

Міністерство освіти і науки України
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Херсонський навчально-науковий інститут

Кафедра теплотехніки

«Допущений до захисту»
Завідувач кафедри теплотехніки
 к.т.н., доцент Г.О. Кобалава
« 10 » червня 2026 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття ступеня вищої освіти **«бакалавр»**

на тему: **«Аналіз енергоефективності приватної будівлі у м.Миколаїв загальною площею 190м² та розробка енергоефективних заходів»**

Виконав: студент IV курсу, групи **4248**
спеціальності

144 «Теплоенергетика»

(шифр і назва спеціальності)

«Енергетичний менеджмент»

(назва освітньо-професійної програми)

 **Ірина ОСТРОУШКО**

(прізвище та ініціали)

Керівник **Дмитро КОНОВАЛОВ**

(прізвище та ініціали)

Рецензент **Іван КАЛІНІЧЕНКО**

(прізвище та ініціали)

Херсон – 2026

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут, факультет ХННІ НУК, енерготехнічний факультет

Кафедра теплотехніки

Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

Галузь знань 14 «Електрична інженерія»

(шифр і назва)

Спеціальність 144 «Теплоенергетика»

(шифр і назва)

Освітньо-професійна програма «Енергетичний менеджмент»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми

 к.т.н., доц. Г.О. Кобалава

« 22 » квітня 2026 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ
на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр»

здобувача Остроушко Ірини Володимирівни, група 4248

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Аналіз енергоефективності приватної будівлі у м.Миколаїв загальною площею 190 м² та розробка енергоефективних заходів»

керівник роботи Коновалов Дмитро Вікторович, д.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ректора НУК від « 22 » квітня 2026 року № 00

2. Термін подання студентом роботи « 10 » червня 2026 року.

3. Зміст розрахунково-пояснювальної записки

Вступ.

Розділ 1. Загальний опис об'єкту дослідження. Мета кваліфікаційної роботи.

Розділ 2. Аналіз ефективності використання електричної та теплової енергії на об'єкті.

2.1. Визначення теплових втрат через огороження приміщень та на підігрів інфільтраційного повітря і матеріалу.

2.2. Визначення приведенного опору теплопередачі огорожувальних конструкцій.

2.3. Визначення річних витрат енергії.

2.4. Визначення теплових витрат через огорожувальні конструкції будівель.

2.5. Аналіз витрат тепла через огорожувальні конструкції.

2.6. Висновки по розділу 2.

Розділ 3. Розробка заходів з енергозбереження для об'єкту дослідження.

3.1. Аналіз фактичних витрат енергоносіїв при експлуатації будівлі.

3.2. Розробка заходів з енергозбереження.

3.3. Оцінка витрат для запропонованих заходів.

3.4. Висновки по розділу 3.

Розділ 4. Аналіз економічної ефективності запропонованих енергозберігаючих заходів.

4.1. Оцінка економії коштів за рахунок впровадження енергозберігаючих заходів.

4.2. Оцінка фінансової ефективності.

Розділ 5. Розробка заходів з охорони праці та безпеки життєдіяльності.

Висновки.

Список використаної літератури.

4. Перелік графічного матеріалу – презентація результатів розрахунків та дослідження.

Примітка: обсяг розрахунків та креслень узгоджується з керівником.

Оформлення кваліфікаційної роботи здійснюється у відповідності з вимогами ЄСКД та ДСТУ. Розрахунково-пояснювальна записка (60...80 сторінок тексту) повинна відповідати вимогам ЄСКД та ДСТУ.

5. Дата видачі завдання « 22 » квітня 2026 року.

Дата представлення на кафедру « 10 » червня 2026 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів випускної магістерської роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Загальний опис об'єкту дослідження. Мета кваліфікаційної роботи.	28 квітня	
2.	Аналіз ефективності використання електричної та теплової енергії на об'єкті.	до 07 травня	
3.	Розробка заходів з енергозбереження для об'єкту дослідження.	до 15 травня	
4.	Аналіз економічної ефективності запропонованих енергозберігаючих заходів.	до 23 травня	
5.	Розробка заходів з охорони праці та безпеки життєдіяльності.	до 02 червня	
6.	Графічна частина.	до 06 червня	
7.	Остаточне оформлення розрахунково-пояснювальної записки та графічного матеріалу; подання кваліфікаційної бакалаврської роботи на кафедру	до 10 червня	

Здобувач

(підпис)

ОСТРОУШКО І.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

КОНОВАЛОВ Д.В.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Остроушко Ірина Володимирівна, група 4248.

Кваліфікаційну роботу на здобуття кваліфікації бакалавр за спеціальністю 144 Теплоенергетика (освітньо-професійна програма «Енергетичний менеджмент») виконано за темою: «Аналіз енергоефективності приватної будівлі у м. Миколаїв загальною площею 190м² та розробка енергоефективних заходів».

В роботі проведено комплексну оцінку технічного стану об'єкта та виявлено критичні канали втрат теплової енергії з визначенням неефективних елементів інженерної інфраструктури.

На основі отриманих даних обґрунтовано доцільність модернізації будівлі. Запропоновані заходи спрямовані на приведення параметрів будівлі до нормативних вимог, зниження споживання енергоресурсів та покращення мікроклімату приміщень. Також у роботі проведено оцінку економічної ефективності реалізації запропонованих рішень, яка підтверджує їхню доцільність у довгостроковій перспективі.

Ключові слова: енергоефективність, модернізація будівлі, енергозбереження, теплові втрати, огорожувальні конструкції, система опалення.

					КРБ.144.4248.05.05.ПЗ.00	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

ABSTRACT

Ostroushko Iryna Volodymyrivna, group 4248.

Qualification work for obtaining a bachelor's degree in specialty 144 Heat and Power Engineering (educational and professional program "Energy Management") was completed on the topic «Analysis of the energy efficiency of a private building in the city of Mykolaiv with a total area of 190m² and development of energy-efficient measures».

The work carried out a comprehensive assessment of the technical condition of the facility and identified critical channels of heat energy losses with the identification of inefficient elements of the engineering infrastructure.

Based on the data obtained, the feasibility of modernizing the building was substantiated. The proposed measures are aimed at bringing the building parameters to regulatory requirements, reducing energy consumption and improving the microclimate of the premises. The work also assessed the economic efficiency of implementing the proposed solutions, which confirms their feasibility in the long term.

Keywords: energy efficiency, building modernization, energy saving, heat loss, enclosing structures, heating system.

					<i>КРБ.144.4248.05.05.ПЗ.00</i>	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ І СКОРОЧЕНЬ	8
ВСТУП	9
РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНИЙ ОПИС ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ. МЕТА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ.....	11
1.1. Загальна характеристика об'єкта, для якого проводиться аналіз енергоефективності.	11
1.2. Аналіз існуючого стану та останніх досліджень по енергозбереженню житлових будівель на території України.	17
1.3. Експлуатаційні режими... ..	17
1.4. Висновки за розділом 1.	19
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ТА ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ НА ОБ'ЄКТІ.....	23
2.1. Визначення теплових втрат через огороження приміщень та на підігрів інфільтраційного повітря і матеріалу.	23
2.2. Визначення приведенного опору теплопередачі огорожувальних конструкцій.	24
2.3. Визначення річних витрат енергії.....	28
2.4. Визначення теплових витрат через огорожувальні конструкції будівель.	31
2.5. Аналіз витрат тепла через огорожувальні конструкції.. Error! Bookmark not defined.	
2.6. Висновки за розділом 2.	34
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ДЛЯ ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ	36
3.1. Аналіз фактичних витрат енергоносіїв при експлуатації будівлі.	36
3.2. Розробка заходів з енергозбереження.....	38
3.3. Оцінка витрат для запропонованих заходів.	40
3.4. Висновки за розділом 3.	44

					КРБ.144.4248.05.05.ПЗ.00	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 4. АНАЛІЗ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАПРОПОНОВАНИХ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ЗАХОДІВ	46
4.1. Оцінка економії коштів за рахунок впровадження енергозберігаючих заходів.	46
4.2. Оцінка фінансової ефективності.....	49
4.3 Висновки по розділу 4	51
РОЗДІЛ 5. РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ.....	54
5.1. Аналіз небезпек.....	54
5.2. Витяг з правил техніки безпеки	56
5.3. Висновки за розділом 5.	56
ВИСНОВКИ	58
ЛІТЕРАТУРА.....	60

					КРБ.144.4248.05.05.ПЗ.00	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ І СКОРОЧЕНЬ

ГВП - гаряче водопостачання;

ДБН - Державні Будівельні норми;

ДСТУ - Державний Стандарт України;

ЕППС - екструдований пінополістирол;

ККД - коефіцієнт корисної дії;

кст - котел сталевий газовий (*маркування типу котлів*);

ТЕС - теплова електростанція;

ТЕЦ - теплоелектроцентраль;

ПВХ - полівінілхлорид.

					КРБ.144.4248.05.05.ПЗ.00	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

ВСТУП

На сьогодні питання енергозбереження та підвищення енергетичної ефективності житлового сектору є стратегічним пріоритетом для економіки України, оскільки житловий фонд споживає близько 33% від загального обсягу енергоресурсів країни та особливої уваги ця проблема набула у 2026 році, коли внаслідок масштабних атак на об'єкти критичної інфраструктури руйнування та пошкодження об'єктів маневрової теплової генерації склали понад 80%, що призвело до глибокого енергодефіциту в загальній енергосистемі країни. У таких умовах фокус уваги остаточно зміщується від звичайного заощадження до першочергового впровадження принципів енергоефективності, що передбачає комплекс технічних та технологічних заходів, спрямованих на модернізацію огорожувальних конструкцій будівель та оптимізацію їхніх внутрішніх інженерних систем без погіршення нормативного мікроклімату й умов проживання людей.

Метою даної кваліфікаційної роботи є аналіз поточного стану одноповерхового будинку, загальною площею 190м² та розробка рекомендацій щодо підвищення енергетичної ефективності житлової будівлі.

					КРБ.144.4248.05.05.ПЗ.00	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

					КРБ.144.4248.05.05.ПЗ.01			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розділ 1			
Студент		Остроушко І.В.						
Керівник		Коновалов Д.В.						
Консульт.								
Зав.каф.		Кобалава Г.О.			ХННІ НУК 10			

РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНИЙ ОПИС ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ. МЕТА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

1.1. Загальна характеристика об'єкта, для якого проводиться аналіз енергоефективності.



Рис. 1.1. Зовнішній вигляд будівлі.

					КРБ.144.4248.05.05.ПЗ.01	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Досліджуваним об'єктом виступає одноповерховий приватний будинок, дослідження якого спрямоване на аналіз його поточного стану енергоефективності та оцінку потенціалу впровадження енергоефективних заходів. Сам об'єкт розташований у південній частині України, місто Миколаїв. Клімат миколаївського регіону характеризується як помірно-континентальний, зі степовими рисами. Головна особливість такого клімату є яскраво виражена сезонність: літо тепле, спекотне (*із середньою температурою до +24°C і більше*); та холодна, снігова зима до -5°C (*середня температура*).

Зовнішній вигляд будівлі та його прилеглої території представлено на **рис.**

1.1.

Основні параметри будинку:

Габаритні розміри будівлі: 14,6м x 13,0м x 2,5м

(*довжина, ширина, висота*)

Загальна площа будівлі складає: 190м²

Загальний об'єм будівлі: 471м³

Будівля являє собою одноповерховий житловий будинок садибного типу, зведений з силікатної цегли, з безкаркасною конструктивною схемою, несучими елементами якої є стіни (*зовнішні та внутрішні*). Зовнішні стіни оздоблені цементною штукатуркою, та мають теплоізоляційне утеплення на основі мінераловатних плит, тоді як внутрішній простір оброблений натуральною глиною. Будівля має скатний дах, в якості верхньої огорожувальної конструкції передбачене холодне горище з природною вентиляцією. Покрівельне покриття зроблено з шиферу, теплоізоляційний шар розміщений в конструкціях горищного перекриття, по каркасу верхнього поверху. Конструктивне рішення включає димовий канал, що є частиною системи опалення, минаючий через неексплуатований горищний простір.

Було помічено дерев'яні віконні рами, з одинарним склінням, що мають ознаки фізичного зносу, загальною кількістю 12 (*загальна площа 18-20 м²*). Вхід

					КРБ.144.4248.05.05.ПЗ.01	Арк.
Вмн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		12

до будинку є сталевими дверима, покритими захисною фарбою, із зовнішнього боку будинку.

Загальне планування включає в себе п'ять житлових кімнат, а також допоміжні (*нежитлові*) приміщення: кухня, санвузол. У житлових кімнатах та кухні в якості підлогового покриття використано шпунтовані дошки з деревини сосни, в якості теплоізоляційного шару виступає по лагах щільна базальтова вата. Водночас, конструкція підлоги в санвузлі влаштована по цементній основі з використанням екструдованого пінополістиролу, та фінішним покриттям із кахельної плитки.

Отримана інформація під час обстеження будинку щодо основних характеристик огорожувальних конструкцій будівлі (*зовнішні обміри геометричних розмірів, фактична товщина, елементи та матеріал, що їх складає зведена до табл. 1.1.)*

Таблиця 1.1. Основні характеристики огорожувальних конструкцій будівлі.

Тип конструкції	Матеріал	Товщина м	Коефіцієнт теплопровідності, Вт/(м· °С)	Загальна площа, м ²
Стіни	Цементна штукатурка (зовні)	0,020	0,93	138
	Силікатна цегла	0,380	0,87	
	Мінераловатний утеплювач	0,100	0,040	
	Глина (внутр.шар)	0,030	0,70	

Таблиця 1.1.

Тип конструкції	Матеріал	Товщина м	Коефіцієнт теплопровідності, Вт/(м· °С)	Загальна площа, м ²
Дах	Шифер (покрівля)	0,006	0,35	231,7
	Мінераловатна теплоізоляція	0,200	0,042	
	Дерев’яне горищне перекриття (сосна)	0,025	0,14	
Підлога				
1. Житлові	Дошка шпунтована (сосна)	0,035	0,14	182
	Міжбалковий простір (повітряний прошарок)	0,150	0,150	
	Щільна базальтова вата (по лагах)	0,100	0,040	
2. Допоміжні (санвузол)	Цементна основа	0,050	0,93	8
	ЕППС	0,050	0,040	
	Кахельна плитка	0,010	1,15	
Вікна	Скло (одинарне)	0,004	0,95	18,6
	Дерев’яна рама (зношена)	0,040	0,25	

Таблиця 1.1.

Тип конструкції	Матеріал	Товщина м	Коефіцієнт теплопровідності, Вт/(м· °С)	Загальна площа, м ²
Двері	Захисна фарба	0,0001	0,20	2,1
	Сталевий лист	0,002	58,00	
	Внутрішнє заповнення (плитна мінвата)	0,040	0,040	

Таблиця 1.1.

Інженерна інфраструктура об'єкту є частково автономною. Будинок має організовану індивідуальну систему водопостачання, що здійснюється за допомогою насосної станції (*гідрофора*), тим самим забезпечуючи стабільний тиск та безперебійну подачу води до точок водопостачання (*кухня, санвузол*).

Стосовно теплопостачання, інженерне забезпечення будівлі включає в себе автономну систему опалення. За результатами візуального обстеження було встановлено, що в якості основного джерела теплового забезпечення є газовий одноконтурний котел КСГ-12 СН «Житомир» потужністю 12 кВт, дані якого наведені у вигляді **таблиці 1.2**. Котел є підлогового типу, працює на природному газі та підключений до димохідного каналу, через який здійснюється відведення продуктів згоряння у атмосферу. Робота котла базується на природній тязі димоходу, система опалення забезпечує циркуляцію теплоносія через трубопроводи та опалювальні прилади, розташовані у житлових і допоміжних приміщеннях будівлі (*кухня*). Особливістю котла є енергонезалежний принцип роботи, завдяки чому котел здатний функціонувати без підключення до електромережі. Незважаючи на всі позитивні характеристики, котел програє потужністю - 12 кВт. Для будинку із загальною площею в 190 м² подібне

					КРБ.144.4248.05.05.ПЗ.01	Арк.
						15
Вмн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

значення теплової продуктивності від котла є дуже слабким, що *буде роз'яснено детальніше в наступних розділах.*

Котел, (як було сказано, є *одноконтурним*), тобто, призначений виключно для забезпечення системи опалення будинку та не виконує функцію гарячого водопостачання, гаряче водопостачання будинку здійснюється окремо за допомогою електричного водонагрівача (*бойлеру*), моделі Atlantic Steatite Elite об'ємом 80 л., потужністю 1.5 кВт.

Будівля також підключена до централізованої зовнішньої електричної мережі.

Таблиця 1.2. Технічні показники одноконтурного котла моделі КСГ-12 СН «Житомир».

№ п/п	Найменування показника	Значення показника
1.	Маса котла, кг	49
2.	Обсяг води, м ³	0,016
3.	Вид палива	Природний газ ГОСТ 5542-87
4.	Коефіцієнт корисної дії, %	92
5.	Номінальна теплопродуктивність, кВт	12
6.	Температура вихідних газів, °С	90
7.	Номінальне розрідження за котлом, Па (кг·с/м ²)	15
8.	Теплота згоряння газу, МДж/м ³	35,8 МДж
9.	Витрата газу при теплоті згоряння 35,8 МДж/м ³ , м ³ /год	1,3

Таблиця 1.2.

Габаритні розміри котла: 800x230x500
(висота, ширина, довжина)

1.2. Аналіз існуючого стану та останніх досліджень по енергозбереженню житлових будівель на території України.

Станом на сьогодні питання енергозбереження житлового сектору є стратегічним пріоритетом для економіки України. За даними Державного агентства з енергоефективності та енергозбереження, житловий фонд споживає близько 33% від загального обсягу енергоресурсів країни. Станом на 2026р., внаслідок атак на об'єкти інфраструктури України, енергосистема країни зіткнулася зі значним енергодефіцитом. За оцінками фахівців та міністерства енергетики, руйнування та пошкодження об'єктів маневрової теплової генерації (*ТЕС та ТЕЦ*) складають понад 80%. У таких умовах, вектор уваги зміщується від звичайного енергозбереження до першочергового впровадження принципів енергоефективності, оскільки без глибокої модернізації інфраструктури неможливо побудувати сталу модель довгострокового заощадження енергетичних ресурсів.

З цього виходить, що поняття «енергоефективність» включає в себе не тільки ефективне (*раціональне*) використання енергетичних ресурсів, але й комплексний набір організаційних, технічних та технологічних заходів, спрямованих на оптимізацію внутрішніх інженерних систем будівлі, модернізацію її огорожувальних конструкцій та зниження енерговитрат без погіршення мікроклімату та умов проживання людей.

Сучасна класична модель енергоефективності житла базується на поетапному впровадженні певних заходів, щоб максимально знизити природні втрати енергії через оболонку будинку без залучення додаткових інженерних приладів чи палива. До подібних заходів належать комплексне утеплення зовнішніх стін, перекриттів, підвалів та даху сучасними теплоізоляційними матеріалами, заміна старих вікон на сучасні склопакети, ліквідація «містків холоду» (*герметизація міжпанельних швів, ізоляція віконних укосів, балконів та місць примикання конструкцій*) та ізоляція входів (*встановлення щільних подвійних дверей*). Впровадження лише цього пасивного комплексу дозволяє

					КРБ.144.4248.05.05.ПЗ.01	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		17

житловому будинку знизити потребу в опаленні на 40-50% та підвищити енергонезалежність та дозволить адаптуватися житловому сектору до змінних умов зовнішньої мережі та функціонувати в автономному режимі під час тривалих блекаутів.

Проте, перед впровадженням будь-яких технічних рішень з модернізації стану будівлі, необхідно визначити її поточний енергетичний стан. Без проведення енергетичного аудиту та встановлення класу енергоефективності будівлі будь-які заходи можуть виявитися неефективними або економічно недоцільними. Клас енергоефективності - це інтегральний показник, який дозволяє оцінити рівень споживання енергоресурсів будівлею (від «А»: найвищий рівень, до «G»: найнижчий). Визначення цього класу є важливим для подальшої розробки стратегії модернізації, адже воно дозволяє зрозуміти, чи є доцільним утеплення стін, чи можливо, першочерговим завданням має стати модернізація системи опалення або ліквідація витоків тепла через світлопрозорі конструкції.

Окрім визначення класу, будь-яка модернізація повинна проводитися виключно з дотриманням актуальних державних будівельних норм (ДБН) та національних стандартів України (ДСТУ). Зокрема, ключовим документом для оцінки теплотехнічних характеристик є ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція будівель». Дотримання цих вимог є обов'язковим, оскільки вони регламентують мінімально допустимі значення приведенного опору теплопередачі огорожувальних конструкцій, що гарантує не лише енергозбереження, а й створення комфортного та безпечного мікроклімату, запобігаючи випаданню конденсату та розвитку плісняви, яке безпосередньо впливає на довговічність експлуатації будинку та здоров'я мешканців. Будь-яке утеплення без урахування певних вимог не лише нівелює інвестиції в енергоефективність, але й може призвести до погіршення санітарно-гігієнічних умов проживання.

Варто зауважити, що процес енергомодернізації не обмежується лише питаннями теплоізоляції огорожувальних конструкцій, комплексний підхід до

					КРБ.144.4248.05.05.ПЗ.01	Арк.
Вмн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		18

підвищення енергоефективності будівлі базується на системі взаємопов'язаних нормативних актів:

Теплотехнічні вимоги.

Ключовим документом залишається ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція будівель», який визначає мінімально допустимі рівні опору конструкцій.

Інженерні системи.

Розрахунок та проектування систем опалення, вентиляції та гарячого водопостачання, від яких безпосередньо залежить енергоспоживання, здійснюється згідно з вимогами ДБН В.2.5-67:2013.

Методологічна база.

Визначення фізичних параметрів та коефіцієнтів, що використовуються у розрахунках теплових втрат, базується на сучасних національних стандартах. (зокрема ДСТУ 9191:2022).

1.3. Експлуатаційні режими.

Експлуатаційні режими будівлі визначаються характером використання приміщень, режимами роботи інженерних систем, а також кліматичними умовами регіону розташуванням об'єкта. Відповідно до нормативних вимог та специфіки сучасних умов в Україні, можна виділити три основні режими експлуатації: опалювальний (*зимовий*), міжсезонний та літній.

У зимовий період будинок експлуатується в режимі постійного опалення. В умовах зимової експлуатації найбільше теплове навантаження припадає на систему опалення, опалювальний режим характеризується безперервною або циклічною роботою джерела тепла, спрямованого на підтримання стабільної внутрішньої температури при значній різниці температур між внутрішнім та зовнішнім середовищем.

					КРБ.144.4248.05.05.ПЗ.01	Арк.
Вмн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		19

Міжсезонний режим експлуатації будинку спостерігається у весняно-осінній період із нестабільними температурами зовнішнього повітря. У цей час система опалення працює в переривчастому або «черговому» режимі та суттєве значення має вологісний режим огорожувальних конструкцій. При зниженні зовнішньої температури внутрішні поверхні стін можуть охолоджуватися до критичних значень та якщо термічний опір конструкцій недостатній та не відповідає певним вимогам, це призводить до того, що під час підвищення рівня вологості, викликаний дощами та туманами, температура внутрішньої поверхні стіни може опускатися нижче точки роси, та як наслідок, на внутрішніх поверхнях огорожень виникає ризик випадання конденсату, що створює сприятливі умови для утворення плісняви та погіршення мікроклімату приміщень.

Літній режим характеризується відсутністю потреби в опаленні. У літній період, якщо будівля не здатна утримувати прохолоду через відсутність зовнішньої теплоізоляції, це може привести до інтенсивного перегріву конструкцій будівлі в літній період. Якщо у якості зовнішньої огорожувальної конструкції виступає силікатна цегла, (без додаткової теплоізоляції), що має високу теплоємність, то протягом світлового дня вона буде накопичувати сонячну енергію, а після заходу сонця, замість природного остигання, нагріті стіни віддають накопичене тепло всередину приміщення, що перешкоджає пасивному охолодженню будівлі та спричиняє стійкий перегрів внутрішнього середовища, який неможливо усунути без активного кондиціонування.

1.4. Висновки за розділом 1.

1) Під час аналізу досліджуваного об'єкта, а саме одноповерхового житлового будинку садибного типу, розташованого у місті Миколаїв, було визначено основні геометричні характеристики будівлі, конструктивні особливості та склад огорожувальних конструкцій.

					КРБ.144.4248.05.05.ПЗ.01	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		20

2) Проаналізовано інженерні системи будови. Визначено, що опалення провадиться автономною системою на базі газового котла КСГ-12 СН «Житомир», характеристики якого були надані в **таблиці 1.2.**

3) Отримані результати використовуються як вихідні дані для подальших теплотехнічних розрахунків та розробки енергозберігаючих заходів у наступних розділах роботи (у розділах 2 та 3).

					КРБ.144.4248.05.05.ПЗ.01	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		21

					КРБ.144.4248.05.05.ПЗ.02					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Студент	Остроушко І.В				Розділ 2			Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник	Коновалов Д.В.									
								ХННІ НУК		
Консульт.										
Зав.каф.	Кобалава Г.О.				22					

РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ТА ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ НА ОБ'ЄКТІ

2.1. Визначення теплових втрат через огороження приміщень та на підігрів інфільтраційного повітря і матеріалу.

У процесі експлуатації житлових будинків у холодний період року значна частина теплової енергії витрачається на компенсацію тепловтрат через огорожувальні конструкції та на підігрів інфільтраційного повітря, що надходить у приміщення через нещільності віконних та дверних отворів. Величина тепловтрат залежить від конструктивних особливостей будівлі, властивостей матеріалів, загальної площі, а також різниці температур внутрішнього і зовнішнього повітря тощо.

Без визначення приведенного термічного опору R неможливо достовірно розрахувати величину тепловтрат через огорожувальні конструкції. Термічний опір є мірою здатності конструкції перешкоджати проходженню теплового потоку та оскільки теплові втрати Q прямо пропорційні різниці температур ($t_B - t_3$) і обернено пропорційні термічному опору, низькі значення останнього неминуче призводять до зростання енергоспоживання будівлі.

Розрахунок теплових витрат виконується за формулою:

$$Q = \frac{A \cdot (t_B - t_3)}{R_q};$$

де Q - теплові витрати через конструкцію, Вт;

A - площа конструкції, м²;

t_B - температура внутрішнього повітря, °С;

t_3 - температура зовнішнього повітря, °С;

R_q - приведений опір теплопередачі конструкції, м² · К/Вт.

					КРБ.144.4248.05.05.ПЗ.02	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

2.2. Визначення приведенного опору теплопередачі огорожувальних конструкцій.

Приведений опір теплопередачі огорожувальних конструкцій є одним із основних показників енергоефективності будівлі. Даний показник характеризує здатність конструкції перешкоджати передачі теплової енергії між внутрішнім та зовнішнім середовищем: чим більше значення опору теплопередачі, тим меншими є тепловтрати через відповідну конструкцію. Тобто, опір теплопередачі є зворотним значенням коефіцієнта теплопередачі: чим вищий опір (*і відповідно, чим нижча теплопровідність матеріалів*), тим теплішою буде конструкція. Визначення приведенного опору теплопередачі дозволяє оцінити теплоізоляційні властивості зовнішніх стін, покрівлі, перекриття, підлоги, вікон та дверей, а також встановити відповідність конструкцій сучасним вимогам ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція будівель».

Для визначення приведенного опору теплопередачі огорожувальних конструкцій, розрахунок проводиться для основних елементів зовнішньої оболонки будівлі, через які відбуваються найбільші втрати теплової енергії, а саме: зовнішніх стін, горищного перекриття, підлоги житлових та допоміжних приміщень, вікон й дверей.

Вихідні дані щодо товщини матеріалів та коефіцієнтів теплопровідності приймаються відповідно до результатів аналізу будівлі, наведених у **таблиці 1.1.**

Розрахунок повного термічного опору теплопередачі багат шарової огорожувальної конструкції виконується за формулою:

$$R = \frac{1}{a_B} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{i p}} + \frac{1}{a_3}$$

					КРБ.144.4248.05.05.ПЗ.02	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

де α_B - коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні конструкції, Вт/(м² · К);

α_3 - коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні конструкції, Вт/(м² · К);

δ_i - товщина окремого шару конструкції, м;

λ_i - коефіцієнт теплопровідності матеріалу, Вт/(м·К).

Місто Миколаїв відповідно до ДБН В.2.6-31:2021 відноситься до II температурної зони України. Розрахунок приведенного опору теплопередачі огорожувальних конструкцій виконується для умов експлуатації Б, що приймаються для житлових будівель із нормальним режимом приміщень. Коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої та зовнішньої поверхонь конструкцій приймають згідно з додатком ДСТУ 9191:2022, що становить:

$$\alpha_B = 8,7 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

$$\alpha_3 = 23 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

Зведені результати обчислень та теплотехнічні показники всіх елементів огорожувальних конструкцій об'єкта дослідження представлено в таблицях.

Приведений опір зовнішніх стін досліджуваного об'єкту. (таблиця 2.1.)

Розрахунок	Допустиме значення приведеного опору теплопередачі згідно ДБН, м ² · К/Вт	Результат розрахунку, м ² · К/Вт
$R = \frac{1}{8,7} + \frac{0,020}{0,93} + \frac{0,380}{0,87} + \frac{0,100}{0,040} + \frac{0,030}{0,70} + \frac{1}{23}$ $R = 0,115 + 3,002 + 0,043 = 3,160 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$	3,50	3,16

Таблиця 2.1.

Розрахункове значення приведенного опору теплопередачі зовнішніх стін становить 3,16 м² · К/Вт. Отриманий результат є близьким до нормативного

					КРБ.144.4248.05.05.ПЗ.02	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

значення: $3,50 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$, що свідчить про задовільні теплоізоляційні властивості стін.

Приведений опір даху (*горищного перекриття*) досліджуваного об'єкту.
(таблиця 2.2.)

Розрахунок	Допустиме значення приведеного опору теплопередачі згідно ДБН, $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$	Результат розрахунку, $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$
$R = \frac{1}{8,7} + \frac{0,006}{0,35} + \frac{0,200}{0,042} + \frac{0,025}{0,14} + \frac{1}{23}$ $R = 0,115 + 4,958 + 0,043 = 5,116 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$	5,5	5,12

Таблиця 2.2.

За результатами розрахунку приведеного опору теплопередачі горищного перекриття встановлено, що конструкція забезпечує необхідний рівень теплового захисту.

Підлога житлових приміщень досліджуваного об'єкту. (таблиця 2.3.)

Розрахунок	Допустиме значення приведеного опору теплопередачі згідно ДБН, $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$	Результат розрахунку, $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$
$R = \frac{1}{8,7} + \frac{0,035}{0,14} + \frac{0,150}{0,150} + \frac{0,100}{0,040} + \frac{1}{23}$ $R = 0,115 + 3,750 + 0,043 = 3,91 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$	3,0	3,91

Таблиця 2.3.

Підлога санвузла не включалася до розрахунків аналізу тепловтрат будівлі як окрема огорожувальна конструкція. Площа санвузла становить

					КРБ.144.4248.05.05.ПЗ.02	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

8м², що відповідає близько 4,2 % загальної площі будівлі. Тому її вплив на загальний тепловий баланс об'єкта є незначним і не змінює загальних висновків щодо енергоефективності будинку.

Підлога житлових кімнат: 3,91м² · К/Вт, має достатні показники.

Вікна. (таблиця 2.4.)

Розрахунок	Допустиме значення приведеного опору теплопередачі згідно ДБН, м ² · К/Вт	Результат розрахунку, м ² · К/Вт
$R = \frac{1}{8,7} + \frac{0,004}{0,95} + \frac{0,040}{0,25} + \frac{1}{23}$ $R = 0,115 + 0,164 + 0,043 = 0,32 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$	0,75	0,32

Таблиця 2.4.

Розрахунок показав, що віконні конструкції є найбільш вразливими елементами будівлі з найнижчим показником опору теплопередачі.

Двері. (таблиця 2.5.)

Розрахунок	Допустиме значення приведеного опору теплопередачі згідно ДБН, м ² · К/Вт	Результат розрахунку, м ² · К/Вт
$R = \frac{1}{8,7} + \frac{0,0001}{0,20} + \frac{0,002}{58,00} + \frac{0,040}{0,040} + \frac{1}{23}$ $R = 0,115 + 1,00 + 0,043 = 1,159 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$	0,60	1,159

Таблиця 2.5.

Розрахунковий опір теплопередачі дверного блоку перевищує мінімально допустиме значення згідно з ДБН.

У результаті проведених теплотехнічних розрахунків приведенного опору теплопередачі встановлено, що конструкції дверей та підлоги житлових приміщень повністю задовольняють сучасним нормативним вимогам ДБН В.2.6-31:2021. Решта огорожувальних елементів не відповідають чинним стандартам, проте мають різний ступінь дефіциту термічного опору. Якщо для зовнішніх стін та горищного перекриття відхилення від норми є незначним і становить менше 10%, то для віконних блоків зафіксовано критичне недоутеплення.

2.3. Визначення річних витрат енергії.

Метою даного розрахунку є визначення фактичного питомого енергоспоживання будівлі за опалювальні періоди та встановлення його відповідності нормативним показникам енергоефективності згідно з вимогами ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція будівель». Відповідно до чинних нормативних документів, максимально допустиме значення питомого енергоспоживання для житлових одноповерхових будинків, розташованих у II температурній зоні України, становить 110 кВт·год/м² на рік.

Загальна площа досліджуваного житлового будинку складає 190 м². Оскільки допоміжне приміщення (*санвузол площею 8 м²*) згідно за попереднім аналізом є неопалюваним, для подальших розрахунків та визначення характерного питомого енергоспоживання приймається опалювана площа будівлі, яка становить 182 м².

Фактичні витрати теплової енергії визначаються за обсягами споживання природного газу за опалюваний сезон. Для визначення кількості теплової енергії використовується формула:

$$Q = V \cdot q \cdot \eta$$

					КРБ.144.4248.05.05.ПЗ.02	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

де V - витрата природного газу, м^3 ;

q - теплота згоряння природного газу, $\text{кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^3$;

η - коефіцієнт корисної дії котла.

Відповідно до вихідних даних **таблиці 1.2.**, теплота згоряння природного газу одноконтурного котла КСГ-12 СН становить $35,8 \text{ МДж}/\text{м}^3$ ($9,94 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^3$), в той час як його ККД становить 92%.

Для прикладу, розрахунок загальної кількості теплової енергії для опалювального сезону 2022–2023 рр. при витраті газу $V=3400 \text{ м}^3$ (дані взяті з **таблиці 2.6.**)

Таблиця 2.6. Вихідні дані фактичного споживання природного газу.

Опалювальний сезон	Витрата природного газу, м^3	Кількість теплової енергії, $\text{кВт}\cdot\text{год}$	Характерне енергоспоживання, $\text{кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2$	Нормативне значення, $\text{кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2$
2022-2023	3400	-	-	110
2023-2024	3250	-	-	110
2024-2025	3000	-	-	110

Таблиця 2.6.

має наступний вигляд:

$$Q = 3400 \cdot 9,94 \cdot 0,92 = 31070,72 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Фактичне енергоспоживання будівлі визначається як відношення отриманої теплової енергії до опалюваної площі будівлі, що представляється як формула:

$$q = \frac{Q}{A};$$

де Q - річна кількість теплової енергії, кВт·год;

A - опалювана площа будівлі, м²

q - характерне енергоспоживання будівлі, кВт·год/м²;

Тобто, взявши значення розрахунку загальної кількості теплової енергії (опалювальний сезон 2022–2023 рр.) та розділивши його на корисну опалювану площу будівлі, визначається фактичне питоме енергоспоживання для зазначеного періоду:

$$q = \frac{31070,72}{182} = 170,72 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^2$$

Аналогічно виконані розрахунки для інших опалювальних сезонів, результати яких наведено у таблиці 2.7.

Таблиця 2.7. Результати розрахунку питомого енергоспоживання будинку.

Опалювальний сезон	Витрата природного газу, м ³	Кількість теплової енергії, кВт·год	Характерне енергоспоживання, кВт·год/м ²	Нормативне значення, кВт·год/м ²
2022-2023	3400	31072	170,72	110
2023-2024	3250	29701	163,19	110
2024-2025	3000	27434	150,74	110

Таблиця 2.7.

За результатами проведеного розрахунку встановлено, що фактичне питоме енергоспоживання досліджуваного житлового будинку протягом усіх опалювальних сезонів перевищує нормативне значення 110 кВт·год/м². Окрім низького термічного опору зовнішніх огорожувальних конструкцій, високий

рівень споживання газу також пов'язаний із незадовільним станом та нездатністю існуючої інженерної системи теплопостачання забезпечити енергоефективне опалення будинку.

2.4. Визначення теплових витрат через огорожувальні конструкції будівель.

Для визначення теплових витрат через огорожувальні конструкції досліджуваного об'єкту й розробки комплексної стратегії підвищення енергоефективності об'єкта необхідно локалізувати основні канали витоку теплової енергії. Теплові витрати розраховувались для кожного типу огорожувальної конструкції окремо з урахуванням площі конструкції, різниці температур внутрішнього та зовнішнього повітря (*розрахункова температура внутрішнього повітря приймалась +20°C; температура зовнішнього повітря для зимового періоду приймалась -19°C, згідно з кліматичними умовами розрахункової температури регіону м. Миколаїв*), а також приведенного опору теплопередачі.

Для розрахунку тепловитрат через вікна, використовуємо наступні вихідні дані з **таблиці 1.1. та 2.4.** та формулу, наведену у *підрозділі 2.1.:*

$$A = 18,6\text{м}^2 \text{ (площа вікон)}$$

$$t_{\text{в}} = +20^{\circ}\text{C} \text{ (температура внутрішнього повітря)}$$

$$t_{\text{з}} = -19^{\circ}\text{C} \text{ (температура зовнішнього повітря)}$$

$$R_q = 0,32\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт} \text{ (приведений опір теплопередачі вікон)}$$

Різниця температур становить 39°C. З цього виходить, що:

$$Q = \frac{18,6 \cdot 39}{0,32};$$

$$Q = 2266,9 \text{ Вт}$$

					КРБ.144.4248.05.05.ПЗ.02	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Аналогічно, виконано розрахунок теплових витрат для інших огорожувальних конструкцій будівлі. Отримані результати наведені у таблиці 2.8.

Таблиця 2.8. Теповтрати через огорожувальні конструкції

Огороджувальна конструкція	Площа конструкції А, м ²	Теплові витрати Q, Вт
Зовнішні стіни	138	1703,2
Дах	231,7	1764,9
Вікна	18,6	2266,9
Підлога	182	698,2
Двері	2,1	70,7

Таблиця 2.8.

Щодо значення теплових витрат підлоги (житлових приміщень та санвузлу): оскільки ґрунт тепліший за повітря, різниця температури становить:

$$\delta t = 20 - 5 = 15^{\circ}\text{C}$$

де внутрішня температура: +20°C;

зовнішня температура: +5°C.

Згідно з цим:

$$Q = \frac{182 \cdot 15}{3,91} ;$$

$$Q = 698,2 \text{ Вт}$$

2.5. Аналіз витрат тепла через огорожувальні конструкції.

На основі проведених розрахунків теплових втрат через огорожувальні конструкції будівлі було виконано аналіз характерних та питомих теплових втрат, розрахунки яких надані у таблиці 2.9.

Таблиця 2.9. Аналіз характерних та питомих тепловтрат.

Огорожувальна конструкція	Площа конструкції, м ²	Теплові втрати, Вт	Питомі теплові втрати, Вт/м ²
Вікна	18,6	2266,9	121,88
Дах	231,7	1764,9	7,62
Зовнішні стіни	138	1703,2	12,34
Підлога	182	698,2	3,84
Двері	2,1	70,7	33,67
Σ		6503,9	11,36

Таблиця 2.9.

Для більш об'єктивної оцінки ефективності огорожувальних конструкцій було виконано аналіз питомих теплових втрат. Цей показник умовно зводитиме аналіз до єдиного стандарту. Абсолютні теплові втрати характеризують загальний обсяг теплової енергії, що втрачається через всю площу конструкції, тоді як питомі теплові втрати показують інтенсивність теплопередачі через 1 м² конструкції та дозволяють оцінити ефективність її теплоізоляційних властивостей незалежно від площі.

За результатами аналізу питомих теплових втрат встановлено, що найбільш проблемним елементом будівлі є вікна, питомі теплові втрати яких становлять 121,88 Вт/ м². Це пояснюється використанням застарілих дерев'яних віконних рам з одинарним склінням та низьким значенням приведенного опору теплопередачі. Також підвищені питомі втрати

					КРБ.144.4248.05.05.ПЗ.02	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		33

спостерігаються через дверний блок - 33,67 Вт/м². Незважаючи на відносно високі питомі теплові втрати дверного блоку, його внесок у загальний тепловий баланс будівлі є незначним через малу площу конструкції.

Зовнішні стіни та горищне перекриття мають значно нижчі питомі втрати - 12,34 Вт/м² та 7,62 Вт/м² відповідно, що свідчить про наявність ефективного шару теплоізоляції та відносно задовільні теплозахисні характеристики цих конструкцій.

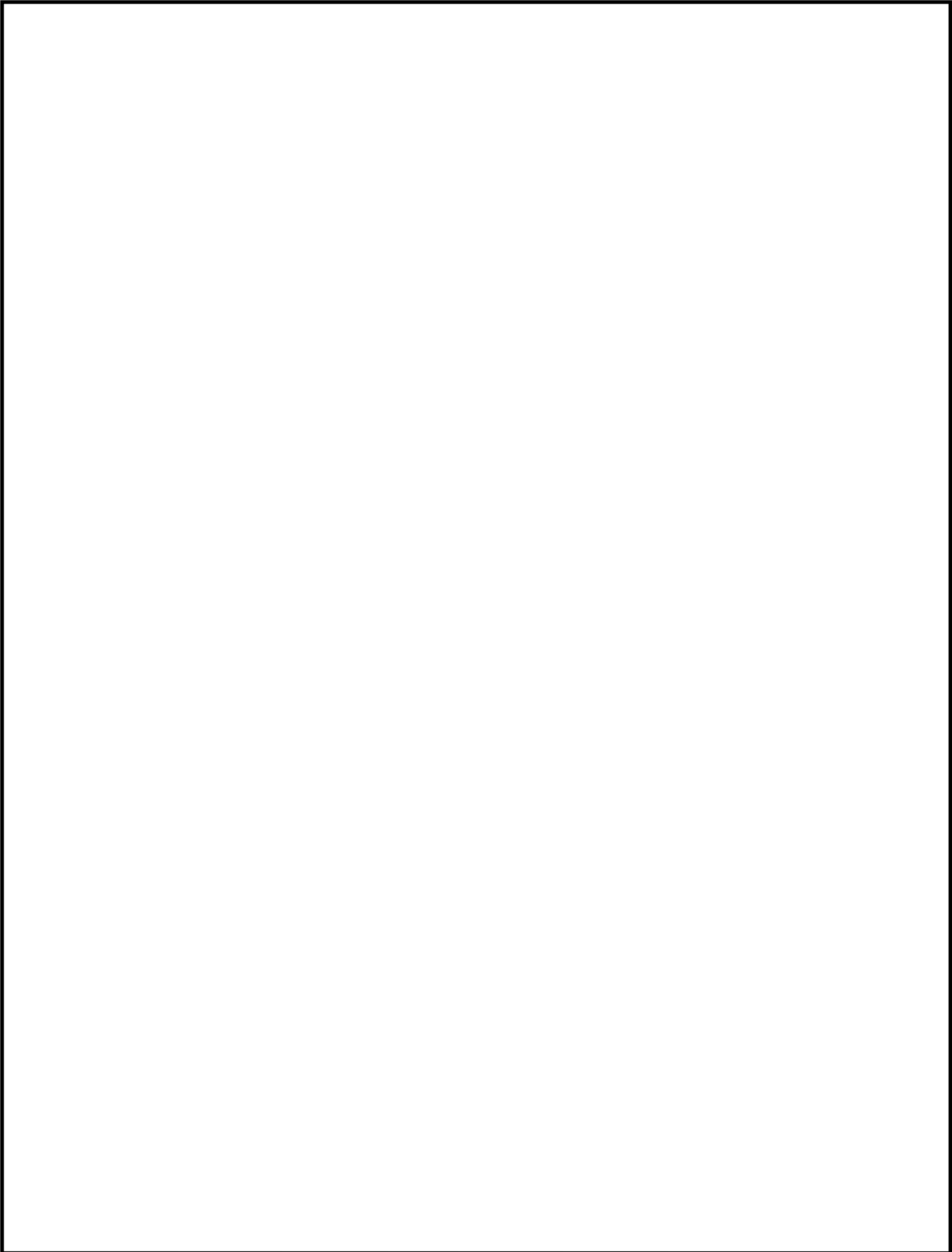
2.6. Висновки за розділом 2.

1) Встановлено, що найбільш вразливими елементами та основними джерелами тепловтрат є застарілі дерев'яні віконні рами з одинарним склінням, питомі втрати яких становить 121,88 Вт/м².

2) Аналіз інженерного забезпечення показав, що наявний газовий котел КСГ-12 СН «Житомир» номінальною потужністю 12кВт є недостатнім для ефективного опалення будинку площею 190 м². Розрахункова потреба в тепловій потужності для компенсації тепловтрат при екстремальних температурах значно перевищує можливості існуючого обладнання.

3) Отримані результати розрахунків чітко вказують на необхідність комплексної термомодернізації будівлі. Визначені канали витоку енергії стануть основою для розробки енергозберігаючих заходів, які будуть представлені у *Розділі 3* та *Розділі 4*, спрямованих на зниження енергоспоживання та приведення характеристик будівлі до відповідності сучасним державним будівельним нормам.

					КРБ.144.4248.05.05.ПЗ.02	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		



					<i>КРБ.144.4248.05.05.ПЗ.03</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>Розділ 3</i>	Літ.	Арк.	Аркушів
<i>Студент</i>		<i>Остроушко І.В</i>						
<i>Керівник</i>		<i>Коновалов Д.В.</i>						
<i>Консульт.</i>								
<i>Зав.каф.</i>		<i>Кобалава Г.О.</i>				<i>ХННІ НУК</i>		35

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ДЛЯ ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1. Аналіз фактичних витрат енергоносіїв при експлуатації будівлі.

Після розрахунків аналізу ефективності використання енергетичної та теплової енергії для об'єкта було зроблено висновок про невідповідність віконних конструкцій певним вимогам. Оскільки опір теплопередачі прямо визначає те, скільки енергії виходить назовні, недостатнє утеплення вікон конструкції будинку на основні канали втрат та безпосередньо впливає на загальний енергобаланс будівлі. Віконні конструкції являють собою дерев'яні віконні рами з одинарним склінням, які мають низькі теплоізоляційні характеристики та недостатню герметичність. У процесі експлуатації через певні нещільності віконних конструкцій виникає додаткова інфільтрація холодного зовнішнього повітря, що спричиняє локальне переохолодження приміщень та погіршує параметри мікроклімату. Тобто, відбувається неконтрольоване надходження холодного повітря у приміщення, внаслідок чого створюється додаткове навантаження на систему опалення, яка витрачає ще більше теплової енергії не лише на підтримання нормативної температури внутрішнього повітря, а й на постійний підігрів припливного повітря.

Таким чином, незадовільний технічний стан віконних конструкцій безпосередньо впливає на загальну енергоефективність будівлі, але оптимізація основних каналів втрат тепла огорожувальних конструкцій, не є кінцевою частиною для розробки ефективного плану з енергоефективності. Інженерне забезпечення будівлі має фундаментальне значення для аналізу та подальших заходів щодо енергоефективності: його своєчасна діагностика та, за необхідності, покращення або повноцінна заміна на нові структури термодинамічної системи що відповідають сучасним технічним нормам та стандартам. При аналізі досліджуваного об'єкту, джерелом системи

					КРБ.144.4248.05.05.ПЗ.03	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		36

теплопостачання є одноконтурний котел КСГ-12 СН «Житомир». Згідно з технічними показниками даного котла, номінальна теплопродуктивність (12кВт) достатньо для обігріву площі не більше 100-120 м². Площа досліджуваного об'єкту становить 190 м² (182 м², якщо не брати до уваги неопалювані приміщення: санвузол). Орієнтовна потреба в тепловій потужності для житлових будівель подібного типу становить 80–120 Вт на 1 м² опалюваної площі залежно від рівня теплоізоляції та кліматичних умов. Для будинку площею 190 м² необхідна теплова потужність може складати 15–22 кВт, що перевищує номінальну потужність встановленого котла (12 кВт). Наявність виражених каналів витоку тепла через зношені дерев'яні вікна (питомі втрати 121,88 Вт/м²) створює теплове навантаження, яке значно перевищує можливості котла. Саме тому, через недостатню номінальну потужність котла стає неможливим підтримувати нормативні параметри для мікроклімату. За середніх зимових температур на рівні -5°C котел працює на межі своїх можливостей. При зниженні температури зовнішнього повітря нижче цієї позначки виникає гострий дефіцит теплової потужності, через що стає неможливим підтримання нормативних параметрів внутрішнього мікроклімату. Для компенсації браку тепла мешканці змушені масово вмикати електричні обігрівачі, що призводить до колосальних перевитрат електроенергії та створює аварійне навантаження на внутрішні електричні мережі в умовах загального енергодефіциту в інфраструктурі країни. Середня потужність одного побутового обігрівача становить 1,5-2,0 кВт, якщо для будинку потрібно хоча б два таких прилади, що працюють при екстремальних умовах температури зовнішнього повітря, наприклад, по 10-12 годин на добу, це створює колосальне електроспоживання.

Додатковими напрямками підвищення енергоефективності будівлі можуть бути подальше утеплення зовнішніх стін, горищного перекриття та модернізація вхідного дверного блоку, проте результати теплотехнічного аналізу показали, що зазначені конструкції вже мають відносно задовільні

					КРБ.144.4248.05.05.ПЗ.03	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		37

теплозахисні характеристики, а їх внесок у загальний обсяг тепловтрат є значно меншим порівняно з віконними конструкціями та системою теплопостачання. У зв'язку з цим виконання додаткових розрахунків та включення зазначених заходів до складу проєкту не розглядається, оскільки їх реалізація на даному етапі є економічно недоцільною та характеризується тривалим терміном окупності.

3.2. Розробка заходів з енергозбереження.

На основі теплотехнічного аналізу огорожувальних конструкцій та детального дослідження структури фактичного споживання енергоносіїв було визначено основні канали витоку теплової енергії та критичні недоліки в роботі системи інженерного забезпечення. Для підвищення рівня енергоефективності одноповерхового житлового будинку загальною площею 190 м² у південному регіоні України, м. Миколаїв, розроблено пакет оптимальних заходів щодо підвищення енергоефективності. Впровадження запропонованих рішень спрямоване на приведення теплотехнічних показників будівлі у повну або часткову відповідність до вимог ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція будівель», зниження аварійного навантаження на внутрішні електричні мережі та покращення параметрів внутрішнього мікроклімату, шляхом повної заміни віконних конструкції та систем інженерного забезпечення, зокрема, джерел системи опалювання.

Першорядно, як було сказано у минулих підрозділах - оптимізація основних каналів тепловтрат будівлі, не надасть енергетичну ефективність, якщо не модернізувати саму інженерну систему теплопостачання. Відомо, що за нормою необхідно мінімум 1 кВт на 10м² площі, проте аналіз інженерної інфраструктури показав, що існуючий одноконтурний газовий котел КСГ-12 СН «Житомир» потужністю 12 кВт є критично неоптимальним, у якості джерела теплопостачання, для будівлі площею 190м². Суть заходу полягає в демонтажі старого підлогового котла та встановлення сучасного

					КРБ.144.4248.05.05.ПЗ.03	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		38

високоєфективного газового котла оптимальної номінальної потужності не менше 20–24 кВт, розрахованої на фактичні габарити досліджуваної будівлі та який буде в змозі опалювати площу будинку в період екстремальних зимових температурах зовнішнього повітря.

Щодо огорожувальних конструкцій, зважаючи на високі тепловтрати вікон ($121,88 \text{ Вт/м}^2$) пропонується заміна існуючих дерев'яних віконних рам з одинарним склінням на сучасні енергоефективні віконні блоки. Це дозволить привести опір теплопередачі до нормативних значень (*не менше $0,75 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ згідно ДБН В.2.6-31:2021*) та мінімізувати інфільтрацію холодного повітря. Додатково до заміни вікон рекомендується виконати герметизацію монтажних швів, віконних укосів та місць примикання рам до стінових конструкцій.

Було встановлено питомі теплові втрати ($33,67 \text{ Вт/м}^2$) вхідних дверей. Для дверного блоку повна заміна конструкції не є першочерговою необхідністю, оскільки приведений опір теплопередачі дверей відповідає нормативним вимогам. Водночас, питомі теплові втрати становлять $33,67 \text{ Вт/м}^2$, тому доцільно виконати комплекс робіт з усунення інфільтраційних втрат, які виникають через нещільності по периметру вхідних дверей. Рекомендується встановлення сучасних гумових ущільнювачів, регулювання дверної фурнітури, герметизація порогу та місць примикання дверної коробки до стіни.

Враховуючи незначне відхилення від нормативних вимог для зовнішніх стін та горищного перекриття, проведення масштабних робіт з їх додаткового утеплення на даному етапі є економічно недоцільним. Для цих конструкцій достатнім заходом є усунення локальних дефектів теплоізоляційного шару, герметизація можливих містків холоду та забезпечення належного технічного стану зовнішнього оздоблення.

					КРБ.144.4248.05.05.ПЗ.03	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		39

3.3. Оцінка витрат для запропонованих заходів.

Для оцінки доцільності впровадження запропонованих енергозберігаючих заходів було виконано орієнтовний розрахунок витрат на їх реалізацію. Вартість заходів визначалась на основі середньоринкових цін на обладнання, будівельні матеріали та монтажні роботи станом на 2026 рік. Основними статтями витрат є заміна існуючого газового котла на сучасний вискооефективний котел потужністю 24кВт та встановлення нових енергоефективних металопластикових вікон. Для усунення дефіциту теплової потужності та підвищення енергоефективності системи тепlopостачання розглянуто два варіанти модернізації котельного обладнання. Перший передбачає встановлення двоконтурного котла потужністю 24кВт із демонтажем існуючого електричного бойлера. Другий варіант полягає у встановленні сучасного одноконтурного котла аналогічної потужності зі збереженням існуючої системи гарячого водопостачання на базі електричного бойлеру. При виборі варіанта необхідно враховувати не лише вартість обладнання, але й супутні витрати на переобладнання димоходу, газової системи та трубопроводів.

					КРБ.144.4248.05.05.ПЗ.03	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		40

Таблиця 3.1. Порівняння варіантів модернізації системи теплопостачання.

Найменування витрат	Варіант 1 (двоконтурний котел)	Варіант 2 (одноконтурний котел)
	Орієнтована вартість, грн	
Котел (24квт)	45 000	30 000
Демонтаж існуючого котла	2 000	2 000
Модернізація димоходу	8 000	2 000
Перепідключення трубопроводів ГВП	7 000	-
Монтаж та пусконаладження	6 000	5 000
Демонтаж бойлеру	1 000	-
Сумарна вартість, Σ	69 000	40 000

Таблиця 3.1.

Зважаючи на те, що віконні конструкції є основним каналом втрат теплової енергії ($121,88 \text{ Вт/м}^2$), було розглянуто декілька варіантів їх модернізації, згідно з фінансовими можливостями мешканців. Основною метою заходу є приведення опору теплопередачі вікон до нормативного значення не менше $0,75 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$, а також зниження інфільтрації холодного зовнішнього повітря через нещільності існуючих дерев'яних рам.

Таблиця 3.2. Порівняння варіантів заміни віконних конструкцій

Показник	Варіант 1 (базовий)	Варіант 2 (оптимальний)	Варіант 3 (преміальний)
Профіль	3-камерний ПВХ	5-камерний ПВХ	6-7 камерний ПВХ
Склопакет	Однокамерний (2 скла)	Двокамерний (енергозберігаючий, 3 скла)	Двокамерний з аргоном
Орієнтований опір теплопередачі, м ² · К/Вт	0,65-0,75	0,85-1,00	1,10-1,20
Відповідність ДБН	Частково	Так	Так
Рівень зниження тепловтрат	Середній	Високий	Максимальний
Орієнтована вартість, грн/м ²	4 500	6 000	8 500
Вартість для площі 18,6м ² , грн	83 700	111 600	158 100

Таблиця 3.2.

Найбільш економічно вигідним є перший варіант встановлення трьохкамерного профілю з однокамерним склопакетом. Проте, дане рішення лише частково забезпечує відповідність нормативним вимогам та не дозволяє повною мірою реалізувати потенціал енергозбереження будівлі.

Рациональним рішенням для досліджуваного об'єкта є другий варіант, встановлення п'ятикамерного профілю з двокамерним енергозберігаючим склопакетом, що забезпечить нормативний рівень теплозахисту при помірних капітальних витратах.

Третій варіант характеризується найкращими теплоізоляційними показниками, однак його вартість майже на 40-50 % перевищує вартість другого варіанта, що збільшує термін окупності заходу.

Для оцінки реалізації запропонованих заходів було виконано узагальнення витрат за кожним із обраних технічних рішень. До розрахунку включено заходи, спрямовані на модернізацію системи тепlopостачання, підвищення теплозахисних характеристик віконних конструкцій, утеплення підлоги санвузла та зменшення інфільтраційних втрат через дверний блок. З метою кращого сприйняття та порівняння отриманих результатів усі витрати зведено до єдиної таблиці.

Таблиця 3.5. Оцінка витрат для запропонованих заходів.

Захід	Вартість, грн
Демонтаж існуючого котла та встановлення сучасного енергоефективного газового котла, (теплопродуктивністю в 24кВт)	55 000
Демонтаж існуючих дерев'яних вікон та встановлення енергоефективних металопластикових віконних конструкцій	118 000
Загальна вартість заходів, Σ	173 000

Таблиця 3.5.

При визначенні загальної вартості запропонованих заходів для модернізації системи тепlopостачання та заміни віконних конструкцій було використано усереднені значення витрат. Такий підхід обумовлений тим, що розглядалися декілька варіантів реалізації зазначених заходів, які відрізняються технічними характеристиками обладнання, рівнем енергоефективності та вартістю виконання робіт. Тому для подальших розрахунків економічної ефективності прийнято середньоринкові значення вартості.

3.4. Висновки за розділом 3.

1) На основі аналізу фактичного стану будівлі підтверджено, що існуюче джерело теплопостачання (одноконтурний газовий котел КСГ-12 СН «Житомир») потужністю 12 кВт є критично неефективним для опалення площі будинку 190м².

2) Виявлено, що найінтенсивнішими каналами неконтрольованих втрат теплової енергії та інфільтрації холодного повітря є зношені дерев'яні віконні конструкції з одинарним склінням.

3) Розроблено та обґрунтовано комплексний перелік активних енергозберігаючих заходів та порівняння, спрямованих на модернізацію інженерної системи та оптимізацію теплотехнічних параметрів оболонки будівлі.

4) Проведено узагальнену оцінку капітальних витрат на практичну реалізацію запропонованих енергоефективних заходів на основі середньоринкових значень вартості обладнання та виконання робіт.

5) Отримані результати узагальнення технічних рішень та розрахунку загальних витрат, що сформовані в **табл. 3.5** є базою для подальшого аналізу у *Розділі 4*, де буде визначено обсяг річної економії паливно-енергетичних ресурсів, термін окупності інвестицій та загальну фінансову доцільність впровадження запропонованих заходів.

					КРБ.144.4248.05.05.ПЗ.03	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

					КРБ.144.4248.05.05.ПЗ.04			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Студент		Остроушко І.В			Розділ 4			
Керівник		Коновалов Д.В.						
Консульт.								
Зав.каф.		Кобалава Г.О.						
						Літ.	Арк.	Аркушів
						ХННІ НУК		
						45		

РОЗДІЛ 4. АНАЛІЗ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАПРОПОНОВАНИХ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ЗАХОДІВ

4.1. Оцінка економії коштів за рахунок впровадження енергозберігаючих заходів.

Для оцінки економічної ефективності реалізації запропонованих енергозберігаючих заходів було проведено порівняльний аналіз стану будівлі до та після проведення модернізації. Основна мета впровадження цих рішень полягає не лише у зменшенні фінансових витрат, а й у системному покращенні технічних характеристик об'єкта. Наведені нижче дані наочно демонструють якісні зміни у параметрах енергоефективності, які безпосередньо впливають на комфорт проживання та стабільність експлуатації будинку.

Для розрахунку використано середню витрату газу, вихідні дані взяті згідно з **табл. 2.7** та орієнтовне споживання електроенергії на опалення пристроями середньою потужністю 1,5-2,0 кВт протягом 100 днів по 10 годин на добу ($3500 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}$).

Розрахунок проведено за наступними тарифами:

електроенергія: 4,32грн/кВт · год;

природний газ: 7,96грн/м³.

Вартість річного споживання електричної енергії становить 15120 грн/рік ($3500 \cdot 4,32$).

Для середнього річного споживання природного газу 3217м³ (середнє значення за опалювальні сезони 2023-2025 рр.) вартість спожитого природного газу становить 25607 грн/рік ($3217 \cdot 7,96$).

					КРБ.144.4248.05.05.ПЗ.04	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		46

Таким чином, сумарні річні витрати на енергоресурси до впровадження енергозберігаючих заходів складають: $15120 + 25607 = 40727$ грн/рік.

На підставі результатів аналізу з урахуванням запропонованих заходів з енергомодернізації будівлі прогнозується зниження загального енергоспоживання приблизно на 30%.

Основними джерелами втрат теплової енергії є віконні конструкції та недостатньо ефективна система тепlopостачання. Заміна вікон на енергоефективні склопакети та встановлення сучасного котла дозволяють очікувати зниження споживання природного газу в межах 25-35%, тому для розрахунків прийнято середнє значення - 30 %.

Середнє річне споживання природного газу згідно з вихідними даними **таблиці 2.7** становить 3217м^3 . Очікуване скорочення споживання газу після впровадження заходів складе:

$$V = 3217 \cdot 0,30 = 965\text{м}^3/\text{рік}.$$

За тарифу на природний газ $7,96$ грн/ м^3 річна економія коштів становитиме:

$$E_{(\text{газ})} = 965 \cdot 7,96 = 7681\text{грн/рік}.$$

Крім того, завдяки підвищенню енергоефективності будівлі очікується відмова від використання додаткових електричних обігрівачів, річне споживання яких становить близько 3500 кВт · год. За тарифу $4,32$ грн/кВт·год економія електроенергії становитиме:

$$E_{(\text{ел.})} = 3500 \cdot 4,32 = 15120\text{ грн/рік}.$$

					КРБ.144.4248.05.05.ПЗ.04	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		47

Загальний річний економічний ефект від впровадження комплексу енергозберігаючих заходів складе:

$$E_{(\text{загал.})} = 7681 + 15120 = 22801 \text{ грн/рік}$$

Таблиця 4.1. Порівняння показників енергоспоживання до та після впровадження енергозберігаючих заходів. (орієнтовано)

Показник	До модернізації	Після модернізації	Зміна
Річне споживання природного газу, м ³	3217	2252	-965
Витрати на природний газ, грн/рік	25607	17926	-7681
Споживання електроенергії для додаткового обігріву, кВт · год/рік	3500	0	-3500
Витрати на електроенергію, грн/рік	15120	0	-15120
Загальні витрати на енергоресурси, грн/рік	40727	17926	-22801

Таблиця 4.1.

У таблиці 4.1 наведено порівняння витрат енергоресурсів до та після впровадження енергозберігаючих заходів. Під споживанням електроенергії в даному випадку розуміється лише додатковий електрообігрів приміщень, який використовувався для компенсації недостатньої ефективності існуючої системи опалення. Побутове споживання електроенергії (освітлення,

побутова техніка, електронні пристрої тощо) в розрахунках не враховується, оскільки запропоновані заходи не впливають на його величину.

4.2. Оцінка фінансової ефективності.

Для оцінки фінансової ефективності запропонованих енергозберігаючих заходів було треба визначити орієнтовний термін окупності інвестицій, а також: чистий приведений дохід (NPV) та дисконтований термін окупності (DPP).

Розрахунок чистого приведенного доходу (NPV) виконується за формулою:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{CF}{(1+r)^t} - K$$

де CF - економія, грн/рік;

r - прийнята ставки дисконтування;

n - строк життя проекту, років;

K - початкові інвестиції, грн.

Загальна вартість реалізації заходів (K), що включають модернізацію системи теплопостачання та заміну віконних конструкцій, становить 173тис.грн. Згідно з результатами розрахунків, наведених у *підрозділі 4.1*, очікуваний річний економічний ефект (CF) становить 22 801 грн/рік. При обґрунтуванні вартості капіталу враховано поточні фінансово-економічні умови України, ставка Національного банку України, яка становить 15,00%. Однак, в якості ставки дисконтування (r) можна прийняти пільгову ставку за державними програмами кредитування енергоефективних заходів (*програма "єОселя", тощо*), що становить 7-10% річних (для розрахунку візьмемо середнє число - 8,5%).

					КРБ.144.4248.05.05.ПЗ.04	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		49

Розрахунковий життєвий цикл проєкту (n) визначено тривалістю 15 років, нормативний термін ефективної експлуатації металопластикових вікон та сучасного котельного обладнання.

Щоб перейти, безпосередньо, до подальшого розрахунку, для цього треба порахувати простий термін окупності (PP), який не враховує зміну вартості грошей у часі, щоб переконатись, що певні впровадження щодо підвищення енергоефективного стану досліджуваної об'єкту, *(орієнтовано)*, навіть без урахування знецінення грошей, зможе окупитись.

$$PP = \frac{K}{CF} = \frac{173000}{22801} \approx 7,59 \text{ років}$$

Таким чином, простий термін окупності становить близько 7,6 року.

Розрахунок (NPV) при $n = 15$ та $r = 8,5\%$ ($0,085\%$), а також враховуючи наступні вихідні дані:

K (початкові інвестиції): 173 000 грн.

CF (очікуваний річний економічний ефект): 22 801 грн/рік.

Для спрощення розрахунку визначимо коефіцієнт приведеної вартості (сумарний коефіцієнт дисконтування за 15 років):

$$\text{Коефіцієнт} = \frac{1-(1+r)^{-n}}{r} = \frac{1-(1+0,085)^{-15}}{0,085} \approx 8,3044$$

Таким чином, *(тоді)* сумарна привезена вартість майбутніх заощаджень становитиме:

$$22801 \cdot 8,3044 = 189\,349 \text{ грн}$$

Чистий приведений дохід складає:

$$NPV = 189\,349 - 173\,000 = 16\,349 \text{ грн}$$

					КРБ.144.4248.05.05.ПЗ.04	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Оскільки отримане значення (NPV) > 0 , певні заходи з модернізації досліджуваного об'єкту є фінансово спроможними і забезпечують повернення капіталовкладень із урахуванням знецінення коштів у часі, приносячи додатковий чистий дохід.

Дисконтований термін окупності (DPP), враховує часову вартість грошей і визначається за формулою:

$$DPP = \frac{-\ln(1 - \frac{K \cdot r}{CF})}{\ln(1 + r)}$$

$$DPP = 12,7 \text{ років}$$

Таблиця 4.2. Фінансові показники.

Простий термін окупності (PP)	Чистий приведений дохід (NPV)	Дисконтований термін окупності (DPP)
7,6 років	+16 349грн	12,7 років

Таблиця 4.2.

Результати розрахунків демонструють, що попри тривалий дисконтований термін окупності - 12,7 років, капіталовкладення покриваються в межах життєвого циклу встановленого обладнання та віконних конструкцій, 15 років.

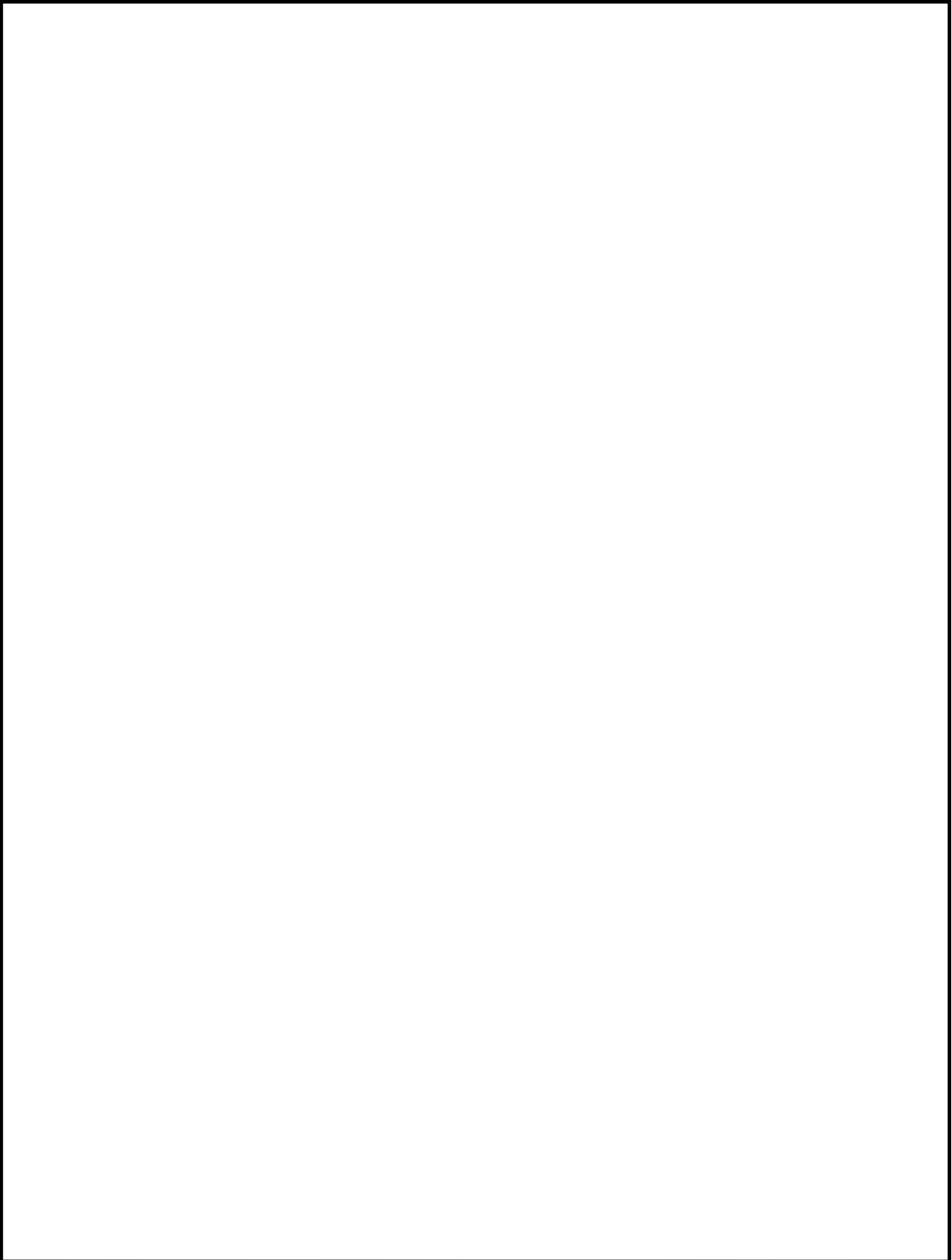
4.3 Висновки по розділу 4

1) Проведено оцінку економічної ефективності впровадження запропонованих енергозберігаючих заходів для досліджуваного житлового будинку.

2) На підставі результатів аналізу з урахуванням запропонованих заходів з енергомодернізації будівлі прогнозується зниження загального енергоспоживання приблизно на 30%.

3) Результати розрахунків демонструють, що попри тривалий дисконтований термін окупності - 12,7 років, капіталовкладення покриваються в межах життєвого циклу встановленого обладнання та віконних конструкцій, 15 років.

					<i>КРБ.144.4248.05.05.ПЗ.04</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		52



					<i>КРБ.144.4248.05.05.ПЗ.05</i>		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>Розділ 5</i>		
<i>Студент</i>		<i>Остроушко І.В</i>					
<i>Керівник</i>		<i>Коновалов Д.В.</i>					
<i>Консульт.</i>							
<i>Зав.каф.</i>		<i>Кобалава Г.О.</i>			<i>ХННІ НУК</i>		
					53		

РОЗДІЛ 5. РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

5.1. Аналіз небезпек

Охорона праці та безпека життєдіяльності є невід'ємною складовою будь-якого проекту з енергомодернізації. При проведенні ремонтних робіт, пов'язаних із заміною інженерного обладнання та огорожувальних конструкцій, виникає низка факторів, що можуть становити загрозу як для виконавців робіт, так і для мешканців будинку в подальшому. Саме тому, потрібен аналіз потенційних небезпек та визначення шляхів їх мінімізації.

При проведенні запропонованих у розділі 3 певних заходів, а саме демонтаж старого котла, встановлення нового обладнання, заміна вікон, утеплення підлоги, на об'єкті дослідження, можливий вплив небезпечних та шкідливих виробничих факторів. Їх можна класифікувати на кілька груп.

Таблиця 5.1. Небезпека, що пов'язана з виконанням будівельно-монтажних робіт.

Небезпека, що пов'язана з виконанням будівельно-монтажних робіт.		
Пилоутворення	Шум та вібрація	Травмонебезпека
при демонтажі старих конструкцій виділяється будівельний пил, який подразнює дихальні шляхи та слизові оболонки очей.	робота електроінструменту створює підвищений рівень шуму, що може негативно впливати на слуховий апарат та нервову систему.	роботи на драбині (<i>при заміні вікон</i>), використання ріжучих та ударних інструментів, перенесення важких вантажів (<i>котли, склопакети</i>) створюють ризик механічних травм, порізів та падінь.

Таблиця 5.1.

Таблиця 5.2. Небезпека, що пов'язана з інженерними мережами
(електро- та газобезпека)

Небезпека, що пов'язана з інженерними мережами.		
Електрична небезпека	Вибухо- та пожежонебезпека	Термічна небезпека
при використанні електроінструменту існує ризик ураження електричним струмом через пошкоджену ізоляцію або контакт з оголеними струмопровідними частинами.	при заміні газового котла на новий 24кВт котел існує критичний ризик витоку природного газу в місцях підключення. Присутність відкритого вогню або іскри в приміщенні з витоком газу може призвести до вибуху.	контакт з гарячими елементами системи опалення або димоходом під час випробувань системи може спричинити термічні опіки.

Таблиця 5.2.

Таблиця 5.3. Небезпека, що пов'язана з експлуатацією після модернізації.

Небезпека, що пов'язана з експлуатацією після модернізації.	
Порушення герметичності димоходу	Мікроклімат
неправильний монтаж нового димохідного каналу при заміні котла може призвести до накопичення газу у житлових приміщеннях, що є смертельно небезпечним.	при неякісному виконанні робіт з утеплення, можливе випадання конденсату, що створює сприятливі умови для розвитку грибків та плісняви, які негативно впливають на стан здоров'я мешканців.

Таблиця 5.3.

5.2. Витяг з правил техніки безпеки

Для мінімізації наведених ризиків при реалізації проекту необхідно керуватися чинними нормативними документами.

Газопостачання.

Всі роботи, пов'язані із заміною газового обладнання, повинні виконуватися виключно сертифікованими фахівцями газової служби. Категорично забороняється самовільне втручання в систему газопостачання. Обов'язковим є перевірка герметичності з'єднань після монтажу.

Електробезпека.

Електроінструмент повинен бути справним, з діючою ізоляцією та заземленням. Підключення до мережі має здійснюватися через пристрої захисного відключення.

Використання засобів індивідуального захисту.

Роботи повинні проводитися з використанням рукавиць, захисних окулярів (*при роботі з електроінструментом*) та респіраторів (*при роботі з пильними матеріалами*).

Пожежна безпека.

У місці виконання газозварювальних робіт та демонтажі повинні бути наявні первинні засоби пожежогасіння (вогнегасники).

					КРБ.144.4248.05.05.ПЗ.05	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		56

5.3. Висновки за розділом 5.

Проведений аналіз можливих небезпек показав, що найбільш критичними етапами модернізації об'єкта є роботи з газовим обладнанням та будівельно-монтажні роботи. Дотримання правил техніки безпеки, використання сертифікованого обладнання та залучення кваліфікованого персоналу дозволяє знизити ймовірність виникнення аварійних ситуацій до мінімуму. Запропоновані заходи з охорони праці забезпечують необхідний рівень безпеки як під час проведення реконструкції, так і під час подальшої експлуатації оновленого житлового будинку.

					<i>КРБ.144.4248.05.05.ПЗ.05</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		57

ВИСНОВКИ

В даній кваліфікаційній роботі було виконано аналіз енергетичної ефективності одноповерхового житлового будинку загальною площею 190м², розташованого у м. Миколаїв, та розроблено комплекс заходів, спрямованих на зниження споживання паливно-енергетичних ресурсів і покращення умов проживання мешканців.

Було проведено дослідження технічного стану будівлі, аналіз огорожувальних конструкцій та системи теплопостачання. Встановлено, що основними причинами підвищених тепловтрат є незадовільний стан віконних конструкцій та недостатня ефективність існуючого джерела теплопостачання. Існуючий газовий котел КСГ-12 СН «Житомир» потужністю 12 кВт не забезпечує необхідної теплової продуктивності для опалення будинку площею 190 м², тим самим, недостатня потужність обладнання призводить до використання додаткових електричних обігрівачів та збільшення експлуатаційних витрат.

Згідно з цими даними, було розроблено комплекс енергозберігаючих заходів, який передбачає повну заміну існуючого газового котла на сучасний енергоефективний котел потужністю 24кВт та встановлення енергоефективних металопластикових віконних конструкцій. Запропоновані рішення спрямовані на зниження тепловтрат та підвищення загального рівня енергоефективності будівлі. Проведено оцінку витрат на реалізацію запропонованих заходів, загальна вартість модернізації системи теплопостачання та заміни віконних конструкцій становить близько 173 тис. грн.

Виконано оцінку економічної ефективності запропонованих рішень. Встановлено, що впровадження комплексу заходів дозволяє скоротити річні витрати на енергоресурси приблизно на 22,8 тис. грн, а орієнтовний термін окупності інвестицій становить близько 7,6 року.

					<i>КРБ.144.4248.05.05.ПЗ.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		58

Отримані результати підтверджують технічну та економічну доцільність реалізації запропонованих заходів і свідчать про можливість суттєвого підвищення енергетичної ефективності досліджуваного житлового будинку.

					<i>КРБ.144.4248.05.05.ПЗ.00</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		59

ЛІТЕРАТУРА

1. Закон України «Про енергетичну ефективність будівель»: Закон України від 22.06.2017 р. № 2118-VIII [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2118-19> - Дата звернення: 17.04.2025.
2. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція будівель. - [Чинний від 01.10.2021]. - К.: Мінрегіон України, 2021.
3. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція і кондиціонування. - [Чинний від 01.09.2013]. - К.: Мінрегіон України, 2013.
4. ДБН Б.2.2-12:2019. Планування та забудова територій. – [Чинний від 01.10.2019]. – К.: Мінрегіон України, 2019..
5. ДСТУ 9191:2022. Теплоізоляція будівель. Метод розрахунку теплопередачі через огорожувальні конструкції. - [Чинний від 01.09.2022]. - К.: ДП «УкрНДНЦ», 2022.
6. ГОСТ 5542-87. Газы горючі природні для промислового і комунально-побутового призначення. Технічні умови.
7. Методика визначення енергетичної ефективності будівель: Наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 11.07.2018 № 169.
8. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від колізій. Будівельна кліматологія. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011
9. Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України: Офіційний сайт. Режим доступу: <https://saee.gov.ua/>
10. Міністерство енергетики України: Офіційний вебпортал. Режим доступу: <https://mev.gov.ua/>
11. АТЕМ «Житомир». Котел сталевий газовий КСГ-12 СН: Керівництво з експлуатації та паспорт технічних характеристик.

					КРБ.144.4248.05.05.ПЗ.00	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

12. ДСТУ Б В.2.6-189:2013. Теплова ізоляція будівель. Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель. – К.: Мінрегіон України, 2013

13. Постанова Кабінету Міністрів України від 31.05.2024 № 632 «Про внесення змін до постанови Кабінету Міністрів України від 5 червня 2019 р. № 483».

14. Офіційний сайт Газопостачальної компанії «Нафтогаз України». Тарифи для населення. – Режим доступу: <https://gas.ua/>

15. НПАОП 0.00-1.76-15. Правила безпеки систем газопостачання. Затверджено наказом Міненерговугілля України від 15.05.2015 № 285.

16. НПАОП 40.1-1.21-98. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів.

17. Національний банк України: Офіційне Інтернет-представництво. Облікова ставка НБУ. – Режим доступу: <https://bank.gov.ua/ua/monetary/of-statka>

18. Постанова Кабінету Міністрів України від 02.08.2022 № 856 «Деякі питання забезпечення приватним акціонерним товариством “Українська фінансова житлова компанія” доступного іпотечного кредитування громадян України». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/856-2022-%D0%BF>

19. Офіційний портал державних послуг «Дія». Державна програма доступного кредитування «ЄОселя». – Режим доступу: <https://diia.gov.ua/services/yeoselya>

					КРБ.144.4248.05.05.ПЗ.00	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		