунок 6.2.2. 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 пакетах наведено в таблиці нижче.

ЗАПРОПОНОВАНІ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ЗАХОДИ	
	Пакет №1
1.	Часткова модернізація системи опалення (модернізація вузла теплового введення, балансування системи опалення, встановлення зарядіаторних рефлекторів)
2.	Заміна вікон та балконних блоків (встановлення енергозберігаючих вікон та склопакетів)
3.	Часткова модернізація системи вентиляції (встановлення локальних пристроїв вентиляції з рекуператорами теплоти)
4.	Часткова модернізація системи освітлення (заміна ламп розжарювання енергозберігаючими світлодіодними)
	Пакет №2
1.	Комплексна модернізація системи опалення (модернізація вузла теплового введення, балансування системи опалення, встановлення біметалічних радіаторів, термостатичних регуляторів та зарядіаторних рефлекторів)
2.	Модернізація фасаду
3.	Модернізація дахового перекриття
4.	Модернізація підвального перекриття
5.	Заміна вікон та балконних блоків (встановлення енергозберігаючих вікон та склопакетів)
6.	Часткова модернізація системи вентиляції (встановлення локальних пристроїв вентиляції з рекуператорами теплоти)
7.	Часткова модернізація системи освітлення (заміна ламп розжарювання енергозберігаючими світлодіодними)

Набір заходів, що входять до Пакету №1, потребують менших капітальних витрат, проте дозволяють 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

Існуюча система опалення будівлі неефективна та не забезпечує нормовану температуру в приміщеннях.

Застосування системи автоматичного регулювання теплового потоку в поєднанні з елеваторним вузлом приєднання до теплових мереж не прийнятне через гідравлічне розрегулювання внутрішньої системи опалення.

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

Промивання внутрішньої системи опалення не проводилось. Трубопроводи системи опалення забруднені твердими та м'якими відкладеннями, що призводить до порушення гідравлічного режиму та зниження якості тепlopостачання.

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

Можливість регулювання тепловіддачі приладів опалення відсутня.

Опис заходу

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

Комплексна модернізація системи опалення передбачає наступні заходи:

- заміна магістральних та розподільчих трубопроводів;
- балансування системи опалення;
- модернізація вузла теплового введення;
- заміна чавунних радіаторів на біметалічні;
- встановлення терморегуляторів на приладах опалення;
- встановлення теплоізоляційного рефлектору 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», ДБН В.2.2-9-2009 «Громадські

будинки та споруди», 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 закладу.

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

Модернізація вузла теплового введення

Застосування того або іншого встаткування абонентського введення 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.

У зв'язку з тим, що існуючий вузол теплового введення наразі обладнано сучасною автоматичною системою регулювання теплового потоку, в рамках реалізації заходу пропонується використати наявне обладнання автоматичного регулювання (за умови підтвердження працездатності) для модернізації вузла теплового введення.

Перелік робіт з модернізації теплового пункту:

- Демонтаж елеваторного вузла та системи регулювання теплового потоку;
- Реконструкція вузла теплового введення;
- Установка системи регулювання теплового потоку на введенні в будівлю;
- Установка малощумних регульованих циркуляційних насосів;
- Установка допоміжного устаткування для забезпечення надійного і якісного теплопостачання;
- Пусконаладжувальні роботи.

Розташування індивідуального теплового пункту передбачено в технічному підпіллі.

Остаточна вартість реалізації заходів з модернізації абонентського вузла теплового введення визначається на стадії робочого проектування, зокрема за програмним комплексом АВК. Орієнтовна вартість обладнання (без автоматичного регулятора теплового потоку), матеріалів та робіт 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	Насосне обладнання	11 558,1	13 869,8
2	Обладнання для ручного регулювання тиску	478,5	574,2
3	Експлуатаційна гідравлічна арматура	8 977,3	10 772,8
4	Експлуатаційне вимірювальне обладнання	491,8	590,1
5	Матеріали і з'єднувальні частини трубопроводу	2 463,8	2 956,6
6	Електромонтажне обладнання і матеріали	432,8	519,4
7	Теплоізоляційні і антикорозійні матеріали	920,5	1 104,6
8	Обладнання і матеріали вузлів врівноважування різниці тисків на вводах	4 800,6	5 760,7
9	Розроблення робочого проекту	4 351,8	5 222,2
10	Монтажні (механічні, електротехнічні) роботи	10 879,5	13 055,5
11	Пусконаладжувальні роботи та введення в експлуатацію	1 088,0	1 305,5
	Всього:	46 442,8	55 731,4

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 засмічення та зменшення пропускної здатності трубопроводів, збільшенню їх шорсткості і значного збільшення гідравлічного опору. Зростає витрата енергії, зменшується середня температура радіаторів, кількість теплоти, що віддається в приміщення та зростає загроза локальної корозії.

Найбільшої шкоди утворенні відкладення можуть завдати системі автоматизації тепlopостачання.

В рамках комплексної модернізації системи опалення пропонується замінити існуючі сталеві розподільчі трубопроводи опалення на труби з зшитого поліетилену (РЕХ), 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 наван-

тажень 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.

Заміна чавунних радіаторів опалення на біметалічні радіатори

Для забезпечення нормативних умов тепlopостачання будівлі та відповідності вимогам щодо автоматичного регулювання тепловіддачі опалювальних приладів пропонується замінити існуючі радіатори на нові біметалічні радіатори з поліпшеними показниками тепловіддачі.

Встановлення терморегуляторів 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 кількість тепла, випромінюваного радіатором.

Терморегулятори опалення встановлюють безпосередньо на опалювальному пристрої або перед ним на трубопроводі, що подає в пристрій теплоносій. За допомогою терморегуляторів можна встановлювати температуру в приміщенні на рівні від +6°C до +28°C. Дані прилади дозволяють перешкоджати перегріву приміщень, дозволяючи отримати економію близько 10% енергії, яка споживається на опалення будівель. Крім цього, терморегулятори опалення забезпечують в приміщеннях комфортну температуру повітря.

Улаштування 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.

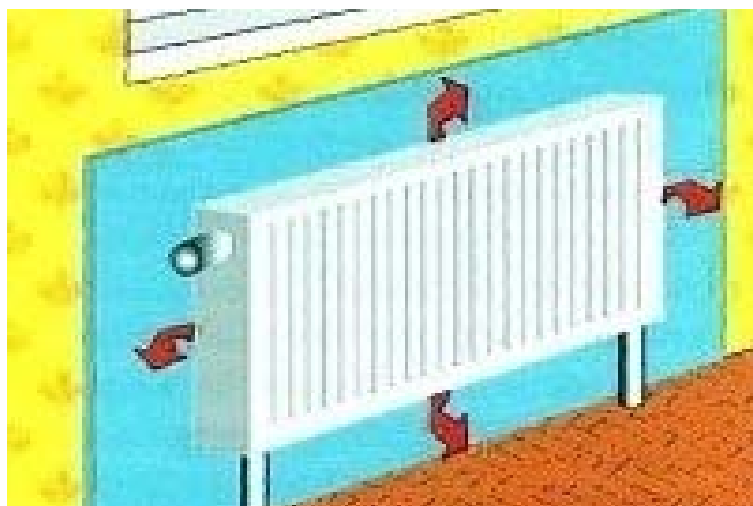
Найпростіший спосіб збільшення температури в приміщеннях на кілька градусів - використання тепловідбиваючого матеріалу. Для збільшення тепловіддачі за

батареї поміщають теплоізоляційний рефлексор 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.

На **рисунку 7.1.1.** наведений зовнішній вигляд теплоізоляційного рефлексора

Рисунок 7.1.1. Зовнішній вигляд теплоізоляційного рефлексора



Результати розрахунку економічних показників реалізації заходу приведено в таблиці нижче.

Розрахунок економії (за допомогою ENSI® EAB Software)				
Економія енергії:	Теплової енергії на опалення:	15,39		кВт·г/м²рік
Опалювальна площа	3 543 м²	=	54 534	кВт·г /рік
Вартість ТЕ	0,62 грн /кВт·г	=	33 749	грн/рік
Інвестиції:				
Розробка/Планування		43 652		грн
Управління Проектом		10 913		грн
Обладнання		354 670		грн
Встановлення		136 411		грн
Всього інвестицій		545 646		грн
Чиста економія		33 749		грн/рік
Простий строк окупності		16,2		років
Дисконтований строк окупності		99		років
Внутрішня норма рентабельності (IRR)		0		
Чиста приведена вартість (NPV)		-238 263		грн
Коефіцієнт чистої приведеної вартості (NPVQ)		-0,44		

Додаткова інформація

До проекту часткової модернізації системи опалення входять наступні заходи: встановлення регулятора теплового потоку та балансування системи опалення. Детальний опис наведених заходів приведено вище.

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:	8,73		кВт·г/м²рік
Опалювальна площа	3 543 м²	=	30 940	кВт·г/рік
Вартість ТЕ	0,62 грн /кВт·г	=	19 183	грн/рік
Інвестиції:				
Розробка/Планування		10 190		грн
Управління Проектом		2 547		грн
Обладнання		82 790		грн
Встановлення		31 842		грн
Всього інвестицій		127 369		грн
Чиста економія		19 183		грн/рік
Простий строк окупності		6,6		років
Дисконтований строк окупності		9,2		років
Внутрішня норма рентабельності (IRR)		12,5		
Чиста приведена вартість (NPV)		47 348		грн
Коефіцієнт чистої приведеної вартості (NPVQ)		0,37		

Захід №2. Модернізація фасаду

Існуюча ситуація

Стан стін будівлі незадовільний, наявні значні пошкодження фасаду. У 2008 році було виконане укріплення стін.

Середнє значення опору теплопередачі існуючих стін складає $R = 0,69 \text{ м}^2\text{K/Вт}$, що не відповідає нормативному показнику для II температурної зони експлуатації будинку $R = 2,5 \text{ м}^2\text{K/Вт}$ (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 аспект – 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 вентиляовані з мокрими процесами, тобто штукатурками.

Група Б – СФТО не вентиляовані з личкуванням цеглою.

Група В – СФТО вентиляовані 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 найбільш відомих 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, в проекті була обрана теплова ізоляція товщиною 200 мм. Таким чином були враховані загальноєвропейські тенденції в сфері утеплення фасадів будинків.

На **рисунку 7.1.2** наведений зовнішній вигляд після проведення термомодернізації будівлі. На **рисунку 7.1.3** наведена схема утеплення стін за методом «керамічний вентиляований фасад».

Рисунок 7.1.2. Зовнішній вигляд будівлі ЗОШ №19 м. Павлограда



Рисунок 7.1.3. Утеплення стін за методом «керамічний вентиляований фасад»



Розрахунок ефективності впровадження заходу виконано на прикладі СФТО «Сканрок». Товщина теплоізоляційного шару передбачається $\delta_{iz}=200$ 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 1 745 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 1м² фасаду	Загальна вартість, грн/м² (без ПДВ)
1	Камінь «СКАНРОК», стандартні кольори 600x100x30 мм	м²	145,42	1,1	159,96
2	Направляючий профіль (куток спеціальний "Маунтинг-райлс" - 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/м³, 200 мм)	м²	133,25	1,03	107,64
9	Вітробар 'ер Juta	м²	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.	м²	135,42	1	135,42
12	Робочий проект обличкування фасаду будівлі	м²	20,00	1	20,00
Загалом приблизна вартість системи утеплення з каменем «СКАНРОК»			грн/м²		609,95

Результати розрахунку економічних показників реалізації заходу приведено в таблиці нижче.

Розрахунок економії (за допомогою ENSI® EAB Software)				
Економія енергії:	Теплової енергії на опалення:	58,78		кВт·г/м²рік
Опалювальна площа	3 543 м² =	208 260		кВт·г /рік
Вартість ТЕ	0,62 грн /кВт·г =	129 121		грн/рік
Інвестиції:				
Розробка/Планування		85 135		грн
Управління Проектом		21 284		грн
Обладнання		691 725		грн
Встановлення		266 048		грн
Всього інвестицій		1 064 192		грн
Чиста економія		129 121		грн/рік
Простий строк окупності		8,2		років
Дисконтований строк окупності		12,7		років
Внутрішня норма рентабельності (IRR)		12		
Чиста приведена вартість (NPV)		657 212		грн
Коефіцієнт чистої приведеної вартості (NPVQ)		0,62		

Захід №3. Модернізація дахового перекриття

Існуюча ситуація

Над головним учбовим блоком дах скатний з горищем, крівля шиферна. Над спортивною залю крівля сумісна рулонна з перекриттям верхнього поверху, без технічного поверху. Існуючий стан даху в задовільному стані.

В 2009 році проводився ремонт: відновлення цілісності гідроізоляції сумісної крівлі (утеплення не проводилось) та повне оновлення шиферного перекриття даху.

Середнє значення опору теплопередачі $R = 1,6 \text{ м}^2\text{K/Вт}$.

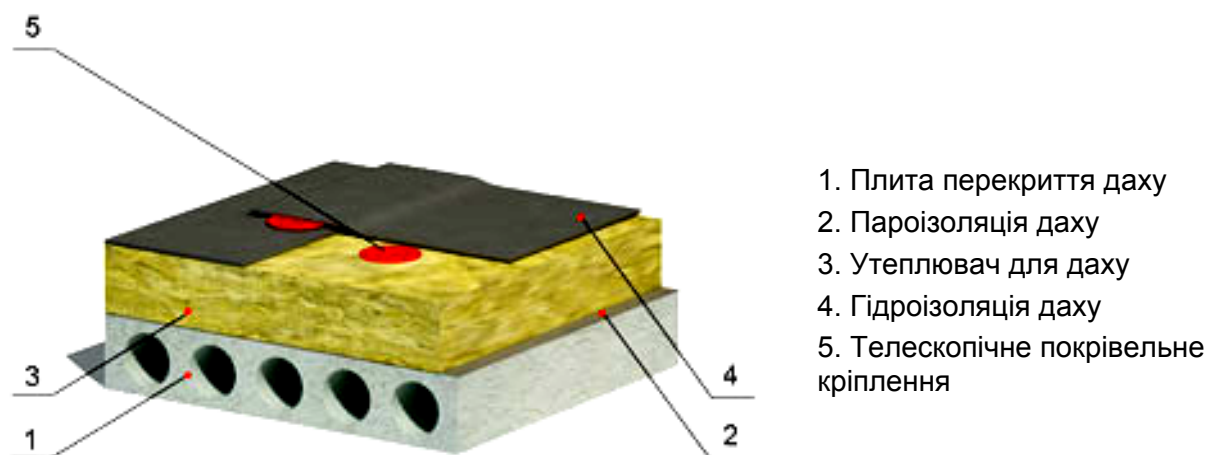
Опис заходу

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 7.1.4**.

Рисунок 7.1.4. Структура утеплення дахового перекриття



Товщина теплоізоляційного шару передбачається $\delta_{із}=100$ мм, що забезпечить значення опору теплопередачі $R_{ср} = 3,6 \text{ м}^2\text{К/Вт}$.

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 $1\,252 \text{ м}^2$.

Результати розрахунку економічних показників реалізації заходу приведено в таблиці нижче.

Розрахунок економії (за допомогою ENSI® EAB Software)				
Економія енергії:	Теплова енергія на опалення:		9,24	кВт·г/м²рік
Опалювальна площа	3 543	м²	=	32 724
Вартість ТЕ	0,62	грн/кВт·г	=	20 289
Інвестиції:				
Розробка/Планування			30 588	грн
Управління Проектом			7 647	грн
Обладнання			248 528	грн
Встановлення			95 588	грн
Всього інвестицій			382 351	грн
Чиста економія			20 289	грн/рік
Простий строк окупності			18,8	років
Дисконтований строк окупності			99	років
Внутрішня норма рентабельності (IRR)			4,3	
Чиста приведена вартість (NPV)			-111 864	грн
Коефіцієнт чистої приведеної вартості (NPVQ)			-0,29	

Захід №4. Модернізація підвального перекриття

Існуюча ситуація

Під будівлею наявний підвал площею 214 м² та підпільні канали, де розміщені нижня частина розведення труб систем опалення, гарячого та холодного водопостачання, а також каналізації. Інша частина будівлі без підвалу, підлога першого поверху пролягає на ґрунті.

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 7.1.5**.

Рисунок 7.1.5. Приклад утеплення перекриття зі сторони підвалу



Розрахунок ефективності впровадження заходу виконано на прикладі застосування в якості теплоізоляційного матеріалу плит з базальтової мінераловати, товщиною $\delta_{i3}=70 \text{ мм}$, що забезпечить значення опору теплопередачі $R = 3,6 \text{ м}^2\text{K/Вт}$.

Загальна площа поверхні, що підлягає утепленню, складає 261 м².

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 1м 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 ENSI® EAB Software)					
Економія енергії:	Теплова енергія на опалення:	1,71			кВт·г/м ² рік
Опалювальна площа	3 543 м ²	=	6 065		кВт·г/рік
Вартість ТЕ	0,62 грн/кВт·г	=	3 760		грн/рік
Інвестиції:					
Розробка/Планування			4 315		грн
Управління Проектом			1 079		грн
Обладнання			35 056		грн
Встановлення			13 483		грн
Всього інвестицій			53 932		грн
Чиста економія			3 760		грн/рік
Простий строк окупності			14,3		років
Дисконтований строк окупності			99		років
Внутрішня норма рентабельності (IRR)			6,4		
Чиста приведена вартість (NPV)			-3 805		грн
Коефіцієнт чистої приведеної вартості (NPVQ)			-0,07		

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 39% площі вікон в закладі вже замінено на металопластикові, найчастіше із застосуванням не енергоефективного типу склопакету, опір теплопередачі якого $R = 0,36 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$.

Середнє значення опору теплопередачі існуючих вікон складає $R = 0,36 \text{ м}^2\cdot\text{К/Вт}$, що не відповідає відповідному нормативному показнику для II температурної зони експлуатації будинку $R_{\text{вікон min}} = 0,56 \text{ м}^2\cdot\text{К/Вт}$ (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».

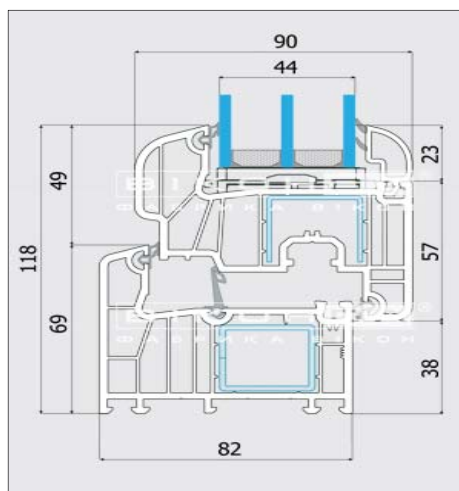
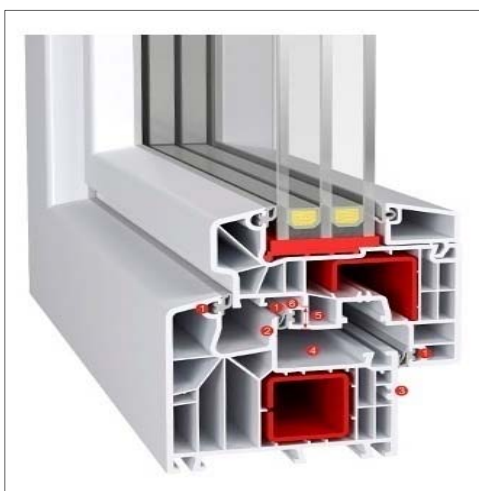
Сучасне вікно складається з профільної системи та склопакету. Порівняльна характеристика пропонує профільних систем наведена в **таблиці 7.1.4**.

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	$R = 0,71 \text{ м}^2\cdot\text{К/Вт}$	$R = 0,85 \text{ м}^2\cdot\text{К/Вт}$

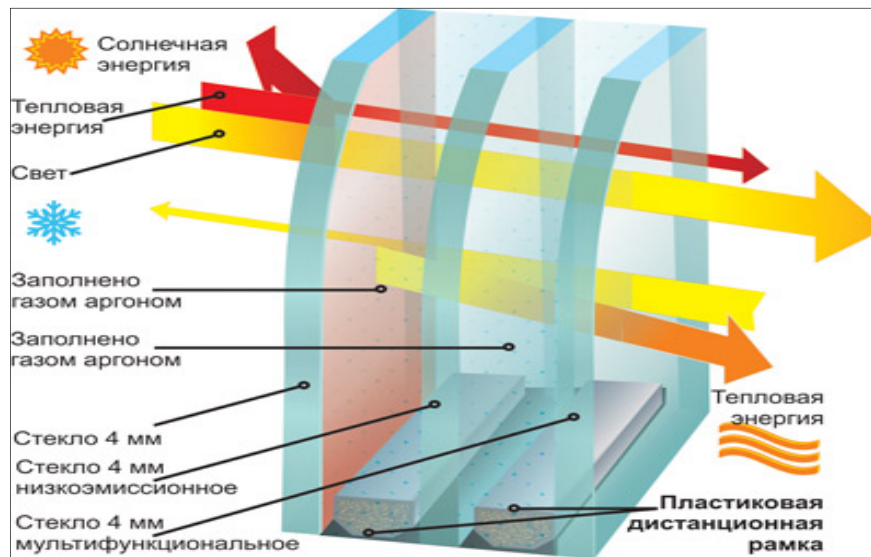
На **рисунку 7.1.6**. наведена віконна система типу «Віконда КОТЕДЖ».

Рисунок 7.1.6. Віконна система типу «Віконда КОТЕДЖ».



Задля забезпечення максимального енергозбереження рекомендується встановлення віконної системи типу «Віконда КОТЕДЖ» з енергозберігаючим двокамерним склопакетом з пластиковими дистанційними рамками (**рисунком 7.1.7**). Енергозберігаючі склопакети виробляють зі скла з напиленням іонів срібла (і-скло) та наповненням камер склопакету інертним газом аргоном.

Рисунок 7.1.7. Енергозберігаючий склопакет



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

В таблиці 7.1.5 приведені порівняльні характеристики склопакетів.

Таблиця 7.1.5. Порівняльна характеристика склопакетів

Тип склопакету	Формула склопакету	Опір теплопередачі, $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$	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 i -го непрозорого елемента.

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

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 вік-

на, 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-4i; опір теплопередачі $R=0,62 \text{ м}^2\cdot\text{K}/\text{Вт}$. Середньозважений опір теплопередачі віконного блоку становитиме $R=0,6 \text{ м}^2\cdot\text{K}/\text{Вт}$

Загальна площа вікон з дерев'яними рамами, що підлягає заміні, складає 498 м^2 . Площа заміни склопакетів існуючих металопластикових вікон – 305 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: 33,43			кВт·г/м²рік
Опалювальна площа	3 543	м²	=	118 444
Вартість ТЕ	0,62	грн/кВт·г	=	73 435
Інвестиції:				
Розробка/Планування	70 957			грн
Управління Проектом	17 739			грн
Обладнання	576 524			грн
Встановлення	221 740			грн
Всього інвестицій	886 960			грн
Чиста економія	73 435			грн/рік
Простий строк окупності	12,1			років
Дисконтований строк окупності	27,6			років
Внутрішня норма рентабельності (IRR)	7,3			
Чиста приведена вартість (NPV)	24 568			грн
Коефіцієнт чистої приведеної вартості (NPVQ)	0,03			

Захід №6. Часткова модернізація системи вентиляції

В будівлі передбачена природно-втяжна система вентиляції з природним спонуканням. Приплив повітря забезпечується через вікна та нещільності в дверях, видалення – за рахунок різниці тисків через вентиляційні канали, що виходять на дах. В приміщеннях спеціального призначення (кухня, пральня тощо) за проектом передбачена окрема система вентиляції.

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 закладі. Через герметичність енергозберігаючих вікон існуюча система вентиляції працювати не буде.

Для забезпечення нормованого повітрообміну, який відповідає санітарно-гігієнічним нормам, в приміщеннях з природною вентиляцією, де постійно перебувають люди, 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 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.

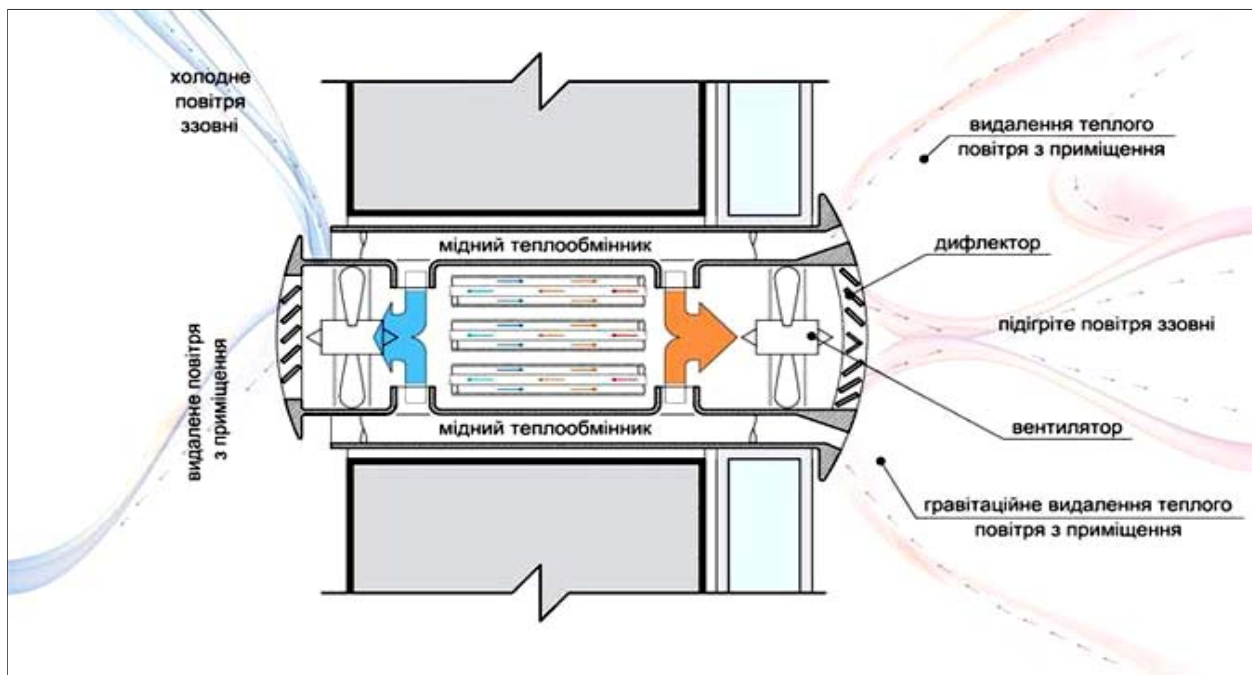
Підключення вентиляційної установки здійснюється до стаціонарної мережі зі змінним струмом, напругою 220 В та частотою 50 Гц.

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 7.1.8** наведена приклад децентралізованої системи вентиляції.

Рисунок 7.1.8. 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, м³/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 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:	62 226		кВт·г/ рік
Вартість ТЕ	062	грн/кВт·г	=	40 626
Інвестиції:				
Розробка/Планування		12 723		грн
Управління Проектом		3 181		грн
Обладнання		103 376		грн
Встановлення		39 760		грн
Всього інвестицій		159 040		грн
ЕіО видатки на рік		3 125		грн/рік
Чиста економія		37 501		грн/рік
Простий строк окупності		4,2		років
Дисконтований строк окупності		5,2		років
Внутрішня норма рентабельності (IRR)		22,5		
Чиста приведена вартість (NPV)		182 516		грн
Коефіцієнт чистої приведеної вартості (NPVQ)		1,15		

Захід №7. Модернізація системи внутрішнього освітлення

Опис існуючого стану

Система освітлення закладу на 62% складається з ламп розжарювання (274 шт.), що мають досить високий рівень енергоспоживання, низьку світловіддачу та термін служби.

Опис заходу

Світлодіодне освітлення – альтернативна технологія штучного освітлення, що заснована на використанні світлодіодів в якості джерела світла. Це новий вид освітлення, принцип та робота якого, кардинальним чином відрізняється від інших.

Заходом пропонується модернізація системи внутрішнього освітлення шляхом заміни ламп розжарювання, що встановлені в коридорах, кабінетах та підсобних приміщеннях, за винятком приміщень, де перебувають діти, світлодіодними лампами. Кількість ламп, що підлягає заміні – 47 шт.

Економічний ефект проекту забезпечується за рахунок зниження витрат на оплату електроенергії, що споживається існуючою системою освітлення.

Також 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.

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 тонкі вольфрамові нитки розжарювання, при механічних коливаннях (удари, тряски) нитка обривається, що призводить 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.

Простота установки

Світлодіодна лампа не потребує для своєї роботи додаткових пускових пристроїв, які необхідні для роботи люмінесцентної лампи (дросель, стартер, конденсатор).

Недоліки освітлення на основі світлодіодних ламп

Світлодіодні лампи «прямої заміни» ламп розжарювання по прийнятній ціні та якісним характеристикам на даний момент відсутні. Недостатньо вивчені біологічний вплив нових джерел світла.

Наприклад, недопустиме застосування світлодіодних світильників з корельованою колірною температурою понад 3500 К в палатах інтенсивної терапії, в кабінах машиністів, в дитячих і шкільних закладах через спектральний склад світла («синя небезпека»).

Результати розрахунку економічних показників реалізації заходу приведено в таблиці нижче.

Розрахунок економії			
Економія енергії:	Електрична енергія:	4 167	кВт·г/ рік
Вартість ЕЕ	0,95	грн/кВт·г =	3 946
Інвестиції:			
Розробка/Планування		716	грн
Управління Проектом		179	грн
Обладнання		5 818	грн
Встановлення		2 238	грн
Всього інвестицій		8 950	грн
Чиста економія		3 946	грн/рік
Простий строк окупності		2,3	років
Дисконтований строк окупності		2,6	років
Внутрішня норма рентабельності (IRR)		44,1	
Чиста приведена вартість (NPV)		32 854	грн
Коефіцієнт чистої приведеної вартості (NPVQ)		3,67	

Захід №8. Модернізація енергоємного електричного обладнання

Одним з енергоємних об'єктів закладу є харчоблок. В ньому встановлені морально застарілі енергоємні електричні плити типу.

Опис заходу

Для економії платежів за енергоспоживання пропонується замінити їх на сучасну індукційну плиту типу Bertos E7P4M/IND.

Однією з основних переваг індукційної плити є її економічність. Плита споживає на 40% менше електроенергії ніж звичайна. Відбувається це завдяки тому, що нагрів по конфігурації посуду дозволяє підібрати оптимальний режим, який забезпечує мінімальне споживання електроенергії. Плита автоматично підлаштовується під діаметр дна посуду та нагріває тільки необхідну площу покриття, а також має функцію автоматичного вимикання при знятті посуду з поверхні.

За такими плитами легше доглядати бо її поверхня абсолютна гладка. Завдяки тому що поверхня практично не нагрівається небезпека отримати опіки майже відсутня

Індукційна плита – це електрична плита зі склокерамічною поверхнею, обладнаною індукційними конфорками. Відрізняється від інших видів плит складанням принципом отримання тепла. В індукційних плитах процес передачі тепла від нагрітої поверхні до посуду відсутній. Принцип дії такої конфорки заснований на використанні енергії магнітного поля. Завдяки мідній котушці та високочастотному електричному струму, тепло виникає безпосередньо в диску дна посуду та від дна нагріває їжу. Таким чином, нагрівається не конфорка, а сама каструля чи сковорода.

Індукційні плити поєднують в собі наступні переваги: вони здатні забезпечити високу точність нагріву, будь-яке змінення температури відбувається миттєво. По швидкості приготування індукційна конфорка не поступається газовим горілкам та наближується до мікрохвильових печей. Вода на такій плиті закипає дуже швидко (1,5 літри води можливо закип'ятити за 3,2 хвилини).

За такими плитами легше доглядати, бо її поверхня абсолютна гладка. Завдяки тому що поверхня практично не нагрівається небезпека отримати опіки майже відсутня.

Загальний вигляд індукційної плити Bertos E7P4M/IND наведено на **рисунку 7.1.9.**

Рисунок 7.1.9. Індукційна плита типа Bertos E7P4M/IND



Основні характеристики індукційної плити Bertos E7P4M/IND наведені в таблиці 7.1.8.

Таблиця 7.1.8. Основні характеристики індукційних плит Bertos E7P4M/IND

№	Найменування	Bertos E7P4M/IND
1	Тип підключення	електричне
2	Матеріал корпусу	нержавіюча сталь AISI 304
3	Поверхня	склокерамічна
4	Дисплей контролю потужності	під склом
5	Конфорки, шт.	4
6	Потужність електрична, кВт	14
7	Габарити, мм	800x700x900
8	Вага, кг	54

Нагрівати на індукційній конфорці можливо тільки особливий посуд, днище якого виготовлено з феромагнітного сплаву. Це посуд з нержавіючої сталі, алюмінію з феромагнітним дном, чавунний посуд. Посуд з міді, латуні, алюмінію, жаростійкого скла та інших немагнітних матеріалів на такій плиті нагріватися не буде. Як правило, придатний для індукції посуд помічається спеціальною піктограмою.

Результати розрахунку економічних показників реалізації заходу приведено в таблиці нижче.

Розрахунок економії			
Економія енергії:	Електрична енергія: 6 426		кВтг/ рік
Вартість ЕЕ	0,95	грн/кВтг =	6 085
Інвестиції:			
Розробка/Планування	7 120		грн
Управління Проектом	1 780		грн
Обладнання	57 850		грн
Встановлення	22 250		грн
Всього інвестицій	89 000		грн
Чиста економія	6 085		грн/рік
Простий строк окупності	14,6		років
Дисконтований строк окупності	99		років
Внутрішня норма рентабельності (IRR)	3,2		
Чиста приведена вартість (NPV)	-24 535		грн
Коефіцієнт чистої приведеної вартості (NPVQ)	-0,28		

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

ЗОШ №75 по вул. Історична, буд.92, м. Запоріжжя				Опалювальна площа: 3 543 м²			
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	127,4	30 940	19,2	6,6	0,37	3,9
2.	Заміна вікон та балконних блоків	887,0	133 758	82,9	10,7	0,16	6,3
3.	Часткова модернізація системи вентиляції	159,0	65 776	39,7	4,0	1,27	2,4
4.	Часткова модернізація системи освітлення	9,0	4 167	3,9	2,3	3,67	1,3
Всього		1 182,3	234 640	145,8	8,1	0,36	4,8

Таблиця 7.2.2. Економічні показники енергоефективних заходів пакету 2

ЗОШ №75 по вул. Історична, буд.92, м. Запоріжжя				Опалювальна площа: 3 543 м²			
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	545,6	54 434	33,7	16,2	-0,44	9,5
2.	Модернізація фасаду	1 064,2	208 260	129,1	8,2	0,62	4,8
3.	Модернізація дахового перекриття	382,4	32 724	20,3	18,8	-0,29	11,1
4.	Модернізація підвального перекриття	53,9	6 065	3,8	14,3	-0,07	8,4
5.	Заміна вікон та балконних блоків	887,0	118 444	73,4	12,1	0,03	7,1
6.	Часткова модернізація системи вентиляції	159,0	62 226	37,5	4,2	1,15	2,5
7.	Часткова модернізація системи освітлення	9,0	4 167	3,95	2,3	3,67	1,3
8.	Заміна електричного обладнання харчоблоку на енергоефективне	89,0	6 426	6,09	14,6	-0,28	8,6
Всього		3 190,1	492 745	307,9	10,4	0,16	6,1

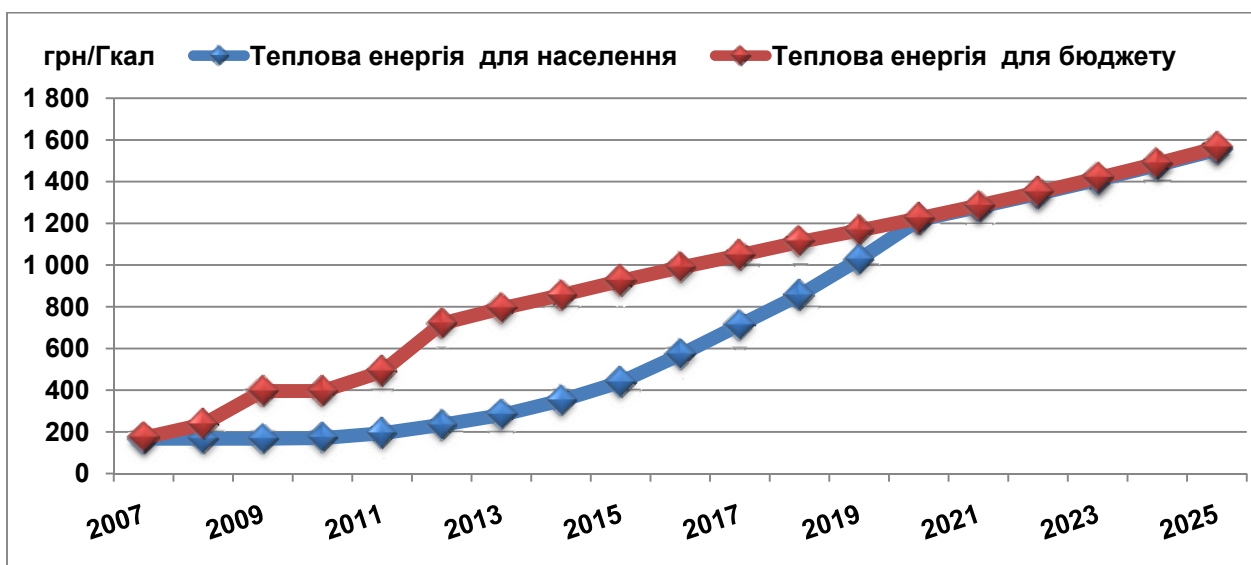
* - базована на ставці дисконтування 7 %.

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

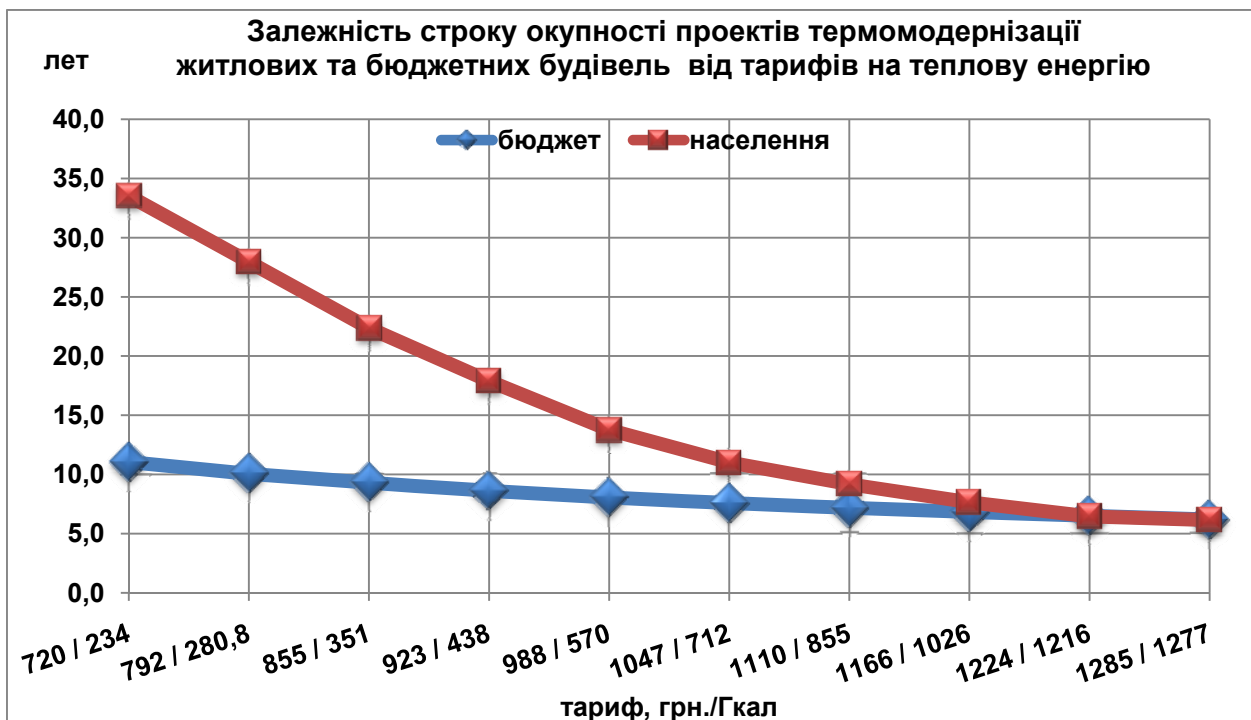
Усі базові розрахунки показників економічної ефективності проектів термомодернізації виконано по тарифам на теплову та електричну енергію 2012 року.

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	599 076	116 923	482 153
Електроенергія	кВт·год	71 580	60 987	10 593

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

На **рисунку 7.2.1** зображено структуру економії теплової енергії на опалення після впровадження енергоефективних заходів. Споживання теплової енергії знизиться на **80,5 %** від базового споживання будівлею на опалення, розрахованого при дотриманні нормативних умов.

Рисунок 7.2.1. Баланс економії спожитої теплової енергії на опалення будівлею, кВт·год/рік



8. Енергетичний баланс

Споживання енергії «до» та «після» впровадження енергоефективних заходів підсумовані в наступних таблицях 8.1. – 8.2.

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

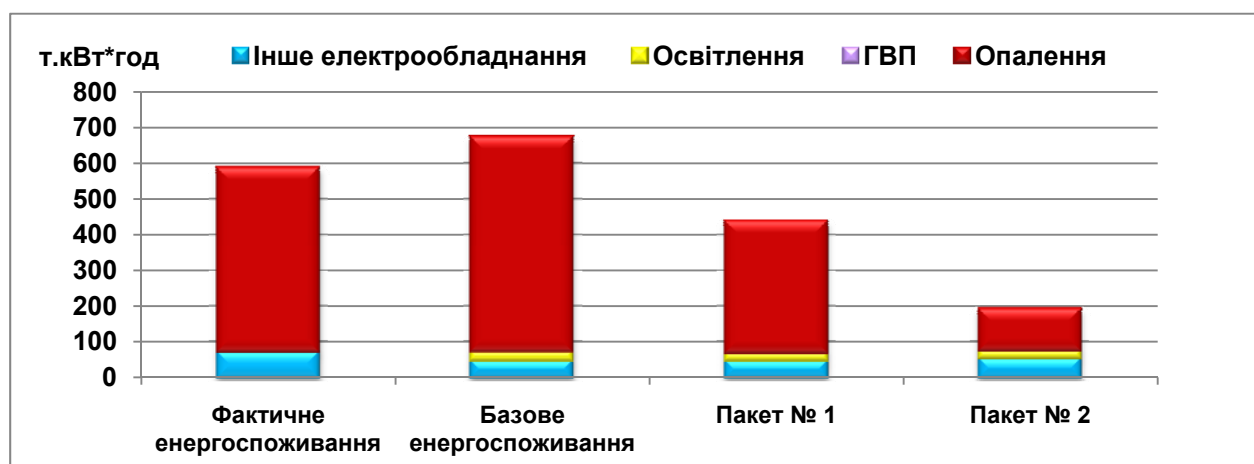
Стаття бюджету витрат енергії	До ЕЕ заходів		Після ЕЕ заходів	
	Фактичне енергоспоживання	Базове енергоспоживання	Пакет № 1	Пакет № 2
	тис. кВт·год/рік			
Опалення	513	599	369	117
ГВП				
Освітлення	72	25	21	21
Інше		47	47	54
Всього	585	671	437	191

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	145	169	104	33
ГВП				
Освітлення	20	7	6	6
Інше		13	13	15
Всього	165	190	123	54

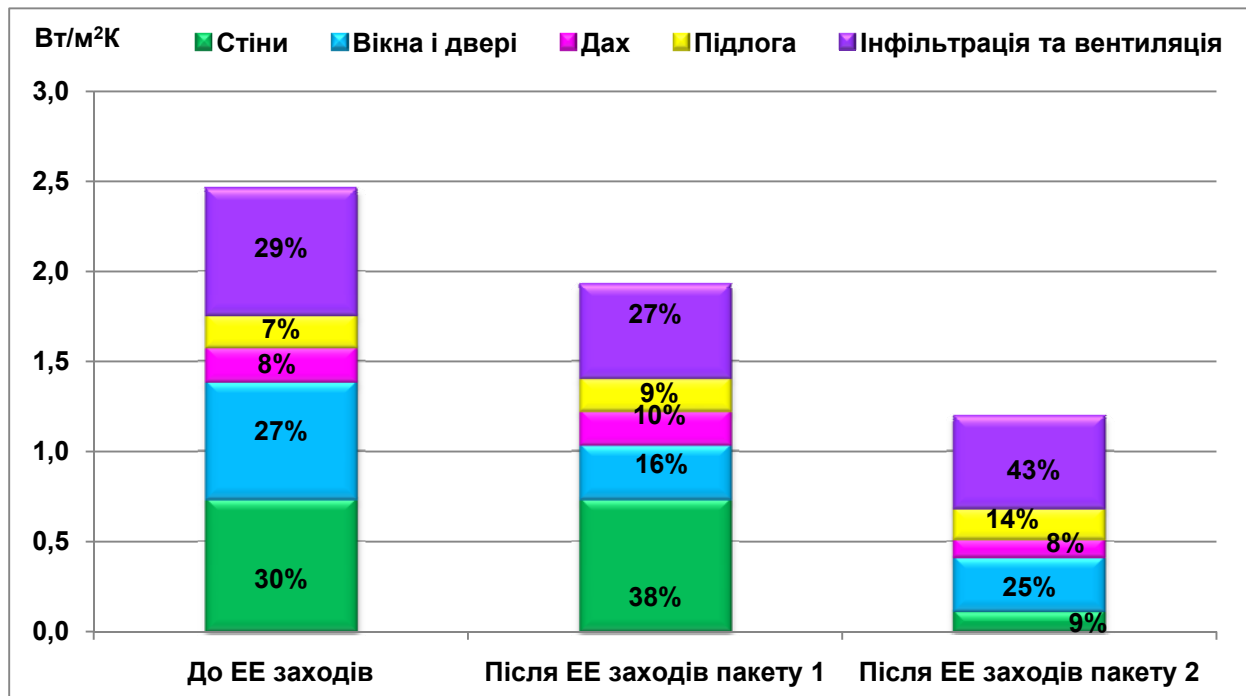
На **рисунку 8.1** приведено структуру споживання енергії «до» та «після» впровадження пакетів енергоефективних заходів. Пакет 1 енергоефективних заходів дозволяє знизити споживання від загального базового рівня на **35%**, а пакет 2 на **71 %**.

Рисунок 8.1. Баланс споживання енергії



На **рисунках 8.2** приведено баланс витрат на опалення будівлі «до» та «після» проведення енергоефективних заходів. Основна доля тепловитрат будівлі «до» проведення енергоефективних заходів складає 30 % через стіни, 27 % через вікна та 29 % на підігрів вентиляційного повітря і на інфільтраційні тепловтрати.

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



9. Екологічні вигоди

Впровадження енергоефективних заходів в будівлі ЗОШ №75 по вул. Історична, 92 призведе до зниження споживання теплової та електричної енергії. Зниження споживання енергоресурсів у споживачів сприяє непрямому (опосередкованому) зменшенню викидів парникових газів в місцевій системі теплопостачання.

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	482 153	10 593	492 745

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

$$\text{Зменшена подача енергії} = \frac{1 \text{ кВт} \cdot \text{год} \text{ зекономленого тепла}}{(1 - \text{показник втрат в мережі}) \cdot \text{показник ефективності генерації}}$$

$$\text{Зменшення викидів} = \text{Зменшена подача енергії палива} \cdot \text{коефіцієнт викидів}$$

Вихідні дані для розрахунку обсягів зниження 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 _е	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	482 153
2	Зменшена подача енергії палива	кВт·год/рік	608 778,9
3	Коефіцієнт викидів CO ₂ при спалюванні природного газу	тонн/МВт·год	0,202
4	Зменшення викидів CO ₂	тонн/рік	123

Таблиця 9.3. Зменшення викидів CO₂ за рахунок економії електричної енергії

№	Найменування	Одиниці виміру	Значення
1	Економія електричної енергії	кВт·год/рік	10 593
2	Коефіцієнт викидів CO ₂ при виробництві електричної енергії на національному рівні	тонн/МВт·год _е	0,896
3	Зменшення викидів CO ₂	тонн/рік	9,5

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	123	9,5	132,5

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.

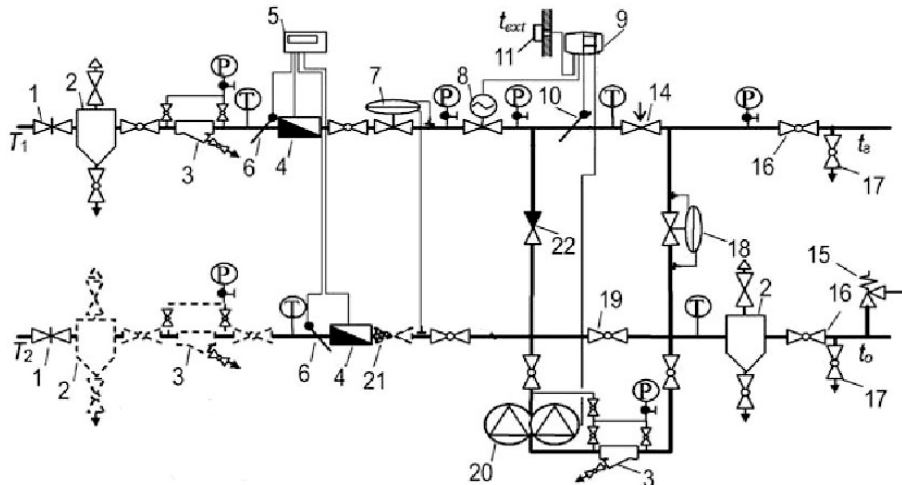
Інвестиційний план, що включає склад і зміст основних етапів робіт, вартість капвкладень, наведено в **таблиці 10.1**.

Таблиця 10.1. Інвестиційний план

№ етапу	Найменування робіт	Строк (міс.)	Вартість (грн.)	Виконавець
1	Проектні роботи			
	Розробка проектної документації	3	319 007	Підрядник
	У тому числі:			
	облаштування "керамічного вентилязованого фасаду"			
	облаштування даху			
	модернізація системи опалення			
	утеплення даху			
	утеплення підвального перекриття			
2	Поставка матеріалів та устаткування			
	Поставка матеріалів	2	2 233 050	Підрядник
	У тому числі:			
	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	478 511	Підрядник
	У тому числі:			
	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	159 504	Підрядник
	У тому числі:			
	випробовування нових радіаторів на міцність			
	тепловізійна зйомка будівлі в опалювальний період			
	здача об'єкту в експлуатацію			
	Усього	12	3 190 071	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 двотрубної систе-

ми опалення зі змінним гідравлічним режимом. У цей момент клапан регулятора теплового потоку 8 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 малoshумний 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. Економічний 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 $0,034 \text{ Вт/м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$. 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 індустриальними личкувальними елементами, виготовленими із дрібнозернистого високомарочного кольорового бетону. Ця система використовується в обличкуванні 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 +250 °С 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.

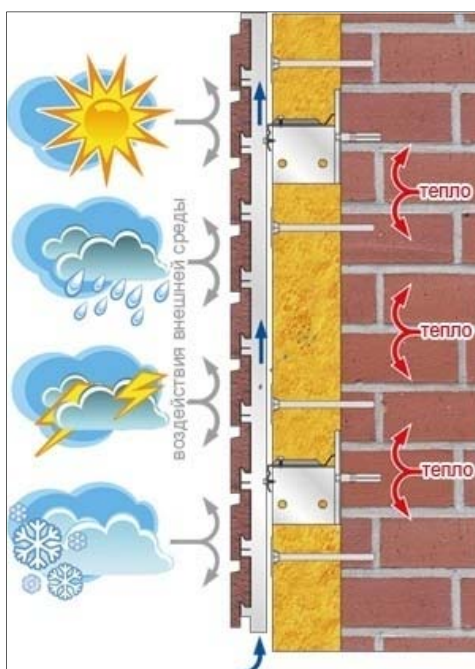
Морозостійкість фасадного каменя складає у більш ніж 150 циклів в комплексі з високою якістю дозволяють експлуатувати систему в різних кліматичних умовах.

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.

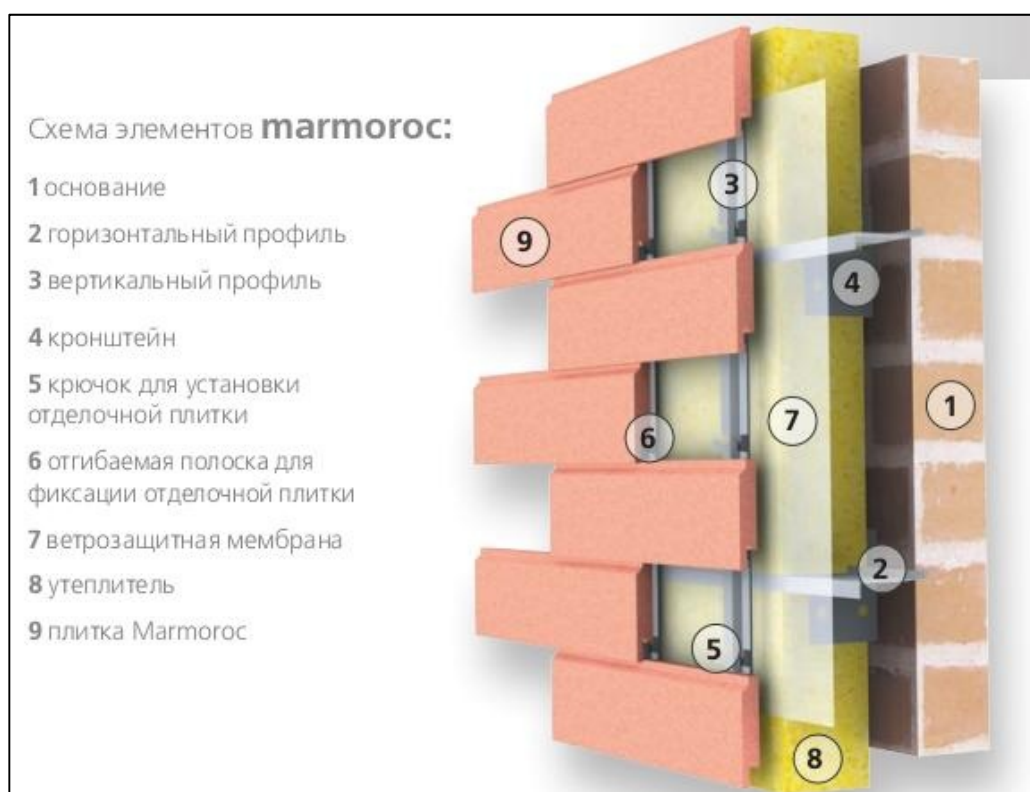
Вітрозахисна мембрана — плівка типу «Tyvek». Матеріал: високотехнологічний вітровологозахисний паропроникливий мембранний матеріал. Розміри: рулон-

ний 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 «Марморос»



Основні переваги фасадної системи «Марморос»

- 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. Історична,92
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	1962

Таблиця 2. Розрахункові параметри

Найменування розрахункових параметрів		Позначення	Одиниці вимірювання	Величина
1	Розрахункова температура внутрішнього повітря	$t_{в}$	°C	21
2	Розрахункова температура зовнішнього повітря	$t_{з}$	°C	-21
3	Розрахункова температура теплого горища	$t_{вг}$	°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	Дитяча навчальна установа		
9	Розміщення в забудові	Окремо розташована		
10	Типовий проект, індивідуальний	Типовий проект 3-поверхова загальноосвітня школа		
11	Конструктивне рішення	Будівля цегляна		

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	$F_{\Sigma}, \text{м}^2$	--	5 102,0	
	В тому числі:				
	- стін	$F_{нп}, \text{м}^2$	--	1 744,7	
	- вікон і балконних дверей	$F_{сп}, \text{м}^2$	--	834,9	

Показник		Позначення і розмірність показника	Нормативне значення показника	Розрахункове (проектне) значення показника	Фактичне значення показника
1		2	3	4	5
	- вітражів	$F_{\text{сп}}, \text{м}^2$	--	-	
	- ліхтарів	$F_{\text{сп}}, \text{м}^2$	--	-	
	- входних дверей	$F_{\text{д}}, \text{м}^2$		18,3	
	- покриття (суміщених)	$F_{\text{пк}}, \text{м}^2$	--	-	
	- горищних перекриттів (холодного горища)	$F_{\text{пк хг}}, \text{м}^2$	--	1 252,0	
	- перекриттів теплих горищ	$F_{\text{пк тг}}, \text{м}^2$	--	-	
	- перекриттів над техпідпіллями	$F_{\text{ц1}}, \text{м}^2$	--	-	
	- перекриттів над неопалюваними підвалами і підпіллями	$F_{\text{ц2}}, \text{м}^2$	--	261,3	
	- перекриттів над проїздами і під еркерами	$F_{\text{ц3}}, \text{м}^2$	--	-	
	- підлоги по ґрунту	$F_{\text{ц}}, \text{м}^2$	--	990,7	
13	Площа опалюваних приміщень	$F_{\text{h}}, \text{м}^2$	--	3 542,7	
14	Корисна площа (для громадських будинків)	$F_{\text{л}}, \text{м}^2$	--	3 567,0	
15	Площа житлових приміщень і кухонь	$F_{\text{л}}, \text{м}^2$	--	-	
16	Розрахункова площа (для громадських будинків)	$F_{\text{л}}, \text{м}^2$	--	-	
17	Опалюваний об'єм	$V_{\text{h}}, \text{м}^3$	--	13 287,0	
18	Коефіцієнт скління фасадів будинку	$m_{\text{ск}}$	--	0,32	
19	Показник компактності будинку	$k_{\text{к буд}}$	--	0,38	
Теплотехнічні та енергетичні показники					
Теплотехнічні показники					
20	Приведений опір теплопередачі зовнішніх огорожень	$R_{\Sigma \text{пр}}, \text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$			
	- стін	$R_{\Sigma \text{пр ст}}$	2,5	0,69	
	- вікна дерев'яні спарені	$R_{\Sigma \text{пр в}}$	-	-	
	- вікна дерев'яні роздільні	$R_{\Sigma \text{пр в}}$	0,56	0,36	
	- вікна металопластикові	$R_{\Sigma \text{пр в}}$	0,56	0,36	
	- балконні блоки дерев'яні	$R_{\Sigma \text{пр б}}$	-	-	
	- балконні блоки металопластикові	$R_{\Sigma \text{пр б}}$	-	-	
	- склоблоки	$R_{\Sigma \text{пр сб}}$	-	-	
	- вітражів	$R_{\Sigma \text{пр вт}}$	-	-	
	- ліхтарів	$R_{\Sigma \text{пр л}}$	-	-	
	- входних дверей дерев'яних	$R_{\Sigma \text{пр вд}}$	-	-	

Показник		Позначення і розмірність показника	Нормативне значення показника	Розрахункове (проектне) значення показника	Фактичне значення показника
1		2	3	4	5
	- 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)	$R_{\Sigma \text{пр п}}$	-	-	
	- горищних перекриттів (холодних горищ)	$R_{\Sigma \text{пр г}}$	4,5	1,86	
	- перекриттів теплих горищ (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	$R_{\Sigma \text{пр пд}}$	-	1,91	
Енергетичні показники					
21	Розрахункові питомі тепловитрати	$q_{\text{буд}}, \text{кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^2 [\text{кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^3]$		169,10 [45,09]	
22	Максимально допустиме значення питомих тепловитрат на опалення будинку	$E_{\text{max}}, \text{кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^2, [\text{кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^3]$		- [29]	
23	Клас енергетичної ефективності			Е	
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 максимального допустимого значення, E_{max} , $[(q_{\text{буд}} - E_{\text{max}}) / E_{\text{max}}] 100\%$
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 встановлення автоматичного регулятора теплового потоку, балансування системи опалення, встановлення біметалічних радіаторів, термостатичних регуляторів та теплоізоляційних рефлекторів.	
Модернізація фасаду. В якості системи фасадного утеплення можуть бути використані система фасадного утеплення з вентильованим повітряним прошарком та індустриальним 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.	
Часткова модернізація системи вентиляції. Здійснити встановлення локальних пристроїв вентиляції з рекуператорами теплоти.	
Часткова модернізація системи освітлення. Здійснити заміну ламп розжарювання енергозберігаючими.	

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 О.С.

Додаток Г.
Звіт з тепловізійного обстеження

В додатку приведені результати обстеження теплотехнічного стану огорожувальних конструкцій ЗОШ № 75 по вул. Історична, 92.

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**.

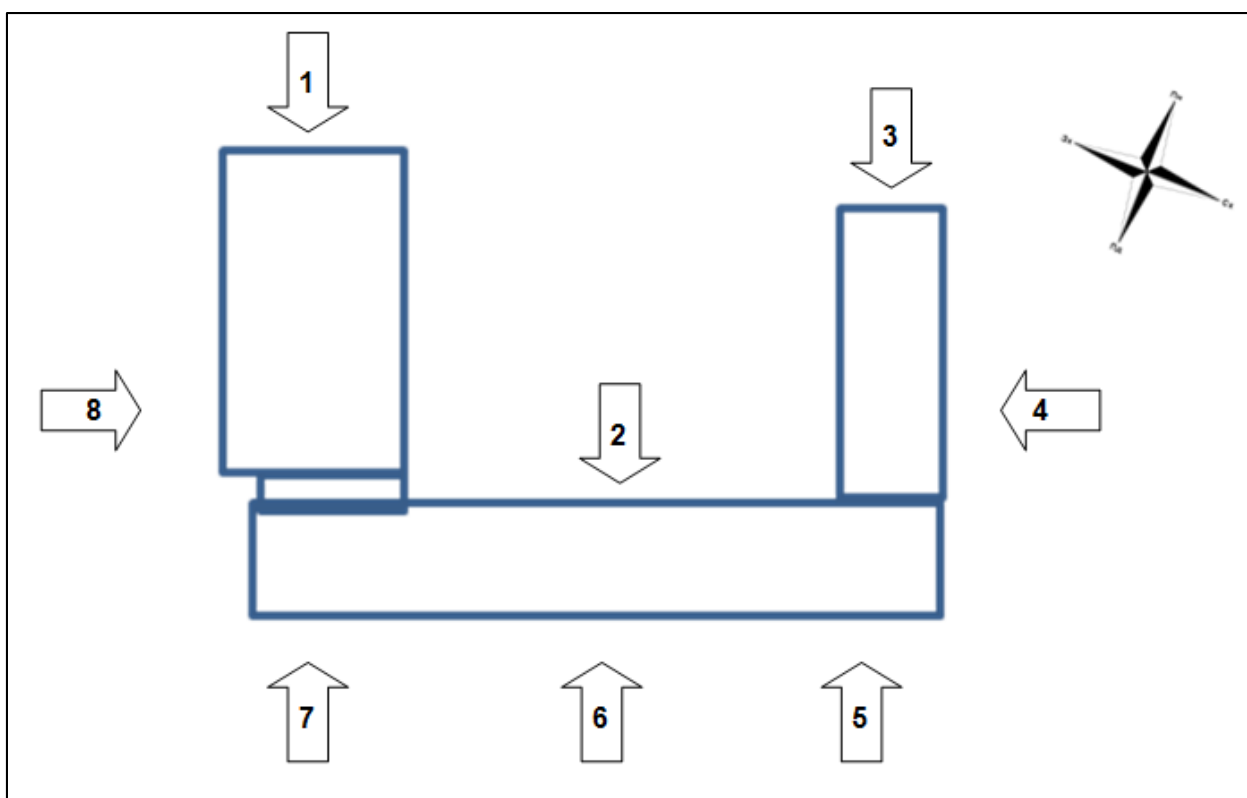
Таблиця 1. Умови під час обстеження

Дата і час обстеження	21.12.2012, 10:35
Зовнішня температура	-9 °C
Внутрішня температура	+20 °C
Вологість	85%
Вітер	6 м/с

Таблиця 2. Технічні характеристики тепловізора

Найменування обладнання	FLUKE Ti10
Матриця	160x120
Похибка виміру	$\pm 5^{\circ}\text{C}$ 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°C до $+50^{\circ}\text{C}$
Програма обробки термограм	SmartView

Рисунок 1. Схема проведення тепловізійної зйомки

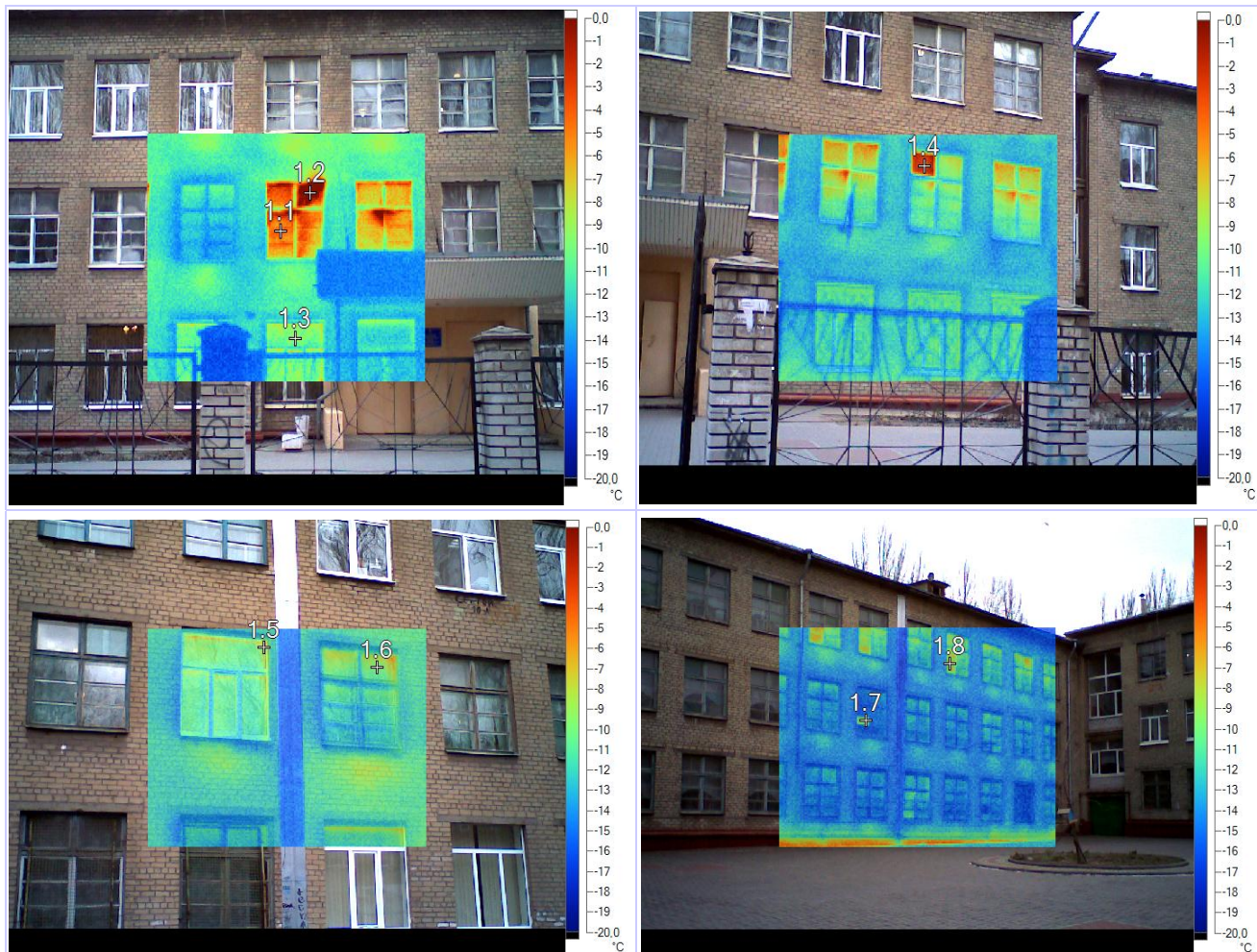


В додатку приведена частина фотографій, які відображають характерні властивості огорожувальних конструкцій будівлі.

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

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

Рисунок 2. Фотографії фрагментів віконних конструкцій.



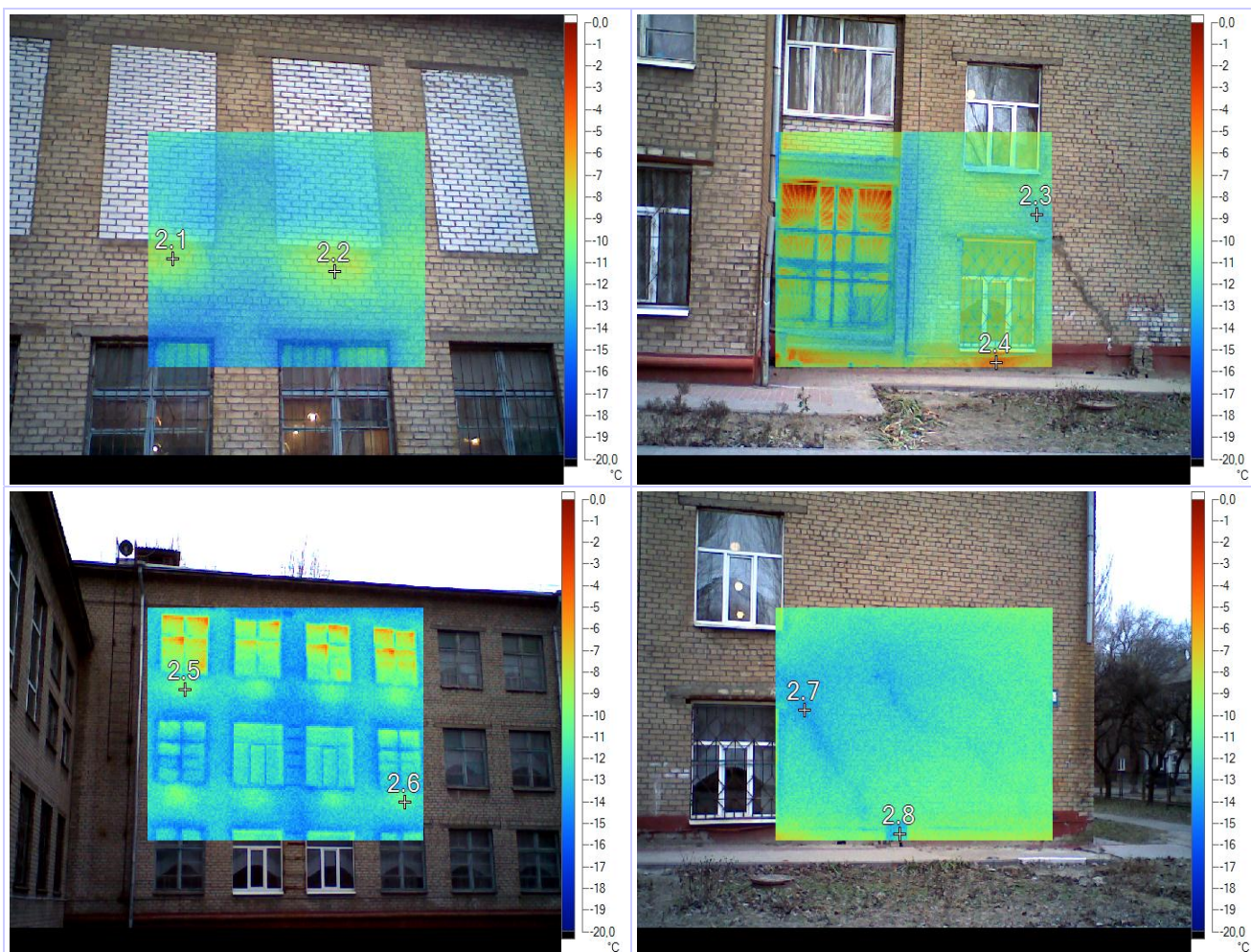
Виявлені проблеми

В точках «1.5», «1.6», «1.7», «1.8» спостерігаються підвищені втрати теплоти через вікна.

В точках «1.1», «1.4» наявні витоки теплого повітря через нещільність віконних конструкцій.

В точці «1.2» спостерігаються витоки теплого повітря через розбите вікно.

Рисунок 3. Фотографії фрагментів огорожувальних конструкцій.



Виявлені проблеми

В точці «2.1», «2.2», «2.5», «2.6» спостерігаються підвищені втрати теплоти через стіни в місцях встановлення опалювальних приладів.

В точках «2.3», «2.7», «2.8» спостерігаються ділянки інфільтрації холодного зовнішнього повітря через дефекти огорожувальних конструкцій.

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 205 вікон. Під час тепловізійної зйомки було обстежено 85 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 та розбиті вікна. 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 1 745 м². Під час тепловізійної зйомки було обстежено 50% загальної площі стін. В результаті обстеження було виявлено, що 40% стін мають дефекти внаслідок яких відбуваються втрати теплової енергії.

В результаті обстеження були виявлені наступні ділянки втрати теплоти:

- в місцях стиків панельних плит, перекриттів (3% від загальної площі стін);
- в місцях встановлення опалювальних приладів (22% від загальної площі стін);
- в місцях часткового руйнування фасаду, порушення ізоляції (5% 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.