

**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 » 06 2025 р.

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

на тему **«Аналіз енергоефективності житлового дому котеджного типу**  
**загальною площею 200 м<sup>2</sup> та розробка енергоефективних заходів»**

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

**144 «Теплоенергетика»**

(шифр і назва спеціальності)

**«Енергетичний менеджмент»**

(назва освітньо-професійної програми)

 **Кирило СТРЕЛЬЦОВ**  
(прізвище та ініціали)

Керівник **Дмитро КОНОВАЛОВ**   
(прізвище та ініціали)

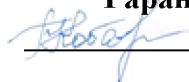
Рецензент **Олександр ВОІНОВ**  
(прізвище та ініціали)

Херсон – 2025

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**  
« 12 » 03 2025 року

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

здобувача **Стрельцова Кирила Олександровича, група 4248**

(прізвище, ім'я, по батькові, навчальна група)

1. Тема роботи «Аналіз енергоефективності житлового дому котеджного типу  
загальною площею 200 м<sup>2</sup> та розробка енергоефективних заходів»

керівник роботи Коновалов Дмитро Вікторович, д.т.н., доцент  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені розпорядженням директора ХННІ НУК від « 12 » березня 2025 року № 7

2. Термін подання студентом роботи « 10 » 06 2025 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.

5. 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.

6. Дата видачі завдання « 12 » 03 2025 року.

Дата представлення на кафедру « 10 » 06 2025 року.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів випускної магістерської роботи                                                                                              | Термін виконання етапів роботи | Примітка |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|----------|
| 1.    | Загальний опис об'єкту дослідження. Мета кваліфікаційної роботи.                                                                         | 12 березня                     | виконано |
| 2.    | Аналіз ефективності використання електричної та теплової енергії на об'єкті.                                                             | до 30 березня                  | виконано |
| 3.    | Розробка заходів з енергозбереження для об'єкту дослідження.                                                                             | до 20 квітня                   | виконано |
| 4.    | Аналіз економічної ефективності запропонованих енергозберігаючих заходів.                                                                | до 10 травня                   | виконано |
| 5.    | Розробка заходів з охорони праці та безпеки життєдіяльності.                                                                             | до 30 травня                   | виконано |
| 6.    | Графічна частина.                                                                                                                        | до 05 червня                   | виконано |
| 7.    | Остаточне оформлення розрахунково-пояснювальної записки та графічного матеріалу; подання кваліфікаційної бакалаврської роботи на кафедру | до 10 червня                   | виконано |
| 8.    | Кафедральний захист кваліфікаційної роботи                                                                                               |                                |          |

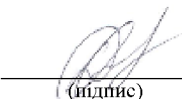
Здобувач

  
(підпис)

**Кирило СТРЕЛЬЦОВ**

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

  
(підпис)

**Дмитро КОНОВАЛОВ**

(прізвище та ініціали)

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      | КР.144.4248.02.06.ПЗ.00 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         | 3    |

|           |      |                |                                                                                     |      |                                                                                                                                     |          |      |        |
|-----------|------|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------|--------|
|           |      |                |                                                                                     |      | КР.144.4248.02.06.ПЗ.00                                                                                                             |          |      |        |
| Змн.      | Арк. | № докум.       | Підпис                                                                              | Дата | «Аналіз енергоефективності житлового дому котеджного типу загальною площею 200 м <sup>2</sup> та розробка енергоефективних заходів» | Літ.     | Арк. | Аркуші |
| Студент   |      | Стрельцов К.О. |  |      |                                                                                                                                     |          | 4    | 4      |
| Керівник  |      | Коновалов Д.В. |  |      |                                                                                                                                     | ХННІ НУК |      |        |
|           |      |                |                                                                                     |      |                                                                                                                                     |          |      |        |
| Н. Контр. |      |                |                                                                                     |      |                                                                                                                                     |          |      |        |
| Зав. каф. |      | Кобалава Г.О.  |  |      |                                                                                                                                     |          |      |        |



## АНОТАЦІЯ

Стрельцов Кирило Олександрович, група 4248.

Кваліфікаційну бакалаврську роботу виконано за темою: «Аналіз енергоефективності житлового дому котеджного типу загальною площею 200 м<sup>2</sup> та розробка енергоефективних заходів».

Пояснювальна записка до кваліфікаційної бакалаврської роботи складається з наступних складових частин: вступу, п'яти розділів, висновків, списку літератури. Вся інформація, що викладена у пояснювальній записці, надрукована на сторінках машинописного тексту, який включає 29 таблиць, 11 рисунків та список літератури з 29 найменувань. Графічну частину подано у вигляді презентації на 8 сторінках.

В роботі проведено дослідження з метою підвищення ефективності енергоспоживання в житловому будинку котеджного типу шляхом проведення енергетичного обстеження будівлі та впровадження енергозберігаючих технологій.

Проаналізовано інформацію щодо поточного стану будівлі та фактичних витрат енергоносіїв при експлуатації будівлі за останні 3 роки, досліджено основні характеристики елементів огорожувальних конструкцій будівлі, проаналізовані дані щодо основних енергозберігаючих заходів (заміна старих вікон та дверей, встановлення енергозберігаючих екранів між приладами опалення та стіною, теплоізоляція будівлі), проведено експериментальні дослідження щодо виявлення фактичних тепловитрат, розроблено рекомендації щодо підвищення енергетичної ефективності експлуатації будівлі.

Ключові слова: енергозбереження, приведений опір теплопередачі, енергоефективність, енергозберігаючий проєкт.

|     |       |             |        |      |                         |       |
|-----|-------|-------------|--------|------|-------------------------|-------|
|     |       |             |        |      | КР.144.4248.02.06.ПЗ.00 | Аркуш |
|     |       |             |        |      |                         | 5     |
| Зм. | Аркуш | № документа | Підпис | Дата |                         |       |

## ABSTRACT

Kyrylo Streltsov, group 4248.

The bachelor's qualification thesis is titled: "Energy Efficiency Analysis of a Cottage-Type Residential Building with a Total Area of 200 m<sup>2</sup> and Development of Energy-Efficient Measures."

The explanatory note to the bachelor's qualification thesis consists of the following sections: an introduction, five main chapters, conclusions, and a bibliography. All information presented in the explanatory note is printed in typewritten format and includes 29 tables, 11 figures, and a reference list of 29 sources. The graphical part is presented as a slideshow on 8 pages.

The thesis focuses on research aimed at improving energy consumption efficiency in a cottage-type residential building through an energy audit of the building and the implementation of energy-saving technologies.

The current condition of the building and the actual energy consumption over the past three years were analyzed. The main characteristics of the building's enclosing structures were studied. Data on the primary energy-saving measures were reviewed, including the replacement of old windows and doors, the installation of energy-saving screens between heating appliances and walls, and thermal insulation of the building. Experimental studies were conducted to determine the actual heat losses, and recommendations were developed to improve the building's energy efficiency during operation.

Keywords: energy saving, equivalent thermal resistance, energy efficiency, energy-saving project.

|     |       |             |        |      |                                |       |
|-----|-------|-------------|--------|------|--------------------------------|-------|
|     |       |             |        |      | <i>KP.144.4248.02.06.ПЗ.00</i> | Аркуш |
|     |       |             |        |      |                                | 6     |
| Зм. | Аркуш | № документа | Підпис | Дата |                                |       |

## ЗМІСТ

|                                                                                                                        |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ І СКОРОЧЕНЬ.....</b>                                                                      | <b>9</b>  |
| Вступ.....                                                                                                             | 10        |
| <b>РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНИЙ ОПИС ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ. МЕТА<br/>КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ.....</b>                              | <b>12</b> |
| 1.1. Характеристика об'єкта, для якого проводиться аналіз<br>енергоефективності.....                                   | 12        |
| 1.2. Поняття енергоефективності у будівництві та основні джерела<br>тепловтрат у житлових будинках.....                | 19        |
| 1.3. Висновки по розділу 1. ....                                                                                       | 23        |
| <b>РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ<br/>ТА ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ НА ОБ'ЄКТІ.....</b>                  | <b>25</b> |
| 2.1. Визначення теплових втрат через огороження приміщень та на<br>підігрів інфільтраційного повітря і матеріалу. .... | 25        |
| 2.2. Визначення приведенного опору теплопередачі огорожувальних<br>конструкцій.....                                    | 25        |
| 2.3. Визначення річних витрат енергії.....                                                                             | 29        |
| 2.4. Визначення теплових витрат через огорожувальні конструкції<br>будівель.....                                       | 30        |
| 2.5. Аналіз витрат тепла через огорожувальні конструкції.....                                                          | 31        |
| 2.6. Висновки по розділу 2.....                                                                                        | 33        |
| <b>РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ДЛЯ ОБ'ЄКТУ<br/>ДОСЛІДЖЕННЯ .....</b>                                 | <b>34</b> |
| 3.1. Аналіз фактичних витрат енергоносіїв при експлуатації будівлі.....                                                | 34        |
| 3.2. Розробка заходів з енергозбереження.....                                                                          | 39        |
| 3.3. Оцінка витрат для запропонованих заходів .....                                                                    | 41        |
| 3.4. Висновки по розділу 3 .....                                                                                       | 43        |

|                                                                                             |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| РОЗДІЛ 4. АНАЛІЗ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ<br>ЗАПРОПОНОВАНИХ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ЗАХОДІВ ..... | 44 |
| 4.1. Оцінка економії коштів за рахунок впровадження<br>енергозберігаючих заходів .....      | 44 |
| 4.2. Оцінка фінансової ефективності .....                                                   | 46 |
| 4.3. Висновок по розділу 4 .....                                                            | 49 |
| РОЗДІЛ 5. РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ<br>ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ .....              | 50 |
| ВИСНОВКИ .....                                                                              | 55 |
| ЛІТЕРАТУРА .....                                                                            | 56 |
| ДОДАТКИ .....                                                                               | 61 |

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ І СКОРОЧЕНЬ

ВДЕ – відновлювані джерела енергії

БНіП – будівельні норми і правила

ГВП – гаряче водопостачання

ДБН – Державні будівельні норми

ЗТМ – зовнішні теплові мережі

ІТП – індивідуальний тепловий пункт

ККД – коефіцієнт корисної дії

МЕР (MERP) - проєкт «Муніципальна енергетична реформа в Україні»

МКП – муніципальне комунальне підприємство

НС – насосна станція

НВДЕ – нетрадиційні та відновлювальні джерела енергії

ПГ – парникові гази

ПЕР – паливно-енергетичні ресурси

СЕМ – система енергетичного менеджменту

СЦТ – система централізованого теплопостачання

ТЕЦ – теплоелектроцентрально

ТЕС – теплова електрична станція

ЦТП – центральний тепловий пункт

|     |       |             |        |      |                         |       |
|-----|-------|-------------|--------|------|-------------------------|-------|
|     |       |             |        |      | КР.144.4248.02.06.ПЗ.00 | Аркуш |
|     |       |             |        |      |                         | 9     |
| Зм. | Аркуш | № документа | Підпис | Дата |                         |       |

## Вступ

Енергозбереження та підвищення енергоефективності будівель у XXI столітті є ключовими складовими сталого розвитку будь-якої держави. В умовах зростання цін на енергоресурси, скорочення запасів викопного палива та необхідності зменшення викидів парникових газів питання раціонального використання енергії в житлово-комунальному господарстві набуває особливої актуальності. Сектор житлових будівель в Україні споживає близько 30–40 % усієї енергії, що робить його одним із пріоритетних об'єктів у державній політиці енергоефективності. Особливої уваги потребують індивідуальні житлові будинки котеджного типу, кількість яких в Україні щорічно зростає. Ці будівлі, як правило, мають відносно велику площу зовнішніх огорожувальних конструкцій, що призводить до значних теплових втрат, особливо за умов недостатньої теплоізоляції. Аналіз фактичних витрат енергії таких будинків, оцінка їх теплових характеристик і розробка заходів з енергозбереження дають змогу не лише знизити експлуатаційні витрати, а й покращити комфорт проживання та зменшити навантаження на енергосистему країни.

Метою даної кваліфікаційної роботи є проведення комплексного аналізу енергетичної ефективності одноповерхового житлового будинку котеджного типу з подальшою розробкою та техніко-економічною оцінкою заходів з енергозбереження. Об'єктом дослідження обрано реальну житлову будівлю, що експлуатується в кліматичних умовах України.

Заплановано провести комплексне дослідження енергоефективності цієї будівлі, зокрема визначити теплові втрати через огорожувальні конструкції, оцінити річні витрати енергії, проаналізувати фактичне енергоспоживання під час експлуатації. На основі отриманих даних передбачається розробити обґрунтовані заходи з підвищення енергоефективності будинку, оцінити доцільність їх впровадження, а також проаналізувати економічну ефективність запропонованих рішень.

|     |       |             |        |      |                         |       |
|-----|-------|-------------|--------|------|-------------------------|-------|
|     |       |             |        |      | КР.144.4248.02.06.ПЗ.00 | Аркуш |
|     |       |             |        |      |                         | 10    |
| Зм. | Аркуш | № документа | Підпис | Дата |                         |       |

Таким чином, ця кваліфікаційна робота спрямована на вирішення однієї з актуальних проблем сучасного будівництва, а саме досягнення оптимального балансу між енергетичною ефективністю, економічною доцільністю та екологічною безпекою у сфері експлуатації житлових будівель.

|     |       |             |        |      |                         |       |
|-----|-------|-------------|--------|------|-------------------------|-------|
|     |       |             |        |      | КР.144.4248.02.06.ПЗ.00 | Аркуш |
|     |       |             |        |      |                         | 11    |
| Зм. | Аркуш | № документа | Підпис | Дата |                         |       |

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

1.1. Характеристика об'єкта, для якого проводиться аналіз енергоефективності.

Об'єктом дослідження є одноповерховий житловий будинок котеджного типу, розташований у південному регіоні України, у зоні з помірно-континентальним кліматом, що характеризується спекотним літом і м'якою зимою. Загальна площа будівлі 202 м<sup>2</sup>.

Основні параметри будівлі:

|                                 |                      |
|---------------------------------|----------------------|
| Загальний об'єм будівлі складає | 606 м <sup>3</sup> ; |
| Загальна площа будівлі складає  | 202 м <sup>2</sup> ; |
| Загальна площа приміщень        | 160 м <sup>2</sup> . |

Габаритні розміри будівлі:

(довжина, ширина, висота) 18,65м x 13,0м x 2,5м.

Інженерне обладнання об'єкту:

|                            |       |
|----------------------------|-------|
| 1. Водопровідна лінія      | 36 м; |
| 2. Каналізаційна лінія     | 38 м; |
| 3. Автономне опалення      | 86 м; |
| 4. Лінія електроосвітлення | 56 м. |

Зовнішній вигляд житлового будинку та подвір'я представлено на рис. 1.1,  
1.2.





Рис. 1.1. Зовнішній вигляд будівлі

### Система теплопостачання.

Будівля має автономне опалення, встановлено комбінований чавунний котел КЧМ-5, технічні показники, якого наведено в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 Технічні показники комбінованого котлоагрегату «КЧМ-5»

| №<br>п/п | Найменування показника                                      | Значення<br>показника                           |
|----------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| 1.       | Номінальна теплопродуктивність, кВт                         | 38,5                                            |
| 2.       | Коефіцієнт корисної дії, %                                  | 87,3                                            |
| 3.       | Температура газів, що йдуть, °С                             | 240                                             |
| 4.       | Номінальне розрідження за котлом, Па (кг·с/м <sup>2</sup> ) | 15                                              |
| 5.       | Гідравлічний опір, кПа                                      | 141                                             |
| 6.       | Вид палива                                                  | Тверде паливо,<br>природний газ<br>ГОСТ 5542-87 |
| 7.       | Теплота згоряння газу, МДж/м <sup>3</sup>                   | 33,5-41,8                                       |

| №<br>п/п | Найменування показника                                                                                                   | Значення<br>показника              |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| 8.       | Витрата газу при теплоті згоряння 35,8 МДж/ м <sup>3</sup> ,<br>м <sup>3</sup> /год                                      | 4,4                                |
| 9.       | Обсяг води в котлі, м <sup>3</sup>                                                                                       | 0,059                              |
| 10.      | Коефіцієнт робочого регулювання теплової<br>потужності пальника                                                          | 5                                  |
| 11.      | Габаритні розміри котла, включаючи кожух, пальник<br>і патрубків датчиків, мм<br><br>довжина<br><br>ширина<br><br>висота | <br><br>835<br><br>500<br><br>1150 |
| 12.      | Маса котла, кг                                                                                                           | 295                                |

При дослідженні будівлі були зафіксовані металічні секційні радіатори (рис. 1.2).

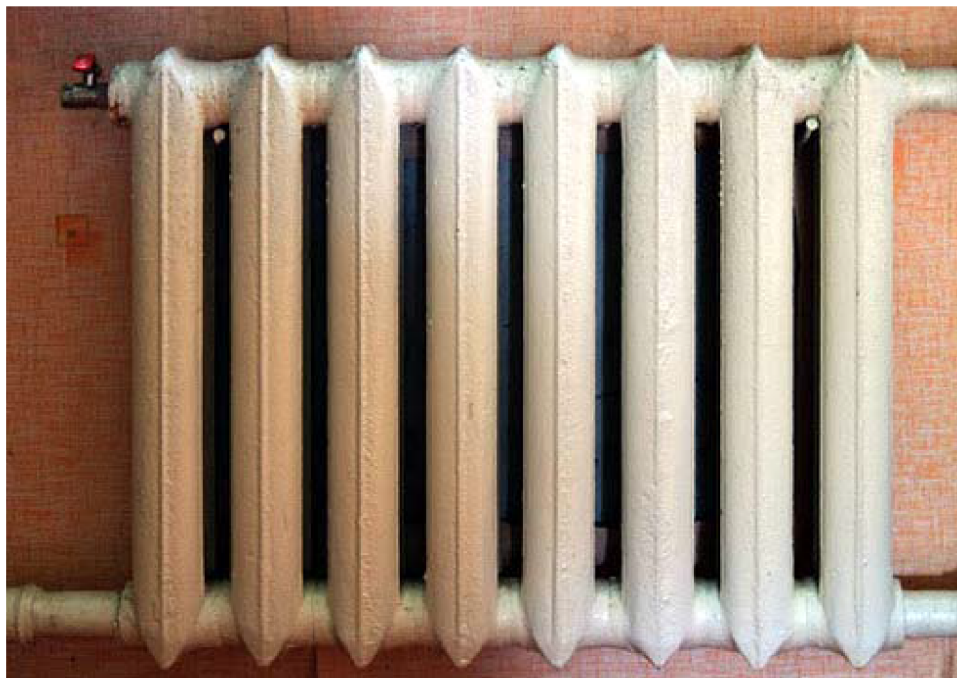


Рис. 1.2. Металічні секційні радіатори в будівлі.

Згідно технічному плану будівлі загальна розрахункова площа встановлених опалювальних приладів – 27,3 м<sup>2</sup>. Зафіксовано незадовільний стан опалювальних приладів, їх фізична зношеність.

**Огороджувальні конструкції будівель.** При обстеженні будівель були зроблені зовнішні обміри геометричних розмірів, визначена фактична товщина огорожувальних конструкцій та їхніх елементів, з'ясовано матеріал, що їх складає.

Отримана інформація зведена до табл. 1.2.

Таблиця 1.2. Основні характеристики огорожувальних конструкцій будівель.

| Тип кон-струкції | Матеріал                   | Товщина м | Коефіцієнт теплопровідності, Вт/(м·°C) | Загальна площа, м² |
|------------------|----------------------------|-----------|----------------------------------------|--------------------|
| Зовнішні стіни   |                            |           |                                        |                    |
| 1.               | Камінь ракушечник М25      | 0,3       | 0,6                                    | 260                |
|                  | Цементно-піщана штукатурка | 0,015     | 0,71                                   |                    |
|                  | Пінополістирол             | 0,05      | 0,036                                  |                    |
| Дах              |                            |           |                                        |                    |
| 1.               | Дерево сосна (дошки)       | 0,06      | 0,18                                   | 120                |
|                  | Дерево сосна (брус)        | 0,15      | 0,18                                   |                    |
|                  | Плити мінеральної вати     | 0,08      | 0,056                                  |                    |
|                  | Шифер                      | 0,005     | 0,65                                   |                    |
| Підлога          |                            |           |                                        |                    |
| 1.               | Залізобетонні плити        | 0,10      | 2,04                                   | 24                 |
|                  | Керамічна плитка           | 0,01      | 1,05                                   |                    |
| 2.               | Залізобетонні плити        | 0,10      | 2,04                                   | 96                 |
|                  | Плити деревностружкові     | 0,18      | 0,08                                   |                    |
|                  | Лінолеум                   | 0,003     | 0,33                                   |                    |
| Вікна            |                            |           |                                        |                    |
| 1.               | Скло                       | 0,006     | 0,74                                   | 2,16               |
|                  | Повітряний прошарок        | 0,012     | 0,19                                   |                    |

| Тип кон-струкції | Матеріал            | Товщина м | Коефіцієнт теплопровідності, Вт/(м·°С) | Загальна площа, м <sup>2</sup> |
|------------------|---------------------|-----------|----------------------------------------|--------------------------------|
|                  | Дерево сосна (рама) | 0,15      | 0,18                                   | 0,24                           |
| 2.               | Скло                | 0,006     | 0,74                                   | 17,28                          |
|                  | Повітряний прошарок | 0,02      | 0,19                                   |                                |
|                  | Пластиковий профіль | 0,05      | 0,22                                   | 1,92                           |
| <b>Двері</b>     |                     |           |                                        |                                |
| 1.               | Метал               | 0,002     | 45                                     | 1,8                            |
|                  | Дерево сосна        | 0,05      | 0,18                                   | 1,8                            |

При обстеженні було виявлено вікна типової конфігурації загальною кількістю – 12 (загальна площа 21,6 м<sup>2</sup>). 80 % вікон складають сучасні дешеві склопакети. Характерні типи вікон наведені на рис. 1.3.

Вхідні двері в дім – металодерев'яні (загальна площа 1,8 м<sup>2</sup>). Характерні типи вікон наведені на рис. 1.4.



Рис. 1.3. Типи вікон будівлі





Рис. 1.4. Типи дверей будівлі

При обстеженні були виявлені та зафіксовані такі відхилення від технічних норм:

1. Велика кількість щілин між металевою обшивкою та дерев'яним полотном.
2. Неутеплена крівля.
3. На деяких поверхнях огорожувальних конструкцій виявлені грибки, викликані вогкістю елементів будівлі.

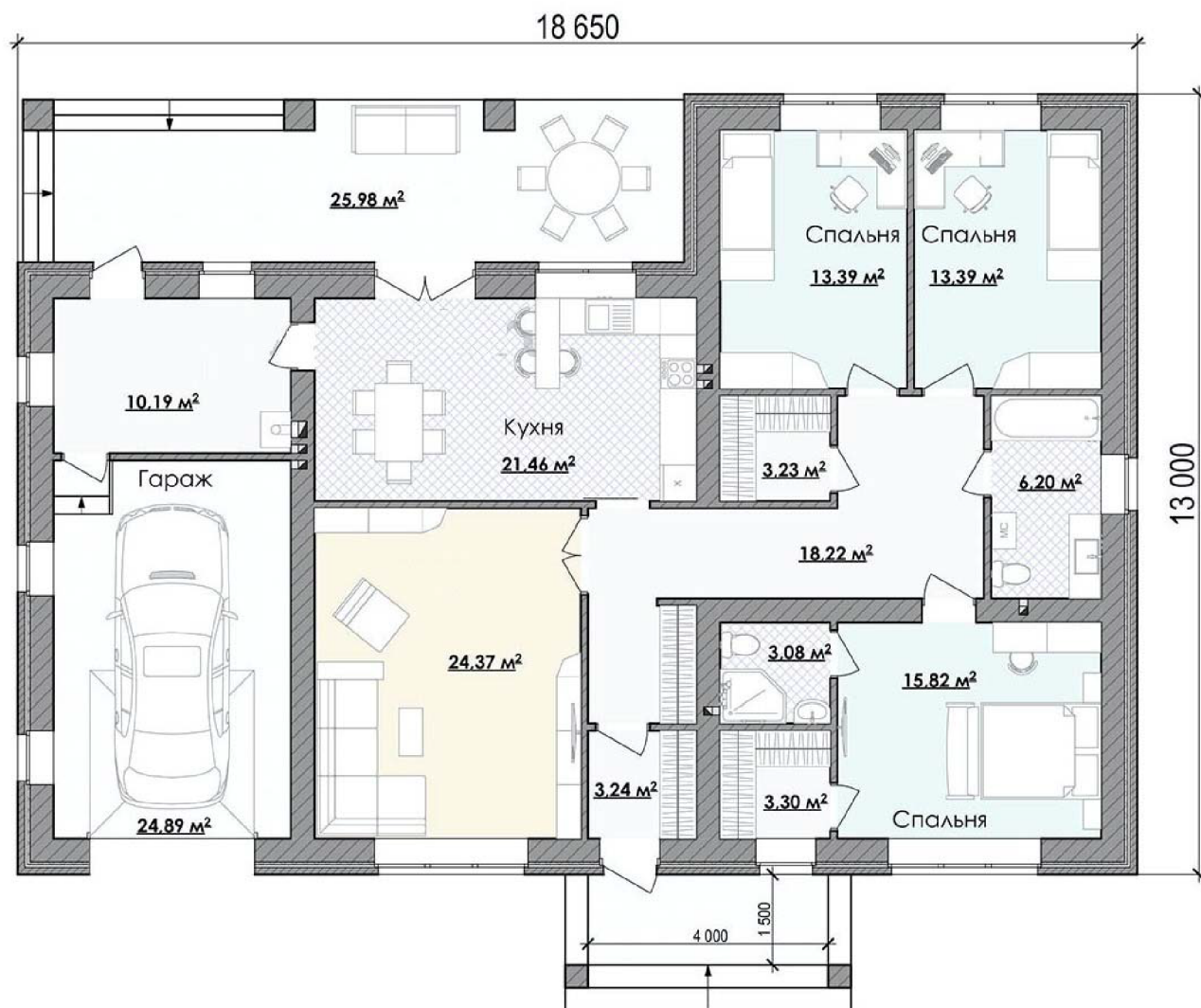


Рис 1.5. План дому.

Таблиця 1.3. Розрахункові параметри внутрішнього повітря

| Назва приміщення | Температура внутрішнього повітря $t_v$ , °C |
|------------------|---------------------------------------------|
| Житлові кімнати  | 22                                          |
| Кухня            | 19                                          |
| Коридор          | 18                                          |
| Кабінет          | 20                                          |
| Ванна            | 25                                          |

## 1.2. Поняття енергоефективності у будівництві та основні джерела тепловтрат у житлових будинках.

Енергоефективність – це характеристика процесів використання енергії, яка показує, наскільки раціонально споживаються енергетичні ресурси для забезпечення потрібного рівня функціонування систем або комфортних умов проживання. У контексті будівель енергоефективність визначається як здатність будівлі забезпечувати належний мікроклімат у приміщеннях за мінімального споживання енергії.

Це поняття є ключовим у сучасному проектуванні та експлуатації будівель. Зменшення енергоспоживання дозволяє не лише знизити фінансові витрати на утримання будинку, але й зменшити навантаження на навколишнє середовище, знизити викиди парникових газів та зменшити залежність від невідновлюваних джерел енергії.

Показником енергоефективності будівлі найчастіше виступає питоме річне енергоспоживання, виражене у кіловат-годинах на квадратний метр опалювальної площі (кВт·год/м<sup>2</sup>·рік). Залежно від цього показника будівля може бути віднесена до відповідного класу енергоефективності – від найнижчого (G) до найвищого (A++), як це передбачено європейськими стандартами.

Актуальність енергоефективності в житловому секторі.

У структурі енергоспоживання України житлові будівлі займають близько 40% загального обсягу, що свідчить про надзвичайно високий потенціал економії. Більшість існуючих житлових будинків були побудовані за застарілими будівельними нормами і не відповідають сучасним вимогам щодо теплоізоляції, вентиляції, освітлення та систем опалення. Внаслідок цього значна частина тепла втрачається через огорожувальні конструкції, а витрати на опалення є економічно необґрунтованими.

З огляду на зростання тарифів на енергоносії та прагнення України до європейської інтеграції, запровадження енергоефективних заходів набуває стратегічного значення. Політика підвищення енергоефективності передбачає не

|     |       |             |        |      |                         |       |
|-----|-------|-------------|--------|------|-------------------------|-------|
|     |       |             |        |      | КР.144.4248.02.06.ПЗ.00 | Аркуш |
|     |       |             |        |      |                         | 19    |
| Зм. | Аркуш | № документа | Підпис | Дата |                         |       |

лише модернізацію існуючого житлового фонду, а й встановлення жорсткіших вимог до новобудов.

### ***Нормативне регулювання енергоефективності в Україні***

Національна система нормативного регулювання у сфері енергоефективності ґрунтується на ряді документів, що визначають вимоги до проектування, експлуатації, реконструкції та термомодернізації будівель. Нормативне регулювання енергоефективності будівель в Україні перебуває на етапі активного розвитку та адаптації до європейських вимог. У сучасних умовах підвищення енергоефективності житлових будинків є не лише технічним, а й соціальним та екологічним завданням. Створення дієвої нормативної бази, підтримка енергомодернізації та розвиток енергоефективного мислення у населення – це необхідні умови для сталого розвитку житлової сфери.

Закон України «Про енергетичну ефективність будівель» [1], який встановлює: вимоги до енергетичної сертифікації будівель; порядок проведення енергетичного аудиту; обов'язковість визначення класу енергоефективності для нових і реконструйованих будівель; необхідність розміщення сертифікатів енергоефективності у громадських будівлях.

Державні будівельні норми (ДБН):

ДБН В.2.6-31:2021 – «Теплова ізоляція будівель». Містить вимоги до теплозахисту огорожувальних конструкцій будівель [2].

ДБН В.2.5-67:2013 – «Опалення, вентиляція і кондиціонування». Регламентує теплотехнічні та гідравлічні розрахунки, параметри мікроклімату тощо [3].

ДБН Б.2.2-12:2019 – «Планування та забудова територій». Встановлює обмеження на щільність забудови та умови енергоощадного розміщення будинків [4].

Відповідно до законодавства, для будівель, що вводяться в експлуатацію після реконструкції або капремонту, необхідно отримувати сертифікат енергетичної ефективності, який видається за результатами енергетичного

|     |       |             |        |      |                         |       |
|-----|-------|-------------|--------|------|-------------------------|-------|
|     |       |             |        |      | КР.144.4248.02.06.ПЗ.00 | Аркуш |
|     |       |             |        |      |                         | 20    |
| Зм. | Аркуш | № документа | Підпис | Дата |                         |       |



аудиту. Цей документ містить інформацію про клас енергоефективності та рекомендації щодо її покращення.

Рациональне використання енергетичних ресурсів у житлових будинках значною мірою залежить від зменшення тепловтрат. Теплова енергія, яка витрачається на опалення приміщення, може втрачатися через огорожувальні конструкції, системи вентиляції, інфільтрацію повітря та недосконалу роботу інженерних систем. Для досягнення високої енергоефективності необхідно розуміти, які саме складові є джерелами втрат і як їх можна мінімізувати.

### ***Тепловтрати через огорожувальні конструкції***

Огорожувальні конструкції – це зовнішні стіни, дах, підлога, вікна та двері, які відокремлюють внутрішній простір будівлі від навколишнього середовища. Саме через них відбуваються найбільші втрати тепла – до 70% загальних втрат.

Зовнішні стіни. Тепловтрати через стіни становлять у середньому 25–40%. Основними причинами є недостатня товщина теплоізоляції, використання матеріалів з високою теплопровідністю, наявність містків холоду в місцях стиків та армування.

Дах (покрівля). Втрати через дах становлять 10–20%, особливо у випадку, якщо горище не утеплене або утеплення не відповідає нормативам (згідно з ДБН В.2.6-31:2021).

Підлога на ґрунті або над неопалюваним підвалом: втрати можуть досягати 5–15%, залежно від типу перекриття, теплоізоляції та гідроізоляції.

Вікна і двері – у сукупності вони можуть втрачати 15–30% тепла. Основні чинники: нещільне прилягання стулок, застарілі дерев'яні рами без терморозривів, одинарне скління. Заміна на енергоефективні вікна (наприклад, з двокамерним склопакетом із енергозберігаючим напиленням) може зменшити ці втрати вдвічі.

### ***Тепловтрати через вентиляцію***

Система вентиляції необхідна для підтримання якості повітря у приміщеннях, однак вона може бути джерелом 10–30% тепловтрат.

|     |       |             |        |      |                         |       |
|-----|-------|-------------|--------|------|-------------------------|-------|
|     |       |             |        |      | КР.144.4248.02.06.ПЗ.00 | Аркуш |
|     |       |             |        |      |                         | 21    |
| Зм. | Аркуш | № документа | Підпис | Дата |                         |       |

У старих будинках, де використовується природна вентиляція (витяжки у ванній, кухні, санвузлі), втрачається значний об'єм теплого повітря, особливо взимку.

Встановлення систем вентиляції з рекуперацією тепла дозволяє повертати до 70–90% теплової енергії, що виводиться з повітрям, назад у систему.

### ***Тепловтрати через інфільтрацію повітря***

Інфільтрація – це неконтрольоване проникнення холодного повітря в приміщення через щілини у вікнах, дверях, стиках конструкцій, місцях проходів комунікацій. У будинках без належної герметизації втрати тепла через інфільтрацію можуть сягати 5–15%.

Особливо великі втрати спостерігаються:

- у дерев'яних вікнах з щілинами;
- при відсутності монтажної піни або її зруйнуванні навколо вікон і дверей;
- у місцях проходження труб або електропроводки через зовнішні стіни;
- при слабкому ущільненні горищного люка, входних дверей тощо.

За сучасними нормами (ДБН В.2.6-31:2021) всі стики повинні бути ретельно герметизовані, а будівля має відповідати критеріям повітронепроникності.

### ***Втрати через недосконалу систему опалення***

Неефективна або застаріла система опалення також сприяє значним тепловтратам. До них належать:

- втрати у трубопроводах (особливо у неопалюваних зонах — підвалах, горищах), якщо труби не мають теплоізоляції;
- небалансованість системи, що призводить до перегріву одних приміщень і недостатнього обігріву інших;
- застарілі котли з ККД нижче 70%;
- відсутність автоматики та погодозалежного регулювання.

Сучасні конденсаційні котли, правильно розраховані радіатори з термоголовками, тепла підлога, а також розумні системи керування опаленням значно знижують теплові втрати та підвищують загальну енергоефективність.

### ***Тепловтрати через побутові звички користувачів***

Людський фактор також відіграє важливу роль у втраті тепла:

- тривале провітрювання приміщень без закриття терморегуляторів;
- неправильне налаштування опалювальних приладів;
- блокування радіаторів меблями або шторами.

Навчання мешканців енергоефективній поведінці (наприклад, короткочасне провітрювання, користування вентиляцією з рекуперацією, раціональне використання терморегуляторів) дозволяє досягти додаткової економії енергії до 10–15%.

Тепловтрати в житлових будинках є комплексним явищем, яке охоплює фізичні характеристики огорожувальних конструкцій, інженерні системи та поведінку мешканців. Найбільшу частку втрат становлять зовнішні стіни, вікна, вентиляція та інфільтрація. Для підвищення енергоефективності необхідно здійснювати комплексний підхід до термомодернізації, а саме ізоляцію конструкцій, модернізацію опалення, впровадження вентиляційних систем з рекуперацією, а також підвищення обізнаності мешканців щодо енергоощадності.

### **1.3. Висновки по розділу 1.**

1. За результатами обстеження будівлі котеджного типу у місті Херсоні встановлено стан її основних елементів на даний час, а саме огорожувальних конструкцій, вікон, дверей та опалювального обладнання.

2. Енергоефективність у будівництві передбачає раціональне використання енергії для забезпечення комфортного мікроклімату з мінімальними витратами ресурсів.

|     |       |             |        |      |                         |       |
|-----|-------|-------------|--------|------|-------------------------|-------|
|     |       |             |        |      | КР.144.4248.02.06.ПЗ.00 | Аркуш |
|     |       |             |        |      |                         | 23    |
| Зм. | Аркуш | № документа | Підпис | Дата |                         |       |

3. Визначено, що основними джерелами тепловтрат у житлових будинках є зовнішні огорожувальні конструкції, вентиляція, інфільтрація повітря та неефективні інженерні системи.

|     |       |             |        |      |                         |       |
|-----|-------|-------------|--------|------|-------------------------|-------|
|     |       |             |        |      | КР.144.4248.02.06.ПЗ.00 | Аркуш |
|     |       |             |        |      |                         | 24    |
| Зм. | Аркуш | № документа | Підпис | Дата |                         |       |

## 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.

Тепловтрати в житловому будинку здійснюються через огорожувальні конструкції (стіни, покрівлю, підлогу, вікна та двері), а також за рахунок підігріву повітря, що надходить ззовні внаслідок інфільтрації. У разі надходження холодного повітря в приміщення з вулиці, тепло втрачається не лише через конструкції, але й витрачається на нагрів цього повітря до внутрішньої температури.

Ефективне оцінювання втрат тепла є важливою складовою для подальшої розробки енергоефективних заходів. Ці втрати визначаються відповідно до методик, наведених у ДБН В.2.6-31:2021, ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010, а також інших чинних нормативів.

Тепловтрати через огороження та інфільтрацію є головними напрямками енергетичних втрат у будинку, а їх точне визначення дозволяє оцінити реальні потреби в тепловій енергії та обґрунтувати енергоефективні рішення.

2.2. Визначення приведенного опору теплопередачі огорожувальних конструкцій.

В холодний період року з приміщення відбуваються втрати теплоти, так як  $t_{\text{вн}} < t_{\text{зовн}}$ , тепловтрати здійснюються через огорожувальні конструкції.

|     |       |             |        |      |                         |       |
|-----|-------|-------------|--------|------|-------------------------|-------|
|     |       |             |        |      | КР.144.4248.02.06.ПЗ.00 | Аркуш |
|     |       |             |        |      |                         | 25    |
| Зм. | Аркуш | № документа | Підпис | Дата |                         |       |

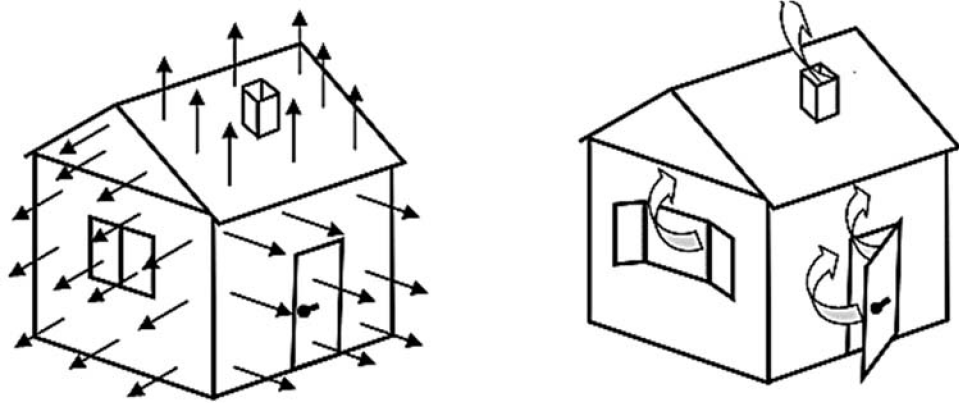


Рис 2.1. Теплові втрати в навколишнє середовище крізь огорожувальні конструкції та вентиляцію.

Розрахунок приведенного опору теплопередачі здійснюється для кожного типу огорожувальних конструкцій окремо.

Визначають опір теплопередачі зовнішніх стін згідно з формулою ДСТУ Б В.2.6-189:2013:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{i\text{p}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{з}}},$$

де  $\alpha_{\text{в}}$ ,  $\alpha_{\text{з}}$  – коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, Вт/(м<sup>2</sup>·К), приймають згідно з Додатком Б ДСТУ Б В.2.6-189:2013, і дорівнюють:

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

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

$\delta_i$  – товщина і-го шару зовнішніх стін, м;

$\lambda_{i\text{p}}$  – розрахункова теплопровідність матеріалу і-го шару зовнішніх стін в розрахункових умовах, Вт/(м·К).

Для м. Херсона умови експлуатації – Б.

Таблиця 2.1. Типи зовнішніх стін

| Тип   | Опір теплопередачі,<br>м <sup>2</sup> ·К/Вт. | Площа,<br>м <sup>2</sup> | Висновок                                                                      |
|-------|----------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| Тип 1 | 1,29                                         | 280                      | Недостатньо тепло ізольована, необхідне проведення енергозберігаючих заходів. |

Приведений опір теплопередачі зовнішніх стін огорожувальної конструкції дорівнює  $R_{\Sigma \text{пр}} = 2,068 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ .

Згідно з ДБН В.2.6-31 мінімально допустиме значення приведенного опору теплопередачі для непрозорих частин зовнішніх стін в II-й температурній зоні експлуатації України (м. Херсон) становить  $R_{q \text{ min}} = 2,8 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ .

На підставі співставлення фактичного опору теплопередачі з мінімально допустимим робиться висновок про необхідність проведення утеплення зовнішніх стін.

Дах будівлі (табл. 2.2):

Таблиця 2.2. Типи кровлі

| Тип   | Опір теплопередачі, $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ . | Площа, $\text{м}^2$ | Висновок                                                                      |
|-------|------------------------------------------------------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| Тип 1 | 3,21                                                 | 242                 | Недостатньо тепло ізольована, необхідне проведення енергозберігаючих заходів. |

Приведений опір теплопередачі даху огорожувальної конструкції дорівнює  $R_{\Sigma \text{пр}} = 2,761 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ .

Мінімально допустимий опір теплопередачі покриття неопалювальних горищ  $R_{\text{min}} = 4,5 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ . На підставі співставлення фактичного опору теплопередачі з мінімально допустимим робиться висновок про необхідність проведення утеплення верхнього покриття корпусу.

Підлога будинку

Таблиця 2.3. Підлога будинку

| Тип   | Опір теплопередачі, $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ . | Площа, $\text{м}^2$ | Висновок                                                                      |
|-------|------------------------------------------------------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| Тип 1 | 0,217                                                | 78                  | Недостатньо тепло ізольована, необхідне проведення енергозберігаючих заходів. |
| Тип 2 | 2,467                                                | 164                 | Недостатньо тепло ізольована, необхідне проведення енергозберігаючих заходів. |

Приведений опір теплопередачі підлоги огорожувальної конструкції дорівнює  $R_{\Sigma \text{пр}} = 2,242 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ .

Світлопрозорі огорожувальні конструкції будівлі

Таблиця 2.4. Світлопрозорі огорожувальні конструкції будинку

| Тип                        | Опір теплопередачі, $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ . | Площа, $\text{м}^2$ | Висновок                                              |
|----------------------------|------------------------------------------------------|---------------------|-------------------------------------------------------|
| <b>Вікна зі склоблоків</b> | 0,42                                                 | 1,08                | Опір теплопередачі не відповідає нормативним вимогам. |
| <b>Однокамерні</b>         | 0,52                                                 | 33,5                | Опір теплопередачі не відповідає нормативним вимогам. |

Відповідно [11], мінімально допустимий опір теплопередачі вікон та світлопрозорих конструкцій дорівнює  $R_{\min} = 0,6 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ . На підставі співставлення фактичного енергетичного опору теплопередачі з мінімально допустимим робиться висновок про необхідність проведення утеплюючих заходів. У випадку першого та другого типу вікон проведення енергозберігаючих заходів необхідне.

Приведений опір теплопередачі вікон та світлопрозорих дорівнює  $R_{\Sigma \text{пр}} = 0,45 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ .

Двері будівлі

Таблиця 2.5. Двері будівлі

| Тип             | Опір теплопередачі, $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ . | Площа, $\text{м}^2$ | Висновок                                                                      |
|-----------------|------------------------------------------------------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Металеві</b> | 0,436                                                | 1,8                 | Недостатньо тепло ізольована, необхідне проведення енергозберігаючих заходів. |



Відповідно [11], мінімально допустимий опір теплопередачі зовнішніх двірей дорівнює  $R_{min} = 0,5 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ . На підставі співставлення фактичного опору теплопередачі з мінімально допустимим робиться висновок про необхідність проведення чи не проведення утеплюючих заходів.

Приведений опір теплопередачі всієї огорожувальної конструкції дорівнює  $R_{\Sigma pr} = 1,677 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ .

Аналіз відповідності фактичних теплотехнічних показників зовнішніх огорожувальних конструкцій будівлі мінімально допустимим згідно вимог наведено нижче:

Не відповідають показникам всі типи огорожувальних конструкцій: Вікно (Тип 1, Тип 2), Зовнішні стіни, Двері, Дах, Підлога.

### 2.3. Визначення річних витрат енергії.

Мета розрахунку виявити, відповідають чи не відповідають фактичні витрати палива максимальним нормативним тепловитратам та співставити їх з розрахунковим значенням тепловитрат на опалення будинку.

Нормативна максимальна питома енергопотреба, згідно вимог ДБН В.2.6-31:2016, для одноповерхової будівлі, що розміщена у II температурній зоні, об'ємом **640**  $\text{м}^3$  -  $110 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^2$ .

Фактичні тепловитрати знаходимо за допомогою витрат природного газу на котельню. Отримаємо такі показники за три останні роки (табл. 3.12):

Таблиця 2.6. Фактичні тепловитрати

| Опалювальний сезон | Витрати газу,<br>тис.м <sup>3</sup> | Питомі тепловитрати,<br>кВт·год/м <sup>3</sup> |
|--------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------|
| 2021-2022          | <b>2,458</b>                        | 2,247                                          |
| 2022-2023          | <b>2,526</b>                        | 2,155                                          |
| 2023-2024          | <b>2,201</b>                        | 2,191                                          |

Значення розрахункових тепловитрат залежить від об'ємно-габаритних показників будівлі, від теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій. Розрахункові тепловитрати дорівнюють –  $2,416 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^2$ .

Таким чином можна побачити, що фактичні не перевищують встановлені норми.

2.4. Визначення теплових витрат через огорожувальні конструкції будівель.

Теплові витрати розраховувалися для кожного типу огорожувальних конструкцій окремо з деталізацією по сторонам світу. Для поліпшення виявлення найбільш теплотратних ділянок було введено коефіцієнт  $f$ , який дорівнює відношенню теплових витрат на даній ділянці до площі цієї ділянки. Коефіцієнт відображає кількість втраченої теплоти через 1 м<sup>2</sup> ділянки. Отримані результати зведені до табл. 2.7:

Таблиця 2.7. Тепловитрати через огорожувальні конструкції

| Огорожувальна конструкція | Теплові витрати, Вт |
|---------------------------|---------------------|
| Вікна, тип 1              | 7969,3              |
| Вікна, тип 2              | 31474,9             |
| Зовнішні стіни, тип 1     | 105031              |
| Дах                       | 36413,5             |
| Підлога, тип 1            | 92505,9             |
| Підлога, тип 2            | 32648,3             |
| Двері, тип 1              | 3585,5              |

Аналізуючи питомі показники тепловтрат, можна побачити, що найбільш тепловитратними являються зовнішні стіни, вікна, дах та підлога. Тобто, на ці ділянки необхідно звернути увагу в першу чергу.

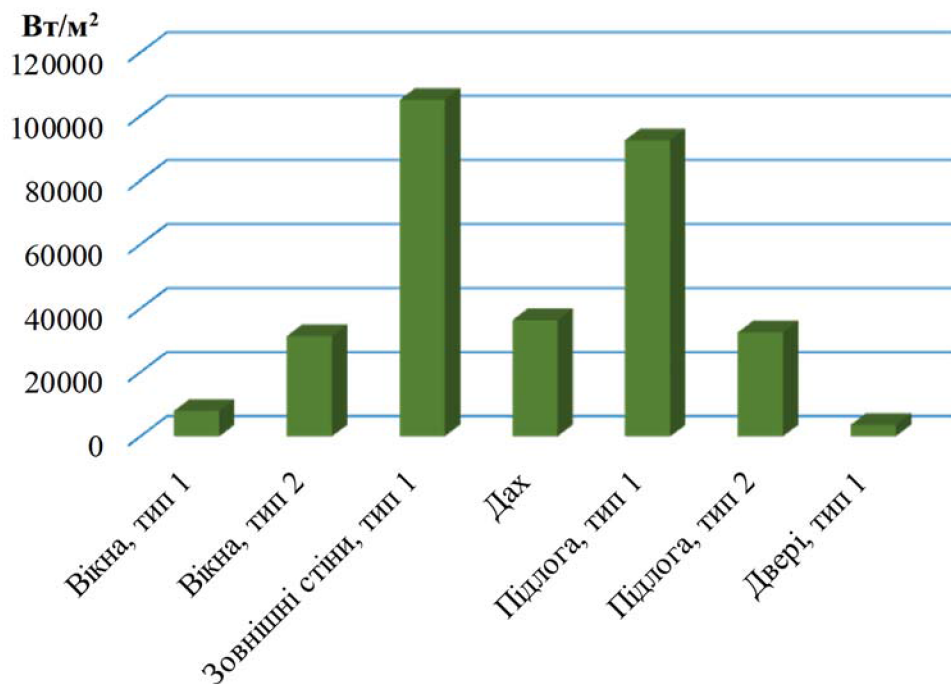


Рис. 2.2. Показник питомих тепловитрат через окремі огорожувальні конструкції

## 2.5. Аналіз витрат тепла через огорожувальні конструкції.

З отриманням результатів попередніх розрахунків необхідно звести кругову діаграму "Розподіл існуючих теплових втрат", приведена на рис. 2.3 та доповнюється зведена таблиця теплових втрат, табл. 2.8.

Таблиця 2.8. Теплові втрати будівлі

| 1) Витрати тепла шляхом теплопередачі, кВт |                |
|--------------------------------------------|----------------|
| - вікна                                    | 39,44          |
| - зовнішні стіни                           | 105,03         |
| - дах                                      | 36,41          |
| - двері                                    | 3,59           |
| - підлога                                  | 125,15         |
| $\Sigma$                                   | 309,62         |
| 2) Витрати тепла шляхом інфільтрації, кВт  |                |
| $\Sigma$                                   | 54             |
| <b>Сумарні витрати тепла</b>               | <b>363 кВт</b> |

Аналізуючи отриману інформацію визначаємо, що найбільшу кількість теплоти корпус втрачає через зовнішні стіни втрачається 28,9 % загальних тепловтрат, через вікна – 10,9%, через дах – 10%, через підлогу – 34,5%, через вхідні двері – 1,0%.

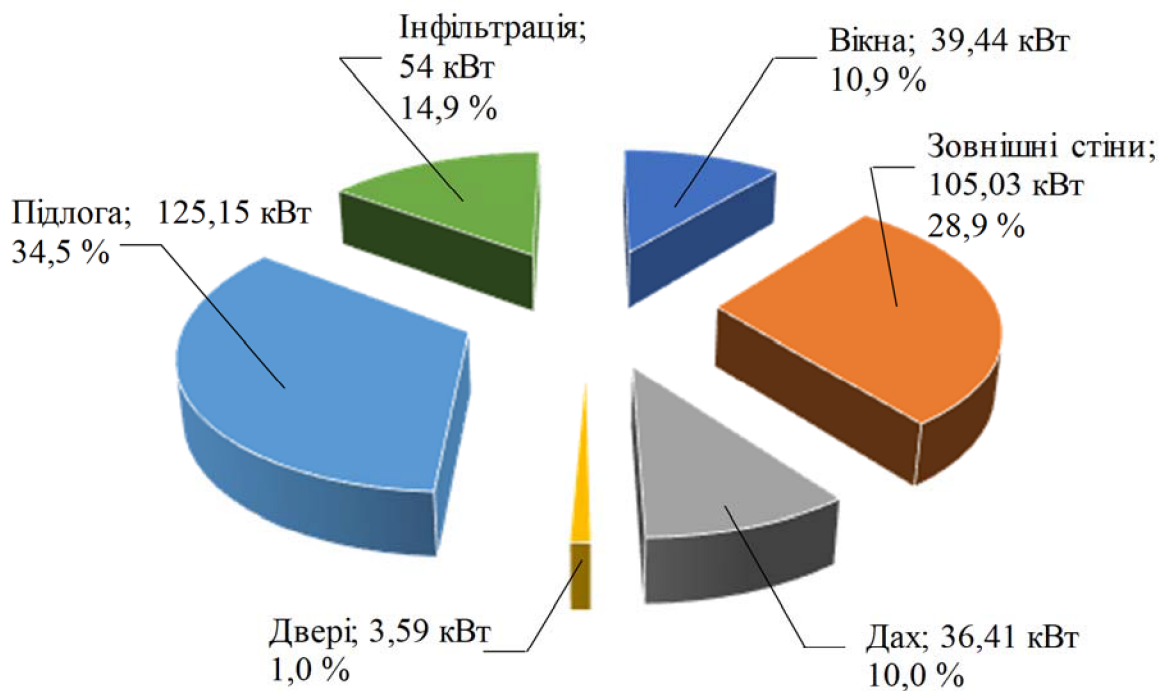


Рис. 2.3. Розподіл існуючих теплових втрат в корпусі будівлі.

**В результаті попередніх розрахунків були зроблені висновки:**

- 1) Приведені опори теплопередачі всіх типів огорожувальної конструкції (стіни, вікна, дах та підлога) не відповідають нормативним вимогам;
- 2) Найбільш теплотратні ділянки – підлога, зовнішні стіни;
- 3) Найбільша кількість тепла втрачається будинку через зовнішні стіни (28,9%), підлогу (34,5%), вікна (10,9%), дах (10%).

Керуючись цими висновками обираються енергозберігаючі заходи.

## 2.6. Висновки по розділу 2.

1. За результатами обстеження одноповерхової будівлі у місті Херсоні виявлено місця підвищених тепловтрат і відповідно визначено основні причини ненормованих теплових витрат.

2. Визначені значення приведенного опору основних елементів огорожувальних конструкцій (зовнішніх стін, вікон, дверей, підлоги на ґрунті, кровлі). Показано, що майже для всіх існуючих типів огорожувальних конструкцій необхідно вжити енергозберігаючі заходи.

3. Визначені значення приведенного опору всієї несвітлопрозорої огорожувальної конструкції  $R_{\Sigma \text{пр}} = 2,068 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ , світлопрозорої конструкції  $R_{\Sigma \text{пр}} = 0,45 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ , кровлі  $R_{\Sigma \text{пр}} = 2,761 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ , дверей  $R_{\Sigma \text{пр}} = 0,436 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ , підлоги  $R_{\Sigma \text{пр}} = 2,242 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ .

4. Виконано аналіз витрат тепла через огорожувальні конструкції. Встановлено баланс тепловитрат по будівлі, з них найбільша частина втрачається через зовнішні стіни (28,9%), підлогу (34,5%), вікна (10,9%), дах (10%).

|     |       |             |        |      |                         |       |
|-----|-------|-------------|--------|------|-------------------------|-------|
|     |       |             |        |      | КР.144.4248.02.06.ПЗ.00 | Аркуш |
|     |       |             |        |      |                         | 33    |
| Зм. | Аркуш | № документа | Підпис | Дата |                         |       |

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

#### 3.1. Аналіз фактичних витрат енергоносіїв при експлуатації будівлі.

Основними енергоресурсами, що споживаються при експлуатації житлового будинку є електроенергія, газ та вода. Їх фактичне споживання наведено в табл. 3.1, 3.2, 3.3 та 3.4, та рис. 3.1, 3.2, 3.3.

Таблиця 3.1. Фактичне споживання електроенергії (кВт·міс)

| <b>Рік<br/>Місяць</b>              | <b>2022</b> | <b>2023</b> | <b>2024</b> |
|------------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| <b>Січень, кВт</b>                 | 485         | 488         | 505         |
| <b>Лютий, кВт</b>                  | 455         | 468         | 459         |
| <b>Березень, кВт</b>               | 493         | 491         | 501         |
| <b>Квітень, кВт</b>                | 425         | 452         | 428         |
| <b>Травень, кВт</b>                | 385         | 396         | 355         |
| <b>Червень, кВт</b>                | 325         | 328         | 321         |
| <b>Липень, кВт</b>                 | 320         | 314         | 326         |
| <b>Серпень, кВт</b>                | 358         | 355         | 364         |
| <b>Вересень, кВт</b>               | 320         | 314         | 326         |
| <b>Жовтень, кВт</b>                | 421         | 452         | 436         |
| <b>Листопад, кВт</b>               | 451         | 448         | 449         |
| <b>Грудень, кВт</b>                | 465         | 488         | 479         |
| <b>Всього за рік,<br/>кВт·год</b>  | 4903        | 4994        | 4949        |
| <b>Тариф, грн/ кВт·год</b>         | 1,68        | 1,68        | 1,68        |
| <b>Нараховано<br/>(з НДС), грн</b> | 8237        | 8390        | 8314        |

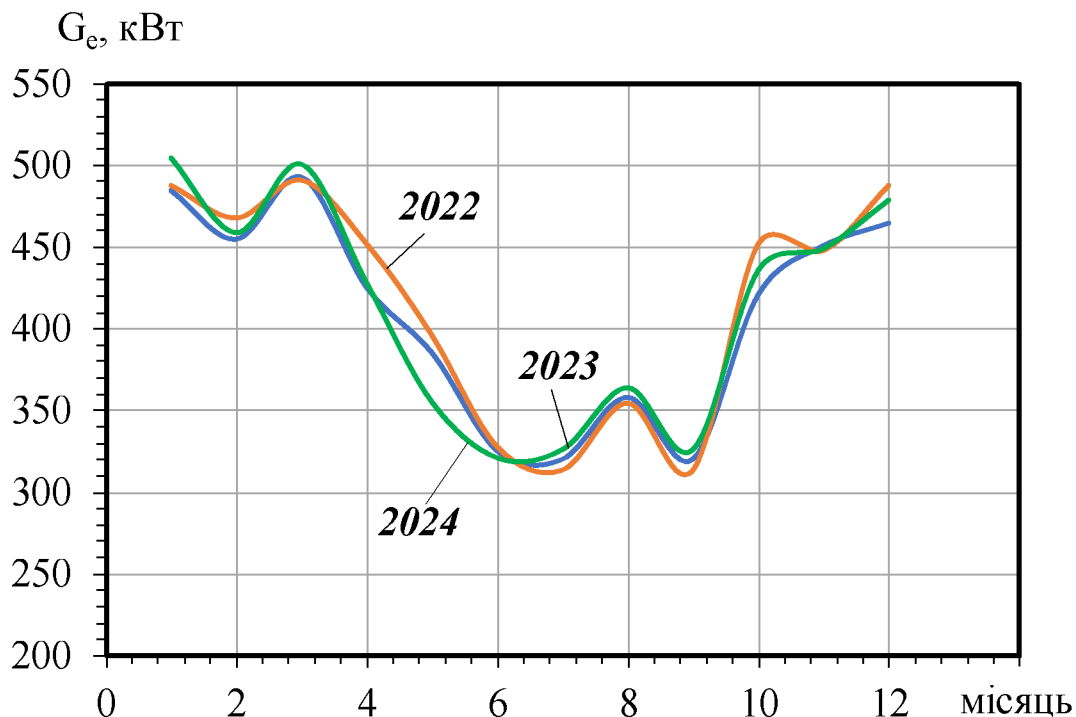


Рис. 3.1. Фактичне споживання електроенергії (кВт)

Аналізуючи споживання електроенергії впродовж трьох останніх років можна прослідити тенденцію збільшення споживання електроенергії в холодні зимові та осінні місяці (грудень, січень, лютий березень, квітень) та зменшення в теплий період – влітку та навесні (травень, червень, липень, серпень, вересень).

Нерівномірне споживання електроенергії пояснюється тим, що в будівлі в опалювальний період використовується електричні прилади, режимами роботи яких позначаються на споживання електроенергії.

Таблиця 3.2. Фактичне споживання газу (тис. м³)

| Місяць          | 2022   |        | 2023   |        | 2024   |        |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                 | тис.м³ | грн.   | тис.м³ | грн.   | тис.м³ | грн.   |
| <b>Січень</b>   | 0,423  | 2199,6 | 0,408  | 2794,8 | 0,415  | 2842,8 |
| <b>Лютий</b>    | 0,389  | 2022,8 | 0,394  | 2698,9 | 0,391  | 2678,4 |
| <b>Березень</b> | 0,355  | 1846   | 0,321  | 2198,9 | 0,331  | 2267,4 |
| <b>Квітень</b>  | 0,126  | 655,2  | 0,112  | 767,2  | 0,098  | 671,3  |

| Місяць                       | 2022               |         | 2023               |          | 2024               |          |
|------------------------------|--------------------|---------|--------------------|----------|--------------------|----------|
|                              | тис.м <sup>3</sup> | грн.    | тис.м <sup>3</sup> | грн.     | тис.м <sup>3</sup> | грн.     |
| Травень                      | 0,035              | 182     | 0,031              | 212,35   | 0,037              | 292,3    |
| Червень                      | 0,020              | 104     | 0,021              | 143,85   | 0,020              | 158      |
| Липень                       | 0,016              | 83,2    | 0,019              | 130,15   | 0,017              | 134,3    |
| Серпень                      | 0,022              | 114,4   | 0,021              | 143,85   | 0,02               | 158      |
| Вересень                     | 0,021              | 109,2   | 0,022              | 150,7    | 0,02               | 158      |
| Жовтень                      | 0,128              | 665,6   | 0,101              | 691,85   | 0,115              | 908,5    |
| Листопад                     | 0,224              | 1164,8  | 0,238              | 1630,3   | 0,246              | 1943,4   |
| Грудень                      | 0,398              | 2069,6  | 0,381              | 2609,9   | 0,394              | 3112,6   |
| Всього за опалювальний сезон | 2,157              | 11216,4 | 2,069              | 14172,65 | 2,104              | 15324,85 |

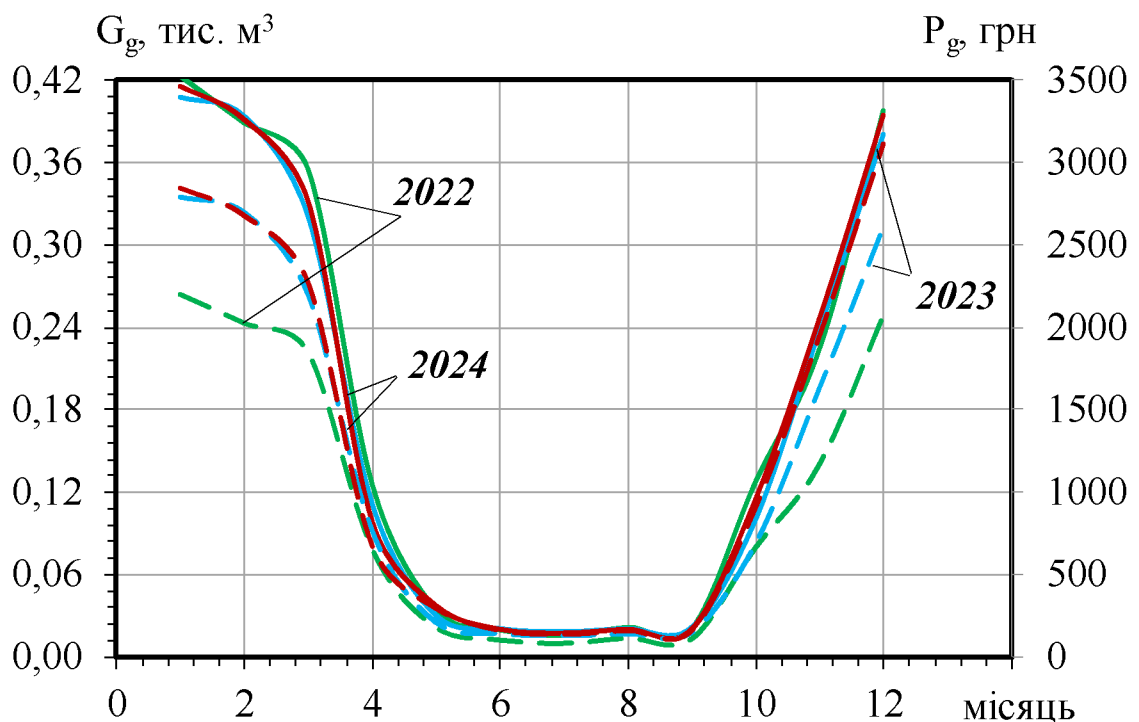


Рис. 3.2. Фактичне споживання газу (тис. м<sup>3</sup>) та  
сплата за споживання газу (грн.)

Витрати газу йдуть на забезпечення потреб жильців, опалення будівлі, тому тенденція споживання завжди однакова: з початку опалювального сезону



поступове збільшення, і наприкінці зими – зменшення. В найбільш холодні місяці поточних років споживання збільшувалося.

Таблиця 3.3. Фактичне споживання води (м³)

| Місяць        | 2022 |       | 2023 |        | 2024 |         |
|---------------|------|-------|------|--------|------|---------|
|               | м³   | грн.  | м³   | грн.   | м³   | грн.    |
| Січень        | 7    | 71,4  | 7    | 88,9   | 7    | 105,98  |
| Лютий         | 7    | 71,4  | 7    | 88,9   | 6    | 90,84   |
| Березень      | 7    | 71,4  | 8    | 101,6  | 7    | 105,98  |
| Квітень       | 8    | 81,6  | 8    | 101,6  | 8    | 121,12  |
| Травень       | 10   | 102   | 9    | 114,3  | 11   | 166,54  |
| Червень       | 10   | 102   | 10   | 127    | 11   | 166,54  |
| Липень        | 12   | 122,4 | 11   | 139,7  | 11   | 166,54  |
| Серпень       | 12   | 122,4 | 13   | 165,1  | 12   | 181,68  |
| Вересень      | 10   | 102   | 10   | 127    | 9    | 136,26  |
| Жовтень       | 8    | 81,6  | 8    | 101,6  | 8    | 121,12  |
| Листопад      | 7    | 71,4  | 6    | 76,2   | 7    | 105,98  |
| Грудень       | 7    | 71,4  | 7    | 88,9   | 6    | 90,84   |
| Всього за рік | 105  | 1071  | 104  | 1320,8 | 103  | 1559,42 |

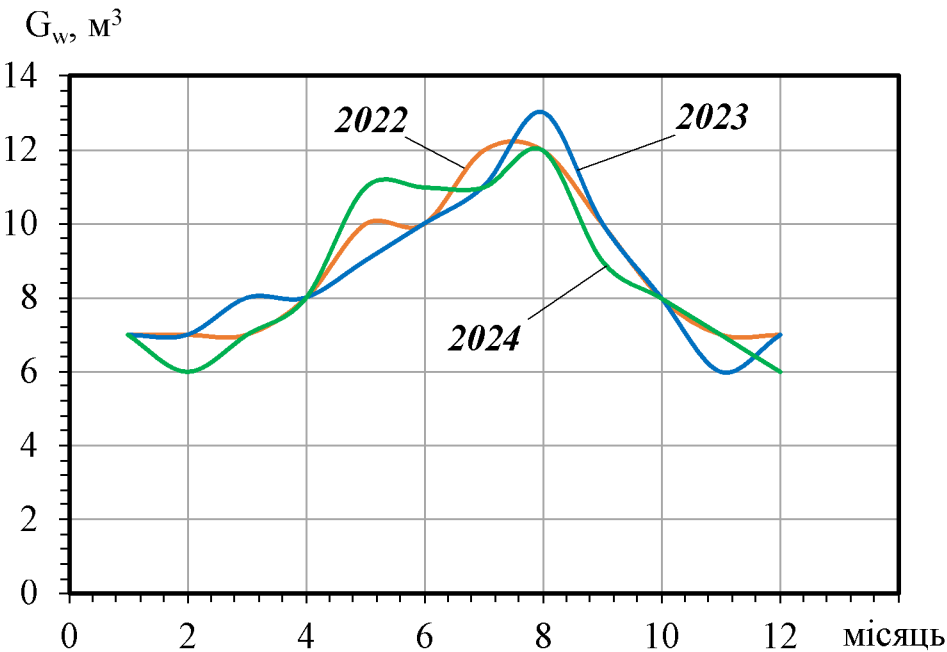


Рис. 3.3. Фактичне споживання води (м³)

При дослідженні споживання води були виявлені збільшені витрати води у літні місяці. Такі завищені показники отримані в наслідок підвищеного споживання для поливу присадибної ділянки.

Таблиця 3.4. Сумарні витрати коштів на енергопостачання будинку

| Енергоресурси                  | 2022           | 2023           | 2024           |
|--------------------------------|----------------|----------------|----------------|
| Електроенергія, грн.           | 8237           | 8390           | 8314           |
| Газ, грн.                      | 11216,4        | 11216,4        | 11216,4        |
| Вода, грн.                     | 1320,8         | 1320,8         | 1320,8         |
| <b>Всього нараховано, грн.</b> | <b>20774,2</b> | <b>20927,2</b> | <b>20851,2</b> |

В результаті проведеної роботи була зібрана та проаналізована інформація щодо споживання електроенергії, газу та води за останні три роки.

Виявлено помірне зростання споживання електроенергії будинком взимку, що може бути зумовлено підігрівом акваріуму за рахунок користування електричними опалювальними приборами. Також необхідне посилення контролю за роботою освітлювальних приборів та проведення заходів щодо раціоналізації роботи системи освітлення.

Зменшення споживання електричної енергії може бути досягнуто за рахунок таких заходів: заміна люмінесцентних ламп на діодні компактні енергозберігаючі лампи, застосування датчиків освітлення для вмикання нічних автономних світильників для пересування будинком вночі, встановлення сонячного колектору замість електричного бойлеру.

Зменшення споживання газу може бути досягнуто поліпшенням теплоізоляції зовнішніх огорожувальних конструкцій, встановленням колекторів між стіною та приладами опалення, усунення втрат тепла через зіпсовану ізоляцію трубопроводів.

### 3.2. Розробка заходів з енергозбереження.

У сучасних умовах значного зростання цін на енергоносії та необхідності зниження викидів парникових газів проблема енергозбереження набуває особливої актуальності. Приватні будинки котеджного типу, як правило, мають більшу площу, ніж квартири у багатоповерхових будинках, що призводить до підвищених витрат енергії, особливо в опалювальний період. Тому розробка та впровадження енергозберігаючих заходів дозволяє суттєво зменшити енергоспоживання, знизити витрати на комунальні послуги та покращити екологічну ситуацію.

У межах цього дослідження розглядається одноповерховий приватний котедж загальною площею 202 м<sup>2</sup>, що використовується як житловий будинок. Основна мета – розробити систему заходів, що дозволять знизити споживання енергії при збереженні комфортних умов проживання.

#### ***Теплова ізоляція огорожувальних конструкцій***

Покращення теплоізоляційних характеристик будівлі є одним з найбільш ефективних методів зниження втрат тепла:

1. Утеплення стін (зовнішнє чи внутрішнє) матеріалами з низьким коефіцієнтом теплопровідності (пінополістирол, мінеральна вата, пінополіуретан).
2. Утеплення покрівлі та перекриттів (щонайменше 200 мм утеплювача в мансардному або горищному перекритті).
3. Теплоізоляція підлоги на ґрунті.
4. Встановлення енергоефективних вікон (трикамерні склопакети з аргоновим заповненням та енергоощадним покриттям).
5. Герметизація віконних та дверних отворів.

#### ***Енергоефективні системи опалення***

1. Використання конденсаційного газового котла або теплового насоса (повітря-вода, ґрунт-вода).

2. Регулювання температури в приміщеннях за допомогою програмованих термостатів та кімнатних датчиків.
3. Система “тепла підлога” як ефективний спосіб рівномірного обігріву приміщень при низькій температурі теплоносія.
4. Інсталяція погодозалежної автоматики.

#### ***Альтернативні джерела енергії***

1. Сонячні колектори для підігріву води.
2. Фотоелектричні панелі для часткового забезпечення електроенергією.
3. Системи накопичення енергії (акумулятори) – для збільшення автономності.

#### ***Енергозбереження в системах гарячого водопостачання***

1. Встановлення рециркуляційної системи ГВП з ізольованими трубопроводами.
2. Використання бойлерів непрямого нагріву з теплоізоляцією.
3. Встановлення змішувачів з економічними насадками (аератори).

#### ***Системи вентиляції з рекуперацією***

Встановлення механічної вентиляції з рекуперацією тепла, яка дозволяє утримувати в приміщенні свіже повітря без значних втрат тепла.

#### ***Заходи з енергозбереження при освітленні***

1. Використання світлодіодних ламп з високим ККД.
2. Інсталяція датчиків руху у допоміжних приміщеннях (санвузол, коридори).
3. Максимальне використання природного освітлення завдяки правильному зонуванню та світловим прорізам.

### 3.3. Оцінка витрат для запропонованих заходів.

Витрати бувають капітальними й експлуатаційними. Капітальними витратами є інвестиції, необхідні для здійснення проєкту, до них ставляться витрати на заміну або модернізацію устаткування, яке зносилося в ході господарської діяльності установи, а також витрати на капітальний ремонт. Аналіз капітальних витрат на реконструкцію відбувається на підставі кошторису (дані проєкту по складу устаткування, обсягу будівельних і монтажних робіт, прейскуранти цін на встаткування й матеріали, норми й розцінки на будівельні й монтажні роботи й ін.)

- 1) *Заміна старих вікон на нові (двокамерний енергозберігаючий склопакет) (табл. 3.5).*

Таблиця 3.5. Витрати на заміну вікон

| Найменування пунктів витрат                                   | Вартість, грн/м <sup>2</sup> | Загальна площа, м <sup>2</sup> |
|---------------------------------------------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| 1. Закупівля матеріалів:                                      |                              |                                |
| - Двокамерний склопакет з енергозберігаючим склом Steko S-300 | 1700,00                      | 21,6                           |
| - підвіконня.                                                 | 120,00                       |                                |
| 2. Монтажні роботи                                            | 200,00                       | <b>Сумарна вартість</b>        |
| <b>Сумарна вартість одиниці, <math>\Sigma</math> =</b>        | <b>2020,00</b>               | <b>43632,00</b>                |

- 2) *Заміна дверей (табл. 3.6).*

Таблиця 3.6. Витрати на заміну дверей

| Найменування пунктів витрат                            | Вартість, грн/ м <sup>2</sup> | Загальна площа, м <sup>2</sup> |
|--------------------------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| 1. Закупівля матеріалів:                               |                               |                                |
| -двокамерні металопластикові двері Steko S-600         | 3250                          | 1,8                            |
| 2. Монтажні роботи                                     | 250,00                        | <b>Сумарна вартість</b>        |
| <b>Сумарна вартість одиниці, <math>\Sigma</math> =</b> | <b>3500,00</b>                | <b>6300,00</b>                 |

3) Встановлення тепловідштовхуючого екрану між приладами опалення та стіною (табл. 3.7).

Таблиця 3.7. Витрати на встановлення тепловідштовхуючого екрану

| Найменування пунктів витрат                            | Вартість, грн/м <sup>2</sup> | Загальна площа, м <sup>2</sup> |
|--------------------------------------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| 1. Закупівля матеріалів:                               |                              |                                |
| - Пінофол ППЕ, одностороннє фольгування (5 мм);        | 12,50                        | 27,3                           |
| - Скотч прозорий двосторонній (18 ммх10м) «САМАТ».     | 25,40                        |                                |
| 2. Монтажні роботи                                     | 24,00                        | <b>Сумарна вартість</b>        |
| <b>Сумарна вартість одиниці, <math>\Sigma</math> =</b> | <b>55,5</b>                  | <b>1515,15</b>                 |

4) Теплоізоляція зовнішніх стін будівлі (застосування в якості утеплювача сучасний пінополістерол) (табл. 3.8).

Таблиця 3.8. Витрати на теплоізоляцію зовнішніх стін

| Найменування пунктів витрат                            | Вартість, грн/м <sup>2</sup> | Площа, м <sup>2</sup>   |
|--------------------------------------------------------|------------------------------|-------------------------|
| 1. Закупівля матеріалів:                               |                              |                         |
| - Пінополістерол Technoplex 50мм;                      | 75,40                        | 260                     |
| - клей «Артисан С-14»;                                 | 24,77                        |                         |
| - дюбеля Koelner KI-120/10 м;                          | 8,67                         |                         |
| - сітка ССШ-160;                                       | 69                           |                         |
| - ґрунтовка «Артисан №7»;                              | 1,8                          |                         |
| - ґрунтуюча фарба «Артисан №6»                         | 8,94                         |                         |
| - шпаклівка «Артисан С-31»;                            | 10,41                        |                         |
| - фасадна фарба «Артисан Ф-8».                         | 7,68                         |                         |
| 2. Монтажні роботи                                     | 150,00                       | <b>Сумарна вартість</b> |
| <b>Сумарна вартість одиниці, <math>\Sigma</math> =</b> | <b>356,00</b>                | <b>92560,00</b>         |

5) Теплоізоляція кровлі (табл. 3.9).

Таблиця 3.9. Витрати на теплоізоляцію кровлі

| Найменування пунктів витрат       | Вартість, грн/м <sup>2</sup> | Площа, м <sup>2</sup> |
|-----------------------------------|------------------------------|-----------------------|
| 1. Закупівля матеріалів:          |                              |                       |
| - утеплювач Isover KT 40-TWIN-75; | 17,2                         | 120                   |
| - клей «Артисан С-14»;            | 24,77                        |                       |

|                                                        |              |                         |
|--------------------------------------------------------|--------------|-------------------------|
| 2. Монтажні роботи                                     | 25,00        | <b>Сумарна вартість</b> |
| <b>Сумарна вартість одиниці, <math>\Sigma</math> =</b> | <b>67,00</b> | <b>8040,00</b>          |

6) Теплоізоляція підлоги (табл. 3.10).

Таблиця 3.10. Витрати на теплоізоляцію підлоги

| Найменування пунктів витрат                            | Вартість, грн/м <sup>2</sup> | Площа, м <sup>2</sup>   |
|--------------------------------------------------------|------------------------------|-------------------------|
| 1. Закупівля матеріалів:                               |                              |                         |
| - утеплювач пінополіуретан                             |                              | 24                      |
| Elastospray LWP 1672/1;                                | 17,2                         |                         |
| - клей «Артисан С-11»;                                 | 28,5                         |                         |
| - керамічна плитка                                     | 245,5                        |                         |
| 2. Монтажні роботи                                     | 110,00                       | <b>Сумарна вартість</b> |
| <b>Сумарна вартість одиниці, <math>\Sigma</math> =</b> | <b>401,2</b>                 | <b>9628,80</b>          |

#### 3.4. Висновки по розділу 3.

1. В результаті проведеної роботи була зібрана та проаналізована інформація щодо споживання електроенергії, палива та води за останні три роки.
2. Наведено заходи з енергозбереження.
3. Визначено основні економічні показники енергозберігаючих заходів по заміні старих вікон, утепленню вікон, заміні дверей, встановлення енергозберігаючих екранів між приладами опалення та стіною, теплоізоляції будівлі.

## РОЗДІЛ 4. АНАЛІЗ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАПРОПОНОВАНИХ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ЗАХОДІВ

4.1. Оцінка економії коштів за рахунок впровадження енергозберігаючих заходів.

У результаті впровадження енергозберігаючого проєкту оцінюється економічний ефект по кожному заходу при умові їх стовідсоткового виконання. Результати зведені в табл. 4.1.

Найбільш доцільні заходи:

- утеплення вікон;
- заміна вікон;
- встановлення енергозберігаючих екранів між приладами опалення та стіною;
- утеплення зовнішніх стін пінополістеролом;
- утеплення кровлі;
- утеплення підлоги.

Обираючи остаточні енергозберігаючі заходи потрібно порівняти необхідні інвестиції для їх впровадження з економією коштів в наслідок їх проведення. Відношення цих показників визначає простий строк окупності заходів.

Таблиця 4.1. Економічний ефект від впровадження запропонованих енергозберігаючих заходів.

| № п/п | Заходи з енергозбереження               | Загальна вартість, грн | Орієнтовна щорічна економія, грн | Термін окупності, років |
|-------|-----------------------------------------|------------------------|----------------------------------|-------------------------|
| 1     | Заміна вікон                            | 43 632                 | 6 500                            | 6,7                     |
| 2     | Заміна дверей                           | 6 300                  | 900                              | 7,0                     |
| 3     | Встановлення тепловідштовхуючих екранів | 1 515,15               | 600                              | 2,5                     |
| 4     | Теплоізоляція зовнішніх стін            | 92 560                 | 12 000                           | 7,7                     |
| 5     | Теплоізоляція покрівлі                  | 8 040                  | 3 500                            | 2,3                     |



| №<br>п/п       | Заходи з енергозбереження | Загальна<br>вартість, грн | Орієнтовна<br>щорічна<br>економія, грн | Термін<br>окупності,<br>років |
|----------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------------------|-------------------------------|
| 6              | Теплоізоляція підлоги     | 9 628,80                  | 2 500                                  | 3,9                           |
| <b>Загалом</b> |                           | <b>161 675,95</b>         | <b>26 000</b>                          |                               |

Наступним кроком є створення енергозберігаючих проєктів. Прийнято рішення розглянути наступні проєкти:

- Проєкт 1. Базовий (мінімальні витрати)
- Проєкт 2. Оптимальний (середні витрати)
- Проєкт 3. Максимальний (повна термомодернізація)

Таблиця 4.3. Проєкт енергозбереження будівлі № 1

| №<br>п/п | Назва ЕЗЗ                                               | Потрібні інвестиції,<br>грн. | Економія коштів,<br>грн./рік |
|----------|---------------------------------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 1.       | Заміна вікон на енергозберігаючі (Steko S-300)          | 43 632                       | 6500                         |
| 2.       | Заміна входних дверей на енергозберігаючі (Steko S-600) | 6300                         | 900                          |
| 3.       | Встановлення тепловідштовхуючих екранів за радіаторами  | 1515,15                      | 600                          |
|          | <b>Σ=</b>                                               | <b>51 447,15</b>             | <b>8 000</b>                 |

Таблиця 4.4. Проєкт енергозбереження будівлі № 2

| №<br>п/п | Назва ЕЗЗ                                               | Потрібні інвестиції,<br>грн. | Економія коштів,<br>грн./рік |
|----------|---------------------------------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 1.       | Заміна вікон на енергозберігаючі (Steko S-300)          | 43 632                       | 6500                         |
| 2.       | Заміна входних дверей на енергозберігаючі (Steko S-600) | 6300                         | 900                          |
| 3.       | Встановлення тепловідштовхуючих екранів за радіаторами  | 1515,15                      | 600                          |
| 4.       | Теплоізоляція покрівлі (Isover + клей)                  | 8040                         | 3500                         |
| 5.       | Теплоізоляція підлоги (ППУ + плитка)                    | 9 628,80                     | 2 500                        |
|          | <b>Σ=</b>                                               | <b>69 115,95</b>             | <b>14 000</b>                |

Таблиця 4.5. Проект енергозбереження будівлі №3

| № п/п | Назва ЕЗЗ                                               | Потрібні інвестиції, грн. | Економія коштів, грн./рік |
|-------|---------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 1.    | Заміна вікон на енергозберігаючі (Steko S-300)          | 43 632                    | 6500                      |
| 2.    | Заміна входних дверей на енергозберігаючі (Steko S-600) | 6300                      | 900                       |
| 3.    | Встановлення тепловідштовхуючих екранів за радіаторами  | 1515,15                   | 600                       |
| 4.    | Теплоізоляція покрівлі (Isover + клей)                  | 8040                      | 3500                      |
| 5.    | Теплоізоляція підлоги (ППУ + плитка)                    | 9 628,80                  | 2 500                     |
| 6.    | Теплоізоляція зовнішніх стін (повний комплекс)          | 92 560                    | 12 000                    |
|       | <b>Σ=</b>                                               | <b>161 675,95</b>         | <b>26 000</b>             |

## 4.2. Оцінка фінансової ефективності.

Оцінка й порівняння різних проектів енергозбереження і прийняття рішення щодо фінансування енергозберігаючих заходів приймається на підставі розрахунку чистого дисконтованого доходу (*NPV*), внутрішньої норми прибутковості (*IRR*) і індексу прибутковості (*PI*). Показники рентабельності запропонованих проектів наведені у табл. 4.6.

Таблиця 4.6. Оцінка рентабельності енергозберігаючих проектів.

| Назва проекту | Інвестиції, грн. | Щорічна економія, грн | NPV, грн   | IRR, % | PI   |
|---------------|------------------|-----------------------|------------|--------|------|
| 1             | 2                | 3                     | 4          | 5      | 6    |
| Проект 1      | 51 447,15        | 8 000                 | -6 245,37  | 8,95   | 0,88 |
| Проект 2      | 69 115,95        | 14 000                | +9 987,17  | 15,43  | 1,14 |
| Проект 3      | 161 675,95       | 26 000                | -14 770,15 | 9,72   | 0,91 |

Простий строк окупності показує, скільки років потрібно для повернення інвестицій без урахування зміни вартості грошей.

Дисконтований строк окупності враховує вплив інфляції, вартості капіталу (12% у нашому випадку) і дає реалістичніший погляд на ризики інвестування.

Таблиця 4.7. Строки окупності енергозберігаючих проєктів.

| Назва проєкту | Інвестиції, грн. | Щорічна економія, грн | Простий строк окупності, років | Дисконтований строк окупності, років |
|---------------|------------------|-----------------------|--------------------------------|--------------------------------------|
| 1             | 2                | 3                     | 4                              | 5                                    |
| Проект 1      | 51 447,15        | 8 000                 | 6,43                           | Не окупається                        |
| Проект 2      | 69 115,95        | 14 000                | 4,94                           | 8                                    |
| Проект 3      | 161 675,95       | 26 000                | 6,22                           | Не окупається                        |

Проект 2 знову демонструє найкращі результати – окупається менш ніж за 5 років просто і за 8 років з дисконтуванням.

Проекти 1 і 3 не окупаються в межах 10 років при дисконтуванні, тобто повернення інвестицій із урахуванням вартості грошей у часі – малоймовірно.

На підставі проведених розрахунків, найбільш економічно доцільним є Проект 2, який передбачає комплексну термомодернізацію огорожувальних конструкцій будинку. Цей проєкт характеризується позитивним значенням чистого дисконтованого доходу (NPV) у розмірі +9 987 грн, що свідчить про прибутковість інвестицій при обліку вартості грошей у часі. Внутрішня норма прибутковості (IRR) становить 15,43%, що перевищує задану ставку дисконту (12%) і є ознакою доцільності вкладення коштів. Крім того, індекс прибутковості (PI) для даного проєкту дорівнює 1,14, тобто на кожен вкладений гривню інвестор отримує 1,14 грн теперішньої вартості вигод, що перевищує порогове значення 1,0.

Натомість Проекти 1 та 3 є нерентабельними за результатами розрахунків. Для обох варіантів  $NPV < 0$ , тобто очікувані вигоди не компенсують вкладені інвестиції з урахуванням дисконтування. Водночас індекс прибутковості (PI) менший за одиницю (0,88 та 0,91 відповідно), що свідчить про неефективність

витрат. Внутрішня норма прибутковості (IRR) у цих проєктах також не досягає критичного рівня 12% (становить 8,95% для Проєкту 1 і 9,72% для Проєкту 3), тобто фактична дохідність не покриває вартість залучених інвестиційних ресурсів.

Таким чином, для забезпечення енергозбереження та досягнення економічної ефективності найбільш доцільним є реалізація Проєкту 2, який забезпечує оптимальне співвідношення витрат та результатів.

Таблиця 4.8. Проєкт енергозбереження № 2

| № п/п | Назва ЕЗЗ                                               | Потрібні інвестиції, грн. | Економія коштів, грн./рік |
|-------|---------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 1.    | Заміна вікон на енергозберігаючі (Steko S-300)          | 43 632                    | 6500                      |
| 2.    | Заміна входних дверей на енергозберігаючі (Steko S-600) | 6300                      | 900                       |
| 3.    | Встановлення тепловідштовхуючих екранів за радіаторами  | 1515,15                   | 600                       |
| 4.    | Теплоізоляція покрівлі (Isover + клей)                  | 8040                      | 3500                      |
| 5.    | Теплоізоляція підлоги (ППУ + плитка)                    | 9 628,80                  | 2 500                     |
|       | <b>Σ=</b>                                               | <b>69 115,95</b>          | <b>14 000</b>             |

Рентабельність проєкту наведена у таблиці 4.9.

Таблиця 4.9. Рентабельність Проєкту 2

| Параметри рентабельності             | Значення  |
|--------------------------------------|-----------|
| Простий строк окупності, років       | 4,94      |
| Дисконтований строк окупності, років | 8,0       |
| Чистий дисконт. прибуток, NPV, грн   | +9 987,17 |
| Вн. норма прибутковості, IRR, %      | 15,43     |
| Індекс прибутковості, PI             | 1,14      |

#### 4.3. Висновок по розділу 4.

Запропоновано варіанти проєктів енергозбереження з розробкою структури фінансування. Визначена оцінка фінансової ефективності розроблених проєктів. Аналіз показав, що найбільш економічно обґрунтованим є Проєкт 2, який передбачає термоізоляцію огорожувальних конструкцій. Він є єдиним варіантом з позитивним NPV (+9 987 грн), IRR = 15,43% (що перевищує ставку дисконту в 12%) та індексом прибутковості PI = 1,14. Простий строк його окупності становить 4,94 роки, а дисконтований – 8 років, що свідчить про реальну ефективність інвестицій.

|     |       |             |        |      |                         |       |
|-----|-------|-------------|--------|------|-------------------------|-------|
|     |       |             |        |      | КР.144.4248.02.06.ПЗ.00 | Аркуш |
|     |       |             |        |      |                         | 49    |
| Зм. | Аркуш | № документа | Підпис | Дата |                         |       |

## РОЗДІЛ 5. РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

### Заходи на випадок надзвичайних ситуацій природного чи техногенного характеру

Житлова одноповерхова будівля котеджного типу, розташована на півдні України, потенційно може зазнавати впливу низки надзвичайних ситуацій як природного, так і техногенного характеру. Особливості кліматичної зони, інфраструктурні умови, а також характер побутової діяльності мешканців обумовлюють необхідність оцінки ризиків виникнення таких ситуацій з метою своєчасного реагування та зниження можливих негативних наслідків.

Серед природних надзвичайних ситуацій найбільш ймовірними для південного регіону України є сильні вітри, шквали, зливові дощі, пилові бурі та спека з температурними піками вище 35 °С. У поодиноких випадках можливе виникнення селевих потоків чи підтоплення внаслідок надмірних опадів при порушенні дренажної інфраструктури або підвищення рівня ґрунтових вод. Також варто враховувати вплив сейсмічної активності, яка хоч і рідко проявляється у даному регіоні, однак певні зони півдня мають низьку, але не нульову сейсмічну небезпеку. Природні НС загрожують не лише фізичній цілісності конструктивних елементів будівлі, а й створюють умови для збоїв у роботі інженерних систем, зокрема систем тепло- та електропостачання.

До техногенних надзвичайних ситуацій, які можуть виникнути під час експлуатації житлового будинку, належать аварії в системах електропостачання, водопроводу, каналізації, опалення, а також витoki побутового газу. Окрему загрозу становлять пожежі, спричинені короткими замиканнями, порушенням правил експлуатації електроприладів або газового обладнання. У разі відключення електроенергії в холодну пору року можливе промерзання труб, вихід з ладу побутової техніки, порушення життєдіяльності мешканців. Також до переліку потенційних загроз варто віднести ситуації, пов'язані з

|     |       |             |        |      |                         |       |
|-----|-------|-------------|--------|------|-------------------------|-------|
|     |       |             |        |      | КР.144.4248.02.06.ПЗ.00 | Аркуш |
|     |       |             |        |      |                         | 50    |
| Зм. | Аркуш | № документа | Підпис | Дата |                         |       |

неправильним зберіганням легкозаймистих матеріалів у підсобних приміщеннях.

Таким чином, характеристика потенційних надзвичайних ситуацій вказує на необхідність комплексного підходу до оцінки ризиків, посилення протиаварійних заходів та забезпечення готовності мешканців до можливих надзвичайних подій. Врахування локальних природних умов, технічного стану будівлі та рівня підготовленості персоналу до дій у разі НС є ключовими умовами забезпечення безпеки життєдіяльності.

### ***Основні заходи реагування на НС природного характеру***

Реагування на надзвичайні ситуації природного характеру має бути системним і передбачати як превентивні дії, так і алгоритм дій у разі безпосередньої загрози чи виникнення небезпечного природного явища. Для одноповерхового житлового будинку, розташованого на півдні України, де ймовірними є сильні вітри, бурі, спека, зливи та підтоплення, першочерговими заходами є укріплення будівельних конструкцій, особливо даху, покрівлі, віконних рам і дверей. Необхідно заздалегідь перевіряти цілісність водовідвідної та дренажної систем, щоб уникнути підтоплення під час інтенсивних опадів. Для запобігання наслідкам знеструмлення варто передбачити альтернативні джерела живлення (наприклад, акумулятори, генератори), особливо у разі використання електроопалення або електричних систем безпеки.

У періоди підвищеної температури важливим є забезпечення провітрювання приміщень, наявність систем кондиціонування або хоча б природної вентиляції, достатнє споживання води та обмеження фізичної активності в денні години. Для захисту від пилових бур слід мати засоби герметизації вікон та дверей, а також фільтрувально-вентиляційні засоби для очищення повітря. У разі виникнення таких явищ слід дотримуватись офіційних інструкцій служб цивільного захисту, залишатися в укритті або безпечному приміщенні, мати запас води, їжі, медикаментів, ліхтариків, радіо на батарейках та заряджені засоби зв'язку.

|     |       |             |        |      |                         |       |
|-----|-------|-------------|--------|------|-------------------------|-------|
|     |       |             |        |      | КР.144.4248.02.06.ПЗ.00 | Аркуш |
|     |       |             |        |      |                         | 51    |
| Зм. | Аркуш | № документа | Підпис | Дата |                         |       |

Загалом, ефективність реагування на природні НС значною мірою залежить від підготовленості мешканців. Необхідно проводити інструктаж з правил поведінки у разі різних типів загроз, розробити сімейний план дій та визначити безпечні місця евакуації або укриття. Важливо, щоб мешканці вміли самостійно вимикати електро- та газопостачання у разі необхідності. Також слід регулярно перевіряти справність інженерних систем і проводити огляди потенційно небезпечних зон на території приватного домоволодіння. Сукупність перелічених заходів дозволяє мінімізувати вплив природних катастроф і забезпечити базову безпеку людей у побутових умовах.

### ***Основні заходи реагування на НС техногенного характеру***

Надзвичайні ситуації техногенного характеру пов'язані з аваріями на інженерних мережах, пожежами, витокami небезпечних речовин, вибухами, збоєм у роботі побутового обладнання або систем життєзабезпечення. Для одноповерхового житлового будинку, особливо в приватному секторі, актуальними є ризики, пов'язані з порушенням у роботі електричних мереж, опалювальних систем, газопостачання, використанням побутової техніки та обладнання. Основні заходи реагування передбачають, у першу чергу, створення умов для запобігання виникненню таких ситуацій, а також розробку плану дій у разі їхнього настання.

До профілактичних заходів належить регулярна перевірка стану електропроводки, запобіжників, розеток, заземлення, газових приладів та димових вентиляційних каналів. Встановлення автоматичних пристроїв захисту від перенапруги, датчиків диму, чадного газу, витоку газу значно підвищує рівень безпеки. У разі виявлення несправностей або запаху газу мешканці повинні знати порядок дій: негайно припинити користування електро- і газовими приладами, провітрити приміщення, перекрити подачу газу і викликати аварійну службу.

При виникненні пожежі слід негайно евакуювати людей, викликати службу ДСНС, спробувати локалізувати займання за допомогою первинних засобів пожежогасіння (вогнегасника, ковдри тощо), не допускаючи

|     |       |             |        |      |                         |       |
|-----|-------|-------------|--------|------|-------------------------|-------|
|     |       |             |        |      | КР.144.4248.02.06.ПЗ.00 | Аркуш |
|     |       |             |        |      |                         | 52    |
| Зм. | Аркуш | № документа | Підпис | Дата |                         |       |



розповсюдження полум'я. Особливо важливо – не користуватися ліфтами, якщо вони є, уникати задимлених зон, прикривати рот і ніс вологою тканиною. У разі витоку небезпечних речовин або аварії на сусідніх об'єктах (наприклад, АЗС, промислових підприємствах) необхідно швидко покинути зону ураження, дотримуючись вказівок рятувальників, або, якщо евакуація неможлива, щільно зачинити вікна, двері, вентиляційні канали, увімкнути герметизацію та фільтрацію повітря, залишатися в безпечному місці до подальших інструкцій.

Усі мешканці будинку повинні бути проінформовані про номери екстрених служб, мати доступ до аптечки, вогнегасника, ліхтарика, запасу води й документів. Доцільно зберігати інструкції з дій у разі аварій у доступному місці. Також важливо періодично проводити інструктажі або навчання щодо дій у разі виникнення пожежі, вибуху, витоку газу, радіаційного або хімічного забруднення. Своєчасні та скоординовані дії у перші хвилини надзвичайної ситуації дозволяють мінімізувати шкоду, зберегти життя і здоров'я людей, а також запобігти значним матеріальним втратам.

### ***Заходи щодо відновлення після НС***

Після ліквідації наслідків НС надзвичайно важливо здійснити комплекс відновлювальних заходів, спрямованих на відновлення безпечного функціонування будівлі, життєвих умов мешканців і запобігання повторенню подібних подій у майбутньому. Відновлення має здійснюватися у кілька етапів – починаючи з оцінки шкоди, усунення небезпек і завершуючи заходами соціальної та психологічної підтримки.

Першочергово здійснюється обстеження технічного стану будинку й елементів інфраструктури (електропостачання, газопостачання, водовідведення, опалення). Якщо виявлено критичні пошкодження несучих конструкцій, потрібно залучати фахівців для експертної оцінки придатності будівлі до подальшої експлуатації. У разі аварій електромереж, пошкодження покрівлі чи інженерних мереж необхідно провести невідкладні ремонтно-відновлювальні роботи з дотриманням усіх будівельних норм і правил безпеки.

|     |       |             |        |      |                         |       |
|-----|-------|-------------|--------|------|-------------------------|-------|
|     |       |             |        |      | КР.144.4248.02.06.ПЗ.00 | Аркуш |
|     |       |             |        |      |                         | 53    |
| Зм. | Аркуш | № документа | Підпис | Дата |                         |       |

Паралельно проводиться дезінфекція, очищення приміщень від бруду, диму, пилу, грибка, у разі затоплення – просушування приміщень, оцінка санітарного стану. При виникненні пожежі – утилізація згорілих матеріалів, очищення вентиляційних систем та заміна пошкоджених інженерних вузлів. Якщо мала місце хімічна чи біологічна небезпека – відповідні служби повинні провести контроль наявності небезпечних речовин у повітрі, на поверхнях і, за необхідності, здійснити спеціальну обробку приміщення.

Наступним кроком є часткове або повне відновлення внутрішнього оздоблення приміщень, меблів, побутових приладів. Після відновлення інфраструктури необхідно перевірити працездатність усіх систем і провести повторний інструктаж мешканців щодо правил безпеки та дій у випадку повторної НС.

Особливу увагу слід приділити психологічному стану мешканців, особливо дітей, літніх людей або осіб з інвалідністю. За потреби доцільно залучити психологів або соціальних працівників для надання підтримки. Також доцільно проаналізувати дії під час НС, виявити недоліки в реагуванні та внести зміни до планів евакуації, схем оповіщення, списків необхідних речей тощо.

Таким чином, ефективне післяаварійне відновлення передбачає не лише відбудову матеріального середовища, а й заходи з підвищення безпеки, інформування населення та зміцнення здатності протистояти подібним загрозам у майбутньому.

### **Висновки**

Розробка та впровадження комплексу заходів щодо запобігання та ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій є важливою умовою безпечного проживання в житловому будинку. Особливої уваги потребує підготовка до пожеж, витоків газу та перебоїв енергопостачання. Виконання запропонованих заходів сприяє зниженню ризиків для життя та здоров'я людей і забезпечує безперебійну експлуатацію об'єкта в умовах можливих надзвичайних ситуацій.

|     |       |             |        |      |                         |       |
|-----|-------|-------------|--------|------|-------------------------|-------|
|     |       |             |        |      | КР.144.4248.02.06.ПЗ.00 | Аркуш |
|     |       |             |        |      |                         | 54    |
| Зм. | Аркуш | № документа | Підпис | Дата |                         |       |

## ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній бакалаврській роботі було проведено аналіз енергоефективності приватного будинку загальною площею 200 м<sup>2</sup> та розроблені енергоефективні заходи.

Витрати на енергію в будівлях житлового комплексу можна найчастіше істотно знизити за рахунок реалізації різних заходів з підвищення енергоефективності.

Проаналізовано інформацію щодо поточного стану будівлі та фактичних витрат енергоносіїв при експлуатації будівлі за останні 3 роки.

Визначені значення приведенного опору основних елементів огорожувальних конструкцій (кровлі, підлоги, зовнішніх стін, дверей, вікон). Показано, що майже для всіх існуючих типів огорожувальних конструкцій необхідно вжити енергозберігаючі заходи.

Запропоновано варіанти проєктів енергозбереження з розробкою структури фінансування. Визначена оцінка фінансової ефективності розроблених проєктів. Аналіз показав, що найбільш економічно обґрунтованим є Проєкт 2, який передбачає термоізоляцію огорожувальних конструкцій. Він є єдиним варіантом з позитивним NPV (+9 987 грн), IRR = 15,43% (що перевищує ставку дисконту в 12%) та індексом прибутковості PI = 1,14. Простий строк його окупності становить 4,94 роки, а дисконтований – 8 років, що свідчить про реальну ефективність інвестицій.

## 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. – 49 с.
3. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція і кондиціонування. – [Чинний від 01.09.2013]. – К.: Мінрегіон України, 2013. – 142 с.
4. ДБН Б.2.2-12:2019. Планування та забудова територій. – [Чинний від 01.10.2019]. – К.: Мінрегіон України, 2019. – 103 с.
5. Дзяна Г.О., Дзяний Р.Б. Енергозбереження як ресурс розвитку для України. Держава і ринок. 2014. С. 90–96.
6. Сайт Європейсько-українського енергетичного агентства. Режим доступу: <http://euea-energyagency.org/uk/>.
7. Бернд Л. Екологічний будинок. Зелена енергетика. № 2(6), 2002. С. 18–20.
8. Дзяна Г.О., Дзяний Р.Б. Соціально-екологічні аспекти реалізації державної політики у сфері енергозбереження України. Монографія. ЛПІДУ НАДУ, 2010. 208 с.
9. Цибулько, А. Новий освітній простір. Енергоефективність. Інформаційний посібник. 2019, 42 с.
10. Акіншина О. В., Третьякова Л.І., Антоненко О. М. Енергоаудит у системі енергоменеджменту підприємства. URL : <http://ena.lp.edu.ua:8080/bitstream/ntb/15998/1/2-Akinshyna-4-10.pdf> (дата звернення 06.11.2020)
11. Енергетична стратегія України до 2030 року. URL : <http://zakon.nau.ua/doc>. (дата звернення 14.11.2021)
12. Сотник І.М. Управління ресурсозбереженням: соціо-еколого економічні аспекти. Суми : Вид-во СумДУ, 2010. 499 с.

|     |       |             |        |      |                         |       |
|-----|-------|-------------|--------|------|-------------------------|-------|
|     |       |             |        |      | КР.144.4248.02.06.ПЗ.00 | Аркуш |
|     |       |             |        |      |                         | 56    |
| Зм. | Аркуш | № документа | Підпис | Дата |                         |       |

13. Правил пожежної безпеки в компаніях, на підприємствах та в організаціях енергетичної галузі України. Міністерство енергетики та вугільної промисловості України. Наказ від 6.09.2018 № 491. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 29 березня 2019 р. за № 328/33299

14. Галузева програма енергоефективності та енергозбереження в житлово-комунальному господарстві на 2010–2014 рр.: затверджена наказом Міністерства з питань житлово-комунального господарства України від 10 листопада 2009 р. № 352 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://tc.nusta.com.ua/dkpku/dgerela/244.htm>

15. Галузева програма підвищення енергоефективності у будівництві на 2010–2014 роки: затверджена наказом Міністерства регіонального розвитку та будівництва України від 30 червня 2009 р. № 257 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://tc.nusta.com.ua/dkpku/dgerela/246.htm>

16. Про заходи з модернізації систем теплопостачання Постанова Кабінету Міністрів України від 20.05.2009 р. № 682 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/682-2009-п>

17. Про заходи щодо ефективного використання газу та інших паливно енергетичних ресурсів в народному господарстві: Постанова Кабінету Міністрів України від 02.09.1993 р. № 699 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/699-93-%D0%BF>

18. Про заходи щодо поетапного впровадження в Україні вимог директив Європейського Союзу, санітарних, екологічних, ветеринарних, фітосанітарних норм та міжнародних і європейських стандартів: Постанова Кабінету Міністрів України від 19.03.1997 р. № 244 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/244-97-%D0%BF>

19. Про заходи щодо реконструкції житлових будинків перших масових серій: Постанова Кабінету Міністрів України від 14.05.1999 р. № 820 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/820-99-%D0%BF>

|     |       |             |        |      |                         |       |
|-----|-------|-------------|--------|------|-------------------------|-------|
|     |       |             |        |      | КР.144.4248.02.06.ПЗ.00 | Аркуш |
|     |       |             |        |      |                         | 57    |
| Зм. | Аркуш | № документа | Підпис | Дата |                         |       |

20. Про комбіноване виробництво теплової та електричної енергії (когенерацію) та використання скидного енергопотенціалу: Закон України від 05.04.2005 р. № 2509-IV [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/2509-15>

21. Про комплексну державну програму енергозбереження України: Постанова Кабінету Міністрів України від 05.02.1997 р. № 148 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/148-97-%D0%BF>

22. Про Концепцію діяльності органів виконавчої влади у забезпеченні енергетичної безпеки України: Постанова Кабінету Міністрів України від 19.01.1998 р. № 48 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/48-98-%D0%BF>

23. Про метрологію та метрологічну діяльність: Закон України від 11.02.1998р.№113/98ВР [Електронний ресурс].Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/113/98-вр>

24. Про невідкладні заходи щодо забезпечення ефективного використання паливно-енергетичних ресурсів: Указ Президента України від 28.02.2008 р. № 174/2008 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/174/2008>

25. Про оснащення житлового фонду засобами обліку та регулювання споживання води і теплової енергії: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 11.06.2008 р. № 838-р [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/838-2008-%D1%80>

26. Кодекс цивільного захисту України від 2 жовтня 2012 № 5403-VI // Відомості Верховної Ради України. - 2013. № 34-35.

27. Наказ МВС України від 30 грудня 2014р. №1417, зареєстрований в Мін'юсті України 4 березня 2015року №252/26697 «Про затвердження Правил пожежної безпеки в Україні», із змінами 2017 року

28. ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги».

|     |       |             |        |      |                         |       |
|-----|-------|-------------|--------|------|-------------------------|-------|
|     |       |             |        |      | КР.144.4248.02.06.ПЗ.00 | Аркуш |
|     |       |             |        |      |                         | 59    |
| Зм. | Аркуш | № документа | Підпис | Дата |                         |       |

29. НПАОП 40.1-1.32-01 "Правилами будови електроустановок.  
Електрообладнання спеціальних установок".

|     |       |             |        |      |                         |       |
|-----|-------|-------------|--------|------|-------------------------|-------|
|     |       |             |        |      | КР.144.4248.02.06.ПЗ.00 | Аркуш |
|     |       |             |        |      |                         | 60    |
| Зм. | Аркуш | № документа | Підпис | Дата |                         |       |

ДОДАТКИ

|     |       |             |        |      |                         |       |
|-----|-------|-------------|--------|------|-------------------------|-------|
|     |       |             |        |      | КР.144.4248.02.06.ПЗ.00 | Аркуш |
|     |       |             |        |      |                         | 61    |
| Зм. | Аркуш | № документа | Підпис | Дата |                         |       |



