

Енергосервісна
компанія



Екологічні
Системи

Звіт з енергетичного аудиту
Дошкільний навчальний заклад (ясла-садок) № 126
«Земляничка»
вул. Патріотична, буд. 40а

ЕС3.031.125.02.03.03



м. Запоріжжя
2012 р.

					ЕС3.031.125.02.03.03 Енергетичний аудит будівель м. Запоріжжя Енергосервісна компанія «Екологічні Системи»	

Перелік скорочень

ВАТ - відкрите акціонерне товариство
ГВП – гаряче водопостачання
Д – дерево
ДБН – Державні будівельні норми;
ДНЗ – дошкільний навчальний заклад;
ДПП – державно-приватне партнерство;
ДСТУ - Державна система стандартизації України;
ЕЕ – енергетична ефективність
ЕіО – експлуатація і обслуговування
Зх – Захід
ІТП – індивідуальний тепловий пункт
ККД – коефіцієнт корисної дії
КП – комунальне підприємство
КУ – комунальна установа
М – метал
М_{ут.} – метал з утепленням
ОП – опалювальні прилади
ОСВ - одиниця скорочення викидів
П – пластик
Пд – Південь
ПДВ - податок на додану вартість
ПЕР – паливно-енергетичні ресурси
Пн – Північ
СФТО - системи фасадні теплоізоляційно-оздоблювальні
Сх – Схід
ТЕ – теплова 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.....	15
5.1. Опалення	15
5.2. Побутове гаряче водопостачання	17
5.3. Вентиляція	18
5.4. Електропостачання	18
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	47
8. Енергетичний баланс	51
9. Екологічні вигоди.....	52
10. Впровадження та організація	54
Додаток А. Схема теплового пункту із залежним підключенням абонента * ..	56
Додаток Б. Системи фасадні теплоізоляційно-оздоблювальні.....	59
Додаток В. Енергетичний паспорт будинку.	62
Додаток Г. Звіт з тепловізійного обстеження.	66

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 будівлі ДНЗ №126 по вул. Патріотична, 40а 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 ДНЗ №126 по вул. Патріотична, 40а.

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;

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	304 802	98 143	32	587	9,8	5,8
Пакет 2	304 802	216 659	71	1 568	11,8	6,9

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

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

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

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

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

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

Таблиця 1.3. Економічні показники пропонованих енергоефективних заходів (по тарифах за 2012 р.).

ДНЗ №126 по вул. Патріотична, буд.40а, м. Запоріжжя		Опалювальна площа: 1 573 м ²					
Енергоефективні заходи		Інвестиції	Чиста економія		Простий строк окупності по тарифам 2012 р.	NPVQ* по тарифам 2012 р.	Простий строк окупності** по тарифам 2020 р. (довідкове)
Пакет 2		тис. грн	кВт·год	тис. грн	рік		рік
1.	Комплексна модернізація системи опалення	339,2	24 430	15,1	22,4	-0,59	13,2
2.	Модернізація фасаду	479,1	82 821	51,3	9,3	0,43	5,5
3.	Модернізація дахового перекриття	240,2	33 816	21,0	11,5	0,16	6,7
4.	Модернізація підвального перекриття	39,8	4 614	2,9	13,9	-0,04	8,2
5.	Заміна вікон та балконних блоків	383,2	39 884	24,7	15,5	-0,20	9,1
6.	Часткова модернізація системи вентиляції	86,3	31 094	18,7	4,6	0,97	2,7
7.	Часткова модернізація системи внутрішнього освітлення	9,9	5 746	5,4	1,8	4,85	1,1
Всього		1 577,7	222 404	139,2	11,3	0,06	6,7

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

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

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

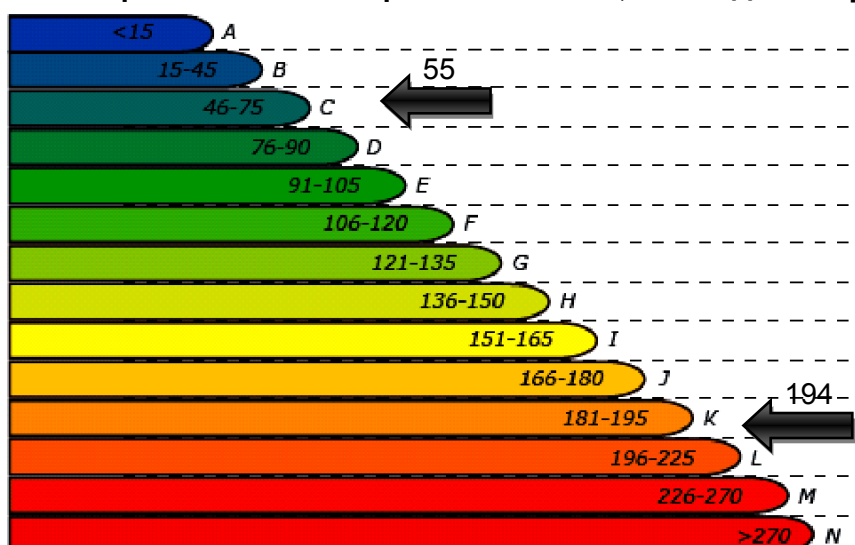
Таблиця 1.4. Показники економії енергії згідно Пакету 2, з розділенням на окремі потреби.

Найменування	Одиниця вимірювання	Базове споживання	Споживання після заходів	Економія
Централізоване опалення	кВт·год	304 802	88 143	216 659
Електроенергія	кВт·год	45 357	39 611	5 746

Таким чином, після проведення комплексної термомодернізації, енергоефективність будівлі (на опалення) підвищиться від існуючого класу К до класу С, 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 60,4 тонн/рік (51% від існуючого стану).

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

1. Організація проекту

Назва проекту/будівлі/об'єкту:	Дошкільний навчальний заклад (ясла-садок) № 126 «Земляничка»
Адреса:	м. Запоріжжя, вул. Патріотична, буд. 40а
Контактна особа:	Чухрай Р. В.
Тел/факс:	(061)224-33-59
Email:	
Посада:	Директор
Власник будівлі:	Департамент освіти і науки, молоді та спорту Запорізької 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. Основні положення»
- ДБН В 2.2-15-2005 «Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення»
- ДБН В.2.2-24:2009 «Проектування висотних житлових і громадських будинків»
- ДБН В.2.5-39:2008. «Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Теплові мережі»;
- ДБН В 2.6-31:2006 «Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель»;
- ДСТУ-Н Б А.2.2-5:2007 «Настанова з розроблення та складання енергетичного паспорта будинків при новому будівництві та реконструкції»;
- ДСТУ Б В.2.6-17-2000 (ГОСТ 26602.1-99) «Конструкції будинків і споруд. Блоки віконні та дверні. Методи визначення опору теплопередачі»;
- ДСТУ Б В.2.6-18-2000 (ГОСТ 26602.2-99) «Конструкції будинків і споруд. Блоки віконні та дверні. Методи визначення повітря- та водонепроникності»;
- ДСТУ Б В.2.6-36:2008. «Конструкції зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією та опорядженням штукатурками. Загальні технічні умови»;
- ДСТУ-Н Б В.1.1 – 27:2010 «Будівельна кліматологія. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі»;
- ДСТУ-Н Б В.2.6-83:2009 «Настанова з проектування світлопрозорих елементів огорожувальних конструкцій»;

					ЕС3.031.125.02.03.03 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»;
- СанПіН 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°C;
- нормативне значення температури в приміщеннях: $t_{вн} = 22^{\circ}\text{C}$;
- мінімальний опір теплопередачі зовнішніх стін $R_{q\ min} \geq 2,5\ \text{м}^2\cdot\text{К/Вт}$;
- мінімальний опір теплопередачі вікон $R_{q\ min} \geq 0,56\ \text{м}^2\cdot\text{К/Вт}$;
- мінімальний опір теплопередачі входних дверей $R_{q\ min} \geq 0,41\ \text{м}^2\cdot\text{К/Вт}$;
- мінімальний опір теплопередачі перекриття над неопалюваним підвалом, що розташований вище рівня землі $R_{q\ min} \geq 2,6\ \text{м}^2\cdot\text{К/Вт}$;
- мінімальний опір теплопередачі горища $R_{q\ min} \geq 4,5\ \text{м}^2\cdot\text{К/Вт}$;
- допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, Δt_{cr} , стіни - 4°C, горище – 3°C, підлога – 2°C;
- нормативні максимальні тепловитрати складають $E_{max} = 37\ \text{кВт}\cdot\text{год/м}^3$;
- 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 у 1962 році, за проектом **серії 2-04-⁴³⁷/438-8** (дитячі ясла-садок на 135 місць). На час проведення аудиту середня кількість дітей складала 140 осіб. Кількість працюючого персоналу 35 особа.

Внутрішня температура в приміщеннях будівлі незадовільна. В опалювальний період внутрішня температура коливається в межах $+10 - +21^{\circ}\text{C}$ 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 $+22^{\circ}\text{C}$ відповідно до ДБН В.2.2-9-99 «Громадські будинки та споруди».

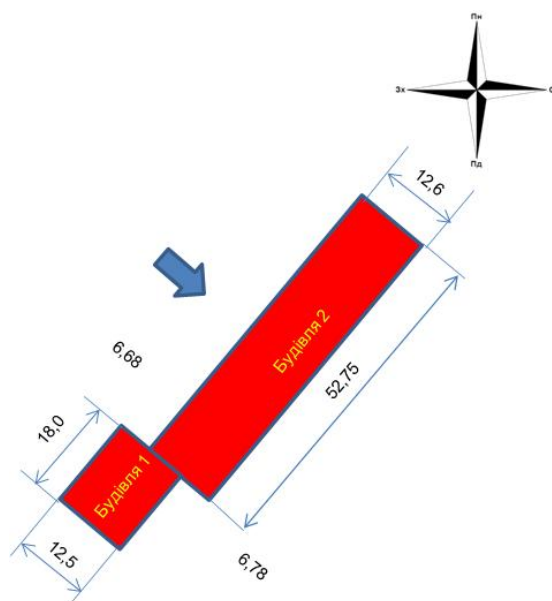
За останні роки були здійсненні ремонти за кошти міського бюджету, а саме: замінено 4 дерев'яних віконних блоків на металопластикові; замінено 6 дверей на металеві з теплоізоляцією; реконструкція крівлі даху. Щорічно відбувається промивка внутрішньої системи опалення.

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. 1971 р.	Кількість поверхів	2
Площа забудови, $S_{\text{заб}}, \text{м}^2$	889	Площа опалювальна $S_{\text{опал}}, \text{м}^2$	1 573
Площа приміщень $S_{\text{приміщень}}, \text{м}^2$	1 553	Об'єм опалювальний $V_{\text{опал}}, \text{м}^3$	4 952
Об'єм загальний $V_{\text{заг}}, \text{м}^3$	6 006	Чиста висота приміщення $h_{\text{прим}}, \text{м}$	3,0

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»
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 повірки
Електроенергія	I.Будівля ДНЗ	1990 1990	СА4У-И672М	134648 884379	27.10.2009
Централізоване теплопостачання. (Теплолічильник.)	Підвал II.Будівлі ДНЗ	2005	Multikal 401 66W-0-0-6-B-320	2663517	01.10.2009
Природний газ	-				
Холодна вода	I.Будівля ДНЗ		Нептун	26434765	01.10.2009

4. Конструктивні особливості будівлі

4.1. Зовнішні стіни

Стан стін будівлі задовільний, значні пошкодження фасаду відсутні. Між основною будівлею та прибудовою виявлене нещільне примикання стін, що призводить до додаткових втрат тепла. 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)	786	Опір теплопередачі стін ($R_{\text{стін}}$, м ² ·К/Вт)		0,77
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)	91	313	81	301

Існуюче значення опору теплопередачі стін $R_{\text{стін}}$ 0,77 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 94 вікна та 8 балконних блоків, загальною площею 276 м², що складає 25 % від загальної площі фасаду (коефіцієнт скління фасадів становить 0,25). Будівля характеризується значною кількістю вікон різного розміру. В закладі переважають дерев'яні спарені та роздільні віконні блоки з двійним склінням. За останні роки було замінено 4 дерев'яних віконних блоків на металопластикові з однокамерними склопакетами (варіант скління 4-16п-4і). Існуючі дерев'яні віконні блоки в незадовільному стані, деревина за період експлуатації розсохлась, спостерігаються нещільності між рамою і 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 (а x b)	Площа одного	Кількість, шт				Загальна площа, м ²			
			Д	П _{ен.зб}	Сб	Всього	Д	П _{ен.зб}	Сб	Всього
Пн/Сх	1,55 x 3,57	5,53	1	-	-	1	5,5	-	-	5,5
	1,8 x 1,4	2,52	2	-	-	2	5,0	-	-	5,0
	0,5 x 1	0,50	-	1	-	1	-	0,5	-	0,5
Пд/Зх	1,8 x 3,6	6,48	3	-	-	3	19,4	-	-	19,4
	1,8 x 1,4	2,52	4	-	-	4	10,0	-	-	10,0
Пд/Сх	1,8 x 1,4	2,52	32	-	-	32	80,6	-	-	80,6
	1,8 x 2	3,60	8	-	-	8	28,8	-	-	28,8
	1,8 x 1	1,80	2	-	-	2	3,6	-	-	3,6
	0,5 x 1	0,50	2	-	-	2	1,0	-	-	1,0
Пн/Зх	1,55 x 3,57	5,53	2	-	-	2	11,1	-	-	11,1
	1,8 x 1,4	2,52	8	-	-	8	20,1	-	-	20,1
	1,8 x 1	1,80	23	1	-	24	41,4	1,8	-	43,2
	0,5 x 1	0,50	-	2	-	2	-	1,0	-	1,0
	4,25 x 1,5	6,38	-	-	2	2	-	-	12,8	12,8
	3,75 x 1,25	4,69	-	-	1	1	-	-	4,7	4,7
Всього			87	4	3	94	222	3,3	17,5	248

Балконні блоки

Орієнтація	Розмір (а x b)			Площа одного	Кількість, шт		Загальна площа, м²	
	м			м²	Д	П	Дер.	П
Пн/Сх	2,6	х	0,95	2,47	1	-	2,5	-
	1,55	х	2,73	4,23	1	-	4,2	-
Пн/Зх	2,6	х	0,95	2,47	3	-	4,9	-
	1,55	х	2,73	4,23	2	-	8,5	-
	2,6	х	0,95	2,47	1	-	2,5	-
	2	х	2,73	5,46	1	-	5,5	-
Всього					8	-	28	-

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 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 8 вхідних дверей. Двері головного входу встановленні металеві з теплоізоляцією, оснащені інерційною системою зачинення (доводчиком) – 6 шт. та дерев'яні -2 шт., 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.

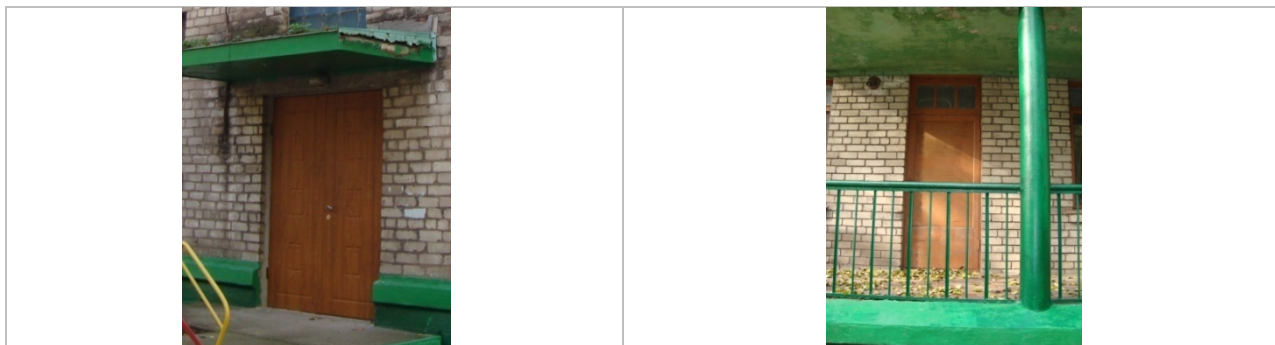
Таблиця 4.3.1. Характеристики вхідних дверей

Орієнтація	Розмір (а x b)			Площа одної	Кількість	Загальна площа	Тип матеріалу
	м			м²	шт.	м²	(П,Д,М.)
Пн/Сх	2,1	х	1	2,10	1	2,10	М
Пд/Сх	2,1	х	1	2,10	2	4,20	Д
Пд/Зх	2,1	х	1,6	3,36	3	10,08	М
	2,1	х	1,6	3,36	2	6,72	М
Всього					8	23.1	

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

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

Рисунок 4.3.1. Зовнішній вигляд входних дверей будівлі



4.4. Дах

Крівля сумісна рулонна з перекриттям верхнього поверху, без технічного поверху. Дах в задовільному стані. В 2011 проводився ремонт (відновлення цілісності гідроізоляції). Утеплення не проводилось.

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

Таблиця 4.4.1. Характеристика конструкції даху

Плита даху	Розміри плити перекриття, м	Площа перекриття, $S_{\text{перек}} \text{ м}^2$	Конструкція плити перекриття	Загальний опір теплопередачі даху ($R_{\text{даху}}, \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$)
	11,4 x 16,9 11,5 x 51,7	192,7 594,0	Залізобетонна багатопустотна плита (220 мм), гравій керамзитовий (200 мм), цементно-піщана стяжка (20 мм) руберойд	1,3
Усього		786,6		

Існуюче значення опору теплопередачі даху $R_{\text{даху}} = 1,30 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ менше ніж мінімальне допустиме значення опору теплопередачі перекриття неопалювальних горіщ $R_{\text{даху min}} = 4,5 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$, 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 192,7 м² 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 температура в підвалі за опалювальний період коливається в межах +7 – +12 °С. 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 _{підвал} м ²	Конструкція плити перекриття	Висота h _{внутр.} , м	Загальний опір теплопередачі (R _{даху} , м ² ·К/Вт)
192,7	Залізобетонна багатопустотна плита (220 мм), цементно-піщана стяжка (30 мм), гравій керамзитовий (150 мм), лінолеум /паркет	2,35	1,9

Підлога на ґрунті

Площа підлоги S _{підлоги} м ²	Конструкція плити перекриття	Загальний опір теплопередачі R _{підвалу} , м ² ·К/Вт
594,0	Залізобетонна плита (300 мм), цементно-піщана стяжка (40 мм), лінолеум /паркет	1,9

Існуюче середнє значення опору теплопередачі підвалу R = 1,9 м²·К/Вт має значення меншим ніж мінімальне допустиме значення перекриття над неопалюваними підвалами, що розташовані нижче рівня землі (R_{підвалу min} = 2,6 м²·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. Адмірала Нахімова, 4, що обслуговується Філією Орджонікідзевського району Концерну «Міські теплові мережі».

Підключене теплове навантаження будівлі на опалення становить 0,085 Гкал/год (98,9 кВт).

Вузол теплового введення

Вузол теплового введення знаходиться в підвалі прибудови до основної будівлі. Приєднання системи опалення виконано за залежною схемою з використанням елеваторного вузла.

Запірна арматура знаходиться в робочому стані.

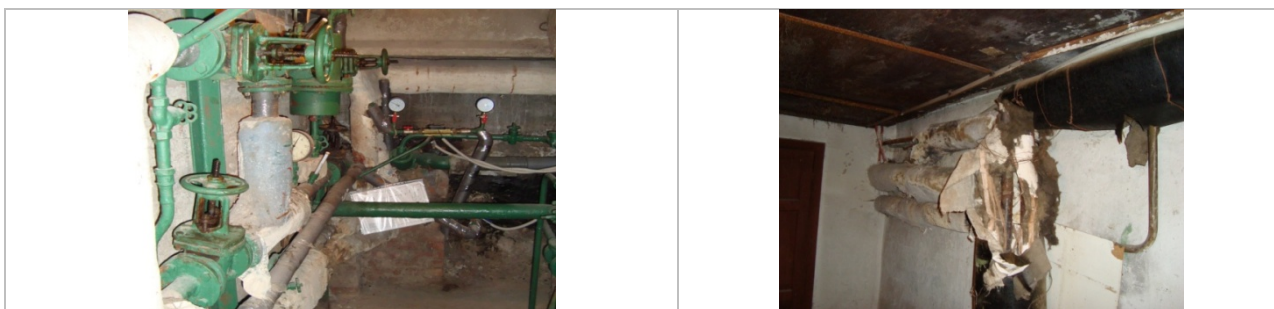
Теплова ізоляція вузла теплового введення виконана не в повному обсягу: не ізольовані з'єднувальні фланці, запірна арматура та деякі ділянки трубопроводів.

Вузол теплового введення не обладнаний системою автоматичного регулювання теплового потоку.

Для здійснення комерційного обліку спожитої теплової енергії на опалення та ГВП, вузол теплового введення було обладнано ультразвуковим тепловим лічильником Multical 401 (серійний № 2663517) виробництва Kamstrup (Данія).

На **рисунку 5.1.1** представлений елементи вузла 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 $t_{3.0.} = -23\text{ }^{\circ}\text{C}$. Розрахунковий перепад температури в системі опалення прийнято $95^{\circ}\text{--}70\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Система опалення прийнята однотрубна з верхнім розведенням та вертикальними стояками.

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

Теплова ізоляція магістральних трубопроводів, прокладених в підпільних технічних каналах будівлі та під стелею верхнього поверху – відсутня.

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 та реєстрами зі сталевих гладких труб. В групових та спальнях першого поверху проектом передбачалась підлога з циркуляцією теплого повітря, для чого на зворотній магістралі монтуються ребристі труби.

Заміна опалювальних приладів на сучасні не здійснювалась.

На час проведення обстеження кількість чавунних секційних радіаторів становила 96 шт. (904 секції), реєстрів зі сталевих труб $\varnothing 108$ мм загальною довжиною 47 пм.

Прилади автоматичного регулювання тепловіддачі опалювальних приладів не встановлені.

Температура в більшості приміщеннях нижча за нормовану. На це є кілька причин:

- система підігріву підлоги не функціонує;
- встановлені опалювальні прилади не мають змоги задовольнити належний режим опалення будівлі через недостатню теплову потужність, засміченість внутрішніх поверхонь відкладеннями та зменшення тепловіддачі в приміщення за рахунок нагрівання декоративних панелей;
- внутрішня система опалення будівлі розбалансована.

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 за декоративним огородженням	Регістри зі сталених труб
	

5.2. Побутове гаряче водопостачання

Гаряче водопостачання (ГВП) будівлі здійснюється централізовано. Приєднання системи виконано за закритою схемою через кожухотрубний секційний водяний підігрівач.

Приєднане навантаження на ГВП становить 0,011 Гкал/год (12,5 кВт).

Трубопроводи ГВП виконані зі сталі. Частина трубопроводів замінено на поліпропіленові.

Теплова ізоляція теплообмінника виконана з мінеральної вати та пінополіуретану, ізоляція розвідних трубопроводів відсутня.

Комерційний облік спожитої теплової енергії на ГВП здійснюється лічильником теплової енергії, що встановлено на тепловому введенні в будівлю.

Подача гарячої води відбувається цілодобово. Гаряча вода використовується на загально побутові потреби та для купання дітей.

5.3. Вентиляція

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

Для приміщення кухні передбачено дві витяжні системи вентиляції з механічним спонуканням та організованим природним припливом повітря.

Вентиляційне обладнання

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

Автоматичне управління системою вентиляції за часовими програмами та частотне регулювання вентиляційних механізмів не передбачено, рекуператори теплоти не встановлені.

Під час аудиторського обстеження вентиляційний агрегат витяжної системи №1 для кухні знаходився в непрацездатному стані, а вентагрегат системи №2 персонал не застосовує через його неефективність.

Мережі каналів й ізоляція

Повітропроводи витяжної системи виконані з оцинкованої сталі. Канали не забезпечені регуляторами та закриваючими стулками з вимірювальними штуцерами. Ізоляція каналів відсутня.

Природна витяжна вентиляція здійснюється через канали, що прокладені в товщі та вздовж 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 прочищення вентиляційних каналів не здійснювались.

На **рисунку 5.3.1** приведена елементи системи вентиляції.

Рисунок 5.3.1. Елементи вентиляційної системи.

Вентагрегат механічної витяжки на даху	Повітропроводи витяжної системи на кухні
	

5.4. Електропостачання

Джерело електропостачання

Електропостачання будівлі виконано кабельною лінією низької напруги 0,4 кВ від ТП-480 (РБ-10), що обслуговується Запорізькими міськими електричними мережами ВАТ «Запоріжжяобленерго».

Розрахункове приєднане електричне навантаження будівлі становить 73,3 кВт.

					ЕС3.031.125.02.03.03 Енергетичний аудит будівель м. Запоріжжя Енергосервісна компанія «Екологічні Системи»	18
--	--	--	--	--	--	----

5.4.1. Освітлення

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

Найбільша частка споживання електроенергії в системі внутрішнього освітлення припадає на лампи розжарювання, кількість яких налічується близько 153 шт., річне споживання становить 9,8 тис. кВт·год, або 68% від загального споживання на освітлення.

Управління освітленням здійснюється в ручному режимі.

Система зовнішнього освітлення складається з світильників, що встановлені над входами в будівлю, оснащених лампами розжарювання потужністю 100 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	Розрахункове споживання електроенергії, тис. кВт·год в рік
Лампи розжарювання	153	100;75;60;40	10,4	945	9,8
Люмінесцентні лампи	134	20;40	2,8	945	2,7
Енергозберігаючі лампи	49	15;21	0,8	1512	1,2
Вуличне освітлення	5	100	0,5	1512	0,8
Всього	341	100	14,5		14,4

5.4.2. Електрообладнання

Загальна потужність електрообладнання закладу становить 30,6 кВт. Найбільшим енергоємним сектором споживання електроенергії є харчоблок, на частку якого припадає 59 % від загального споживання.

Перелік електричного обладнання та його характеристика приведено в таблиці 5.4.2.1. На рисунку 5.4.2.1 представлені фотографії електрообладнання встановленого на кухні та харчоблоку.

Рисунок 5.4.2.1. Вигляд електрообладнання в пральні та кухні

Пральна машина	Центрифуга	Електроплита
		

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	Розрахункове споживання електроенергії з урахуванням коефіцієнту K^* , тис. кВт*год
Кухонне обладнання						
Електрокотел	1980	1	6,0	6,0	600	1,8
Електроплита	2008	1	17,0	17,0	1260	10,7
Електропривод універсальний	1980	1	0,5	0,5	144	0,0
Електросковорода	1977	1	6,0	6,0	432	1,6
Холодильник Атлант	2007; 2008; 2012	3	0,1	0,3	8928	1,6
Холодильник Снаге	2005	1	0,1	0,1	8928	0,5
Холодильник Днепр	1983	1	0,1	0,1	8928	0,5
Електрокип'ятильник ЭКГ-100	2012	1	9,0	9,0	264	1,4
Всього				39,0		18,2
Обладнання пральні						
Пральна машина	1977	1	3	3	1320	2,4
Пральна машина LG	2007	1	1,9	1,9	1320	1,5
Центрифуга КП	1991	1	5,3	5,3	1320	4,2
Праска	1985	1	1,2	1,2	1320	1,0
Всього				11,4		9,0
Інше побутове обладнання						
Електрорушник	1979	1	2,5	2,5	26,4	0,1
Комп'ютер	2008	1	0,2	0,2	2112	0,4
Електроконвектор	2011	3	1,6	4,8	352	1,7
Пилосос	2008	3	1,43	4,3	264	1,1
Інше обладнання**				0,2		0,1
Всього				12,0		3,4
Загалом				62,4		30,6

* - K – коефіцієнту усереднення номінальної потужності, що дорівнює 0,2-0,5

** – до переліку іншого обладнання входять оргтехніка, тощо.

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**.

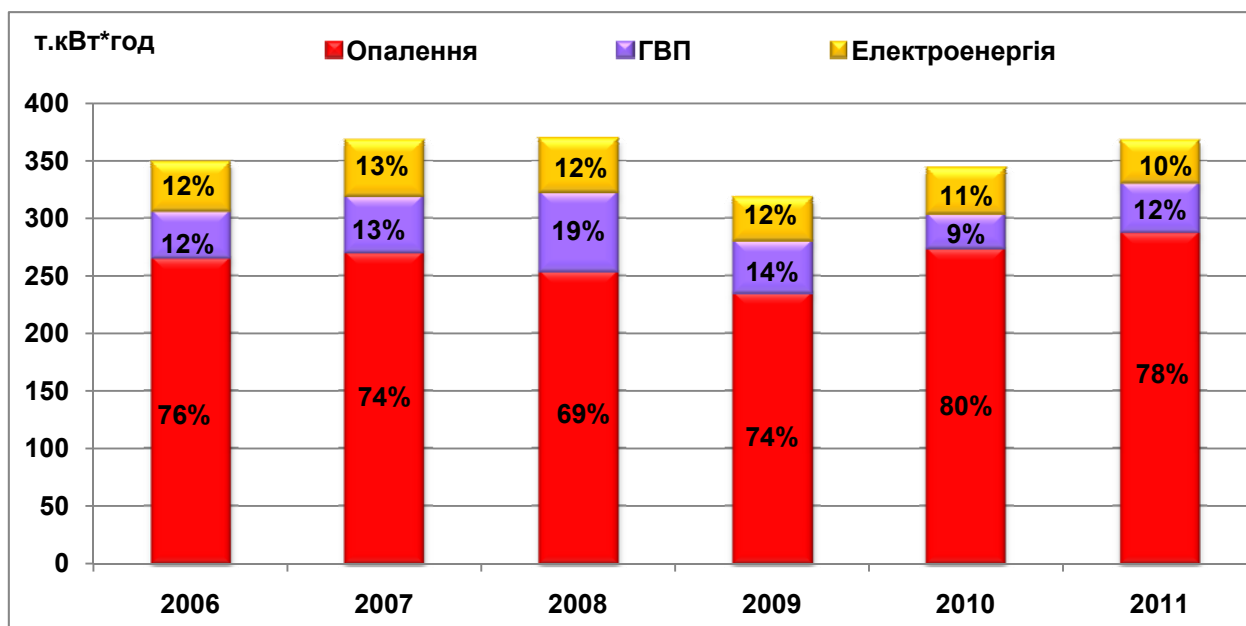
Таблиця 6.1.1. Споживання енергоресурсів

Рік 2008	Од. вим.	Централізоване теп- лопостачання		Елект- роенер- гія	Вода	Всього
		на опа- лення	на ГВП			
Витрати на оплату	тис. грн	52,0	14,3	22,6	5,0	93,9
Споживання енерго- ресурсів	тис. кВт·год	253,5	68,6	45,9		368,1
	Гкал	218,0	59,0			277,0
	тис. м ³				1,3	1,3
Питоме енергоспо- живання	кВт·год/м ²	161,2	43,6	29,2		233,9
Рік 2009						
Витрати на оплату	тис. грн	71,8	13,7	21,7	6,0	113,1
Споживання енерго- ресурсів	тис. кВт·год	234,9	45,4	36,9		317,2
	Гкал	202,0	39,0			241,0
	тис. м ³				1,3	1,3
Питоме енергоспо- живання	кВт·год/м ²	149,3	28,8	23,4		201,6
Рік 2010						
Витрати на оплату	тис. грн	92,7	9,9	26,1	9,0	137,7
Споживання енерго- ресурсів	тис. кВт·год	273,3	30,2	39,1		342,6
	Гкал	235,0	26,0			261,0
	тис. м ³				1,5	1,5
Питоме енергоспо- живання	кВт·год/м ²	173,7	19,2	24,8		217,8
Рік 2011						
Витрати на оплату	тис. грн	126,1	18,0	29,6	11,3	184,9
Споживання енерго- ресурсів	тис. кВт·год	287,3	43,0	36,3		366,6
	Гкал	247,0	37,0			284,0
	тис. м ³				1,8	1,8
Питоме енергоспо- живання	кВт·год/м ²	182,6	27,4	23,0		233,0

Питоме споживання енергії на опалення за останні 4 роки знаходиться в межах 150 – 183 кВт·год/м² в залежності від температури зовнішнього повітря та тривалості опалювального періоду. Фактичне питоме споживання теплової енергії на опалення перевищує нормативне значення (63 кВт·год/м²) відповідно до ДБН В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель».

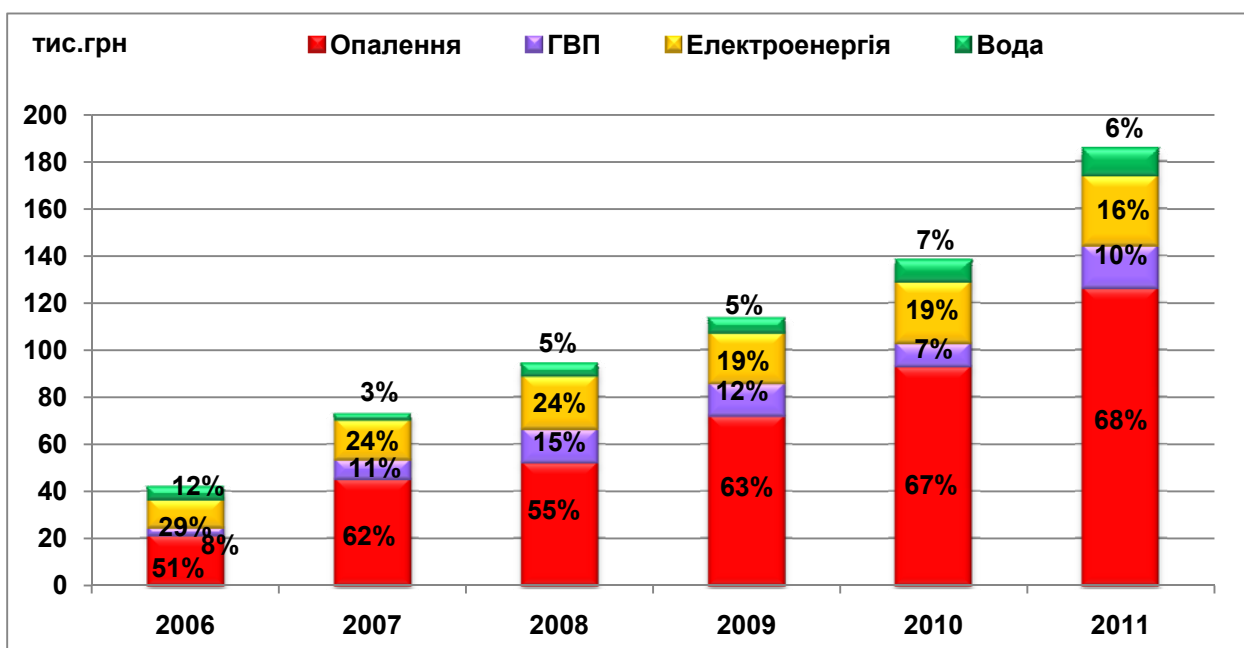
Структура споживання енергоресурсів та витрат на оплату енергоресурсів наведено на **рисунках 6.1.1 - 6.1.2**.

Рисунок 6.1.1. Структура споживання енергії будівлею



Найбільшу частку в структурі споживання енергії будівлею займає тепла енергія на опалення, що становить в середньому 78% в рік. В період 2006 - 2011 рр. споживання енергії на опалення знаходилося в межах 230 - 287 тис. кВт·год, що пояснюється різними кліматичними показниками опалювальних періодів.

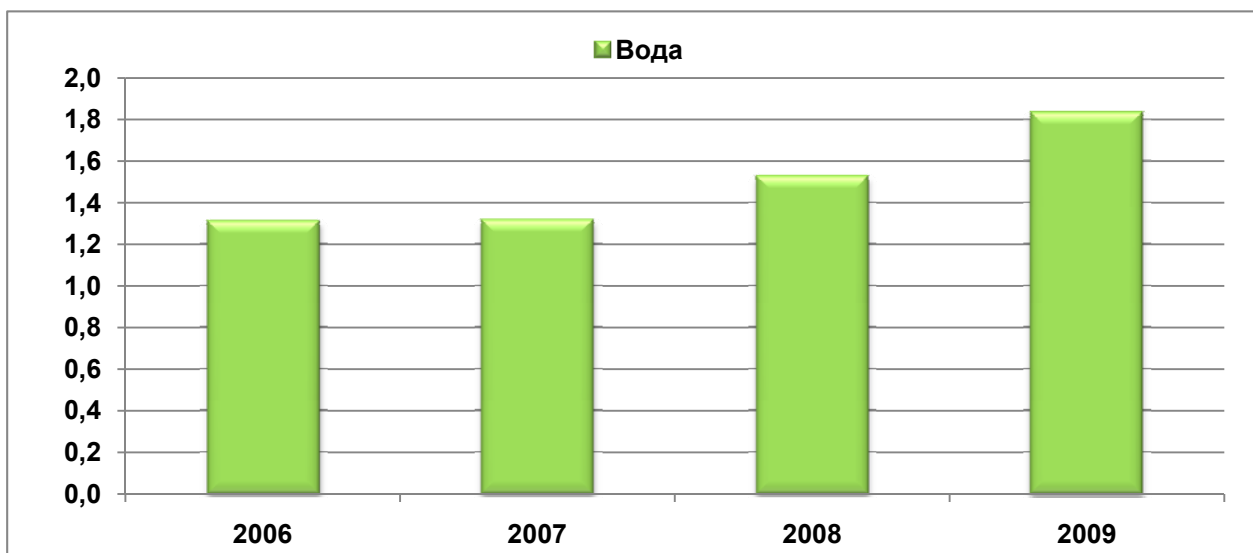
Рисунок 6.1.2. Структура витрат на оплату енергоресурсів, без ПДВ



Найбільша частка припадає на оплату послуг з постачання теплової енергії 68 % в 2011 році. Витрати на оплату теплової енергії з 2006 до 2011 року збільшилися в 6 разів, 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.

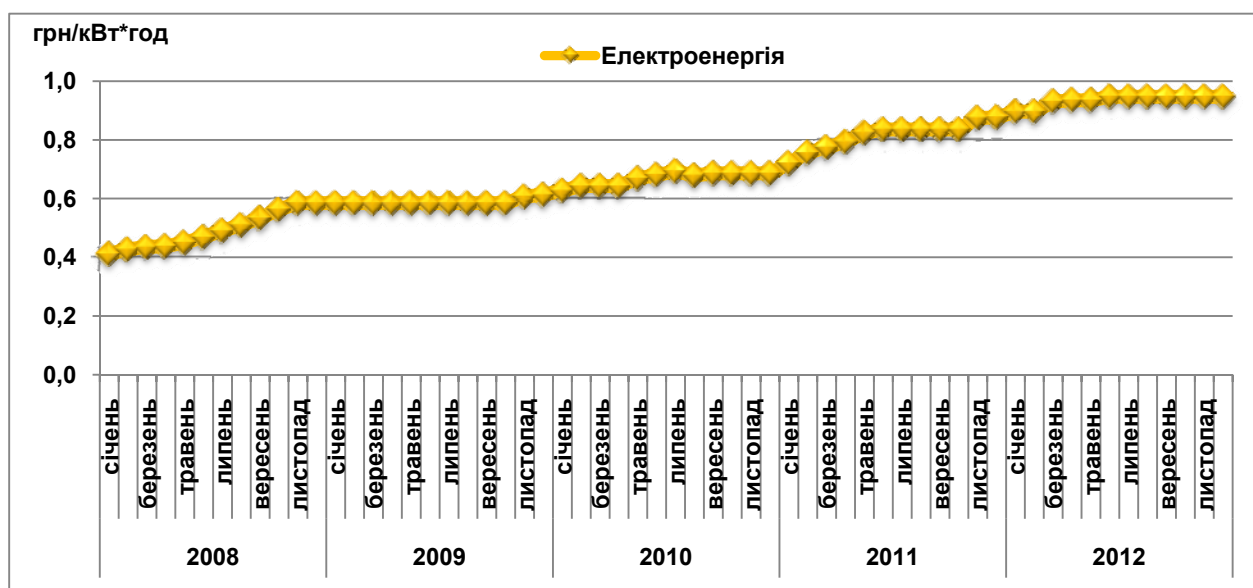


Рисунок 6.1.5. Тарифи на теплову енергію в період 2008-2012 рр.

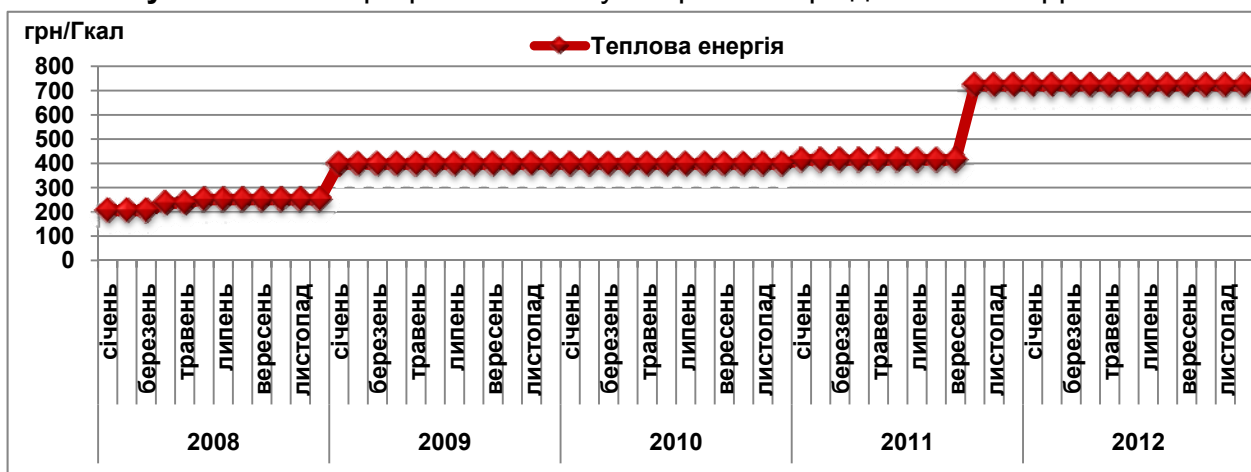
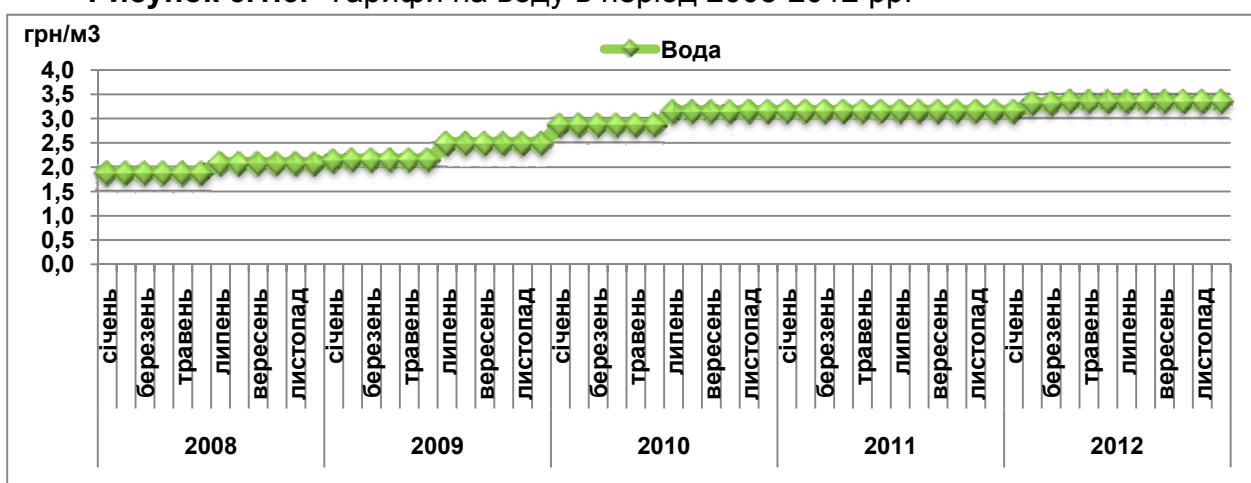


Рисунок 6.1.6. Тарифи на воду в період 2008-2012 рр.



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

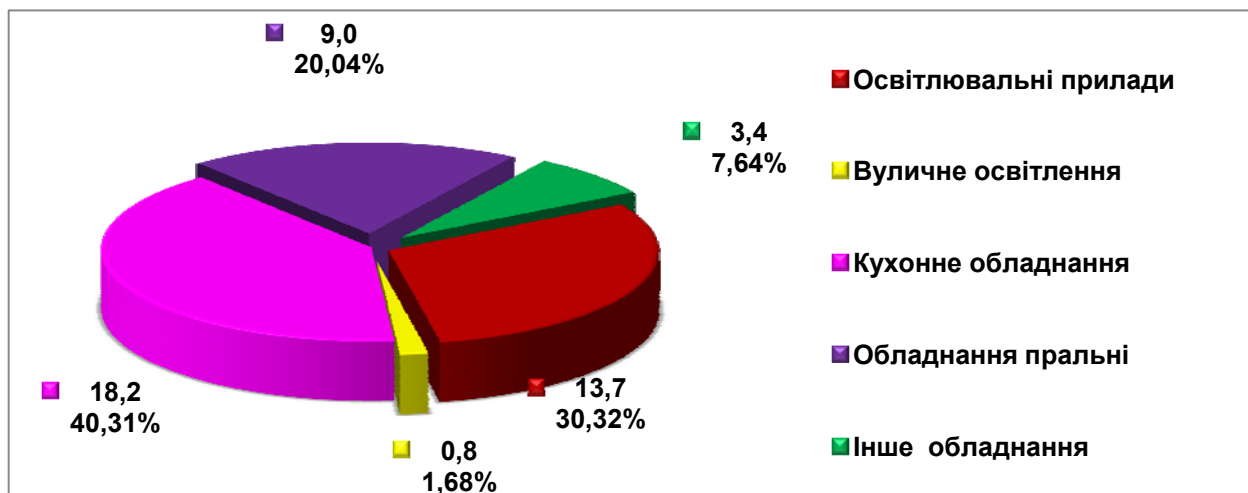
За базове значення споживання теплової енергії на ГВП приймаємо значення фактичного споживання.

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 40 % від загального споживання електроенергії.

Таблиця 6.2.3. Зведені розрахунки споживання електричної енергії

Найменування	Потужність, кВт	Розрахункове споживання електроенергії., тис. кВт·год
Освітлювальні прилади	14,0	13,7
Вуличне освітлення	0,5	0,8
Кухонне обладнання	39,0	18,2
Обладнання пральні	11,4	9,0
Інше обладнання	12,0	3,4
Всього	76,9	45,0

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



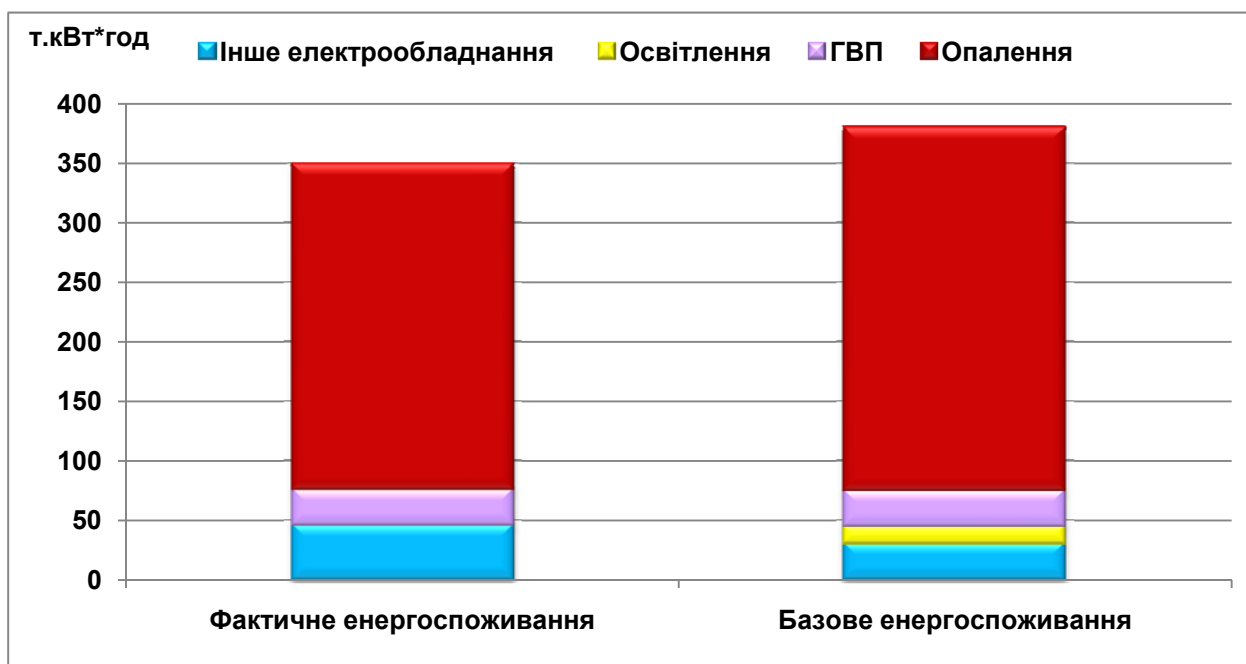
Зведені показники, порівняння фактичного та базового споживання енергії, приведені в **таблиці 6.2.4** Базове споживання енергії на опалення більше на 12 % порівняно з фактичним значенням, що пояснюється незадовільним станом огорожувальних конструкцій будівлі та недостатньою кількістю подачі теплової 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	273	305
ГВП	30	30
Освітлення	46	14
Інше електрообладнання		31
Всього	349	380

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 (встановлення автоматичного регулятора теплового потоку, 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 (встановлення автоматичного регулятора теплового потоку, 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 дозволять несуттєво знизити споживання енергії на опалення будівлі.

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

Детальніша інформація щодо енергозберігаючих заходів наведена в розділі 7.1.

7.1. Опис енергоефективних заходів

Захід №1. Комплексна модернізація системи опалення

Існуюча ситуація

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

Застосування системи опалення без регулювання теплового потоку призводить до підвищеного рівня споживання теплової енергії у періоди збільшення температури зовнішнього повітря та коли будівля не використовується (вночі, вихідні дні).

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

Опалювальні прилади та трубопроводи системи опалення забруднені твердими та м'якими відкладеннями, що призводить до порушення гідравлічного режиму та зниження якості теплопостачання.

Система опалення будівлі розбалансована. Нерівномірність розподілення теплоносія у внутрішній мережі призводить до коливань внутрішньої температури приміщень залежно від 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,
- встановлення автоматичного регулятора теплового потоку,
- заміна встановлених опалювальних приладів на біметалічні радіатори,
- 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.

Регулювання споживання теплової енергії.

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

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

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

Перелік робіт з модернізації теплового пункту:

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

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

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

					ЕС3.031.125.02.03.03 Енергетичний аудит будівель м. Запоріжжя Енергосервісна компанія «Екологічні Системи»	29
--	--	--	--	--	--	----

Таблиця 7.1.1. Орієнтовна вартість обладнання, матеріалів та робіт.

№	Найменування устаткування та робіт	грн., без ПДВ	грн., з ПДВ
1	Керуюче регульовальне обладнання	11 001,07	13 201,29
2	Датчики температури	741,91	890,29
3	Виконавче обладнання для регулювання температури	12 531,25	15 037,50
4	Насосне обладнання	11 558,15	13 869,78
5	Обладнання для ручного регулювання тиску	478,53	574,24
6	Експлуатаційна гідравлічна арматура	8 977,33	10 772,80
7	Експлуатаційне вимірювальне обладнання	491,78	590,13
8	Матеріали і з'єднувальні частини трубопроводу	2 463,80	2 956,56
9	Електромонтажне обладнання і матеріали	432,81	519,37
10	Теплоізоляційні і антикорозійні матеріали	920,50	1 104,60
11	Обладнання і матеріали вузлів врівноважування різниці тисків на вводах	4 800,59	5 760,71
12	Розроблення робочого проекту	4 351,82	5 222,18
13	Монтажні (механічні, електротехнічні) роботи	10 879,54	13 055,45
14	Пусконаладжувальні роботи та введення в експлуатацію	1 087,95	1 305,55
	Всього:	70 717,03	84 860,44

Заміна магістральних та розподільчих трубопроводів

Внаслідок тривалої неналежної експлуатації системи тепlopостачання будівлі, сталеві трубопроводи системи опалення зазнали змін. З часом на внутрішніх стінках труб утворилися відкладення різної природи та характеру. Незалежно від хімічного складу і структури відкладень, їх утворення приводить до серйозного за-смічення та зменшення пропускної здатності трубопроводів, збільшенню їх шорсткості і значного збільшення гідравлічного опору. 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 поліетиле-ну (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 навантажень циркуляційних контурів системи опалення, необхідно виконати гідравлічне ув'язування за рахунок забезпечення однакових втрат тиску в контурах.

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

Таким чином, гідравлічне балансування системи опалення дозволить нормалізувати температури по приміщенням 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 радіаторів опалення на біметалічні радіатори

Встановлені радіатори не мають змоги задовольнити належний режим опалення будівлі.

Для забезпечення нормативних умов тепlopостачання будівлі 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 $+6^{\circ}\text{C}$ до $+28^{\circ}\text{C}$. 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

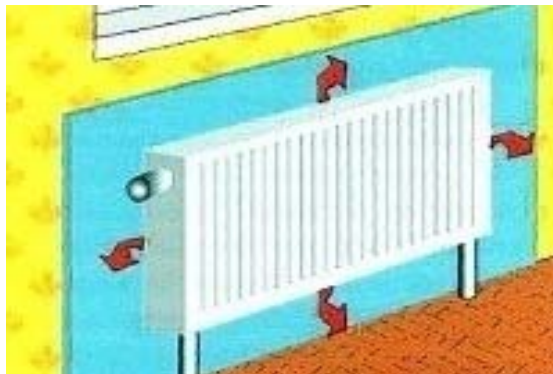
Радіатори системи опалення розташовуються частіше за все під вікнами на відстані приблизно 20 см від зовнішньої стіни. Таким чином частина теплового потоку від радіаторів витрачається на прогрів стіни.

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

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

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

Рисунок 7.1.1. Зовнішній вигляд теплоізоляційного рефлектора



Результати розрахунку економічних показників реалізації заходу приведено в таблиці нижче.

Розрахунок економії (за допомогою ENSI® EAB Software)				
Економія енергії:	Теплової енергії на опалення:		15,53	кВт·г/м²рік
Опалювальна площа	1 573	м²	=	24 430
Вартість ТЕ	0,62	грн /кВт·г	=	15 147
Інвестиції:				
Розробка/Планування			27 134	грн
Управління Проектом			6 783	грн
Обладнання			220 460	грн
Встановлення			84 792	грн
Всього інвестицій			339 169	грн
Чиста економія			15 147	грн/рік
Простий строк окупності			22,4	років
Дисконтований строк окупності			10,6	років
Внутрішня норма рентабельності (IRR)			0	
Чиста приведена вартість (NPV)			-201 211	грн
Коефіцієнт чистої приведеної вартості (NPVQ)			-0,59	

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:	16,53		кВт·г/м²рік
Опалювальна площа	1 573 м²	=	25 996	кВт·г/рік
Вартість ТЕ	0,62 грн /кВт·г	=	16 118	грн/рік
Інвестиції:				
Розробка/Планування		9 434		грн
Управління Проектом		2 358		грн
Обладнання		76 651		грн
Встановлення		29 481		грн
Всього інвестицій		117 924		грн
Чиста економія		16 118		грн/рік
Простий строк окупності		7,3		років
Дисконтований строк окупності		10,6		років
Внутрішня норма рентабельності (IRR)		10,7		
Чиста приведена вартість (NPV)		28 877		грн
Коефіцієнт чистої приведеної вартості (NPVQ)		0,24		

Захід №2. Модернізація фасаду

Існуюча ситуація

Стіни будівлі цегляні, в задовільному стані.

Середнє значення опору теплопередачі існуючих стін складає $R = 0,77 \text{ м}^2\text{K/Вт}$, 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 вентилязовані з мокрими процесами, тобто штукатурками.

Група Б – СФТО не вентилязовані з личкуванням цеглою.

Група В – СФТО вентилязовані 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 786 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'єр 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:		52,65	кВт·г/м²рік
Опалювальна площа	1 573	м²	=	82 821
Вартість ТЕ	0,62	грн /кВт·г	=	51 349
Інвестиції:				
Розробка/Планування			38 332	грн
Управління Проектом			9 583	грн
Обладнання			311 444	грн
Встановлення			119 786	грн
Всього інвестицій			479 145	грн
Чиста економія			51 349	грн/рік
Простий строк окупності			9,3	років
Дисконтований строк окупності			15,7	років
Внутрішня норма рентабельності (IRR)			10,5	
Чиста приведена вартість (NPV)			205 425	грн
Коефіцієнт чистої приведеної вартості (NPVQ)			0,43	

Захід №3. Модернізація дахового перекриття

Існуюча ситуація

Дах плоский з м'яким покриттям. Покриття місцями пошкоджене. В 2012 проводився ремонт (відновлення цілісності гідроізоляції). Утеплення не проводилось. Дах в задовільному стані.

Середнє значення опору теплопередачі $R = 1,3 \text{ м}^2\text{K/Вт}$.

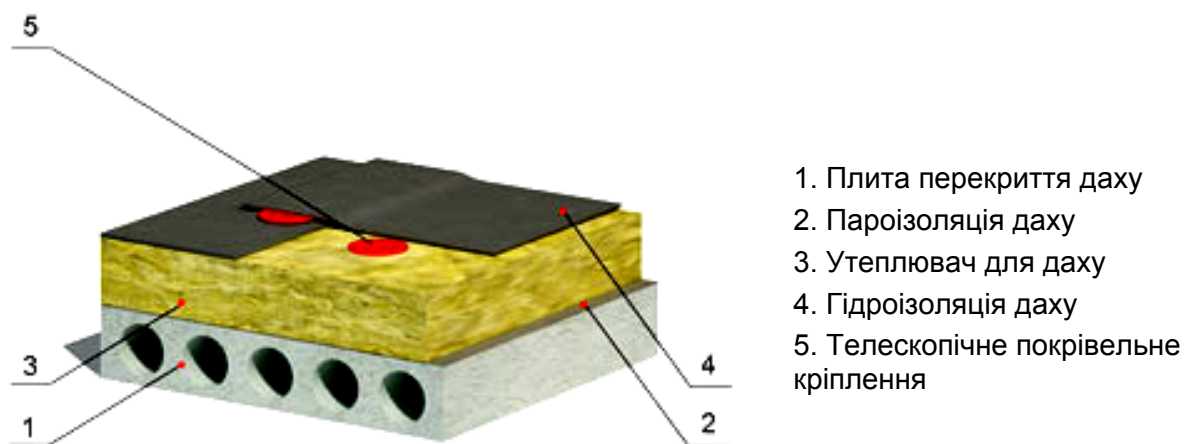
Опис заходу

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 $\delta_{i3}=100$ мм, що забезпечить значення опору теплопередачі $R_{cp} = 2,94 \text{ м}^2\text{K/Вт}$.

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 787 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:		21,5	кВт·г/м²рік
Опалювальна площа	1 573	м²	=	33 816
Вартість ТЕ	0,62	грн/кВт·г	=	20 966
Інвестиції:				
Розробка/Планування			19 218	грн
Управління Проектом			4 805	грн
Обладнання			156 150	грн
Встановлення			60 058	грн
Всього інвестицій			240 320	грн
Чиста економія			20 966	грн/рік
Простий строк окупності			11,5	років
Дисконтований строк окупності			24,0	років
Внутрішня норма рентабельності (IRR)			8,4	
Чиста приведена вартість (NPV)			39 193	грн
Коефіцієнт чистої приведеної вартості (NPVQ)			0,16	

Захід №4. Модернізація підвального перекриття

Існуюча ситуація

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

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

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 $\delta_{із}=70 \text{ мм}$, що забезпечить значення опору теплопередачі $R = 3,6 \text{ м}^2\text{К/Вт}$.

Загальна площа поверхні, що підлягає утепленню, складає 193 м^2 .

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

Таблиця 7.1.3. Орієнтовна вартість утеплення підвального перекриття

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

Результати розрахунку економічних показників реалізації заходу приведено в таблиці нижче.

Розрахунок економії (за допомогою ENSI® EAB Software)					
Економія енергії:	Теплова енергія на опалення:		2,93		кВт·г/м²рік
Опалювальна площа	1 573	м²	=	4 614	кВт·г/рік
Вартість ТЕ	0,62	грн/кВт·г	=	2 861	грн/рік
Інвестиції:					
Розробка/Планування				3 181	грн
Управління Проектом				795	грн
Обладнання				25 847	грн
Встановлення				9 941	грн
Всього інвестицій				39 765	грн
Чиста економія				2 861	грн/рік
Простий строк окупності				13,9	років
Дисконтований строк окупності				53,3	років
Внутрішня норма рентабельності (IRR)				6,6	
Чиста приведена вартість (NPV)				-1 623	грн
Коефіцієнт чистої приведеної вартості (NPVQ)				-0,14	

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. Лише 1% площі вікон в закладі замінено на металопластикові, із застосуванням енергоефективного типу склопакету, опір теплопередачі якого $R = 0,61 \text{ м}^2 \cdot \text{K}/\text{Вт}$.

Середнє значення опору теплопередачі існуючих вікон складає $R = 0,36 \text{ м}^2 \cdot \text{K}/\text{Вт}$, що не відповідає відповідному нормативному показнику для II температурної зони експлуатації будинку $R = 0,56 \text{ м}^2 \cdot \text{K}/\text{Вт}$ (згідно ДБН В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель»).

Опис заходу

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

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

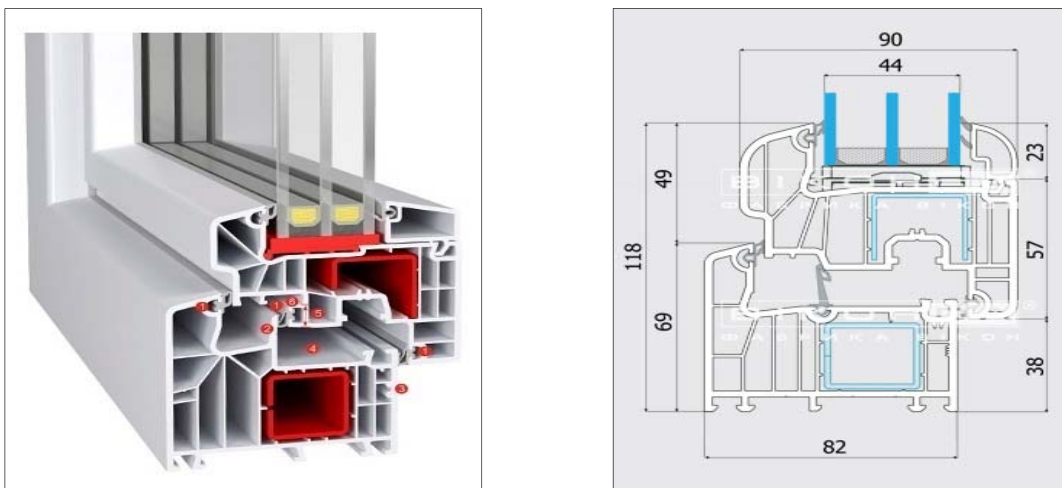
Сучасне вікно складається з профільної системи та склопакету. Порівняльна характеристика пропонованих профільних систем наведена в **таблиці 7.1.4**.

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

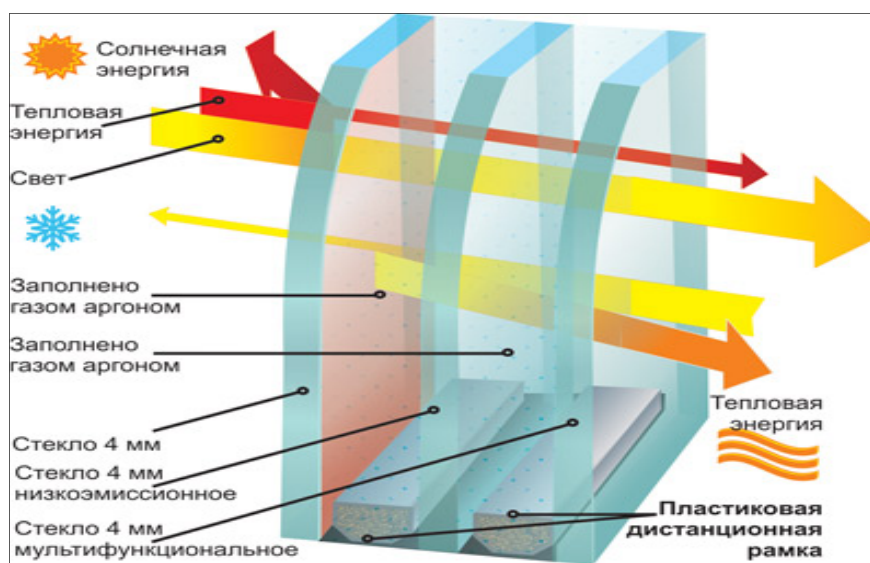
На **рисунку 7.1.6.** наведена віконна система типу «Віконда КОТЕДЖ».

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 (**рисунок 7.1.7**). Енергозберігаючі склопакети виробляють зі скла з напленням 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, м²·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, м²;

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

Середньозважений опір теплопередачі віконного блоку становитиме $R=0,97$ м²·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 вікна, в залежності від розміру та функціональних можливостей отримана у представників компанії-виробника в якості комерційної пропозиції (таблиця 7.1.6).

Таблиця 7.1.6. Орієнтовна вартість вікон, грн

Двокамерний склопакет, профіль «Віконда КОТЕДЖ»

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

В рамках реалізації заходу додатково передбачається заміна встановлених звичайних склопакетів в металопластикових вікнах на однокамерні енергозберігаючі склопакети TERMO tech. Формула склопакету (згідно ДБН В.2.6 – 31:2006 «Конструкції будівель і споруд. Теплова ізоляція будівель») – 4-16п-4i; опір теплопередачі $R=0,62$ м²·К/Вт. Середньозважений опір теплопередачі віконного блоку становитиме $R=0,6$ м²·К/Вт

Загальна площа вікон з дерев'яними рамами, що підлягає заміні, складає 227 м², балконних блоків – 28 м². Площа заміни склопакетів існуючих металопластикових вікон – 3 м².

Результати розрахунку економічних показників реалізації заходу приведено в таблиці нижче.

Розрахунок економії (за допомогою ENSI® EAB Software)				
Економія енергії:	Теплової енергії на опалення: 25,36			кВт·г/м ² рік
Опалювальна площа	1 573	м ²	=	39 884
Вартість ТЕ	0,62	грн/кВт·г	=	24 728
Інвестиції:				
Розробка/Планування			30 658	грн
Управління Проектом			7 664	грн
Обладнання			249 094	грн
Встановлення			95 805	грн
Всього інвестицій			383 222	грн
Чиста економія			24 728	грн/рік
Простий строк окупності			15,5	років
Дисконтований строк окупності			99	років
Внутрішня норма рентабельності (IRR)			4,9	
Чиста приведена вартість (NPV)			-76 371	грн
Коефіцієнт чистої приведеної вартості (NPVQ)			-0,2	

Захід №6. Часткова модернізація системи вентиляції

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

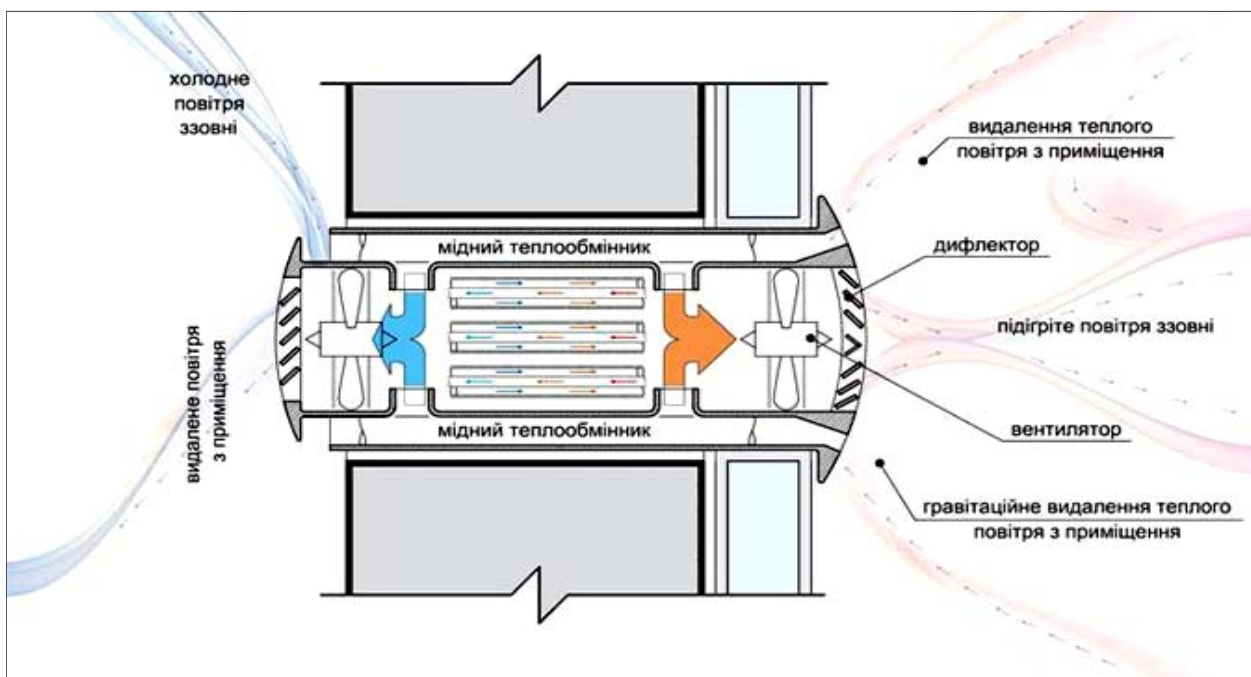
Підключення вентиляційної установки здійснюється до стаціонарної мережі зі змінним струмом, напругою 220 В та частотою 50 Гц.

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 модулю, 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-340А»	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 відбуватися 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:	32 885	кВт·г/ рік
Вартість ТЕ	062 грн/кВт·г =	20 389	грн/рік
Інвестиції:			
Розробка/Планування		6 907	грн
Управління Проектом		1 727	грн
Обладнання		56 118	грн
Встановлення		21 584	грн
Всього інвестицій		86 336	грн
ЕіО видатки на рік		1 697	грн/рік
Чиста економія		18 692	грн/рік
Простий строк окупності		4,6	років
Дисконтований строк окупності		5,8	років
Внутрішня норма рентабельності (IRR)		20,3	
Чиста приведена вартість (NPV)		83 909	грн
Коефіцієнт чистої приведеної вартості (NPVQ)		0,97	

Захід №7. Модернізація системи освітлення

Опис існуючого стану

Система освітлення закладу складається переважно з ламп розжарювання (153 шт.), що мають досить високий рівень енергоспоживання – 68% від загального споживання на освітлення, низьку світловіддачу та короткий 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 – 92 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: 5 746	кВт·г/ рік
Вартість ЕЕ	0,95 грн/кВт·г =	5 441 грн/рік
Інвестиції:		
Розробка/Планування	789	грн
Управління Проектом	197	грн
Обладнання	6 409	грн
Встановлення	2 465	грн
Всього інвестицій	9 860	грн
Чиста економія	5 441	грн/рік
Простий строк окупності	1,8	років
Дисконтований строк окупності	2,0	років
Внутрішня норма рентабельності (IRR)	55,2	
Чиста приведена вартість (NPV)	47 782	грн
Коефіцієнт чистої приведеної вартості (NPVQ)	4,85	

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

ДНЗ №126 по вул. Патріотична, буд.40а м. Запоріжжя				Опалювальна площа: 1 573 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. (довіdkовo)
Пакет 1	тис. грн	кВт·год	тис. грн	рік		рік
1. Часткова модернізація системи опалення	117,9	25 996	16,1	7,3	0,24	4,3
2. Заміна вікон та балконних блоків	383,2	42 441	26,3	14,6	-0,15	8,6
3. Часткова модернізація системи вентиляції	86,3	29 706	17,8	4,8	0,88	2,8
4. Часткова модернізація системи освітлення	9,9	5 746	5,4	1,8	4,85	1,1
Всього	597,3	103 888	65,7	9,1	0,16	5,3

Таблиця 7.2.2. Економічні показники енергоефективних заходів пакету 2

ДНЗ №126 по вул. Патріотична, буд.40а м. Запоріжжя				Опалювальна площа: 1 573 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. (довіdkовo)
Пакет 2	тис. грн	кВт·год	тис. грн	рік		рік
1. Комплексна модернізація системи опалення	339,2	24 430	15,1	22,4	-0,59	13,2
2. Модернізація фасаду	479,1	82 821	51,3	9,3	0,43	5,5
3. Модернізація дахового перекриття	240,2	33 816	21,0	11,5	0,16	6,7
4. Модернізація підвального перекриття	39,8	4 614	2,9	13,9	-0,04	8,2
5. Заміна вікон та балконних блоків	383,2	39 884	24,7	15,5	-0,20	9,1
6. Часткова модернізація системи вентиляції	86,3	31 094	18,7	4,6	0,97	2,7
7. Часткова модернізація системи освітлення	9,9	5 746	5,4	1,8	4,85	1,1
Всього	1 577,7	222 404	139,2	11,3	0,06	6,7

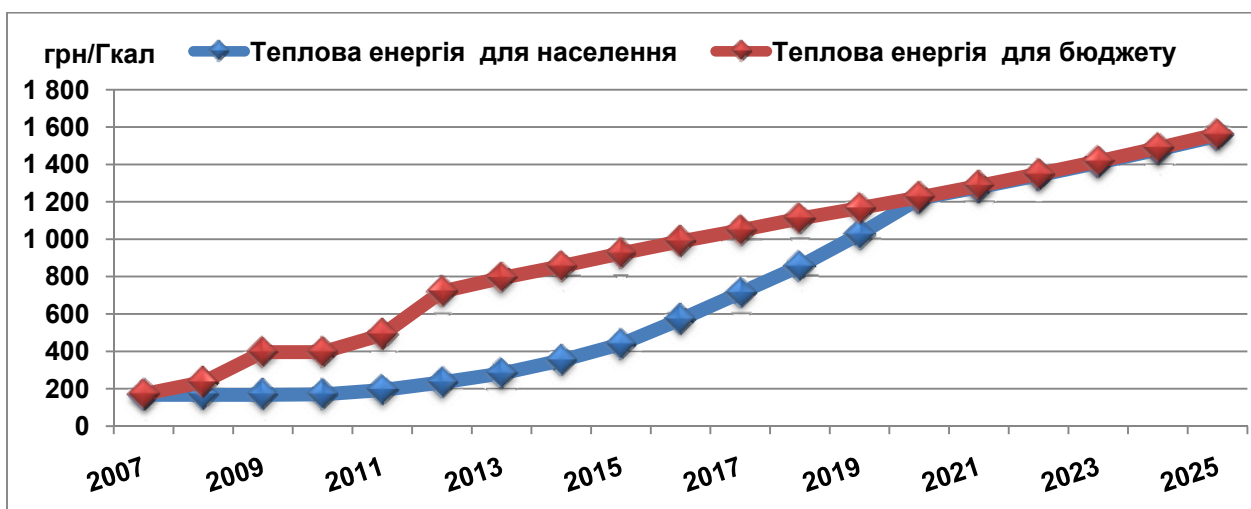
* - базована на ставці дисконтування 7 %.

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

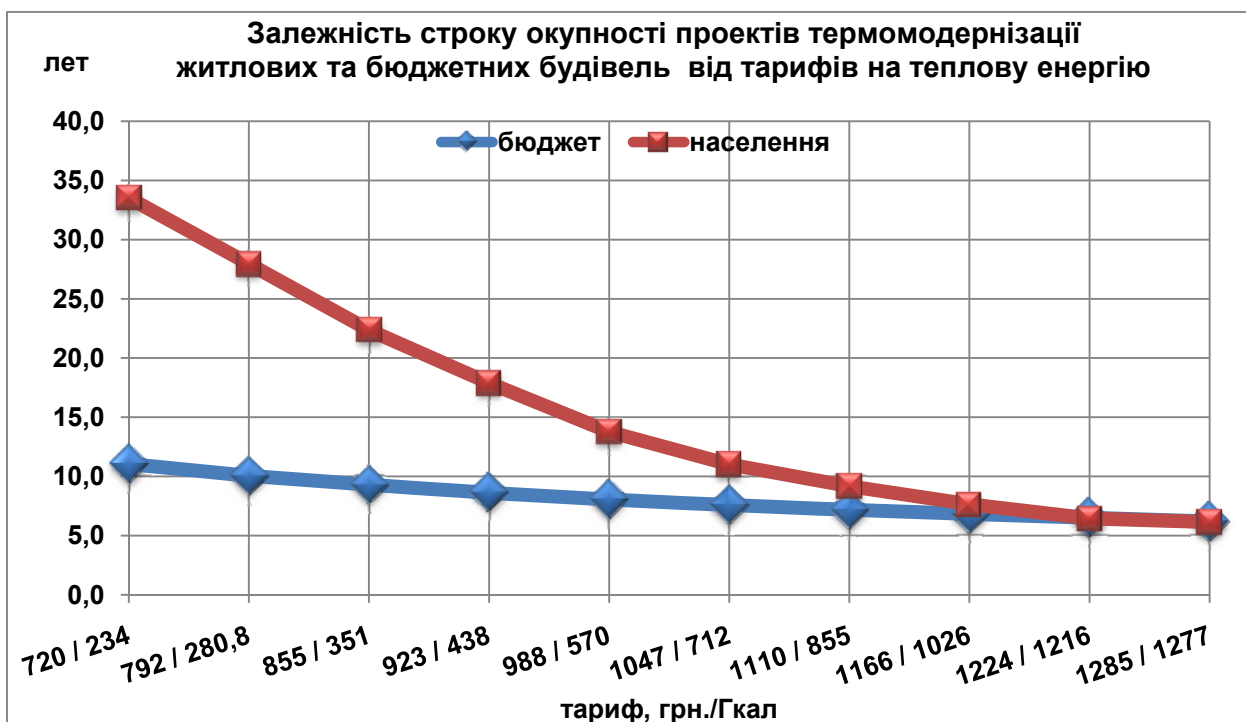
Усі базові розрахунки показників економічної ефективності проектів термомодернізації виконано по тарифам на теплову та електричну енергію 2012 року.

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	304 802	88 143	216 659
Електроенергія	кВт·год	45 357	39 611	5 746

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 **71 %** від базового споживання будівлею на опалення, розрахованого при дотриманні нормативних умов.

Рисунок 7.2.1. Баланс економії спожитої теплової енергії на опалення будів-
лею, 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	273	305	207	88
ГВП	30	30	30	30
Освітлення		14	9	9
Інше обладнання	46	31	31	31
Всього	349	380	276	158

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	174	194	131	56
ГВП	19	19	19	19
Освітлення	29	9	6	6
Інше обладнання		19	19	19
Всього	222	242	176	100

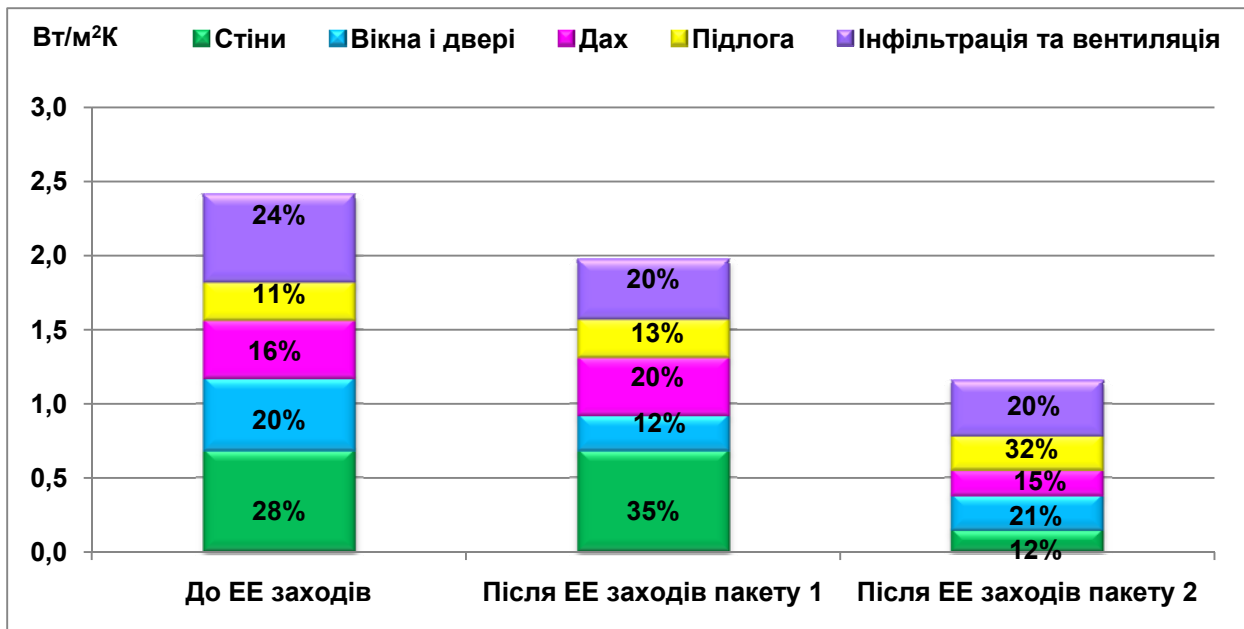
На **рисунку 8.1** приведено структуру споживання енергії «до» та «після» впровадження пакетів енергоефективних заходів. Пакет 1 енергоефективних заходів дозволяє знизити споживання від загального базового рівня на **27%**, а пакет 2 на **59 %**.

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 28 % через стіни, 20 % через вікна та 24 % 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 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	216 659	5 746	222 404

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	216 659
2	Зменшена подача енергії палива	кВт·год/рік	273 558,7
3	Коефіцієнт викидів CO ₂ при спалюванні природного газу	тонн/МВт·год	0,202
4	Зменшення викидів CO ₂	тонн/рік	55,3

Таблиця 9.3. Зменшення викидів CO₂ за рахунок економії електричної енергії

№	Найменування	Одиниці виміру	Значення
1	Економія електричної енергії	кВт·год/рік	5 746
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	5,1

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	55,3	5,1	60,4

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.

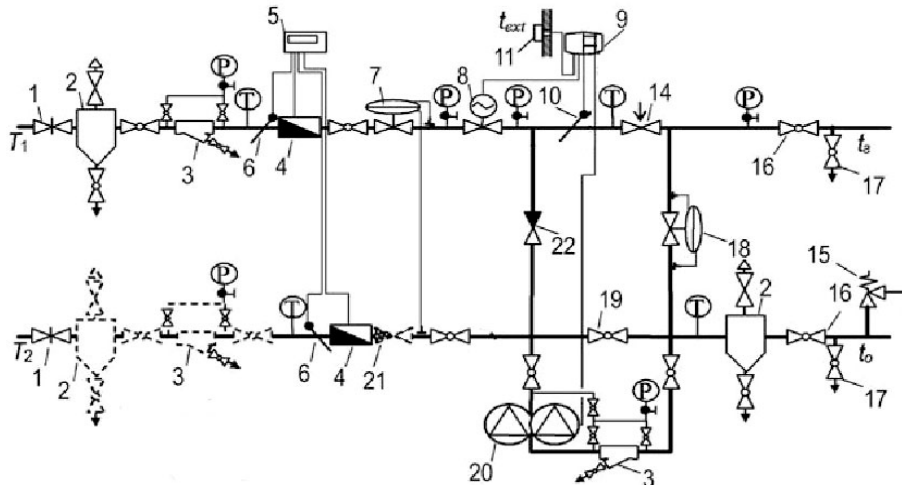
Інвестиційний план, що включає склад і зміст основних етапів робіт, вартість капвкладень, наведено в **таблиці 10.1**.

Таблиця 10.1. Інвестиційний план

№ етапу	Найменування робіт	Строк (міс.)	Вартість (грн.)	Виконавець
1	Проектні роботи			
	Розробка проектної документації	3	157 773	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	1 104 409	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	236 659	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	78 886	Підрядник
	У тому числі:			
	випробовування нових радіаторів на міцність			
	тепловізійна зйомка будівлі в опалювальний період			
	здача об'єкту в експлуатацію			
	Усього	12	1 577 727	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 ощадному.

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 ощадному режимі опалення здійснюється по пониженому температурному графіку. Рівень пониження температурного графіка може бути змінений обслуговуючим персоналом під час експлуатації системи. Ощадний 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 фіксуючим 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 теплопостачальної організації.

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

СФТО «Сканрок» є багат шаровою вентиляованою конструкцією з утеплювачем із мінераловатних плит, металевим підконструкційним кріпильним каркасом та індустріальними 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.

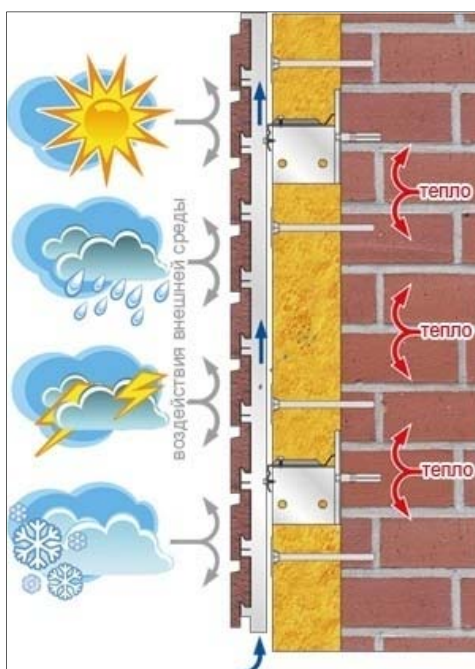
Морозостійкість фасадного каменя складає у більш ніж 150 циклів в комплексі з високою якістю дозволяють експлуатувати систему в різних кліматичних умовах.

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.

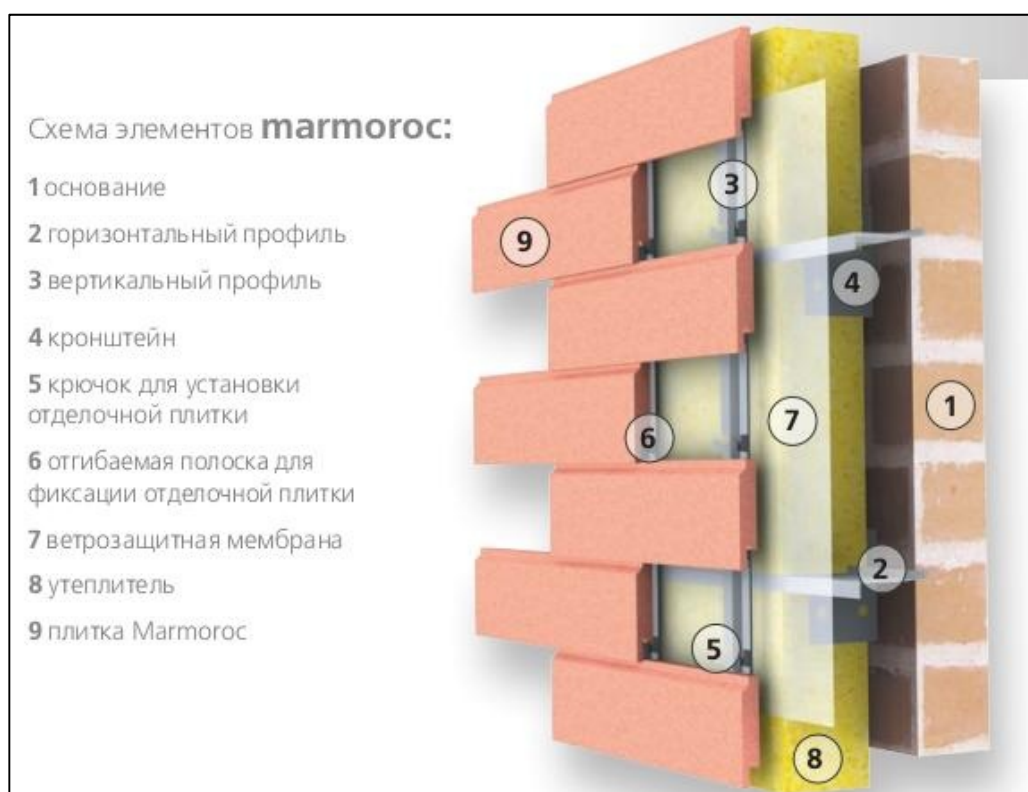
Вітрозахисна мембрана — плівка типу «Tyvek». Матеріал: високотехнологічний вітровологозахисний паропроникливий мембранний матеріал. Розміри: рулон-

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. Патріотична, 40-А
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, 1971

Таблиця 2. Розрахункові параметри

Найменування розрахункових параметрів		Позначення	Одиниці вимірювання	Величина
1	Розрахункова температура внутрішнього повітря	t_B	°C	22
2	Розрахункова температура зовнішнього повітря	t_3	°C	-21
3	Розрахункова температура теплого горища	t_{Br}	°C	-
4	Розрахункова температура техпідпілля	$t_{\text{ц}}$	°C	5
5	Тривалість опалювального періоду	$z_{\text{оп}}$	доба	166
6	Середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період	$t_{\text{оп з}}$	°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	Дошкільна установа		
9	Розміщення в забудові	Окремо розташована		
10	Типовий проект, індивідуальний	Типовий проект 2-04-437/438-8 2-поверховий дитячий ясла-садок		
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	$F_{\Sigma}, \text{м}^2$	--	2 657,5	
	В тому числі:				
	- стін	$F_{\text{нп}}, \text{м}^2$	--	785,5	
	- вікон і балконних дверей	$F_{\text{сп}}, \text{м}^2$	--	275,5	

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	$F_{\text{д}}, \text{м}^2$		23,1	
	- покриття (суміщених)	$F_{\text{пк}}, \text{м}^2$	--	786,6	
	- горищних перекриттів (холодного горища)	$F_{\text{пк хг}}, \text{м}^2$	--	-	
	- 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	$F_{\text{ц2}}, \text{м}^2$	--	192,7	
	- перекриттів над проїздами і під еркерами	$F_{\text{ц3}}, \text{м}^2$	--	-	
	- підлоги по ґрунту	$F_{\text{ц}}, \text{м}^2$	--	594,0	
13	Площа опалюваних приміщень	$F_{\text{h}}, \text{м}^2$	--	1 573,3	
14	Корисна площа (для громадських будинків)	$F_{\text{л}}, \text{м}^2$	--	1 553,5	
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	$V_{\text{h}}, \text{м}^3$	--	4 952,3	
18	Коефіцієнт скління фасадів будинку	$m_{\text{ск}}$	--	0,25	
19	Показник компактності будинку	$k_{\text{к буд}}$	--	0,54	
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	0,77	
	- вікна дерев'яні спарені	$R_{\Sigma \text{пр в}}$	0,56	0,34	
	- 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	$R_{\Sigma \text{пр б}}$	0,56	0,34	
	- балконні блоки металопластикові	$R_{\Sigma \text{пр б}}$	-	-	
	- склоблоки	$R_{\Sigma \text{пр сб}}$	0,56	0,37	
	- вітражів	$R_{\Sigma \text{пр вт}}$	-	-	
	- ліхтарів	$R_{\Sigma \text{пр л}}$	-	-	
	- входних дверей дерев'яних	$R_{\Sigma \text{пр вд}}$	0,41	0,38	

Показник		Позначення і розмірність показника	Нормативне значення показника	Розрахункове (проектне) значення показника	Фактичне значення показника
1		2	3	4	5
	- вхідних дверей металевих з утепленням	$R_{\Sigma \text{пр в д}}$	0,41	0,41	
	- вхідних дверей металопластикових	$R_{\Sigma \text{пр в д}}$	-	-	
	- вхідних воріт	$R_{\Sigma \text{пр вор}}$	-	-	
	- покриттів (суміщених)	$R_{\Sigma \text{пр п}}$	4,5	1,27	
	- горищних перекриттів (холодних горищ)	$R_{\Sigma \text{пр г}}$	-	-	
	- перекриттів теплих горищ (включаючи покриття)	$R_{\Sigma \text{пр п г}}$	-	-	
	- перекриттів над техпідпіллями	$R_{\Sigma \text{пр п т}}$	-	-	
	- перекриттів над неопалюваними підвалами або підпіллями	$R_{\Sigma \text{пр п н}}$	2,6	1,91	
	- перекриттів над проїздами й під еркерами	$R_{\Sigma \text{пр п п}}$	-	-	
	- підлоги по ґрунту	$R_{\Sigma \text{пр п д}}$	-	1,91	
Енергетичні показники					
21	Розрахункові питомі тепловитрати	$q_{\text{буд}}, \text{кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^2 [\text{кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^3]$		193,74 [61,55]	
22	Максимально допустиме значення питомих тепловитрат на опалення будинку	$E_{\text{max}}, \text{кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^2, [\text{кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^3]$		- [37]	
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 максимально допустимого значення, E_{max} , $[(q_{\text{буд}} - E_{\text{max}}) / E_{\text{max}}] \cdot 100\%$
A	мінус 50 та менше
B	від мінус 49 до мінус 10
C	від мінус 9 до плюс 5
D	від плюс 6 до плюс 25
E	від плюс 26 до плюс 75
F	плюс 76 та більше

Таблиця 5. Висновки за результатами оцінки енергетичних параметрів будинку

Вказівки щодо підвищення енергетичної ефективності будинку	
Рекомендовано:	
Комплексна модернізація системи опалення. Здійснити 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 дошкільного навчального закладу № 126 по вул. Патріотична, 40а.

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

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

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

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

Умови обстеження та технічні характеристики тепловізора

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

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

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

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

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

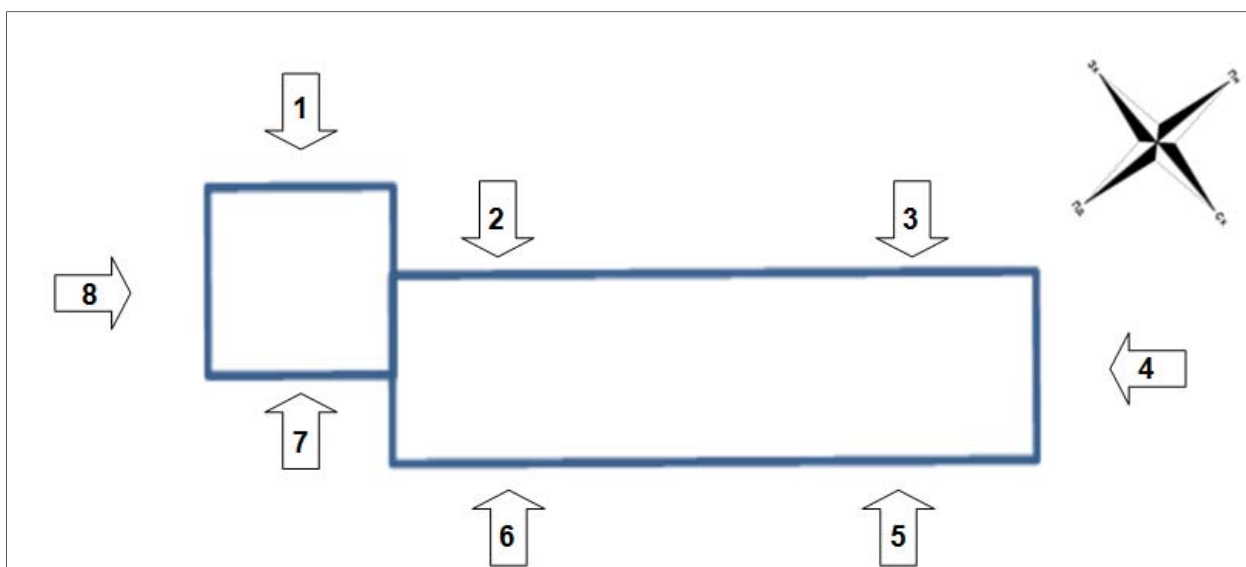
Таблиця 1. Умови під час обстеження

Дата і час обстеження	20.12.2012, 15:10
Зовнішня температура	-7 °C
Внутрішня температура	+20 °C
Вологість	85%
Вітер	7 м/с

Таблиця 2. Технічні характеристики тепловізора

Найменування обладнання	FLUKE Ti10
Матриця	160x120
Похибка виміру	$\pm 5^{\circ}\text{C}$ 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

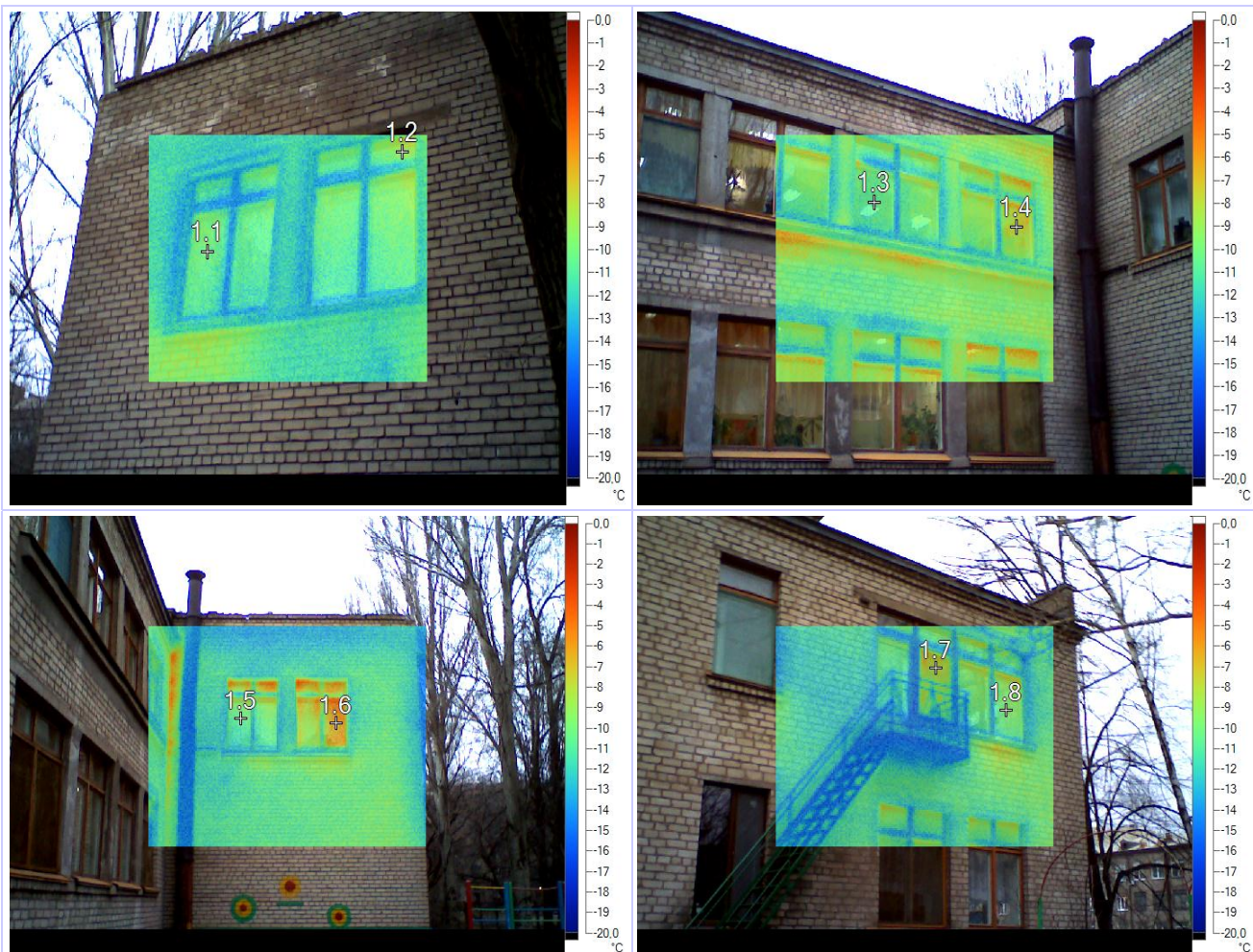


В додатку приведена частина фотографій, які відображають характерні властивості огорожувальних конструкцій будівлі.

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

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

Рисунок 2. Фотографії фрагментів віконних конструкцій.

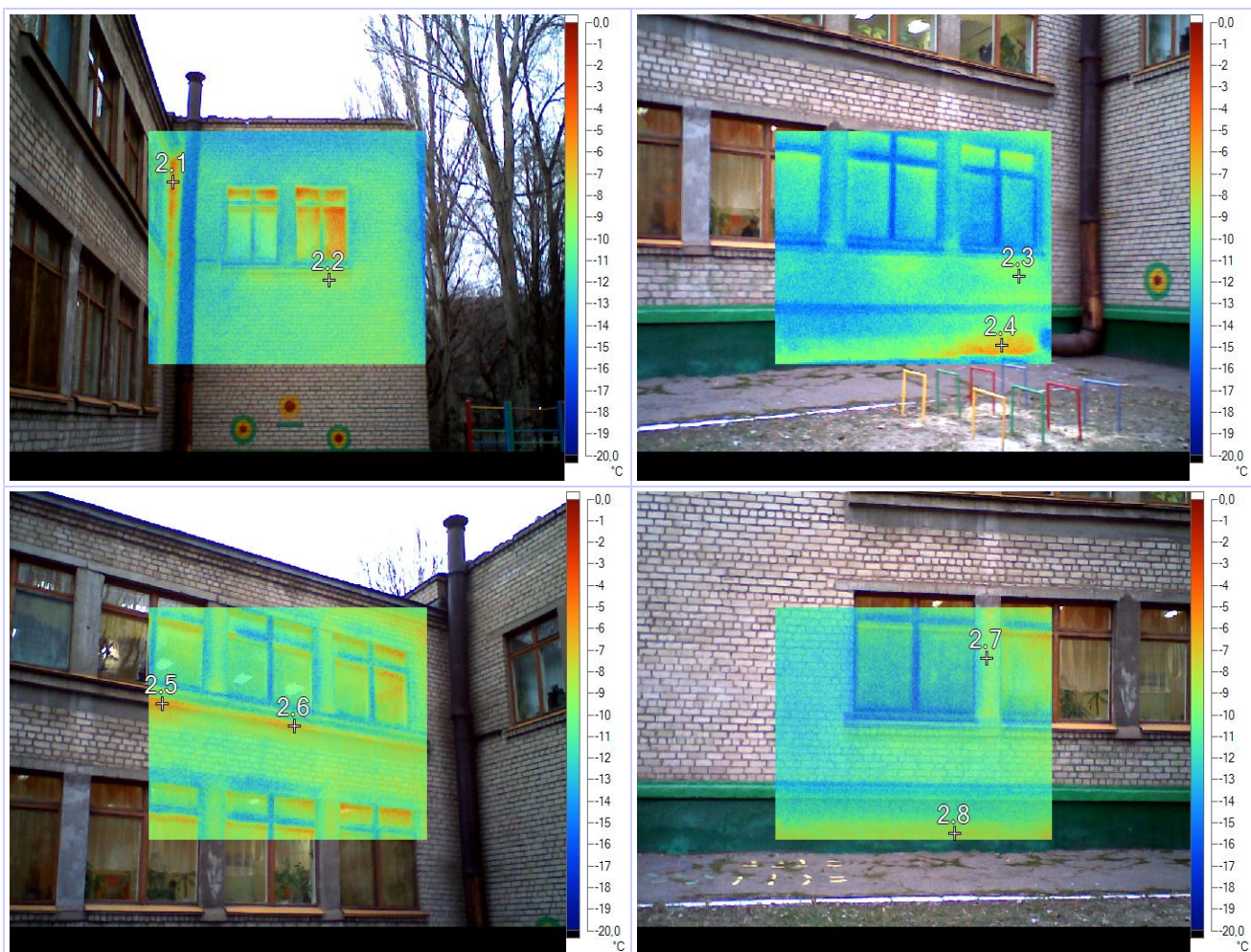


Виявлені проблеми

В точках «1.1», «1.3», «1.5», «1.6», «1.7», «1.8» спостерігаються підвищені втрати теплоти через вікна.

В точках «1.2», «1.4» наявні витоки теплого повітря через нещільність віконних конструкцій.

Рисунок 3. Фотографії фрагментів огорожувальних конструкцій.



Виявлені проблеми

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

В точках «2.1», «2.5», «2.6», «2.7» спостерігаються витоки теплової енергії на стику панельних плит.

В точках «2.4», «2.8» наявні втрати теплової енергії через цоколь будівлі, внаслідок підвищених теплових втрат з поверхні трубопроводів опалення, що прокладені в технічному підпіллі.

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 94 вікна та 8 балконних блоків. Під час тепловізійної зйомки було обстежено 40 вікон. В результаті аналізу даних обстеження було виявлено, що 95 - 98% вікон мають дефекти внаслідок яких відбуваються втрати теплової енергії.

Виявлені дефекти під час обстеження віконних конструкцій будівлі:

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

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

Загальна площа стін будівлі складає 786 м². Під час тепловізійної зйомки було обстежено 45% загальної площі стін. В результаті обстеження було виявлено, що 42% стін мають дефекти внаслідок яких відбуваються втрати теплової енергії.

В результаті обстеження були виявлені наступні ділянки втрати теплоти:

- в місцях стиків панельних плит, перекриттів (8% від загальної площі стін);
- в місцях встановлення опалювальних приладів (20% від загальної площі стін);
- в місцях часткового руйнування фасаду, порушення ізоляції (2% від загальної площі стін);
- через цоколь будівлі, внаслідок підвищених теплових втрат з поверхні трубопроводів опалення, що прокладені в технічному підпіллі (12% 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.