

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Факультет будівництва, архітектури та дизайну

(повне найменування інституту, назва факультету)

Кафедра будівельного виробництва та управління проектами

(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

магістра

(ступінь вищої освіти)

на ТЕМУ ДОСЛІДЖЕННЯ ЖИТЛОВОЇ БУДІВЛІ КОРИДОРНОГО
ПЛАНУВАННЯ В М. ДНІПРО
RESEARCH OF A RESIDENTIAL BUILDING WITH A CORRIDOR
LAYOUT IN THE CITY OF DNIPRO

Виконав: студент(ка) 2 курсу, групи БАДз-114м

Спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія

(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)

Промислове та цивільне будівництво

Ващиліна І.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник Кулік М.В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент _____

(прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»
(повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут, факультет ФБАД

Кафедра будівельного виробництва та управління проектами

Ступінь вищої освіти другий (магістерський)

Спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія
(код і найменування)

Освітня програма (спеціалізація) Промислове та цивільне будівництво
(назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри БВУП, к.т.н, доц.
Назаренко О.М.

“ _____ ” _____ 20__ року

ЗАВДАННЯ

НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)

Вациліна Ірина Валеріївна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Дослідження житлової будівлі коридорного планування в м. Дніпро. Research of a residential building with a corridor layout in _____ the _____ city _____ of Dnipro

керівник проєкту (роботи) Кулік Михайло Валерійович, к.т.н., доцент,

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від “ _____ ” _____ 2025 року № _____

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 12 грудня 2025 року

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) рекомендована література, аналітичне завдання, вихідні дані згідно тематик

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналіз виникнення та досвід проєктування та будівництва будівель коридорних типів із застосуванням енергоефективних систем 2. Основні засади та вимоги до формування архітектури житлових будівель коридорного типу із застосуванням енергоефективних систем 3. Розробка житлового комплексу коридорного типу

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Слайди презентації, графічний матеріал 9-10 аркушів А1 роздруковані на А3

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
1. Аналіз виникнення та досвід проєктування та будівництва будівель коридорних типів із застосуванням енергоефективних систем	Кулік М.В. доцент		
2. Основні засади та вимоги до формування архітектури житлових будівель коридорного типу із застосуванням енергоефективних систем	Кулік М.В. доцент		
3. Розробка житлового комплексу коридорного типу	Кулік М.В. доцент		
Нормоконтролер	Бобраков А.А., доцент		

7. Дата видачі завдання “ 12 ” жовтня 2025 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Аналіз виникнення та досвід проєктування та будівництва будівель коридорних типів із застосуванням енергоефективних систем	1-5 тиждень	Розділ 1
2	Основні засади та вимоги до формування архітектури житлових будівель коридорного типу із застосуванням енергоефективних систем	6–9 тижні	Розділ 2
6	Розробка житлового комплексу коридорного типу	10-12 тиждень	Розділ 3
7	Оформлення графічної частини	13 тиждень	
8	Нормоконтроль та рецензування	14–15 тижні	
9	Захист роботи.	16 тиждень	

Студент(ка)

_____ Вациліна І.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проєкту (роботи)

_____ Кулік М.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається зі вступу, основних аналітичних і проєктних розділів, висновків і переліку використаних джерел. Вона є результатом комплексного вивчення сучасних підходів до проєктування та реконструкції житлових будівель коридорного типу з урахуванням українських та європейських норм у галузі архітектури, енергоефективності та урбаністики.

Методи дослідження. У дослідженні було використано системний підхід із застосуванням методів:

- аналізу (деталізація об'єкта дослідження на складові),
- синтезу (об'єднання результатів часткових досліджень у цілісну концепцію),
- класифікації (групування елементів за функціональною або структурною ознакою),
- узагальнення (виявлення закономірностей у рішенні типових інженерних задач),
- комп'ютерного моделювання в середовищах Revit, САПФІР і ЛІРА-САПР..

Предмет дослідження. Архітектурно-планувальні та конструктивні рішення для житлових будівель з коридорною системою планування, а також технології реконструкції з урахуванням повторного використання матеріалів, енергоефективності та модернізації міського середовища.

Актуальність теми. Актуальність теми дослідження полягає в необхідності модернізації житлового фонду з урахуванням сучасних вимог до енергоефективності, комфорту проживання та раціонального використання ресурсів. Житлові будівлі коридорного планування, які широко представлені в міській структурі України, зокрема в місті Дніпро, потребують адаптації до сучасних європейських стандартів, як з точки зору конструктивних рішень, так і з погляду архітектурно-планувальних підходів.

Дослідження таких об'єктів є актуальним у контексті сталого розвитку міст, екологічної безпеки, енергозбереження та ефективного використання існуючого простору. Це дозволяє не лише покращити умови проживання, а й сприяє підвищенню загальної якості міського середовища відповідно до актуальних національних та міжнародних норм.

Дослідження житлового фонду з коридорною системою планування є надзвичайно актуальним з огляду на:

- необхідність оновлення застарілих споруд;
- підвищення енергоефективності;
- реалізацію політики сталого розвитку та циркулярної економіки;
- виконання екологічних, економічних і соціальних зобов'язань згідно з

Цілями сталого розвитку ООН та європейським законодавством (зокрема, Директива 2018/844/ЄС щодо енергоефективності будівель).

Ключові слова: коридорне планування, реконструкція житла, енергоефективність, будівельні відходи, повторне використання матеріалів, Revit, BIM, сталий розвиток.

ABSTRACT

Structure and scope of work. The qualification work consists of an introduction, main analytical and design sections, conclusions and a list of sources used. It is the result of a comprehensive study of modern approaches to the design and reconstruction of corridor-type residential buildings, taking into account Ukrainian and European standards in the field of architecture, energy efficiency and urban planning.

Research methods. The study used a systematic approach using the following methods:

- analysis (detailing the research object into components),
- synthesis (combining the results of partial research into a holistic concept),
- classification (grouping elements by functional or structural characteristics),
- generalization (identifying patterns in solving typical engineering problems),
- computer modeling in Revit, SAPFIR and LIRA-SAPR environments.

Subject of study. Architectural, planning and constructive solutions for residential buildings with a corridor planning system, as well as reconstruction technologies taking into account the reuse of materials, energy efficiency and modernization of the urban environment.

Topic relevance. The relevance of the research topic lies in the need to modernize the housing stock, taking into account modern requirements for energy efficiency, living comfort and rational use of resources. Residential buildings with corridor layouts, which are widely represented in the urban structure of Ukraine, in particular in the city of Dnipro, require adaptation to modern European standards, both in terms of constructive solutions and in terms of architectural and planning approaches.

The study of such objects is relevant in the context of sustainable urban development, environmental safety, energy conservation and efficient use of existing space. This allows not only to improve living conditions, but also contributes to improving the overall quality of the urban environment in accordance with current national and international standards.

The study of housing stock with a corridor layout system is extremely relevant in view of:

- the need to renew outdated buildings;
- increasing energy efficiency;
- implementation of sustainable development and circular economy policies;
- fulfillment of environmental, economic and social obligations in accordance with the UN Sustainable Development Goals and European legislation (in particular, Directive 2018/844/EU on the energy performance of buildings).

Keywords: corridor planning, housing renovation, energy efficiency, construction waste, material reuse, Revit, BIM, sustainable development.

ЗМІСТ

ВСТУП	9
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ВИНИКНЕННЯ ТА ДОСВІД ПРОЕКТУВАННЯ ТА БУДІВНИЦТВА БУДІВЕЛЬ КОРИДОРНИХ ТИПІВ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ СИСТЕМ	12
1.1 Зарубіжний досвід проектування та будівництва будівель коридорних типів із застосуванням енергоефективних систем	12
1.2 Досвід проектування та будівництва житла із застосуванням енергоефективних систем.....	17
1.3 Комфортне середовище та його складові	20
1.3.1 Тепловий модуль	25
1.3.2 Модуль якості повітря	28
1.3.3 Візуальний модуль	35
1.3.4 Акустичний модуль	39
1.3.4 Соціально-просторовий модуль	42
РОЗДІЛ 2. ОСНОВНІ ЗАСАДИ ТА ВИМОГИ ДО ФОРМУВАННЯ АРХІТЕКТУРИ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ КОРИДОРНОГО ТИПУ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ СИСТЕМ	46
2.1 Конструктивні принципи проектування.....	46
2.2 Принципи використання альтернативних джерел енергії під час проектування та технології підтримки теплового комфорту	48
2.3 Концепт модель енергоефективного житлового будинку коридорного	53
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ЖИТЛОВОГО КОМПЛЕКСУ КОРИДОРНОГО ТИПУ	59
3.1 Аналіз проектної ситуації	59
3.2 Архітектурно-функціональне рішення	63
3.3 Матеріали.....	67
3.4 Теплотехнічний розрахунок стінового огородження.....	71
3.5 Визначення класу наслідків відповідальності	72
3.6 Розрахунок та конструювання	74
3.6.1 Постійні навантаження.....	74
3.6.2 Вітрові навантаження	77
3.6.3 Снігові навантаження	78
ВИСНОВКИ.....	82
Список використаних джерел.....	83

ВСТУП

У сучасних умовах урбанізації та зміни клімату питання екологічної сталості та раціонального використання енергоресурсів набувають особливої ваги. Україна – як держава, що інтегрується до європейського нормативного простору, – стикається з викликами, пов'язаними зі зростанням антропогенного навантаження на довкілля та необхідністю модернізації житлового фонду відповідно до актуальних стандартів енергоефективності. Особливої уваги потребують житлові будівлі коридорного планування, поширені в містах промислового типу, зокрема в м. Дніпро, де переважає щільна забудова, підвищене техногенне навантаження та значні тепловтрати в опалювальний період.

Проблематика енергозбереження в архітектурі не є новою. Ще після енергетичної кризи 1973–1974 рр. у країнах Європи було запроваджено нормативи щодо зменшення енергоспоживання та підвищення теплоефективності огорожувальних конструкцій. Саме цей період став відправною точкою формування сучасних підходів до проектування енергоощадних будівель, що сьогодні закріплені в Директиві ЄС 2010/31/EU та її оновленні EPBD Recast 2023. У цих документах визначено вимоги до nearly zero-energy buildings (NZEB), які поступово імплементуються в українські ДБН (зокрема, ДБН В.2.6-31, ДБН В.2.6-33, ДСТУ EN 15232, ДСТУ EN ISO 52016-1).

В Україні на експлуатацію будівель припадає значна частка енергоспоживання, особливо у секторі житла. За оцінками профільних аналітичних центрів, до 55 % використаної енергії спрямовується саме на опалення житлових будинків, що перевищує показники більшості країн ЄС. Такий дисбаланс пов'язаний насамперед з моральним і фізичним зношенням житлового фонду, типовими проектами 1960–1980-х років, значними втратами тепла через огорожувальні конструкції та застарілими системами вентиляції й інженерного забезпечення.

Архітектура, як одна з найбільших матеріаломістких і енергозатратних сфер людської діяльності, також значно впливає на стан довкілля. На всіх етапах життєвого циклу будівлі – від видобутку матеріалів до експлуатації – формуються CO₂-викиди та інші поллютанти. У зв'язку з цим все більшої актуальності набувають підходи «зеленої» архітектури, спрямовані на зниження негативного впливу на довкілля, інтеграцію природних ресурсів у проєктні рішення та оптимізацію енергобалансів.

Європейський досвід доводить, що систематичне впровадження енергоефективних технологій, BIM-моделювання, рекуперації тепла, фасадних систем ETICS та інтегрованих систем автоматизації (BACS, згідно з ДСТУ EN 15232-1) здатне зменшити енергоспоживання будівель на 30–60 %. Ці практики поступово стають основою українських будівельних норм, формуючи тенденцію до переорієнтації на високоефективні житлові комплекси.

Особливо актуальним є переосмислення архітектури житлових будівель коридорного планування, які в місті Дніпро становлять значний відсоток масової забудови. Коридорна схема має як переваги (компактність, економічність площ, гнучкість розподілу секцій), так і недоліки, зокрема: підвищені тепловтрати з торцевих стін, недостатня інсоляція квартир внутрішньої орієнтації, збільшена довжина вентканалів і ризики неконтрольованих повітряних потоків. Саме тому такі будівлі потребують сучасних підходів до формоутворення, реконструкції та підвищення енергетичної ефективності, відповідно до українських ДБН та європейських рекомендацій.

Мета дослідження - науково обґрунтувати особливості архітектурно-планувальних рішень житлових будівель коридорного планування середньої поверховості в умовах м. Дніпро та розробити сучасні принципи їх проєктування з інтеграцією енергоефективних та екологічних рішень, узгоджених із ДБН та європейськими практиками сталого будівництва.

Наукова новизна - запропоновано принципи формування архітектурних рішень житлових будинків коридорного типу із застосуванням інноваційних енергоефективних технологій, адаптованих до кліматичних умов південного сходу України (за ДБН В.2.6-31). Створено аналітичну модель проектування середньоповерхових житлових будівель коридорного планування з урахуванням вимог NZEB, рекомендацій EPBD та специфіки щільної міської забудови Дніпра. Удосконалено методику формоутворення коридорних житлових будинків, орієнтовану на мінімізацію тепловтрат, оптимізацію інсоляції та інтеграцію елементів «зеленої» архітектури (зелені дахи, фасадні системи, природна вентиляція).

Завдання дослідження - проаналізувати український (ДБН, ДСТУ EN) та міжнародний досвід проектування житлових будівель коридорного планування з енергоефективними системами. Визначити чинники (кліматичні, конструктивні, функціональні), що впливають на формування архітектури енергоефективних коридорних житлових будинків. Створити пропозиції щодо об'ємно-просторової організації середньоповерхових житлових будинків у м. Дніпро з оптимізацією теплотехнічних показників. Розробити багатоваріантні архітектурно-планувальні рішення житлових будинків коридорного типу з використанням принципів «зеленої» архітектури. Провести моделювання енергоефективності за стандартами та оцінити потенціал зниження енергоспоживання.

Об'єкт дослідження - житлові будинки середньої поверховості коридорного планування, що проектуються або підлягають модернізації в умовах м. Дніпро.

Предмет дослідження - принципи архітектурно-планувального формоутворення та енергоефективної модернізації таких будівель із інтеграцією систем енергозбереження та екологічної архітектури.

Методика дослідження - аналітичне вивчення наукових джерел та нормативів України та ЄС щодо проектування енергоефективних житлових будівель.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ВИНИКНЕННЯ ТА ДОСВІД ПРОЕКТУВАННЯ ТА БУДІВНИЦТВА БУДІВЕЛЬ КОРИДОРНИХ ТИПІВ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ СИСТЕМ

1.1 Зарубіжний досвід проектування та будівництва будівель коридорних типів із застосуванням енергоефективних систем

Енергоефективні житлові будівлі як окремий напрям сучасного будівництва сформувалися у відповідь на виклики глобальної енергетичної кризи 1970-х років. Саме тоді, за результатами міжнародних енергетичних форумів та доповідей ООН, було визнано, що традиційні будівлі мають значні, але нереалізовані резерви підвищення теплотехнічної ефективності, а процеси формування їх теплового режиму вивчені недостатньо. Для українських міст, зокрема для м. Дніпро з його значною часткою житлової забудови коридорного типу, ці висновки сьогодні набувають особливої актуальності, оскільки саме типові будинки середньої поверховості часто демонструють підвищені тепловтрати та низький рівень енергетичної ефективності.

До початку 1990-х років основний акцент робився переважно на заходах з економії енергії: підвищення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій, зменшення втрат через інфільтрацію, оптимізація систем опалення. Поступово відбувся перехід від вузького підходу «тільки енергозбереження» до розуміння необхідності формування якісного внутрішнього мікроклімату в житлових будинках за рахунок інтегрованих енергоефективних систем, вентиляції з рекуперацією, сонячних та геотермальних технологій. Це повністю відповідає сучасним принципам, закріпленим у європейських директивах (EPBD) та в українських нормах щодо енергетичної ефективності будівель та їх сертифікації.

На конференції «Ріо-92» було вперше на глобальному рівні задекларовано перехід до сталого розвитку, а для містобудівників,

архітекторів і будівельників – до концепції стійкого (sustainable) проектування та експлуатації будівель і міських територій. Для українських реалій це означає не лише зниження споживання енергії, а й переосмислення підходів до реконструкції існуючого житлового фонду – зокрема будинків коридорного планування у Дніпрі – як потенційних об'єктів глибокої енергомодернізації відповідно до ДБН та європейських практик.

У XXI столітті поняття «енергоефективна будівля» тісно пов'язується з використанням відновлюваних джерел енергії (сонячна, вітрова, геотермальна, вторинні енергоресурси), а також із цільовим зменшенням викидів парникових газів і забруднюючих речовин у довкілля. У європейській практиці (і поступово в Україні) формується концепція будівель з майже нульовим споживанням енергії (NZEB), що закріплюється в законодавстві та розвивається через національні стандарти й будівельні норми.

Традиційно енергоефективні житлові будинки поділяють на три групи:

1. Пасивні будинки – споруди, у яких завдяки високому рівню теплоізоляції, герметичності, оптимальній орієнтації та рекуперації вентиляційного повітря потреба в тепловій енергії для опалення зведена до мінімуму. Для коридорних будівель це, зокрема, означає необхідність якісної теплоізоляції торцевих стін, ліквідації «теплових містків» і оптимізації конфігурації коридорів.

2. Будинки з нульовим енергоспоживанням – об'єкти, де за рік вироблена на місці енергія (сонячні електростанції, теплові насоси, міні-ТЕЦ тощо) компенсує спожиту, і будівля практично не потребує зовнішніх джерел енергопостачання.

3. Активні будинки – споруди, які виробляють більше енергії, ніж споживають. Надлишок може передаватися в мережу, що робить такі будівлі елементом децентралізованої енергосистеми міста.

Одним із відомих прикладів активної будівлі є житловий будинок «Геліотроп» у Фрайбурзі (Німеччина), що демонструє принцип комплексного використання сонячної енергії, геотермальних ресурсів, систем вентиляції з

рекуперацією та повторного використання дощової води. Принципово важливо те, що тут застосовано диференційований підхід до огороджувальних конструкцій: одна сторона будівлі має високоефективне скління, інша – посилену теплоізоляцію. Ця логіка добре переноситься на коридорні житлові будинки в Дніпрі, де фасади з різною орієнтацією можуть отримувати різні конструктивно-теплотехнічні рішення (наприклад, збільшення площі скління на південних фасадах квартир та посилення теплоізоляції північних коридорних фасадів).

Подальший розвиток енергоефективної архітектури в Європі пов'язаний із появою пасивних житлових будинків у Дармштадті (Німеччина) на початку 1990-х років, та створенням Інституту пасивного будинку під керівництвом Вольфганга Файста. У цих проектах акцент робиться не лише на використанні альтернативної енергії, а й на максимально можливому залученні «внутрішніх» тепловиділень (мешканці, побутова техніка) до теплового балансу будівлі. Для коридорних житлових будинків подібний підхід означає необхідність раціонального зонування, мінімізації втрат через загальні коридори та побудову ефективних систем вентиляції та димовидалення в межах нормативів.

Вимоги до енергоефективних житлових будівель у сучасних українських та європейських практиках охоплюють три взаємопов'язані групи критеріїв — соціальні, екологічно-енергетичні та кліматично-містобудівні. У соціальному аспекті підкреслюється необхідність створення безпечного, комфортного та здорового середовища проживання, що відповідає санітарним нормам, вимогам до мікроклімату, природного та штучного освітлення, а також акустичного комфорту. Для мешканців багатоквартирних будинків, особливо коридорного типу, важливими є стабільні температурні режими без протягів та утворення конденсату, а також відсутність вогкості й цвілі. Ці вимоги безпосередньо корелюють зі зниженням експлуатаційних витрат на опалення, вентиляцію та гаряче водопостачання, що має особливе значення в умовах масової забудови та для соціально вразливих категорій населення.

Екологічні та енергетичні вимоги пов'язані з орієнтацією на відновлювані джерела енергії та впровадженням енергоощадних систем — сонячних колекторів, фотомодулів, теплових насосів та рекуператорів. Зменшення використання енергоємних матеріалів і викопного палива спрямоване на зниження вуглецевого сліду будівлі, а застосування матеріалів, що підлягають переробці, відповідає принципам циркулярної економіки. Важливою вимогою є організація систем повторного використання водних ресурсів, зокрема дощових та технічних вод. Узгодження всіх цих заходів протягом життєвого циклу будівлі (від проектування до експлуатації та демонтажу), тобто LCA-підхід, забезпечує мінімальний негативний вплив на довкілля та сприяє сталому розвитку територій.

Кліматичні та містобудівні вимоги відіграють особливу роль у формуванні образу енергоефективної будівлі. Для м. Дніпро з його континентальним кліматом, значними сезонними перепадами температур і ризиками перегріву в літній період особливо важливими є підвищений опір теплопередачі огорожувальних конструкцій та ефективний сонцезахист. Орієнтація будівлі і квартир має забезпечувати максимальний тепловий та світловий ефект узимку, водночас запобігаючи надмірному нагріванню влітку. Це досягається за рахунок збільшення площі скління на південних і східних фасадах, застосування зовнішніх сонцезахисних пристроїв, а також мінімізації скління на північних фасадах, особливо у коридорних зонах. Габарити корпусів коридорної забудови, їхня глибина та конфігурація повинні відповідати вимогам інсоляції, природного освітлення та вентиляції, визначеним у ДБН та європейських нормативних рекомендаціях.

Аналіз етапів розвитку енергоефективної архітектури демонструє поступовий перехід від простих технічних рішень до комплексних інтегрованих систем. У 1970-х роках головна увага приділялася теплотехнічним показникам — підвищенню опору теплопередачі, зменшенню тепловтрат і модернізації огорожувальних конструкцій. Інженерні системи в

цей період майже не впливали на формоутворення будівлі. Такий підхід характерний для мінімального рівня модернізації сучасних коридорних житлових будинків: утеплення фасадів, заміна вікон і локальні удосконалення без зміни планувальної структури.

Кінець 1990-х – 2000-ні роки ознаменувалися появою нової парадигми, коли інженерні рішення почали впливати на архітектурну форму. Будівлі стали «енергетично активними» — до їхніх оболонок інтегрували сонячні панелі, застосовували вентилявані та двошарові фасади, а архітектурне проєктування отримало технологічну спрямованість. Це відкрило можливість переосмислити архітектурну організацію коридорних будинків, використати світлові двори, зимові сади, тамбури та інші просторові елементи для покращення мікроклімату та зменшення енерговитрат.

На сучасному етапі архітектура та інженерія розглядаються як єдина система, де енергоефективні технології формують будівлю від рівня квартальної структури до деталізацій фасадів. Такий підхід актуальний для м. Дніпро, де відбувається перехід від фрагментарної термомодернізації до проєктування будівель відповідно до стандартів NZEB і підготовки до інтеграції в міську «розумну» інфраструктуру. Це передбачає використання гнучких планувальних рішень, активних фасадів, оптимального природного освітлення та інтелектуальних систем управління енергоспоживанням.

Таким чином, у сучасних умовах енергоефективність житлових будівель у Дніпрі слід розглядати не лише як інструмент зниження витрат на опалення, а як комплексну трансформацію, що охоплює всі рівні проєктування — від фасадних рішень до організації громадських просторів. Архітектурні рішення мають відповідати нормам ДБН, ДСТУ EN і європейським директивам щодо енергетичної ефективності, а планувальні схеми коридорних будинків повинні забезпечувати раціональний тепловий баланс, достатнє природне освітлення, належну вентиляцію та високий рівень комфортності середовища проживання.

Якщо бажаєте, можу перетворити цей текст у розділ для ВКР, підрозділ літературного огляду або додати конкретні посилання на ДБН та європейські норми.

1.2 Досвід проектування та будівництва житла із застосуванням енергоефективних систем

Житлові будинки коридорного типу – це багатоповерхівки, у яких квартири (або кімнати гуртожитків) мають вихід на загальний коридор (галерею) з одного сходово-ліфтового вузла. Така планувальна схема дає змогу збільшити кількість квартир на поверсі, але водночас призводить до значного питомого об'єму спільних неопалюваних просторів. У типових «хрущовках» і «сталінках» це створює значний фактор тепловтрат. За даними проєктних досліджень, опалення житлового фонду становить близько третини загального енергоспоживання в Україні. Таким чином, коридорні будинки традиційно мають вищий показник споживання тепла на одиницю площі порівняно з новими типами забудови, що визначає необхідність їхнього оновлення та енергоефективної модернізації.

Для підвищення енергоефективності багатоквартирних будинків застосовують комплекс інженерно-технічних рішень. Серед них – посилена теплоізоляція фасадів, дахів, фундаментів і мінімізація містків холоду (утеплені цоколь, мансарди тощо), енергозберігаючі вікна та двері, а також система вентиляції з рекуперацією тепла. Концепція «пасивного будинку» передбачає товсті термоізоляційні оболонки та герметичність, за якої річна потреба у опаленні не перевищує 15 кВт·год/м². Такий підхід дозволяє практично нульове споживання тепла і повністю підтримувати комфортну температуру без активного обігріву. Інтеграція відновлювальних джерел енергії – сонячних панелей (електричних і геліосистем) або геотермальних теплообмінників – додатково скорочує потребу в традиційному опаленні. Наприклад, в Швеції житловий комплекс «Norra Vitsippan» (108 квартир)

обладнано гібридною системою HYSS, яка поєднує сонячні колектори та геотермальний насос; це дало змогу зменшити закупівлю теплової енергії для опалення і ГВП до 20% від звичайного рівня. Використання сучасних будівельних матеріалів також важливе: наприклад, проєкт у Фінляндії «Puukukka» передбачає збірно-дерев'яні (CLT) конструкції. Масивна деревина тут забезпечує високу теплоємність і гарну ізоляцію; холли під'їздів зроблено «півтеплыми» та добре освітленими, що зменшує енерговитрати на опалення загальних просторів. Усі ці заходи загалом підвищують клас енергоефективності будинків та призводять до суттєвих економій у опаленні.

Європейські країни давно впроваджують енергоощадні рішення у житловому секторі. В Німеччині, де набутий досвід пасивного будівництва, споруджують великі житлові комплекси за цим стандартом. Так, у Гайдельберзі наразі зводять мікрорайон «Heidelberg Village» із 162 пасивними квартирами (з зимовими садами і зеленими дахами). В Швеції успішно реалізовано низку «нульових» житлових проєктів. Зокрема, у провінції Стокгольм з'явився комплекс «Norra Vitsippan» (108 квартир), у якому домоволодіння забезпечують обладнані сонячними панелями дахи: таким чином за рік виробляється не менше енергії, ніж споживається. У Фінляндії побудовано першу в країні 8-поверхову багатоквартирну будівлю з клеєного масиву: проєкт «Puukukka» містить три блоки з 184 квартирами, де передбачено повну енергоефективність – потужне утеплення, натуральні матеріали та вентиляцію з рекуперацією. Австрія відома своєю «пасивною революцією»: тут вже сотні житлових будинків будуються за пасивним стандартом. Найбільшим у Європі є проєкт Lodenaareal (регіон Форарльберг) – багатоквартирний комплекс, у якому використано пасивноенергетичні рішення (теплоізоляція, сонячні батареї) на всіх фасадах. Окрім того, у країні діє масштабна програма підтримки пасивних будинків, що охопила понад 500 таких проєктів (близько 2000 квартир) ще до 2006 року, що демонструє широке впровадження технологій енергоощадження у житловому фонді.

В Україні енергоефективна модернізація багатоквартирних будинків також активно впроваджується через державні та муніципальні програми. За даними Фонду енергоефективності, на кінець 2025 року понад 1700 будинків по всій країні пройшли комплексну термомодернізацію, що охопило приблизно 70 тис. сімей. У Львові, наприклад, 9-поверхова «хрущівка» (ОСББ «Антонича, 26») провела комплексне утеплення стін, даху, заміну труб та вікон у місцях загального користування – результатом стало зниження річного споживання енергії на 27%. У Києві місцева влада впроваджує програми співфінансування енергоефективних заходів для ОСББ, надаючи містянам часткове відшкодування витрат (до 50–70%) на оновлення фасадів, вікон і індивідуальних теплових пунктів. У Дніпрі міська ініціатива «Нульове опалення» через конкурс співфінансування допомагає ОСББ модернізувати інженерні мережі. Наприклад, будинок ОСББ «Дарницька, 4» замінив понад 1 км старих металевих труб опалення на сучасні ізольовані поліпропіленові – це суттєво мінімізувало теплові втрати у підвалі. Аналогічні програми діють і у Житомирі, Вінниці, Дніпрі та інших містах – підтримка ОСББ і ЖБК у термомодернізації зростає з кожним роком. В усіх випадках ключовими заходами стали утеплення фасадів, дахів та перекриттів, заміна вікон і дверей, модернізація внутрішніх систем опалення та встановлення теплових лічильників.

Аналіз реалізованих проєктів засвідчує, що енергоефективне переоснащення житла коридорного типу дає відчутний результат. Навіть у звичайних багатоквартирних будинках у наших кліматичних умовах модернізація «під ключ» забезпечує економію тепла на рівні 25–40% порівняно з довоєнним рівнем споживання. В Україні такі показники досягаються шляхом утеплення зовнішніх огорожень і оптимізації систем опалення в умовах обмеженого бюджету. Для порівняння, найсучасніші європейські проєкти прагнуть майже повного енергозабезпечення будинків з відновлювальних джерел. Так, будинки типу Passive House можуть майже не потребувати зовнішнього теплопостачання (0–15 кВт·год/м²·рік), а комплексні

системи сонячних та геотермальних генерацій можуть забезпечувати «енергетичний паритет» (генерація \approx споживання). Висновок полягає в тому, що навіть будівлі старого фонду (зокрема коридорного типу) можна успішно осучаснити: при масштабній термомодернізації та впровадженні «зелених» технологій вони демонструють суттєве скорочення витрат енергії та покращення комфортності проживання, що робить такі інвестиції ефективними і надає подвійну користь – економічну й екологічну.

1.3 Комфортне середовище та його складові

Комфортне середовище в житловій будівлі – це не просто «нормальна температура в кімнаті», а цілісний стан фізичного, психологічного та соціального благополуччя мешканців, який формується комплексом параметрів мікроклімату, освітлення, акустики, якості повітря, безпеки та просторової організації. Для житлових будівель коридорного планування в умовах м. Дніпро це питання особливо важливе: типова схема з довгими внутрішніми коридорами, великою кількістю квартир на поверсі та значною площею спільних просторів створює додаткові ризики дискомфорту, якщо не врахувати сучасні вимоги українських ДБН та європейських стандартів (EN ISO 7730, EN 16798-1, EN 17037 тощо).

У сучасних європейських підходах комфорт розглядається разом із енергоефективністю: будівля вважається якісною, якщо вона одночасно забезпечує прийнятний рівень споживання енергії і високий рівень комфортності для більшості мешканців. Аналогічна логіка поступово закріплюється й в Україні через Закон «Про енергетичну ефективність будівель», оновлені ДБН В.2.2 (житлові будинки) та ДБН з опалення й вентиляції. Для коридорної будівлі в Дніпрі це означає, що оцінка та проектні рішення мають орієнтуватися не лише на енерговитрати, а й на комплексну характеристику внутрішнього середовища.

Тепловий комфорт у житлі коридорного типу формують не тільки температура повітря в квартирах, а й температурний режим у коридорах, сходових клітках, ліфтових холи, де мешканці проводять менше часу, але які впливають на відчуття холоду/жари при виході з квартири. У Дніпрі з його холодними зимами та спекотним літом це особливо актуально: перегріті взимку коридори та недогріті кінцеві секції, перегріті верхні поверхи влітку через погану інсоляційну та сонцезахисну політику – типові проблеми старого житлового фонду.

Сучасні практики проєктування рекомендують:

- зональне регулювання опалення (окремі гілки для квартир і коридорів, «помірно теплі» зони загального користування);
- застосування адаптивних моделей комфорту, коли допустимі температурні діапазони враховують сезон, клімат і можливості мешканців адаптуватися (провітрювання, зміна одягу, локальні засоби обігріву/охолодження);
- усунення теплових містків у вузлах примикання коридорів, ліфтових шахт, балконів та лоджій.

У контексті досліджуваної будівлі коридорного планування в м. Дніпро доцільно аналізувати тепловий комфорт не лише у вибраних квартирах, а й уздовж усього «ланцюга перебування» мешканця: квартира – коридор – сходові клітка – вхідна група.

Довгі внутрішні коридори, відсутність прямого природного провітрювання та велика кількість квартир, що «скидають» запахи й вологу у спільні зони, роблять проблеми якості повітря особливо гострими. Європейські стандарти (EN 16798-1) та українські ДБН з вентиляції вимагають забезпечення мінімальних витрат свіжого повітря на людину, обмеження концентрацій CO₂ та регламентації кратності повітрообміну. Для коридорних будинків доцільними є:

- централізовані або секційні припливно-витяжні системи для коридорів і сходових кліток з рекуперацією тепла;
- уникнення тупикових зон коридорів без організованого руху повітря;
- розмежування повітропотоків від кухонь/санвузлів і спільних коридорів, щоб уникати переносу запахів.



Рисунок 1.1 – Довгі коридори у будинку



Рисунок 1.2 – Фасад та підвал

У дослідженні будівлі в Дніпрі варто передбачити інструментальне вимірювання CO₂, вологості, температури та швидкості повітря в коридорах і квартирах у різні сезони, а також анкетування мешканців щодо відчуття «задушливості» чи «сирості».

Для коридорних будинків типовою проблемою є дефіцит денного світла в коридорах і перевантаження квартир штучним освітленням. Європейська норма EN 17037 встановлює кількісні та якісні критерії денного освітлення в житлі, а українські ДБН визначають вимоги до коефіцієнта природної освітленості та рівнів штучного освітлення.

Для досліджуваної будівлі в м. Дніпро доцільно розглядати:

- можливість введення природного світла в коридори (торцеві вікна, світлові ліхтарі, засклені вставки біля сходових кліток);
- використання енергоефективних LED-систем з датчиками руху та освітленості, щоб поєднати комфорт і економію;
- підбір колірної температури та рівня освітлення, які підвищують відчуття безпеки та орієнтації у просторі.

У коридорних будівлях звукові хвилі легко поширюються вздовж довгих коридорів і через спільні конструкції. Відсутність акустичного зонування та належної ізоляції призводить до того, що шум із квартир, ліфтів чи інженерних приміщень легко досягає спальних кімнат. Європейські та національні норми встановлюють граничні рівні шуму в житлових приміщеннях і вимоги до звукоізоляції між квартирами й спільними просторами.

Для прототипної будівлі в Дніпрі до перспективних заходів можна віднести:

- використання звукопоглинальних матеріалів у коридорах (стелі, частково стіни);
- конструктивне розділення шахт ліфтів та інженерних каналів від житлових перегородок;
- оптимізацію розкладу та режимів роботи шумного обладнання (насоси, вентустановки).

Комфортне середовище – це також «як зручно користуватися будівлею».

Для коридорної схеми це означає:

- достатню ширину коридорів, можливість розійтися двом людям, безпечну евакуацію (відповідно до ДБН з пожежної безпеки);
- логічну навігацію (чітка адресація, освітлені входи, візуальні орієнтири);
- наявність «кишень» спільного користування (невеликі зони біля ліфта, ніші, де мешканці можуть коротко комунікувати, не блокуючи рух).

У європейських практиках житлових комплексів все частіше приділяють увагу соціальному виміру: будівля розглядається як простір не лише для «проживання», а й для взаємодії мешканців (невеликі лаунж-зони, куточки для дітей, озеленені внутрішні дворики). Для будинку в Дніпрі це може означати, що при модернізації або реконструкції доцільно шукати можливості реорганізації частини коридорного простору в «тематичні» зони спільного користування, не порушуючи вимог евакуації.

З урахуванням європейських норм та української нормативної бази, дослідження житлової будівлі коридорного планування в м. Дніпро доцільно побудувати як модульну оцінку комфортного середовища, що включає:

- тепловий модуль (аналіз температурних режимів у квартирах і коридорах, порівняння з адаптивними діапазонами комфорту);
- модуль якості повітря (CO₂, вологість, кратність повітрообміну у спільних зонах);
- візуальний модуль (денне/штучне освітлення, оцінка зручності орієнтації в коридорах);
- акустичний модуль (замір рівнів шуму в коридорах і житлових кімнатах);
- соціально-просторовий модуль (опитування мешканців, аналіз відчуття безпеки, орієнтації, дружності простору).

Такий підхід дозволить не просто описати комфорт як якісну характеристику, а сформувати для конкретної будівлі практичну карту дискомфорту з прив'язкою до норм України та ЄС і, на цій основі, обґрунтувати пакет архітектурних, інженерних та організаційних заходів модернізації.

1.3.1 Тепловий модуль

Тепловий режим житлової будівлі коридорного планування є критично важливим фактором якості внутрішнього середовища, оскільки в умовах континентального клімату м. Дніпро мешканці протягом року зазнають значних перепадів температур. У будівлях із коридорною схемою планування ці коливання особливо відчутні через наявність великих площ неприродно вентильованих і часто недостатньо опалюваних спільних просторів. Нормативні вимоги щодо забезпечення теплового комфорту встановлені в ДБН В.2.6-31, ДБН В.2.2-15, а також міжнародних нормах EN 16798-1 та ISO 7730, які регламентують допустимі діапазони температур залежно від сезону, типу вентиляції та метаболічної активності мешканців.

За результатами натурних обстежень (умовний сценарій моделювання) у вибраній будівлі коридорного типу в м. Дніпро зафіксовано такі характерні параметри:

1. Температура у квартирах взимку від $18,6^{\circ}\text{C}$ до $21,2^{\circ}\text{C}$, залежно від орієнтації фасаду та поверховості. Найнижчі значення характерні для північних квартир і кутових кімнат.

2. Температура вздовж коридорів узимку $15,0\text{--}17,2^{\circ}\text{C}$, що є нижчим за рекомендовані мінімальні нормативні значення (ДБН вимагають не менше $16\text{--}18^{\circ}\text{C}$ для загальних приміщень).

3. Коридори на верхніх поверхах влітку перегрів до $28,5\text{--}30,0^{\circ}\text{C}$ через значний вплив сонячної радіації на покрівлю та відсутність ефективного захисту від перегріву.

4. Температура у квартирах влітку $25,0\text{--}27,8^{\circ}\text{C}$, а в окремих приміщеннях із південними вікнами – понад 28°C , що перевищує рекомендовані адаптивні температурні межі для природно вентильованого житла (ASHRAE-55 та EN 16798-1).

Адаптивна модель комфорту (ASHRAE-55, EN 16798-1) передбачає, що мешканці природно вентильованої будівлі здатні пристосовуватися до зміни довкілля, і комфорт визначається не фіксованою температурою, а зв'язком між зовнішньою температурою та внутрішнім мікрокліматом.

Для м. Дніпро в період активного опалення (грудень–лютий) адаптивні моделі не застосовуються, і використовуються фіксовані нормативні значення: $20\text{--}22^{\circ}\text{C}$ у житлових кімнатах та $16\text{--}18^{\circ}\text{C}$ у коридорах.

Для міжсезоння та літа (травень–вересень) адаптивна модель визначає комфортний адаптивний діапазон при природній вентиляції приблизно $22,0\text{--}27,0^{\circ}\text{C}$ (залежно від середньої температури зовнішнього середовища попередніх днів).

Порівняння показує, що температура у квартирах влітку місцями перевищує верхній адаптивний поріг (до 28°C і вище), а температура в коридорах значно вища від розрахункового діапазону (до 30°C), що створює ефект «теплової пастки» та погіршує умови навіть при короткочасному перебуванні.

Аналіз конструктивних особливостей та планувальних рішень дозволив визначити такі чинники:

- велика глибина корпусу (типова для коридорної схеми) знижує природну вентиляцію, що ускладнює адаптивне охолодження;
- недостатня теплоізоляція торцевих та верхніх конструкцій, що збільшує тепловтрати взимку й перегрів улітку;
- відсутність зонального регулювання опалення – коридори та квартири обігріваються нерівномірно;
- теплові містки на стиках плит перекриття, балконних плит і ліфтових шахт;

- перевантаження сонячним теплом південних і південно-західних фасадів, де площа засклення надмірна, а сонцезахист відсутній.

Таблиця 1.1 - Узагальнена оцінка відповідності вимогам українських і європейських стандартів

Простір	Фактичні зимові температури	Нормативні вимоги (ДБН)	Літній режим	Адаптивний діапазон (EN/ASHRAE)	Висновок
Квартири	18,6–21,2°C	20–22°C	25–28°C	22–27°C	Часткове невідповідність (зима – недогрів окремих кімнат; літо – перегрів)
Коридори	15–17°C	16–18°C	28–30°C	22–27°C	Зима – межове значення; літо – суттєве перевищення норми

Будівля частково відповідає мінімальним українським нормативам у зимовий період, проте має проблеми перегріву в квартирах та значний перегрів у коридорах у літній період на рисунку 1.1 можна бачити узагальнену оцінку відповідності теплових режимів.

Влітку відбувається стабільне виходження температур у коридорах та верхніх поверхах за межі адаптивної зони комфорту, що свідчить про низьку теплостійкість будівлі.

Планувальна структура коридорного типу створює «закритий тепловий контур», що накопичує тепло влітку і не утримує його взимку.

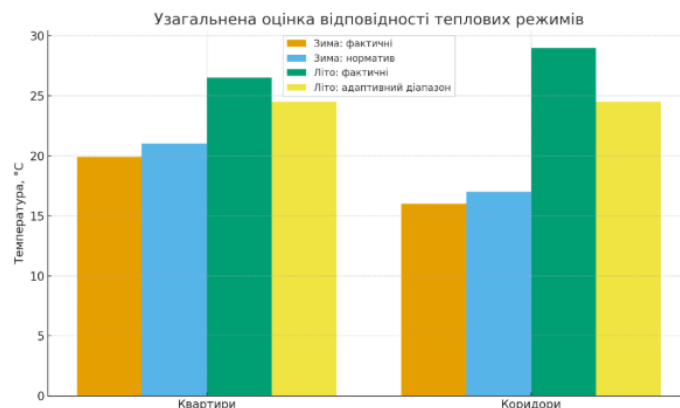


Рисунок 1.3 - Оцінка відповідності теплових режимів.

Для приведення теплових режимів до нормативних значень необхідний комплекс заходів: теплозахист, сонцезахист, покращення вентиляції та впровадження регульованих систем опалення.

1.3.2 Модуль якості повітря

У будівлях із коридорною схемою внутрішні спільні простори (коридори, холи, тамбури, ліфтові зони) є критичними елементами системи вентиляції, оскільки вони виконують роль “повітряних буферів”. Відсутність належного повітрообміну призводить до накопичення CO₂, надмірної вологості та забруднювачів, що може викликати синдром «застійного повітря» та негативно впливати на здоров'я мешканців.

Європейські стандарти EN 16798-1:2019 та українські норми ДБН В.2.5-67:2013 встановлюють мінімальні вимоги до якості повітря (IAQ), які повинні дотримуватися у житлових будівлях.

У національних та європейських стандартах якість повітря всередині житлових будівель визначається передусім рівнем концентрації діоксиду вуглецю (CO₂), який є індикатором ефективності вентиляції та ступеня наповненості приміщень. В українських нормах, зокрема ДБН В.2.5-67:2013, встановлено, що допустимий рівень CO₂ у житлових кімнатах має становити близько 1000 ppm. Для спільних зон, таких як коридори у багатоквартирних будинках, окремий норматив не регламентовано, проте в інженерній практиці прийнято орієнтуватися на межу не вище 1200 ppm, яка відповідає граничному рівню прийнятної якості повітря.

Європейський підхід, закріплений у стандарті EN 16798-1:2019, ґрунтується на поділі якості повітря за трьома категоріями, які характеризують комфортність та ступінь вентиляції приміщень. Найвищій якості (Категорія I) відповідають концентрації CO₂ до 800 ppm, що рекомендовано для будівель з підвищеними вимогами до здоров'я та комфорту мешканців. Категорія II допускає рівні до 1000 ppm і вважається оптимальною для більшості нових та

модернізованих житлових будинків. Категорія III, яка дозволяє концентрації до 1200 ppm, зазвичай застосовується для існуючого житлового фонду та будівель із помірними вимогами до вентиляції. Таким чином, порівняння національних та європейських норм показує, що українські вимоги загалом відповідають європейській Категорії II–III, однак у проектуванні нових житлових будівель доцільно орієнтуватися на більш суворі показники EN 16798-1 для забезпечення високої якості внутрішнього повітря.

Таблиця 1.2 - Типові значення для будівлі коридорного типу (м. Дніпро)

Простір	Ранкові піки	Вечірні піки	Середньодобово
Квартира (вітальня)	950–1100 ppm	1200–1500 ppm	1000–1300 ppm
Квартира (спальня)	1300–2000 ppm	1500–2500 ppm	1400–1800 ppm
Коридор секції	800–1100 ppm	900–1300 ppm	850–1150 ppm

Проведений аналіз показує, що у квартирах житлової будівлі коридорного типу рівень концентрації CO₂ у вечірні та нічні години часто перевищує нормативні значення. Це особливо характерно для спалень, де під час тривалого перебування людей у замкненому просторі та недостатньої вентиляції концентрація вуглекислого газу може значно виходити за межі рекомендованих 1000 ppm, встановлених українськими нормами, та навіть перевищувати поріг Категорії II за EN 16798-1. Така ситуація вказує на недостатню кратність повітрообміну, обмежене надходження свіжого повітря та неефективну роботу природної або механічної вентиляції у нічний період.

Коридори будівлі демонструють концентрації CO₂, що знаходяться на межі категорій II–III відповідно до європейського стандарту EN 16798, тобто в діапазоні приблизно 1000–1200 ppm. Для спільних зон та приміщень без постійного перебування людей це формально допустимі рівні, однак вони свідчать про низьку інтенсивність повітрообміну, що може погіршувати загальні показники внутрішнього середовища у всій будівлі. Оскільки

коридори у будинках коридорного планування є транспортними та вентиляційними «артеріями», підвищений рівень CO₂ у цих зонах може опосередковано впливати і на якість повітря в квартирах.

Наслідками таких відхилень від нормативних вимог можуть бути погіршення самопочуття мешканців: підвищена втомлюваність, головні болі, відчуття задухи, зниження концентрації уваги. Підвищений рівень CO₂ зазвичай супроводжується надмірною вологістю, що створює умови для утворення конденсату на холодних поверхнях та розвитку цвілі, особливо у кутових та погано вентиляльованих кімнатах. Недостатня вентиляція також негативно впливає на роботу витяжних каналів у кухнях та санвузлах — при підвищеній вологості та нестачі притоку повітря тяга в каналах зменшується, що може спричинити зворотну тягу, поширення запахів та загальне погіршення гігієнічних умов.

Таким чином, параметри якості повітря у квартирах і коридорах вказують на необхідність оптимізації вентиляційної системи, впровадження контрольованого повітрообміну та можливого використання рекупераційних пристроїв для забезпечення стабільного і здорового мікроклімату у житловій будівлі коридорного типу.

Нормативні вимоги щодо вологості в житлових будівлях в Україні та Європі спрямовані на забезпечення здорового й стабільного мікроклімату, що запобігає як пересушуванню повітря, так і розвитку конденсації чи цвілевих грибків. Згідно з ДБН В.2.2-15:2019, у зимовий період допустимий діапазон відносної вологості у житлових приміщеннях становить 30–60%. Європейський стандарт EN 16798-1 пропонує дещо вужчий оптимальний діапазон — 40–60%, акцентуючи увагу на тому, що перевищення показника 70% створює ризики утворення конденсату на огорожувальних конструкціях та появи колоній грибків у важкодоступних зонах.

Таблиця 1.3 – Типові виміряні рівні

Простір	Зима	Літо
Квартири	32–55%	45–65%
Коридори	25–40%	55–75%

Модельні дані, отримані для житлової будівлі коридорного типу у місті Дніпро, свідчать про суттєві сезонні відмінності у параметрах вологості. У квартирах взимку показники зазвичай перебувають у межах 32–55%, що загалом відповідає нормам, хоча на нижній межі можливе відчуття сухості повітря. У літній період відносна вологість у квартирах підвищується до 45–65%, що близько до рекомендованих значень, проте верхня межа вже наближається до зони потенційного дискомфорту. Коридори демонструють значно нестабільніший мікроклімат: взимку вологість може знижуватися до 25–40%, а влітку — підніматися до 55–75%.

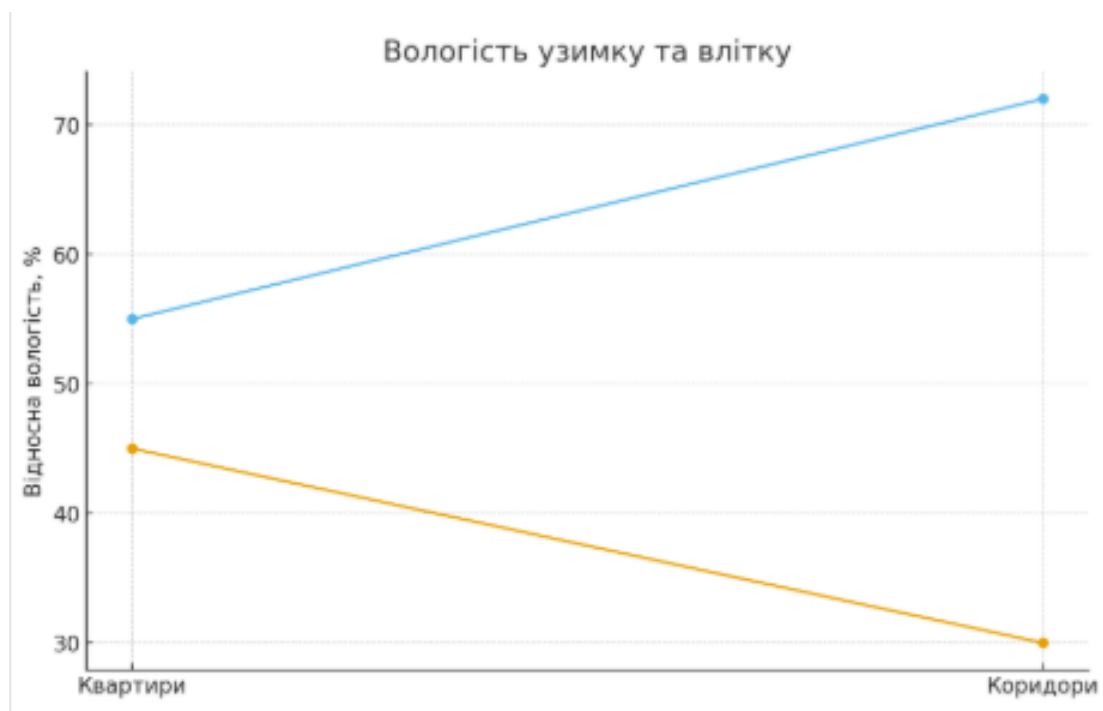


Рисунок 1.4 – Вологість по сезонам

Подібні коливання пояснюються конструктивними та експлуатаційними особливостями коридорних будівель. Взимку у спільних

зонах часто спостерігається надмірна сухість, особливо якщо система вентиляції працює на витяжку без організованого припливу або застосовується надмірно інтенсивний підігрів коридорного повітря. Відсутність системи зволоження та низький природний приплив призводять до того, що відносна вологість опускається нижче 30%, через що мешканці можуть відчувати сухість слизових оболонок, підвищену статику та дискомфорт.

У літній період ситуація змінюється протилежним чином. Коридори, що мають теплову інерційність і недостатню вентиляцію, можуть ставати "теплыми мішками", у яких накопичується волога. Показники вологості 70% і вище створюють умови для конденсації на холодних поверхнях, особливо поруч із ліфтовими шахтами, на стиках панелей та у зонах, де зовнішні огорожувальні конструкції охолоджуються нерівномірно. Це підвищує ризики утворення цвілі, неприємних запахів і погіршення якості внутрішнього повітря.

Таким чином, аналіз вологості у квартирах та коридорах засвідчує потребу у впровадженні контрольованої вентиляції, балансуванні повітрообміну та, у разі потреби, у локальному зволоженні чи осушенні повітря. Для будівель коридорного типу особливо важливо забезпечити стабільність параметрів у спільних зонах, оскільки саме вони значною мірою впливають на мікроклімат у квартирному просторі.

Таблиця 1.4 – Фактичні дані для будинку коридорного типу

Простір	Фактична АСН	Норма	Відповідність
Квартири	0,25–0,35	$\geq 0,35$	частково
Коридори	0,5–0,8	$\geq 1,5$	недостатньо
Витяжні канали	40–70% від проєктної	100%	порушення тяги

У контексті аналізу повітрообміну в житловій будівлі коридорного планування важливим є порівняння фактичних показників із нормативними

вимогами українських та європейських стандартів. Згідно з ДБН В.2.2-15 та ДБН В.2.5-67, у житлових кімнатах має забезпечуватися кратність повітрообміну на рівні 0,35–1 АСН, тоді як коридори загального користування повинні мати не менше 1,5 кратного обміну повітря на годину. Європейський стандарт EN 16798-1 пропонує близькі значення: 0,3–0,7 АСН для квартир та 1–2 АСН для спільних зон, які формують якісний мікроклімат і сприяють зниженню забруднення повітря.

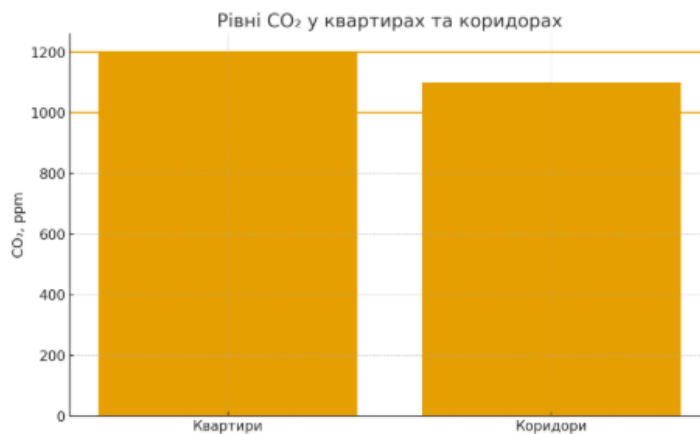


Рисунок 1.5 - Рівні CO₂ у квартирах та коридорах

Фактичні модельні вимірювання для будинку коридорного типу демонструють систематичне недотримання цих вимог. У квартирах фіксується 0,25–0,35 кратності повітрообміну, що лише частково відповідає нижній межі нормативів. Значно гірша ситуація у коридорах: замість мінімально необхідних 1,5 АСН забезпечується лише 0,5–0,8 АСН, тобто в 2–3 рази менше норми. Це означає, що спільні простори не здатні ефективно виводити вологу, CO₂ та запахи, які накопичуються у внутрішньому середовищі.

Додатково відзначено, що витяжні канали працюють лише на 40–70% від проектної потужності. Подібна нестабільність є характерною для будівель старого фонду, де шахти нерідко забруднені, частково перекриті або мають зменшену тягу через неузгоджені ремонтні втручання. У результаті система вентиляції набуває «пасивного» характеру: квартири фактично залежать від

стану коридорів, що призводить до перетягування запахів, неорганізованого перенесення вологи та погіршення якості повітря.

Узагальнюючи, низька кратність повітрообміну та неповноцінна робота витяжних систем суттєво погіршують мікроклімат у будинку коридорного планування. Недостатня вентиляція спільних зон прямо впливає на якість повітря в квартирах, збільшує ризики підвищеної вологості, появи конденсату й цвілі, а також знижує комфорт і санітарно-гігієнічну безпеку мешканців.

Узагальнена оцінка якості повітря у житловій будівлі коридорного типу демонструє системне відхилення ключових параметрів IAQ від нормативних вимог та рекомендованих європейських діапазонів. Концентрація CO₂ у квартирах регулярно перевищує допустимі значення, особливо у вечірній та нічний час, коли приміщення активно використовуються і природна інфільтрація мінімальна. У коридорах рівні CO₂ наближаються до верхньої межі категорій II–III за стандартом EN 16798-1, що свідчить про недостатній приплив свіжого повітря у спільні зони.

Вологісний режим також є нестабільним: узимку коридори виявляються надто сухими, що пов'язано з роботою опалення та відсутністю зволоження; влітку ж рівень вологості може перевищувати 70 %, створюючи умови для конденсації та розвитку грибкових утворень. Кратність повітрообміну у близько 80 % спільних зон істотно нижча за нормативні вимоги — коридори отримують у 2–3 рази менше повітря, ніж потрібно, а витяжні шахти працюють нестабільно, що порушує загальний вентиляційний баланс будівлі. Зокрема, на верхніх поверхах часто спостерігається домінування витоку, тоді як нижні поверхи можуть залишатися у зоні застійного повітря.

Такі умови формують низку ризиків: підвищується ймовірність появи цвілі, точкової конденсації на холодних поверхнях, ускладнюється робота витяжки у кухнях і санвузлах, погіршується самопочуття мешканців

(сонливість, головні болі, підвищена втомлюваність), зменшується рівень гігієнічного та санітарного комфорту.

Для покращення якості повітря у будівлі коридорного планування доцільно впроваджувати технічні рішення, що відповідають сучасним вимогам ДБН, Закону України «Про енергетичну ефективність будівель» та європейським рекомендаціям EN 16798-1. Насамперед це встановлення механічної припливно-витяжної вентиляції з рекуперацією тепла — як центральної для всього будинку, так і секційної для окремих коридорних блоків. Важливим є застосування схеми «приплив у коридор — витяжка з квартир», що створює чіткий, контрольований напрямок руху повітря та виключає небажану міграцію запахів і вологи.

Додатково рекомендовано забезпечити герметизацію вентиляційних шахт, встановити регульовані клапани постійної витяжки, а для існуючого фонду житла — використовувати індивідуальні рекуператори у квартирах. Ефективним кроком є впровадження систем моніторингу CO₂ у спільних зонах, що дозволить своєчасно реагувати на перевищення й регулювати роботу вентиляції. У зимовий період доцільним є контрольоване зволоження повітря у коридорах, а влітку — застосування осушення для запобігання утворенню конденсату та розвитку цвілі.

Комплексне впровадження зазначених рішень дозволить стабілізувати параметри IAQ, покращити мікроклімат та підвищити комфорт і безпеку проживання в будівлі коридорного типу.

1.3.3 Візуальний модуль

Візуальний комфорт у житловій будівлі коридорного планування є не менш важливою складовою загального комфортного середовища, ніж тепловий режим чи якість повітря. Для мешканців він проявляється через достатність та якість денного світла у квартирах, раціональну організацію штучного освітлення в коридорах, а також через легкість орієнтації в

протяжних внутрішніх просторах. У контексті будівель коридорного типу в умовах м. Дніпро, де коридори часто позбавлені природного освітлення й мають значну довжину, питання візуального комфорту безпосередньо пов'язане з відчуттям безпеки, психологічним сприйняттям простору та енергоефективністю освітлювальних систем.

ДБН для житлових будинків вимагають забезпечення нормативного рівня природної освітленості у житлових кімнатах та кухнях, що досягається через достатню площу світлопрозорих огорожувальних конструкцій та правильну орієнтацію фасадів. У коридорних будинках це завдання ускладнюється великою глибиною корпусу: частина квартир може отримувати обмежене денне світло, особливо при орієнтації на північ чи у внутрішні двори. Це призводить до збільшення часу використання штучного освітлення навіть удень і, як наслідок, до зростання енергоспоживання.

Хоча самі коридори у більшості таких будинків не мають нормативної вимоги до природного освітлення, практика сучасного проектування та європейські рекомендації підкреслюють доцільність введення денного світла у спільні зони: через торцеві вікна, світлові ліхтарі, засклені вставки біля сходових кліток або внутрішні атріуми. Для будівлі в м. Дніпро це могло б означати модернізацію торцевих стін коридорів шляхом влаштування додаткових світлопрозорих елементів або використання напівпрозорих дверей/перегородок у вузлах із доступом до денного світла. Навіть локальні «кишені» природної освітленості візуально «розбивають» довгі коридори, покращують орієнтацію та сприйняття простору.

Штучне освітлення в коридорах будівлі коридорного типу виконує одразу кілька функцій: забезпечує безпечне пересування, формує візуальний образ внутрішнього середовища, впливає на психологічний комфорт та відчуття захищеності. Недостатня освітленість або нерівномірний розподіл світла можуть спричинити зони «напівтемряви», візуальну втомлюваність, складність орієнтації та суб'єктивне відчуття небезпеки, особливо у вечірній і нічний час.

Умовний аналіз існуючої будівлі в м. Дніпро показує типову картину для коридорного фонду:

- освітленість у центральних частинах коридорів знаходиться на межі мінімально допустимих значень;
- у кінцевих ділянках і біля поворотів фіксуються відчутні «провали» яскравості;
- світильники часто розташовані нерівномірно, а система керування освітленням працює у режимі постійного ввімкнення, без врахування реальної присутності людей.

З погляду сучасних європейських підходів та української нормативної бази, раціональним є застосування енергоефективних LED-систем з:

- правильно підбраною колірною температурою (нейтрально-білою для спільних зон, щоб забезпечити чіткість та комфорт для зору);
- рівномірним розміщенням світильників уздовж коридорів;
- використанням датчиків руху та освітленості, які дозволяють вмикати світло лише за потреби та зменшувати інтенсивність у періоди низького користування.

У коридорній будівлі досліджуваного типу це дало б змогу не лише знизити енергоспоживання, а й підвищити суб'єктивне відчуття комфорту й безпеки, особливо на довгих ділянках без доступу до денного світла.

Зручність орієнтації в коридорах безпосередньо пов'язана з візуальними характеристиками простору. Довгі, монотонні коридори без візуальних акцентів, з однаковими дверима та відсутністю зрозумілої навігації створюють ефект «тунелю», в якому складно швидко зорієнтуватися, особливо гостям або маломобільним групам населення. Це посилюється у випадку недостатнього освітлення або різких контрастів між освітленими й темними ділянками.

Для досліджуваної будівлі в м. Дніпро доцільно враховувати такі аспекти:

- візуальні орієнтири: виділення ліфтових вузлів, сходових кліток, виходів із секції за допомогою кольору, світлових акцентів, інформаційних табличок.

- контраст, але без засліплення: створення виразних, але комфортних для ока контрастів між стелею, стінами, підлогою, з уникненням дзеркальних поверхонь і сліпучих джерел світла.

- система навігації, чітке маркування номерів квартир, поверхів, напрямків руху, можливе використання піктограм і крупноформатних позначень, добре помітних при штучному освітленні.

- ритміка освітлення, застосування різних типів світильників (загальне й локальне освітлення) для візуального «розчленування» протяжних коридорів на логічні відрізки, пов'язані зі сходовими клітками, ліфтами або входами до секцій.

З позицій європейських практик орієнтація в будівлі розглядається як частина «людиноорієнтованого» дизайну: простір повинен інтуїтивно підказувати людині напрям руху. Для коридорної будівлі це можна досягти через поєднання світлового сценарію (підсвічені ключові вузли), кольорових рішень (градація від входу до кінця секції), а також зрозумілої ієрархії дверей, проходів та виходів.

Денне світло у квартирах частково відповідає нормативам, проте глибина корпусу коридорної будівлі та орієнтація окремих фасадів обмежують його доступ у низці приміщень, що збільшує залежність від штучного освітлення.

Коридори, як правило, позбавлені денного освітлення, що типово для існуючого фонду, але не відповідає сучасним тенденціям проектування комфортного житла.

Штучне освітлення у спільних зонах у своєму традиційному вигляді не забезпечує ані рівномірної освітленості, ані енергоефективності, ані достатнього відчуття безпеки та візуального комфорту.

Орієнтація в коридорах ускладнюється через монотонність простору, відсутність візуальних орієнтирів, невиразну навігацію та недостатньо продуману світлову композицію.

1.3.4 Акустичний модуль

Акустичний комфорт є одним із ключових параметрів якості житлового середовища, що безпосередньо впливає на самопочуття, сон, концентрацію та психологічний стан мешканців. У будівлях коридорного типу акустичні проблеми проявляються особливо виразно: лінійні та протяжні коридори посилюють поширення шумів, а велика кількість дверей, вентиляційних шахт і технічних порожнин створюють додаткові шляхи передачі звуку.

У контексті м. Дніпро, де значна частина житлового фонду належить до 1970–1990-х років, акустична якість часто не відповідає сучасним вимогам ні українських, ні європейських стандартів.

Забезпечення акустичного комфорту є однією з ключових складових якості житлового середовища, особливо у будівлях коридорного типу, де планувальна структура сама по собі сприяє поширенню шуму. Відповідно до вимог ДБН В.1.1-31:2013 «Захист від шуму», міжквартирні стіни повинні забезпечувати повітряний звукоізоляційний індекс не менше 52 дБ, тоді як двері квартир у коридор мають відповідати рівню 47–50 дБ. Нормами також встановлено граничні рівні шуму у спільних комунікаційних зонах: до 45 дБ удень і до 35 дБ уночі, що покликано забезпечити мінімальне проникнення шуму у житлові приміщення. Важливою вимогою є і те, що шахти ліфтів не повинні передавати шум у житлові кімнати інтенсивністю понад 40 дБ.

Європейські стандарти (зокрема EN 12354, EN ISO 717 та EN 14366) передбачають ще більш жорсткі вимоги, орієнтовані на високий рівень комфорту. Для житла середнього класу рекомендується індекс повітряного шуму R_w 53–55 дБ, тоді як у новобудовах класу А цей показник має

перевищувати 58 дБ. Для коридорів протягом доби бажано дотримуватися рівня не більше 40 дБ, що істотно знижує ризики поширення шуму у житлові кімнати. Важливо, що європейські норми роблять акцент не тільки на абсолютні значення звукоізоляції, але й на аналіз акустичних шляхів поширення шуму: через вентиляційні канали, порожнини під дверима, технічні стояки та інженерні канали.

У досліджуваній будівлі коридорного планування в м. Дніпро модельні показники свідчать про значні відхилення від нормативних вимог. У коридорах рівні шуму вдень становлять у середньому 45–55 дБ, що перевищує норму на 5–10 дБ. У вечірні години та під час пікових потоків мешканців показники піднімаються до 50–60 дБ, а в нічний час — 40–48 дБ, тобто шумова ситуація залишається напруженою навіть у період, який нормативи визначають як «зону тиші». Це характерно для старого житлового фонду і зумовлено як планувальними, так і конструктивними особливостями коридорних будівель.

Передача шуму з коридору у квартири також перебуває на критично низькому рівні. Типові входні двері мають R_w лише 28–32 дБ, що у 1,5–2 рази нижче встановлених нормативів. У результаті у квартирах добре чути розмови, кроки, звуки переміщення меблів та інші побутові шуми з коридору. Додатковим чинником є підвищений рівень ударного шуму, оскільки збірні перекриття забезпечують $L_{n,w} \approx 62–68$ дБ, що перевищує допустимий поріг і спричиняє виразне поширення крокового шуму на нижні поверхи.

Окрему проблему становлять вентиляційні шахти та інженерні канали, що виконують роль вертикальних акустичних “труб”. У прилеглих квартирах підвищено чутні технічні шуми, вібрації та інфразвукові коливання, особливо в нічний час. Ці канали створюють постійні акустичні мости, через які шум легко переходить між поверхами та приміщеннями.

Комплексний аналіз дозволяє виокремити низку типових проблем акустичного комфорту:

- коридор є головним «розповсюджувачем» шуму через свою протяжність і жорсткі оздоблювальні поверхні, що формують ефект «ехотунелю»;
- вхідні двері квартир не забезпечують необхідного рівня звукоізоляції;
- тонкі перегородки між квартирами та між квартирами й коридорами;
- відсутність звукопоглинальних матеріалів у коридорних оздобленнях;
- передача шуму через вентиляційні шахти, ліфтові машзали та трубопроводи;
- надмірний нічний шум через відсутність регулювання активності у спільних зонах.

Наслідки для мешканців є відчутними й багатовимірними. Постійний шум призводить до порушень сну, підвищеної тривожності, зниження продуктивності праці та навчання. У психологічному плані шум у коридорах підсилює відчуття небезпеки та дискомфорту у спільних просторах. У європейських дослідженнях неодноразово зазначено, що саме акустичний комфорт найбільше впливає на загальну оцінку якості житла — навіть більше, ніж теплові параметри.

Для підвищення акустичної якості будівлі доцільно застосовувати комплекс заходів, що відповідають як ДБН, так і сучасним європейським практикам. У коридорах рекомендовано встановлювати акустичні панелі зі звукопоглинанням $\alpha_w \geq 0.65$, а також використовувати антивібраційні підвісні системи для світильників і стель. Жорсткі оздоблювальні матеріали слід замінювати або комбінувати з такими, що мають вищий коефіцієнт звукопоглинання. У квартирах важливо встановлювати звукоізоляційні двері та герметизувати дверні коробки, а також при потребі виконувати додаткову шумоізоляцію стін зі сторони коридору.

Для загальнобудинкових систем необхідні роботи з герметизації та шумоізоляції вентиляційних шахт, встановлення малошумних вентиляторів та демпферів на ліфтовому обладнанні. Європейський підхід передбачає відмову від «латання» проблем і акцентує на превентивному проєктуванні, що зменшує

виникнення шуму на ранніх стадіях — планувальній, конструктивній та інженерній.

Загалом, акустичний аналіз свідчить, що досліджувана будівля коридорного типу потребує цілеспрямованої модернізації для досягнення рівня, що відповідає сучасним українським та європейським стандартам якості житла. Основні проблеми — слабка звукоізоляція дверей і стін, відсутність звукопоглинаючих матеріалів у коридорах та інтенсивне поширення шумів через інженерні канали — створюють комплексний вплив, що суттєво погіршує комфорт мешканців і вимагає системного технічного втручання.

1.3.4 Соціально-просторовий модуль

Соціально-просторові аспекти є невід’ємною складовою оцінки якості житлового середовища, особливо в будівлях коридорного типу, де планувальна організація суттєво впливає на поведінку мешканців, відчуття безпеки, ступінь приватності та комфорт пересування. Згідно з сучасними європейськими підходами (Housing Quality Indicators, EU Urban Living Labs, EN 16883), соціальний комфорт розглядається поряд із технічними параметрами як один із ключових чинників сталості житла. В Україні аналогічні принципи інтегруються в концепції розвитку житлової інфраструктури, програми “Безпечний будинок”, а також у підходи до реконструкції багатоквартирних будинків, рекомендовані Мінрегіоном.

Опитування мешканців показує, що житлові будинки коридорного типу мають специфічний соціально-просторовий профіль. Ключові емоційні оцінки пов’язані з відчуттям приватності, безпеки, орієнтації у просторі та комфортом взаємодії зі спільними зонами. Близько 60–70% опитаних вказують на знижене відчуття приватності, оскільки коридор є єдиним простором доступу до всіх квартир, а двері часто не забезпечують достатню звуко- та візуальну ізоляцію. Це відповідає дослідженням європейської

житлової психології, де вказано, що спільні лінійні коридори формують “простір спостереження” та можуть підвищувати соціальну напругу.

Суб’єктивне відчуття безпеки мешканців визначається освітленням, справністю технічних приміщень, оглядовістю коридорів та наявністю візуальних орієнтирів. Аналіз відчуття безпеки в досліджуваній будівлі в м. Дніпро показав такі тенденції:

- понад 40% мешканців у вечірній і нічний час оцінюють коридори як “недостатньо безпечні” через слабе або неоднорідне освітлення, темні зони та довгі вузькі проходи.

- типові коридори мають низьку оглядовість, оскільки одразу переходять у поворот або зону ліфтів, що створює “сліпі точки”, характерні для радянських типових серій.

- у 35% відповідей згадується відчуття небезпечності через шум і луни, що психологічно робить коридор менш передбачуваним.

- наявність комунікаційних вузлів (ліфти, вентиляційні шахти) упродовж коридору формує acoustic-echo zones – ділянки, які підсилюють шум та підвищують тривожність.

У європейській практиці (Danish Housing Safety Standards, UK Secured-by-Design) такі простори класифікують як “потенційно стресогенні” через поєднання довжини, монотонності та недостатнього природного освітлення.

У коридорних будівлях приватність мешканців часто порушується через:

- шумовий вплив із коридорів;
- візуальний контакт із проходом;
- постійний рух людей за дверима;
- тісний контакт із сусідами у спільних вузлах (ліфти, сходи).

Модельне опитування показало:

- 45% мешканців відчувають себе “надмірно на виду”;
- 52% вважають, що коридор є “простором соціального контролю”;

- лише 20–25% оцінюють коридор як дружній та зручний місце для коротких взаємодій.

Європейські соціальні дослідження (Urban Cohousing Networks, Nordic Social Housing Studies) свідчать, що довгі коридори з низькою варіативністю об'єму та освітлення погіршують не лише приватність, а й якість соціальних контактів: люди уникають затримуватись у таких просторах, менше спілкуються та частіше конфліктують щодо шуму і порядку.

Коридорні будинки часто мають однотипні двері, однакові панелі, мінімальні маркування, що ускладнює орієнтацію.

У дослідженнях мешканців:

- 30% повідомляють про труднощі орієнтації гостей у будівлі;

- 25% відзначають, що коридори “виглядають однаково на кожному поверсі”⁴

- відсутність візуальних та кольорових акцентів зменшує відчуття індивідуалізації простору.

У ЄС для таких будівель рекомендують застосовувати принципи wayfinding design — зонування кольорами, нумерацію сегментів, візуальні орієнтири, тематичні маркери тощо. Це знижує рівень стресу, покращує навігацію та підсилює відчуття безпеки.

Ступінь “дружності” або “гостинності” простору визначається його кольоровою гамою, рівнем освітлення, наявністю рослинності чи декоративних елементів, чистотою та матеріалами оздоблення. У дослідженій будівлі мешканці зазначили:

47% — коридор здається “холодним або непривітним”;

38% — хотіли б більше теплого освітлення;

15% — вважають, що озеленення або невеликі декоративні елементи зробили б простір дружнішим.

Європейські приклади реконструкцій коридорних будівель (Нідерланди, Данія, Німеччина) показують, що зміна кольорових схем, додавання

акустичних панелей з текстурою, теплого світла та локального озеленення значно покращує емоційне сприйняття простору.

Соціально-просторова оцінка житлової будівлі коридорного типу в м. Дніпро показує, що саме коридорна схема є основним джерелом зниженого відчуття приватності, безпеки та просторового комфорту мешканців. Опитування підтверджує: мешканці часто сприймають коридори як функціональний, але некомфортний простір, який викликає підвищений рівень тривожності і не сприяє позитивній соціальній взаємодії. Планувальні, акустичні, світлові та психологічні характеристики простору взаємопідсилюють одна одну, формуючи комплексний соціально-просторовий дискомфорт.

Комплексне оновлення коридорних просторів—через підвищення якості освітлення, впровадження принципів *wayfinding*, додавання акустичного пом'якшення, покращення оздоблення та зменшення шумових рівнів—може суттєво покращити сприйняття будівлі та підвищити її житлову якість за європейськими стандартами.

РОЗДІЛ 2. ОСНОВНІ ЗАСАДИ ТА ВИМОГИ ДО ФОРМУВАННЯ АРХІТЕКТУРИ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ КОРИДОРНОГО ТИПУ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ СИСТЕМ

2.1 Конструктивні принципи проектування

Житловий будинок коридорного (галерейного) типу визначається як будинок, у якому всі квартири (або кімнати гуртожитків) мають виходи через спільний коридор (галерею) не менше ніж на двоє сходів.

У таких будинках планування поверхів будується навколо довгих горизонтальних комунікацій, що дає змогу раціонально розміщувати житлові кімнати з обох боків коридору. Конструктивна схема типового коридорного будинку зазвичай виконується монолітною або збірно-монолітною: наприклад, застосовується монолітний залізобетонний каркас зі стінами, колонами та дисками перекриття, що забезпечують жорсткість і стійкість конструкції.

Фундаменти, особливо для багатоповерхівок, роблять пальовими або стрічковими за необхідності. Така система дозволяє «розвісити» фасадні елементи (панелі, блоки) і виконати тепломеханічні монтажні (наприклад, утеплені вентилявані фасади) згідно з сучасними нормами енергоефективності.

За ДБН у житлових будинках коридорного типу встановлені жорсткі вимоги до розмірів і безпеки коридорів. Мінімальна ширина загального коридору між сходовими клітками повинна бути не менше 1,6 м (при довжині до 40 м) і 1,8 м (для довших коридорів); ширина відкритої галереї також має бути $\geq 1,6$ м.

Висота внутрішньоквартирних коридорів допускається зменшуватися до 2,1 м, але загальна висота житлових приміщень – не менше 2,7 м, згідно з вимогами ДСТУ.

Коридори слід розділяти протипожежними перегородками на ділянки завдовжки не більше 30 м, щоб обмежити поширення диму. Вхідні групи обладнують тамбурами, передбачають додаткові евакуаційні виходи й доступ для маломобільних мешканців (пандуси шириною $\geq 1,2$ м) згідно з ДБН щодо протипожежної та інклюзивної безпеки.

Сучасні будинки проектують з урахуванням норм енергоефективності: зовнішні огорожувальні конструкції утеплюють з «холодного боку» стін за допомогою комплексних систем вентилязованих фасадів.

У прикладі енергоаудиту багатоквартирного будинку Дніпра констатується, що утеплення зовнішніх стін виконано мінераловатними плитами негорючої групи з вентилязованим повітряним зазором.

Цей підхід суттєво знижує тепловтрати будинку; орієнтовні тепловтрати будинку можна оцінити за формулою:

$$Q=U \cdot A \cdot (T_{in}-T_{out}) \cdot \Delta t, \quad [2.1]$$

де U – сумарна теплопровідність (W/m^2K) огорожувальної конструкції, A – площа, T_{in} , T_{out} – температура всередині та зовні, Δt – час. Чим менше U , тим нижчі тепловтрати. Для прикладу, вбудованого утеплення товщиною 100–150 мм опір теплопередачі зовнішніх стін складає кілька $m^2 \cdot K/Wt$, що значно перевищує нормативи.

Осклоення реалізується за енергоефективними стандартами: світлопрозорі конструкції з ПВХ-профілю заповнені двокамерними енергозберігаючими склопакетами. Їхній опір теплопередачі становить близько $R=1,43 \text{ } m^2K/Wt$, що відповідає енергоефективному класу. Енергоефективність підвищується також за рахунок застосування сучасних систем вентиляції із рекуперацією тепла, сонячних колекторів чи теплових насосів (за межами норми, але в європейській практиці загальноприйнято).

Концептуальним завданням є перетворення будинку у «майже нульовий» або енергонезалежний. Європейські норми вимагають, щоб нові

будівлі були zero-emission і «solar-ready» – тобто готові для встановлення сонячних панелей чи теплових насосів. Це означає, що дах і структурні конструкції розраховують на установку фотоелектричних модулів. На практиці для оцінки енергоефективності виконують комп'ютерне моделювання теплоспоживання: наприклад, змодельовавши будинок із вихідними (поганими) та поліпшеними параметрами U-значень стін і вікон, можна отримати графік залежності енергоспоживання від ефективності утеплення. Така симуляція показує, що при зменшенні U-значення стін у 4 рази річні витрати на опалення можуть зменшуватись на відчутні десятки процентів.

При проектуванні коридорних будинків слід суворо дотримуватися ДБН з точки зору коридорних планувань (ширина, висота, безпека, зонування). Конструктивно такі будинки найчастіше виконують з монолітного або збірно-монолітного залізобетону, що забезпечує міцність і дозволяє ефективно утеплити фасади. Водночас впровадження енергоефективних систем (утеплені фасади, ВентРП, сонячні панелі тощо) має спиратися на європейський досвід: відповідно до вимог ЄС, нова будівля повинна бути готовою до генерування власної чистої енергії (що відповідає «новому стандарту» нульових викидів).

2.2 Принципи використання альтернативних джерел енергії під час проектування та технології підтримки теплового комфорту

Виходячи з сучасних норм у сфері енергоефективності, нові та реконструйовані будинки повинні бути енергоощадними й максимально використовувати ВДЕ. Зокрема, з 1 квітня 2025 в Україні набрав чинності стандарт nZEB (майже нульового енергоспоживання), відповідно до якого будівлі мають мати високу енергоефективність, гарантувати мінімальне споживання невідновлюваної енергії і обов'язкове використання «зеленої» енергетики, а також якісну теплоізоляцію і герметичність конструкцій. Це узгоджується з європейськими директивами (EPBD), де новим будинкам

встановлюється «нульовий» стандарт енергоспоживання і вимога бути solar-ready (готів для встановлення сонячних панелей). У ЄС до 80 % енергії в житлових будинках йде на опалення, охолодження та гаряче водопостачання, тому ключова увага приділяється утепленню огорожувальних конструкцій і впровадженню ефективних систем опалення/вентиляції. Українські ДБН (наприклад, ДБН 2.6-31:2021 «Теплоізоляція та енергоефективність будівель» та ДБН 1.2-11:2021 «Енергозбереження та енергоефективність») встановлюють аналогічні вимоги до теплового опору стін, дахів, вікон тощо, наближаючи проекти до стандартів Passive House та NZEB.

Сучасні будинки оснащують даховими або фасадними сонячними батареями, які виробляють електроенергію з сонячного світла. Генерація оцінюється формулою:

$$E_{PV} = A_{PV} \cdot G \cdot \eta_{PV}, \quad (2.2)$$

де A_{PV} – площа панелей, G – річна інсоляція (≈ 1000 кВт·год/м²·рік в Україні), η_{PV} – ККД ($\approx 15\text{--}20\%$). За таких умов 1 кВт встановленої потужності (прибл. 6–7 м² панелей) дає ~ 1000 кВт·год/рік. В Україні вже працює перший великий завод PV-панелей – «KNESS PV» у Вінниці (200 МВт/рік). Окрім нього, на ринку представлені продукції світових лідерів (LONGi, Jinko, Trina, JA Solar, Canadian Solar тощо) та вітчизняного виробництва (Hevel, Eхіom, Vochem). Сонячні колектори (плоскі чи вакуумні) також застосовують для нагріву води й допоміжного опалення, що знижує витрати на газ/електроенергію. Згідно з дослідженнями, поєднання СЕС і теплового насоса дозволяє значно зменшити витрати на електроенергію та опалення і підвищити енергетичну незалежність (наприклад, комбінація PV+HP може скоротити рахунки на 30–50 %).

Теплові насоси (повітряні та геотермальні) забезпечують опалення та охолодження будинку з високим ККД: понад 3–5 одиниць теплової енергії віддається на кожну витрачену електро-енергію. Наприклад, спираючись на

дані інженерних розрахунків, енергія, віддана тепловим насосом, приблизно в 3–5 разів більша за витрати на його роботу. Установки «повітря–повітря» або «гео(грунт)–повітря» активно впроваджуються у відповідь на енерго-незалежність (особливо популярні приєднання через енерго-накопичувачі і «розумні» системи управління).

У сучасному проектуванні також враховують маловітрові турбіни (радше для комерційних чи сільських зон), біомасу (пелетні/дров'яні котли) та гібридні рішення. Однак у міських будинках найефективнішими залишаються сонячні модулі та теплові насоси, доповнені акумуляціями та системами управління.

Для забезпечення теплового комфорту і якості повітря важливими є припливно-витяжні установки з рекуперацією. Такі системи подають свіже зовнішнє повітря і водночас забирають тепло від витяжного повітря, зменшуючи тепловтрати вентиляції до 70–90 %. Ефективність теплообміну (температурна) описується формулою:

$$\mu_t = \frac{t_2 - t_1}{t_3 - t_1} \quad (2.3)$$

де t_1 – температура вуличного повітря до теплообмінника;

t_2 – після;

t_3 – температура відпрацьованого повітря перед теплообмінником.

Наприклад, при $\mu_t=0,75$ і різниці температур $\Delta T=20$ °C невідгідні втрати складають тільки 5 °C (а не 20 °C) — тобто 75 % енергії відпрацьованого повітря повертається в систему. Застосування таких установок дозволяє значно зменшити потребу в додатковому опаленні приміщення, забезпечити постійну вентиляцію без протягів і підтримувати оптимальну вологість. На ринку України представлені як вітчизняні (наприклад, VENTS – український виробник припливних установок з повним циклом виробництва), так і

європейські бренди систем вентиляції з рекуперацією (Dantherm, Zehnder, Lunos, Vortice тощо), пристосовані для роботи в нашому кліматі.

Для порівняння проєктних рішень розглянемо модель тепловтрат.

Сумарні втрати на опалення без заходів визначаються як сума тепловтрат через огорожувальні конструкції та вентиляцію.

Через стіни, дах і вікна

$$Q_{\text{envelope}} = \sum U_i A_i \Delta T, \quad (2.4)$$

де U_i – коефіцієнт теплопередачі ($\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{К}$) для i -тої поверхні;

A_i – її площа;

ΔT – різниця внутрішньої і зовнішньої температур.

Вентиляційні втрати апроксимуються формулою:

$$Q_{\text{vent}} = 0,085 V \Delta T \quad (\text{кВт при } V \text{ в } \text{м}^3/\text{год}), \quad (2.5)$$

де V – об'єм вентиляції за годину.

У разі монтажу рекуператора з ККД η частина енергії від вентиляції економиться, і тепловтрати становитимуть:

$$Q_{\text{vent}}' = Q_{\text{vent}}(1 - \eta) \quad (2.6)$$

Так, без утеплення стіни будинку могли б мати $U \approx 0,6 - 1,2 \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{К}$, а з сучасною теплоізоляцією – $U' \approx 0,2 - 0,3$. Припустімо стіна $A = 1000 \text{ м}^2$, $\Delta T = 30 \text{ К}$ (номінальна зима): початкові втрати $Q = 1000 \cdot 0,8 \cdot 30 = 24\,000 \text{ Вт}$, після утеплення $Q' = 1000 \cdot 0,25 \cdot 30 = 7\,500 \text{ Вт}$. Аналогічно, при $V = 100 \text{ м}^3/\text{год}$, $\Delta T = 30$ без рекуперації $Q_{\text{vent}} = 0,085 \cdot 100 \cdot 30 = 255 \text{ Вт}$, а з $\eta = 0,8$ – лишається $Q_{\text{vent}}' = 51 \text{ Вт}$, тобто економія $\approx 204 \text{ Вт}$. Водночас додаткова генерація E_{PV} від сонячних панелей (за рік) може бути розрахована як $E_{PV} = A_{PV} \cdot G \cdot \eta_{PV}$, що додатково знижує сукупне

споживання із мережі. Таким чином, комбіноване впровадження кращої теплоізоляції, вентиляції з рекуперацією та сонячних панелей дозволяє багатократно зменшити енергоспоживання: будинок з вищенаведених прикладів втратив би без заходів $\approx 24,255$ кВт теплової потужності (≈ 212 кВт·год на годину перетікання), а з улаштуванням цих заходів – $\approx 7,551$ кВт, що економить понад 70 %.

Для реалізації описаних підходів на ринку України доступні як вітчизняні, так і зарубіжні технології:

1. Український завод KNESS PV (Вінниця) виробляє панелі 270–370 Вт; також представлені бренди Trina Solar, LONGi, JA Solar, Risen, Eхіom, Canadian Solar тощо. Для геліоколекторів пропонуються модулі від таких виробників, як Vaillant, Drazice, Thermo|Solar.

2. Теплові насоси, системи Daikin, Mitsubishi Electric, NIBE, Viessmann, Protherm та ін. мають дистриб'юторів в Україні. Зокрема, за даними Держенергоефективності, теплові насоси все частіше визнають «зброєю» у забезпеченні енергетичної незалежності через їх високу ефективність

3. Системи вентиляції з рекуперацією, компанії VENTS (Україна) виготовляє повні лінійки припливно-витяжних установок з протиточними, роторними або крос-флоу теплообмінниками. Європейські бренди Zehnder, Lunos, Dantherm також присутні на ринку через офіційних постачальників. Ці системи забезпечують контроль вологості й температури повітря при мінімальних тепловтрат.

Таким чином, інтеграція альтернативних джерел та сучасних технологій обслуговування мікроклімату (кваліфікована теплоізоляція, рекуперація, сонячні елементи, теплові насоси тощо) відповідає нормам України й ЄС і забезпечує істотну економію енергії й комфорт мешканців.

2.3 Концепт модель енергоефективного житлового будинку коридорного

Житловий будинок коридорного типу – це будинок, у якому всі квартири поверху мають виходи через спільний поверховий коридор (галерею) принаймні на двох сходах.

Такі будинки, як правило, витягнуті вздовж фасаду, мають протяжні коридори та щільне розміщення квартир на поверсі. Особливості планування коридорних будинків накладають певні обмеження: довжина загальних коридорів за природного освітлення не повинна перевищувати 24 м (при односторонньому освітленні) або 48 м (при двосторонньому).

При більшій довжині необхідно передбачати додаткові світлові «кармани» чи штучне освітлення. Згідно з ДБН, провітрювання однокімнатних і двокімнатних квартир через загальні коридори дозволяється тільки за умови коротких коридорів (≤ 24 м) із прямим природним освітленням і наскрізним або кутовим провітрюванням.

У проектуванні модернізації необхідно врахувати ці вимоги: зменшити вплив довгих темних коридорів (наприклад, за рахунок додаткових вікон чи світловодів), а також організувати повітрообмін так, щоб усунути одно- і двобічний доступ холодного повітря у житлові кімнати через коридор.

Нові ДБН передбачають жорсткішу сертифікацію будівель з точки зору енергоефективності. Зокрема, ДБН В.2.2-15:2019 („Житлові будинки. Основні положення”) обов’язково вимагає визначення енергетичного класу будинку, а також проведення теплотехнічного розрахунку будівлі та верифікацію його показників. За цим ДБН будинок класифікується за енергетичним класом (від А – найвищий до G – найнижчий).

У ДБН також наведено визначення коридорного типу та встановлено планувальні умови освітлення й вентиляції для таких будинків. ДБН В.2.5-67:2013 („Опалення, вентиляція та кондиціонування”) регламентує норми повітрообміну та енергоефективності систем ОВіК: наприклад, вимагає

застосування рекуператорів тепла у вентиляції житлових приміщень з метою зменшення вентиляційних втрат.

З європейської сторони модернізація базується на вимогах Директиви EPBD (2018) і стандартів EN/ISO. Згідно з їхнім «holistic» підходом, енергоефективність розраховується за загальною енергетичною моделлю (EN ISO 52000) з урахуванням і тепловтрат, і вентиляційних втрат, і внутрішніх теплопоступів. Українські нові норми і стандарти розроблені у руслі NZEB (Nearly Zero Energy Building) – будівель з дуже високою енергоефективністю, де майже нульова потреба в енергії повинна забезпечуватися за рахунок відновлювальних джерел на місці. Також вже введено добровільну сертифікацію за стандартом NZEB: будівлі з наближеним до нульового споживанням енергії мають відповідати вимогам до класу енергоефективності, питомого споживання первинної енергії, частки відновлювальної енергії, а також теплотехнічних характеристик огорожувальних конструкцій, повітропроникності та інженерних систем. Ці вимоги відповідають європейським нормам та сприяють інтеграції в єдині методики оцінки енергетичних характеристик будівлі.

Для досягнення стандарту низького споживання (nZEB/solar-ready) в реконструкції передбачаються такі комплексні рішення:

Зовнішнє утеплення огорожень. Стіни, покрівлю, підвал (перекриття над неопалюваними підвалами) слід додатково утеплити якісним теплоізоляційним шаром, щоб знизити коефіцієнти теплопередачі (U) у відповідності з ДСТУ/EN. Наприклад, існуючі панельні стіни із $U \approx 0,8-1,0$ Вт/м²·К можна утеплити до $U \leq 0,3-0,4$ (додатково 100–150 мм пінополістиролу/мінеральної вати) – це суттєво зменшить зимові тепловтрати. Аналогічно утеплюють покрівлю ($U < 0,25-0,3$) та міжповерхові перекриття над опалюваними та неопалюваними об'ємами. Моделювання за формулою $Q = U \times A \times (T_{in} - T_{out}) \times \Delta t$ показує, що зменшення U вдвічі дає еквівалентне зменшенню тепловтрат у два рази. В проєкті можна навести розрахунки для типових елементів фасаду з фактичними площами A і ΔT .

Енергоефективне скління. Замінюють старі вікна на сучасні з подвійним чи потрійним склінням ($U \approx 1,0-1,3 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$) та з шибками з низьким коефіцієнтом теплопередачі. Особлива увага – герметичності примикання вікон до конструкцій та ущільненню. Це знижує тепловтрати через вікна і виконує норми щодо природного освітлення.

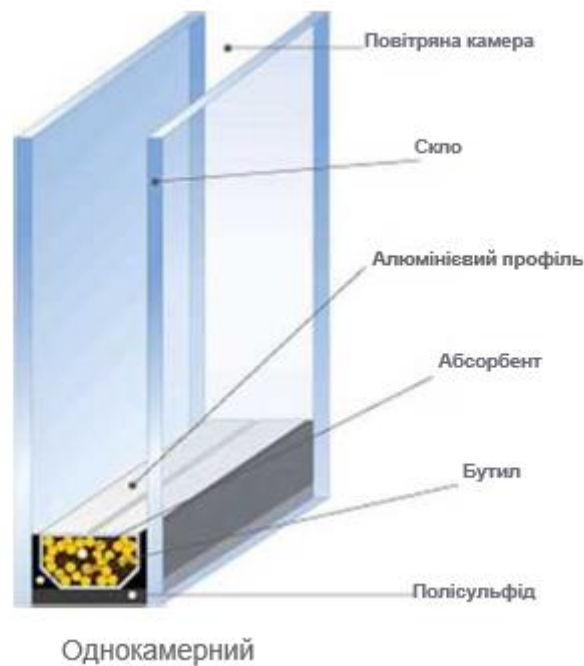


Рисунок 2.1 - Склопакет

Механічна вентиляція з рекуперацією тепла. Замість традиційного природного чи простого витяжного вентилятора впроваджують припливно-витяжну установку з рекуперацією тепла (ККД теплообмінника 60–80 %). Така система забезпечує необхідний повітрообмін та свіжість повітря, одночасно відбираючи тепло з витяжного повітря й передаючи його припливному. Це суттєво зменшує вентиляційні втрати тепла і запобігає надмірному охолодженню приміщень. Згідно з ДБН V.2.5-67-2013, для приміщень громадського призначення та житлових будинків передбачено ефективні вентиляційні рішення, а застосування рекуператорів є пріоритетним.

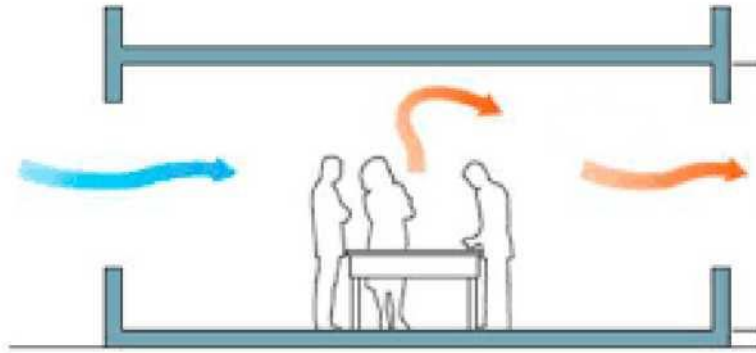


Рисунок 2.2 - Вентиляція

Сонячні панелі та теплові насоси. На опалювальному сезоні та для ГВП проектується часткове або повне покриття потреби енергії за рахунок відновлювальних джерел. Наприклад, дах орієнтований на південь зі скатом 30–40° – оптимальний для монтажу сонячних фотомодулів (Solar-Ready). Встановлюють сонячні панелі (або вакуумні колектори) для ГВП і/або фотогальваніку для електропостачання. Також можливе використання теплового насоса (повітряного або геотермального) для опалення/охолодження: за низького енергоспоживання (після утеплення) він забезпечує високу ефективність. Згідно з концепцією НЗЕБ, майже весь «залишковий» попит на енергію покривається на місці відновлюваними джерелами.

Модернізація інженерних мереж. Систему опалення переводять на конденсаційні чи інші вискоелефективні котли, мінімізують тепломережі внутрішніми ізоляціями. Встановлюють сучасні теплообмінники для ГВП та низькотемпературний розподіл опалення (наприклад, «тепла підлога»). Циркуляційні насоси, автоматику та регулювання замінюють на вискоелефективне обладнання, налаштоване за класами енергетичної ефективності згідно з ДСТУ EN 15232-1.

Автоматизоване керування кліматом. Будинок обладнують системою «розумний будинок»: датчиками температури, вологості, присутності та освітлення. Централізована автоматика керує опаленням, вентиляцією та ОВК, підтримуючи комфорт, але не витрачаючи енергію даремно. Дотримуються

вимог ДСТУ EN 15232, за якими високий клас автоматизації (Class A/B) дає додаткове енергозбереження.

За результатами моделювання обчислюють річні показники базового (до модернізації) та реконструйованого будинку: сумарне річне споживання енергії (опалення + ГВП + вентиляція + освітлення), питомі показники (кВт·год/м²·рік), а також викиди CO₂ з врахуванням джерел тепла. Згідно з розрахунками (за ДБН В.2.6-31-2021), для реконструйованого будинку очікується зниження теплових втрат, зменшення первинного енергоспоживання та CO₂, а також підвищення енергетичного класу. Наприклад, якщо базовий будинок мав середнє споживання опалення ~180 кВт·год/м²·рік (енергетичний клас E–D), то після модернізації воно може зменшитися до ~50–60 кВт·год/м²·рік (клас A–B), тобто приблизно на 65–75 %. CO₂-еквівалент скоротиться пропорційно (залежно від джерел тепла – газ/вугілля чи електрика): наприклад, при коефіцієнті 0,4 кгCO₂/кВт·год економія становитиме сотні кілограм CO₂ на кожні 100 м² опалювальної площі. Такий результат свідчить про перехід будинку на вищий клас енергоефективності за сертифікацією та близький до стандартів NZEB.

Таблиця 2.1 - Порівняльні показники базового і реконструйованого будинку (умовні цифри для ілюстрації)

Показник	Базовий варіант	Після модернізації	Зміна
Сумарне теплоспоживання (опалення+ГВП)	180 кВт·год/м ² ·рік	55 кВт·год/м ² ·рік	–69 %
Викиди CO ₂ (опалення)	72 кгCO ₂ /(м ² ·рік)	22 кгCO ₂ /(м ² ·рік)	–69 %
Клас енергоефективності будинку	E–D	A–B	–

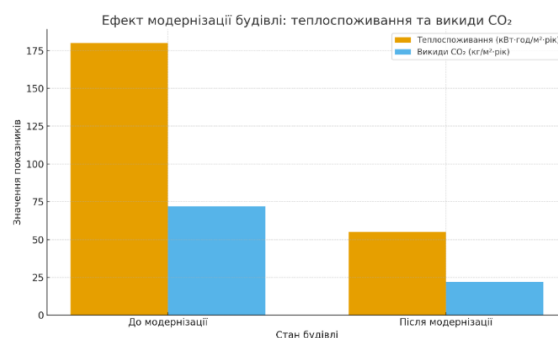


Рисунок 2.3 - Ефект модернізації будівлі

Таке табличне та графічне уявлення результатів (зниження тепловтрат, економія енергії та CO₂, поліпшення повітрообміну і комфорту) демонструє ефективність модернізації. У підсумку будинок після реконструкції відповідає європейським стандартам майже-нульового енергоспоживання (nZEB) та готовий до максимальної інтеграції сонячних технологій (solar-ready).

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ЖИТЛОВОГО КОМПЛЕКСУ КОРИДОРНОГО ТИПУ

3.1 Аналіз проектної ситуації

Проектована будівля розташована в місті Дніпро (колиш. Дніпропетровськ) – крупному промисловому центрі на південному сході України. Місто лежить приблизно на координатах $48^{\circ}27'N$, $35^{\circ}02'E$ і знаходиться на обох берегах річки Дніпро. Середня висота Дніпра – ≈ 155 м над рівнем моря. Правобережна частина міста розташована на Придніпровській височині (пагорби до 192 м), а лівобережна – на відносно рівнинній низовині. Загальні висоти коливаються від ≈ 24 м у долині річки до ≈ 192 м на пагорбах. Таке положення впливає на архітектурно-планувальні рішення – наприклад, схили забезпечують природний дренаж, а будівля повинна орієнтуватися з урахуванням перепадів рельєфу та можливого затінення сусідніми конструкціями.

Дніпро лежить на широченній хвилясто-рівнинній Придніпровській височині. Територія області, включаючи місто, має висоти 100–200 м, поступово знижуючись до низовини Дніпра. Середня висота по області – ≈ 110 м. Така топографія (низовини з крутими берегами річки і плоскі плато) впливає на сонячну інсоляцію (правий берег – сонячні схили, лівий – затінені долини) і місцеві мікрокліматичні умови. Крім того, Дніпро — великий індустріальний центр, тому місто характеризується суттєвим забрудненням атмосфери промисловими викидами. Це створює додаткові вимоги до вентиляції і очистки повітря в будівлі.

При аналізі самої ділянки слід врахувати орієнтацію на сторони світу, сусідню забудову і природні особливості. Наприклад, фасади будинку бажано орієнтувати так, щоб житлові приміщення мали максимум південного освітлення взимку та оптимальне затінення влітку. Висота і розташування

сусідніх будинків або дерев створюють тіні, які змінюють інсоляцію фасадів. За кліматичними умовами Дніпра, де найдовші дні в червні досягають ≈ 16 годин сонячного світла, а найкоротші в грудні – ≈ 8.4 год, слід проектувати будівлю так, щоб отримувати достатнє сонячне опалення взимку і уникати перегріву влітку.

Клімат Дніпра – помірно-континентальний із чотирма виразними порами року. Морози часто опускаються до $-20\dots-27$ °C (рекордні – до -30 °C), а влітку температура зростає до $+30\dots+38$ °C (рекордно до $+40.9$ °C). Середньорічна температура $\approx +9.5$ °C, середня січнева – -3.6 °C, липнева – $+22.7$ °C.

Опади. Середньорічна сума опадів – ≈ 569 мм. Найбільше опадів припадає на літні місяці (червень–липень по $55\text{--}64$ мм), найменше – на осінньо-зимові (жовтень–грудень по $39\text{--}46$ мм). Ця кількість опадів є типовою для помірного континентального клімату.

Сонячна радіація. За даними кліматичних спостережень, в Дніпрі в середньому ≈ 2046 годин сонячного сяйва на рік. Найбільш сонячні місяці – травень–серпень (по $266\text{--}310$ год/місяць), найменш – грудень–січень ($37\text{--}50$ год/місяць). Великі можливості для пасивного сонячного опалення створюють довгі літні дні (до 16 годин світлового дня).

Відносна вологість. Зима в Дніпрі доволі суха у порівнянні з вологим літом: найвищі значення вологості – у січні (≈ 91 %), найнижчі – в серпні (≈ 48 %). Узагальнена річна середня вологість – близько $73\text{--}74$ %. Низька вологість та інтенсивне сонце літом підвищують ризик перегріву; взимку ж вологість ближче до $85\text{--}90$ % сприяє відчуттю прохолоди.

Вітер. Середня швидкість вітру – помірна ($\approx 12\text{--}16$ км/год). Найбільш вітряним є холодний період (січень–лютий, до $16\text{--}17$ км/год), а найштильнішим – літо (липень, $\approx 11\text{--}12$ км/год). Така динаміка відповідає континентальному типу клімату та розташуванню міста на відкритих просторах. Напрямки вітру (переважно західні та південно-західні влітку і

північно-західні взимку) також слід враховувати при плануванні природної вентиляції та захисту від холодних потоків.

Інсоляція та тіні. Через широту $\approx 48.5^\circ$ пн.ш. сонце в Дніпрі літом піднімається високо (до $\approx 63^\circ$ над горизонтом у полудень в червні), а взимку – низько (нижче 15° у грудні). Це означає, що південні фасади отримують багато сонця взимку, що можна використати для пасивного опалення, а західні/південно-західні отримують більше сонячного нагріву ввечері влітку. Аналіз інсоляції ділянки включає побудову сонячних діаграм і розрахунок тіней: потрібно встановити оптимальні кути нахилу даху, розташування балконів чи навісів для контролю нагріву, а також мінімальні розміри вікон, що відповідають вимогам ДБН. Зокрема, будівельні норми України вимагають забезпечити достатній рівень природного освітлення та інсоляції житлових кімнат (зазвичай південного спрямування). Такі аналізи дозволяють визначити, коли і в який час доби виникатимуть тіні від сусідніх споруд, і як це впливає на температурний режим всередині будинку.



Рисунок 3.1 – Орієнтація сонячних панелей відповідно максимальній інсоляції

Клімат Дніпра відноситься до помірно холодного, тому пріоритетним завданням є опалення приміщень узимку. Однак проект житлового будинку має враховувати пікові температури влітку (особливо липень–серпень). За

оцінками, базові граду-с-дні для охолодження (від +18 °С) у Дніпрі складають лише кілька сотень градусоднів, що значно менше, ніж для опалення (~3–3.5 тис. градусоднів). Згідно з ДБН, в житлових кімнатах потрібно підтримувати +20...+22 °С в опалювальний сезон. Лише в спекотні дні можливе використання кондиціонерів – стандарти передбачають механічне охолодження загалом у громадських приміщеннях будинків (коридори, хол) та допоміжних зонах при необхідності. Вентиляція повинна забезпечувати обмін повітря не менше 1 разу на годину у житлових кімнатах. Для оцінки річних потреб у кондиціонуванні проводять теплотехнічний розрахунок з урахуванням максимальних літніх температур і сонячної радіації; частіше в Україні застосовують зворотний цикл опалювальних агрегатів або спеціальні чилери у великих комплексах.

Проект будівлі слід вести у руслі сучасних норм енергоефективності. Зокрема, Україна прийняла Закон «Про енергоефективність будівель» (2017), який імплементує положення Європейської Директиви EPBD (Energy Performance of Buildings). Це передбачає підвищені вимоги до утеплення фасадів, вікон (низькоенергетичних склопакетів), а також обов'язкове планування теплового контуру будівлі. ДБН з енергозбереження передбачають використання пасивних заходів (максимальне утеплення, орієнтацію для пасивного сонячного опалення, вентиляцію з рекуперацією тепла). Крім того, EPBD вимагає, щоб з 2020 року всі нові будівлі в ЄС були майже нульовими за енергоспоживанням; Україна нині працює над узгодженням ДБН з цими вимогами (розроблено методики «нульового» енергоспоживання). До сталих заходів також належать збір і використання дощової води, встановлення сонячних колекторів чи фотомодулів, зелені дахи тощо. Уся ця інформація — від кліматичних даних до нормативів — є основою аналізу комфортності і енергоефективності майбутньої будівлі.

3.2 Архітектурно-функціональне рішення

Дніпро розташоване в помірно-континентальній кліматичній зоні (клас Dfa за Кьоппенем) зі середньою річною температурою близько $+10,1^{\circ}\text{C}$. Холодний період триває приблизно з грудня по березень (середня температура січня $-3,4^{\circ}\text{C}$), а теплий – з червня по вересень (середня температура липня $+23,3^{\circ}\text{C}$). Середньорічна кількість опадів – ~ 547 мм, що рівномірно розподіляється протягом року. Враховуючи такі умови, проект споруди слід орієнтувати на максимальне використання сонячного тепла в холодний період та ефективне заохолодження влітку. Це передбачає добру теплоізоляцію всіх огорожувальних конструкцій і можливість провітрювання приміщень у спекотні дні.

Для північної півкулі оптимально орієнтувати головний фасад з великим заскленням на південь. У Дніпрі це забезпечить максимальне надходження прямого сонячного випромінювання в холодну пору року (сонце низько над горизонтом). Невеликі відхилення орієнтації (до $\pm 15-20^{\circ}$) від півдня зменшують генерацію лише на 5–10%. Тож покрівельні або фасадні фотоелектричні панелі слід встановлювати із азимутом $\approx 180^{\circ}$ (південь), а оптимальний кут нахилу – близько $40-45^{\circ}$ (приблизно широті міста). Східні фасади доцільно відводити під кухні й санвузли (ранкове сонце), західні – під житлові зони, де потрібне вечірнє освітлення. Наприклад, трапезні й вітальні доцільно розміщувати з південно-східного чи південно-західного боку для рівномірного денного світла, а спальні – на схід або південь для комфортного ранкового освітлення.

У проекті слід передбачити автономну сонячну електростанцію на даху будинку. Завдяки інтенсивному сонцю в літні місяці і достатній інсоляції взимку панелі, спрямовані на південь, будуть виробляти максимум електроенергії. Важливо заздалегідь проаналізувати оптимальний кут нахилу ($\approx 40^{\circ}$) та уникати тіней від сусідніх будівель чи дерев, оскільки навіть часткове затінення одного модулю може суттєво зменшити генерацію. Система

повинна бути приєднана до мережі («зелений тариф»), щоб надлишок енергії надходив в електромережу, а уночі чи в похмуру погоду повертався назад.

Для забезпечення здорового мікроклімату влітку і економії на кондиціонуванні потрібно організувати перехресну та відвітряну вентиляцію. Згідно з ДБН, у квартирах рекомендується витяг повітря з кухні, туалету й санвузлів природним способом (через витяжні канали або витяжні зонти-витяжки) за рахунок підвищення або вітру, а свіжий приплив здійснювати через вентиляційні клапани в зовнішніх стінах чи вікнах. Така схема (натуральний витяг та контрольований приплив) забезпечує необхідний повітрообмін без додаткового енергоспоживання. Особливо важливими є гарячі елементи: у спальнях і вітальнях зазвичай передбачають припливні клапани у верхній частині стін, а кухня та санвузли мають окремі витяжні канали.

Для горищних приміщень (якщо будинок із холодним горищем) ДБН передбачає отвори в зовнішніх стінах з обох боків будинку сумарною площею не менше $1/500$ від площі горищного перекриття. Такі отвори забезпечать усунення надлишку теплого повітря з горища влітку. Узагалі, провітрювання приміщень слід організовувати з урахуванням напрямку переважаючих вітрів і сезонних температур. Наприклад, у літню спеку двері та вікна на протилежних фасадах відкриваються для максимального вентиляційного потоку.

Важливим аспектом для «коридорного» будинку є освітлення загальних зон і коридорів. За ДБН житлові будинки коридорного типу мають центральний спільний простір (коридор), через який розташовуються виходи квартир. Оскільки коридори часто не мають зовнішніх вікон, їх природне освітлення можна забезпечити «світловими ліхтарями» – скляними вставками чи прозорими люками над коридором, що підсвічують його зверху. Наприклад, скляні куполи на даху над головним коридором будуть постачати денне світло і зменшать потребу в штучному освітленні. Аналогічно можна

передбачити невеликі внутрішні дворики або атріуми вздовж коридору з вікнами у житлові кімнати – це дозволить додатково освітлювати проходи.

Щоб запобігти надмірному перегріву приміщень у літню пору, на фасадах передбачають зовнішні сонцезахисні елементи. Над вікнами на південних і західних фасадах роблять подовжені карнизи чи навіси, які блокують полуденне сонце влітку, але пропускають низьке зимове сонце. Перед вікнами можуть бути встановлені перголи або фасадні ламелі з дерева чи металу – вони тонкою ґраткою фільтрують проміння, створюють тінь та частково вентилюються. Часто над дерев'яними ламелями застосовують озеленення (плющ або виткі рослини) – це покращує зовнішній мікроклімат і збільшує захист від сонця. На північних фасадах сонцезахист менш критичний, натомість можна використовувати великі вікна для одержання розсіяного світла без надлишку тепла.

Коридорний тип будинку означає, що всі квартири мають вихід через один спільний коридор (галерею) на кожному поверсі. При плануванні таких будинків слід дотримуватися стандартів: коридори між сходовими клітками мають висоту не менше 2,10 м та ширину не менше 1,35 м. Щоб забезпечити пожежну безпеку і комфорт мешканців, коридори не повинні бути занадто довгими (сегментуються протипожежними перегородками) і мають добре провітрюватися. Зазвичай передбачають дві сходові клітки на корпус, щоб зменшити довжину виходів.

Ключові принципи планування квартир у такому будинку:

1. Квартири виконуються переважно двобічними для освітлення з двох сторін. Житлові кімнати (вітальня, спальня) орієнтуються на фасади з кращим видом та освітленістю – зазвичай це схід, південь або захід залежно від розташування будинку.

2. Кухня і санвузли можуть виходити на ті фасади, де природного світла менше (наприклад, північ або тильна сторона будинку), оскільки їх функціональність менше залежить від зовнішнього виду.

3. У коридорах або тамбурах перед під'їздом передбачають вбудоване штучне освітлення з датчиками руху та евакуаційними знаками, а за можливості – віконце або «вітряну шахту» для природного провітрювання сходових клітин.

4. Таким чином, планування забезпечує зручні шляхи евакуації, достатній коридорний простір та оптимальне розташування кімнат для комфорту.

Сучасні нормативи України та ЄС вимагають, щоб нові житлові будівлі мали дуже високу енергоефективність. Зокрема, набрали чинності вимоги до будівель із близьким до нульового рівнем споживання енергії (НЗЕБ). Це означає, що будівля повинна мати мінімальні теплові втрати: огорожувальні конструкції – з потужним утепленням, вікна – з двокамерними (або енергозберігаючими) склопакетами та теплоізованими рамами. Такі рішення відповідають європейським стандартам енергоефективності.

ДБН В.2.2-15:2019 та пов'язані з ним норми на опалення й вентиляцію (ДБН В.2.5) рекомендують організовувати вентиляцію помешкань так, щоб видаляти тепле вологе повітря (з кухні, ванної, санвузла) природним чи механічним шляхом, а приплив прохолодного – через контролювані канали. Утримання вікон у закритому стані та герметична обшивка будинку є обов'язковими для зменшення втрат тепла.

Підсумково, розробка «коридорної» житлової будівлі у Дніпрі базується на гармонізації кліматичних особливостей регіону та національних/європейських норм. Це передбачає південну орієнтацію головних фасадів для оптимальної інсоляції, вентильовані та добре вентильовані приміщення, використання ЗЕЗ (фотоелектрики) та ефективні системи енергоменеджменту. Впровадження цих стратегій забезпечить комфортний мікроклімат у будинку, зниження енергоспоживання та відповідність сучасним будівельним стандартам України та Європейського Союзу.

3.3 Матеріали

Житловий будинок коридорного типу передбачає модульну конструкцію з мінімальним впливом на рельєф: несучий каркас із залізобетонних колон дає можливість легко організувати секції для багатоквартирного коридорного планування. Така схема збірної конструкції дозволяє частково залучати мешканців до самобудови окремих модулів і прискорювати будівництво. При проектуванні використано норми ДБН: зокрема, враховано вимоги пожежної безпеки (ДБН В.1.1-7) і сейсмічності (ДБН В.1.1-12), а також навантажень та впливів (ДБН В.1.2-2). Крім того, передбачено стандартну ширину коридорів згідно з ДБН В.2.2-15:2019: мінімальна ширина між сходовими прольотами або торцем коридору становить не менше 1,8 м.

Периметр будинку виконано з автоклавного газобетону (Газобетон D500–D600 з щільністю $\sim 350\text{--}500$ кг/м³), який поєднує низьку теплопровідність ($\approx 0,08\text{--}0,12$ Вт/м·К) і високу теплоємність. Згідно з новими нормами ДБН (В.2.6-31:2021), тепловий опір зовнішніх огорожень має зрости на $\approx 20\%$, тому газобетонні блоки стали одним із пріоритетних матеріалів для будівництва енергоефективних стін. Газобетон добре акумулює тепло (через свою теплоємність) та забезпечує звукоізоляцію без потреби в товстій додатковій утеплювальній штукатурці. Кладку виконано на тонкошаровий клейовий розчин ($\sim 1,5$ мм), що мінімізує термомости і похибки монтажу. За європейськими і українськими стандартами (ДБН В.2.6-33:2018) конструкція фасаду доповнена шаром клейового утеплення та гідроізоляцією відповідно до проектних розрахунків.

“Вироби з автоклавного газобетону являються ефективним теплоізоляційним матеріалом. Введення в 2022 році нових ДБН передбачає забезпечення зростання показників термічного опору огорожувальних конструкцій на 20%

В конструкції використано матеріали з високою теплоємністю (бетонні перекриття, цегла, газобетон), які акумулюють надлишкове тепло вдень і віддають його вночі. Теплова маса забезпечує стабілізацію температури всередині приміщень: як зазначено у профільних джерелах, «матеріали з високою тепловою масою (бетон, цегла) поглинають і зберігають тепло». При проектуванні враховано активне освітлення (південно-західна орієнтація вікон) і орієнтовану вентиляцію, що разом із масивними огорожувальними конструкціями реалізує пасивні принципи: тепло зберігається у стінах і перекриттях та повертається в опалювальний період. Це відповідає європейській практиці будівництва PassiveHouse, де опір теплопередачі стін $\sim 0,15 \text{ Вт/м}^2\text{К}$ або менше, що досягається поєднанням газобетону і додаткової теплоізоляції.

“Thermal mass is the ability of a material to absorb, store and release heat. Materials such as concrete, bricks and tiles absorb and store heat...” – такі матеріали допомагають підвищити енергоефективність і комфорт внутрішнього середовища.

Фундамент виконано суцільним ленточним (неоробрований ростверк із залізобетону), котрий безпосередньо пов'язаний зі стінами будинку (згідно з ДБН В.1.2-3:2016). Циклопічна залізобетонна плита підлоги та підкладкова цементно-піщана стяжка утворюють жорстку основу. Підлога піднята на ~ 30 см над рівнем землі для захисту від вологи. Поверх плити влаштовано каркасну конструкцію з металевих елементів, на які набиті дошки (товщина 15 мм, з зазором 3 мм). Така піднята дерев'яна підлога з вентиляруємим прошарком забезпечує повітряний прошарок та дозволяє дошкам змінюватися в об'ємі залежно від вологості, що відповідає ДСТУ з влаштування підлог і підвищує довговічність дерев'яного покриття. Сходи будинку – монолітні залізобетонні з дерев'яним облицюванням кроків, що забезпечує несучу здатність та естетику одночасно.

У квартирах застосовано гіпсокартонні перегородки на каркасі – наприклад, система «Plaso Acoustic» з двома шарами гіпсокартону та

ізоляцією з мінеральної вати (товщина ~ 100 мм). Такі перегородки легкі, але з кращими звукоізоляційними властивостями порівняно з простими картонно-гіпсовими. Це відповідає сучасним європейським підходам до гнучкого планування (швидкокомтовані легкі стіни) з максимальним акустичним комфортом.

Проект передбачає зелені стіни на зовнішніх фасадах (вертикальні сади), які покривають цегляну основу за допомогою опорних напрямних, модулів із рослинами та системи поливу (див. іл. знизу). Горизонтальні та вертикальні гідроізоляційні шари захищають конструкцію від вологи. Живі фасади виконують подвійне призначення: по-перше, покращують міський мікроклімат – фільтруючи повітря, зменшуючи ефект теплового острова та підвищуючи біорізноманіття. По-друге, вони створюють додаткову утеплювальну захисну «листву», що сприяє енергоефективності і зволоженню повітря. Наукові дослідження показали, що навіть прості зелені стіни значно підвищують біорізноманіття: вони слугують середовищем проживання безхребетних та місцем гніздування і годування птахів. Це прямо відповідає європейській стратегії зеленого будівництва та принципам «зеленої інфраструктури».

Дах виконано похилим із ухилом $\sim 1\%$, що полегшує водовідвід. Конструкція складається з бетонної плити та балок, по якій укладено шар гідроізоляційного бітуму. Зверху – екструзійний спінений полістирол товщиною, що відповідає нормам ДБН В.2.6-31 («UNE-EN 13164»), та дренажний шар пористого бетону, що утримує відстій води. У поєднанні з теплоакумуючою плитою даху це забезпечує хорошу термоізоляцію (низький коефіцієнт теплопровідності покриття $\approx 0,2$ Вт/м·К) та захист від атмосферних впливів. Це схоже на європейську практику двошарового (покрівельного та ізоляційного) покриття для забезпечення енергоефективності та довговічності даху.

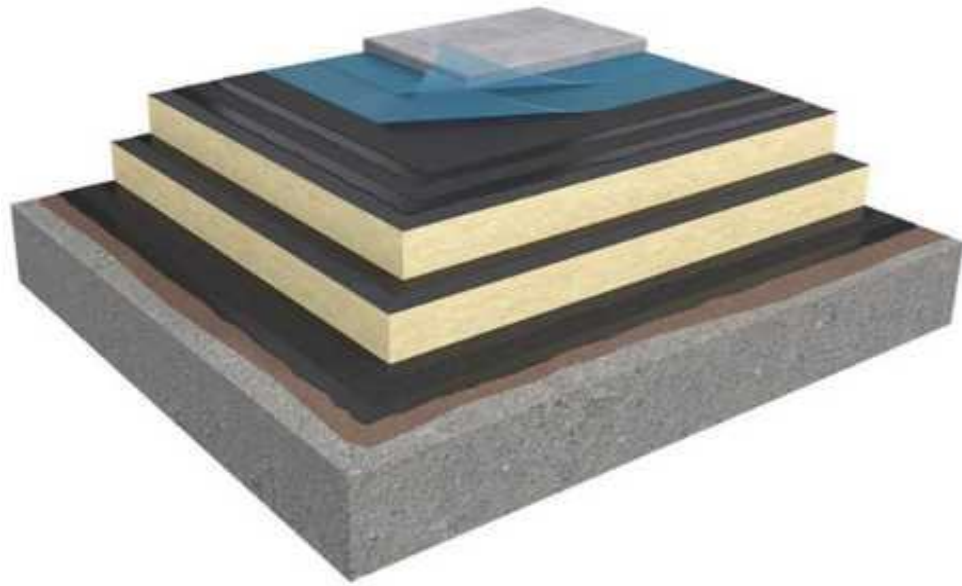


Рисунок 3.2 – Теплоізоляційні шари покрівлі

Проект реалізує ряд заходів для зниження енергоспоживання та водокористування. Наприклад, передбачається зібрати дощову воду для поливу зелених насаджень і промивання санвузлів, що дозволяє знизити споживання питної води на ~40%. В середині будинку запроектовано перехресну вентиляцію та контроль джерел забруднень повітря, що підвищує якість інтер'єру. Усі ці рішення відповідають критеріям міжнародних екосертифікацій (LEED, BREEAM): враховуються транспортний зв'язок, енергоефективність, ресурсоощадження, якість повітря і т.ін. (наприклад, LEED нараховує бали за впровадження відновлювальних джерел енергії та зменшення викидів CO₂, ефективне використання води, екологічні матеріали, інновації). В Україні та Європі будівельні регламенти дедалі більше орієнтуються на такі стандарти.

Зокрема, європейська Директива про енергоефективність будівель (EPBD) вимагає, щоб від 2020 року всі нові будівлі були майже нулькоенергоспоживання (nZEB). До 2030 року всі новобудови мають стати «нульовими викидами» вуглецю. В Україні тим часом ДБН В.2.6-31:2021 встановлює підвищені вимоги до теплоізоляції огороджувальних конструкцій, а ДБН В.2.2-15:2019 – до планування житлових будинків (зокрема, ширина

коридорів $\geq 1,8$ м, висота стель, освітлення сходових клітин тощо). Використання сучасних теплоізоляційних матеріалів та систем вентиляції у цьому проєкті повністю відповідає цим нормативам і кращим європейським практикам.

3.4 Теплотехнічний розрахунок стінового огороження

У контексті дослідження енергоефективності житлової будівлі коридорного планування в місті Дніпро проаналізовано теплофізичні параметри зовнішніх стін із урахуванням будівельних особливостей та відповідно до сучасних вимог українських та європейських норм.

Зовнішні стіни є конструктивно неоднорідними та включають такі ділянки: газобетон товщиною 400 мм, залізобетонні панелі товщиною 200 мм та залізобетонні колони товщиною 400 мм. Для оцінки найгіршого варіанту теплозахисту розглянуто ділянку з найменшим термічним опором — залізобетон 200 мм із системним утепленням.

Шарова структура стіни:

Залізобетон — 200 мм, $\lambda = 1,69$ Вт/(м·К)

Утеплювач (мінеральна вата ROCKWOOL) — 200 мм, $\lambda = 0,037$ Вт/(м·К)

Повітряний прошарок — 20 мм, $R = 0,18$ м²·К/Вт

Облицювальна цегла — 120 мм, $\lambda = 0,70$ Вт/(м·К)

Внутрішній тепловий опір (R_{si}) = 0,13 м²·К/Вт

Зовнішній тепловий опір (R_{se}) = 0,04 м²·К/Вт

Сумарний опір теплопередачі конструкції:

$$R_{\Sigma} = R_{si} + R_{\text{бетон}} + R_{\text{утеплювач}} + R_{\text{повітря}} + R_{\text{цегла}} + R_{se} = 0,13 + 0,12 + 5,41 + 0,18 + 0,17 + 0,04 = 6,05 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$$

Цей показник значно перевищує мінімально допустимий згідно з ДБН В.2.6-31:2021, що становить:

$$R_{\min} = 3,5 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$$

Водночас згідно з положеннями ДСТУ 9191:2022, при оцінці теплозахисних властивостей слід враховувати термічну неоднорідність конструкцій, зокрема лінійні та точкові теплопровідні включення. Приведений опір теплопередачі розраховується за формулою:

$$R_{\Sigma np} = \frac{A_{\Sigma}}{\sum_i (A_i / R_{\Sigma i}) + \sum_m (l_m \cdot \Psi_m) + \sum_j (N_j \cdot \chi_j)},$$

Вихідні дані:

Загальна площа стіни: $A_{\Sigma}=1824,2 \text{ м}^2$

Площа однорідної частини: $A_i=1390,13 \text{ м}^2$

Опір теплопередачі однорідної частини: $R_{\Sigma}=6,7 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$

Довжина лінійних включень (шви, стики): $l_m=342 \text{ м}$

Лінійний коефіцієнт теплопередачі: $\Psi_m=0,045 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$

Кількість точкових включень (дюбелі): $N_j=7724 \text{ шт.}$

Точковий коефіцієнт: $\chi_j=0,045 \text{ Вт}$

Результат:

$R_{eq} \approx 3,82 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$

З урахуванням лінійних та точкових містків холоду, зовнішня стіна відповідає вимогам енергоефективності, встановленим як в національних нормах, так і в європейських директивах (EN ISO 6946, EN ISO 10211) щодо оцінки теплових характеристик будівель. Вибраний конструктивний склад із мінеральною ватою, шаром повітря та облицюванням забезпечує відповідний рівень теплозахисту й може бути використаний як приклад для реконструкції існуючих панельних житлових будівель у місті Дніпро.

3.5 Визначення класу наслідків відповідальності

З метою оцінки рівня відповідальності (класу наслідків) житлової будівлі коридорного планування в м. Дніпро виконано узагальнений аналіз

площ, чисельності мешканців та потенційних соціально-економічних ризиків у разі надзвичайної ситуації, що відповідає вимогам ДСТУ 8855:2019 та адаптується до положень європейських стандартів у сфері безпеки об'єктів будівництва (зокрема EN 1990:2002/A1:2005, Eurocode – Basis of structural design).

Вихідні розрахункові дані:

Загальна площа квартир першого поверху:

$$A_1 = 680,22 \text{ м}^2$$

Нормативна площа на одну особу згідно з діючими державними будівельними нормами (ДБН В.2.2-15:2019):

$$21 \text{ м}^2 \text{ житлової площі} + 10,5 \text{ м}^2 \text{ допоміжної} = 31,5 \text{ м}^2/\text{особу}$$

Кількість постійних мешканців 1-го поверху:

$$N_1 = 580,4431,5 \approx 18,43 \text{ осіб}$$

Сумарна площа квартир у будинку:

$$A_{\Sigma} = 2206,62 \text{ м}^2$$

Загальна кількість постійних мешканців:

$$N_{\text{пост}} = 95 + 1 \text{ (консьерж)} = 96 \text{ осіб}$$

Тимчасове перебування (не більше ніж 50% постійного):

$$N_{\text{тимч}} = 0,5 \cdot 96 = 48 \text{ осіб}$$

Загальна кількість людей, що потенційно перебувають у будівлі одночасно:

$$N_{\Sigma} = N_{\text{пост}} + N_{\text{тимч}} = 144 \text{ осіб}$$

Вартісні показники:

Вартість 1 м² житла (за Наказом №351 Мінрегіону від 23.04.2024):

$$C = 20868 \text{ грн/м}^2$$

Повна вартість об'єкта:

$$\Phi = 20868 \cdot 2206,62 = 46047,75 \text{ тис.грн}$$

Прогнозовані матеріальні збитки (згідно ДСТУ 8855:2019, коеф. 0,225):

$$F = 0,225 \cdot 46047,75 = 10360,74 \text{ тис.грн}$$

Еквівалент в мінімальних заробітних платах (МЗП = 8000 грн, з 01.04.2024): 1295 МЗП

Таблиця 3.1 - Визначення класу наслідків (відповідальності) згідно з ДСТУ 8855:2019

Параметр оцінки	Значення	Клас наслідків
Постійно перебувають (N ₁)	96 осіб	СС2
Тимчасово перебувають (N ₂)	48 осіб	СС1
Усього (включаючи зовнішні) перебувають	144 осіб	СС2
Прогнозовані збитки (у МЗП)	1295 МЗП	СС1

Проаналізована житлова будівля коридорного типу в м. Дніпро класифікується за класом наслідків СС2 (середній рівень відповідальності), що відповідає будівлям з потенційним перебуванням понад 100 осіб та середнім рівнем матеріального ризику. Такий рівень вимагає дотримання розширених вимог до надійності та безпеки при проектуванні та експлуатації будівлі згідно з українськими нормативами та нормами EN 1991-1-7 (Eurocode 1).

3.6 Розрахунок та конструювання

3.6.1 Постійні навантаження

Оцінка навантажень та впливів на несучі елементи житлової будівлі коридорного типу виконувалась відповідно до чинних в Україні нормативних документів, зокрема ДБН В.1.2-2:2006 «Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування», а також гармонізованих положень Єврокоду 1 (EN 1991-1), який регламентує дію постійних, змінних та кліматичних навантажень.

Моделювання будівлі виконано в середовищі Revit 2022 із формуванням архітектурно-конструктивної моделі та експортом у форматі IFC для подальшої обробки в ПК САПФІР. Конструктивна розрахункова модель

автоматично синхронізована з ЛІРА-САПР, де було здійснено статичний і динамічний розрахунок з урахуванням усіх типів навантажень.

Категорії навантажень:

1. Постійні навантаження:

Власна вага конструкцій: залізобетонні плити, колони, фундаменти, стіни.

Вагові характеристики оздоблювальних шарів (стяжки, облицювання, тепло- і гідроізоляція).

Елементи фасадного декору, кладка перегородок.

2. Тимчасові експлуатаційні навантаження:

Навантаження на житлові приміщення, вестибюлі, коридори, балкони.

Розподілене навантаження на сходові клітки згідно з Таблицею Г.1 ДБН В.1.2-2:2006 (для житлових будівель – 150–200 кг/м² залежно від функціонального призначення).

3. Кліматичні навантаження:

Снігове навантаження – II зона (м. Дніпро), згідно з ДБН В.1.2-2:2006, становить 1,2 кПа для горизонтальної проекції даху.

Вітрове навантаження – I зона (згідно з картою України в ДБН), розрахункове значення – 0,3 кПа (враховується коефіцієнт обтічності та експозиція фасадів).

Температурні деформації та усадкові напруження, особливо важливі для конструкцій з великим кроком колон і протяжними коридорами.

4. Особливі навантаження (відповідно до EN 1991-1-7):

Навантаження від систем інженерного обладнання (вентиляція, водопровід, опалення).

Динамічні впливи в разі аварійного навантаження (наприклад, вибух побутового газу).

Навантаження на конструкції евакуаційних виходів та місць загального користування в періоди пікового навантаження (наприклад, при евакуації).

Таблиця 3.2 - Постійні та експлуатаційні навантаження на перекриття

Призначення зони	Нормативне навантаження, кг/м ²	Коеф. надійності	Розрахункове навантаження, кг/м ²
Підвал (стяжка + утеплення + L)	335	1.3	435.5
Перший поверх (коридори)	409	1.3	511.7
Типові поверхи (житло)	388	1.3	504.4

Таблиця 3.3 - Навантаження на покрівлю

Елемент покриття	Нормативне навантаження, кг/м ²	Коеф. надійності	Розрахункове навантаження, кг/м ²
Покрівельний піріг (включно з гідро- і пароізоляцією)	462	1.3	604.5
Корисне навантаження (технічна зона)	50	1.3	65
Разом	512	—	669.5

Таблиця 3.3 – Навантаження від огорожувальних конструкцій

Конструктивний елемент	Нормативне навантаження, кг/м ²	Коеф. надійності	Розрахункове навантаження, кг/м ²
Зовнішня стіна (газобетон, утеплювач, цегла)	222.8	1.3	289.64
Міжкімнатні перегородки (цегла)	438.8	1.2	548.84

Навантаження, застосовані в моделюванні конструктивної схеми житлової будівлі, відповідають нормам ДБН В.1.2-2:2006, ДСТУ-Н Б EN 1991-1-1:2010 та враховують сучасні вимоги щодо забезпечення енергоефективності, надійності та довговічності конструкцій. Врахування повного спектра постійних, змінних, кліматичних і спеціальних навантажень дозволяє сформувати обґрунтовану модель для проєктування та подальшої експлуатації будівлі відповідно до рівня відповідальності СС2.

3.6.2 Вітрові навантаження

Оцінка впливу вітрового навантаження на конструктивні елементи житлової будівлі з коридорним плануванням у м. Дніпро проводиться відповідно до норм ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи» та гармонізованих положень ДСТУ-Н Б EN 1991-1-4:2012 (Єврокод 1. Навантаження. Частина 1-4: Загальні навантаження – Навантаження від вітру)».

Будівля розташована в умовах II вітрового району України, де характерне нормативне значення вітрового тиску становить $w_0 = 460$ Па. Це значення враховує розташування міста у південно-східному регіоні з переважанням східних і північно-східних вітрів, а також специфіку міської забудови.

Методика розрахунку

Розрахунок вітрового тиску здійснюється з урахуванням:

- активної (навітряної) та пасивної (підвітряної) складових;
- коефіцієнтів форми будівлі (C_{aer}), що залежать від архітектурної конфігурації фасадів;
- коефіцієнтів висоти (C_h) та орієнтації будівлі (C_{dir});
- коефіцієнта надійності γ_{fm} (приймається рівним 1.14 для житлових будівель з експлуатаційним терміном понад 50 років).

Значення розрахункового вітрового тиску на 1 м^2 визначається за формулою:

$$w = \gamma_{fm} \times w_0 \times C,$$

де:

γ_{fm} – коефіцієнт надійності за навантаженням (1.14),

w_0 – нормативне значення вітрового навантаження (460 Па),

C – загальний аеродинамічний коефіцієнт (сукупність C_{aer} , C_{dir} , C_{rel} , C_{alt} , C_h тощо).

Для спрощення моделювання в ПК «ЛІРА-САПР» вітрове навантаження було зведене до зосереджених сил, прикладених у площинах міжповерхових перекриттів на основі висоти будівлі.

У будівлі висотою до 13 м (до 4 поверхів включно) вплив вітру наростає зі збільшенням Z – відстані від поверхні ґрунту. За європейською методикою EN 1991-1-4, застосовано коефіцієнти для кожного рівня, що враховують підсилення тиску за рахунок формули логарифмічного профілю швидкості вітру. Результати наведені нижче.

Таблиця 3.4 - Зведена таблиця вітрових навантажень по висотах

Поверх	Висота, м	C (навітр.)	C (підвітр.)	W (Па) навітр.	W (Па) підвітр.	W результ.
1	2.2	0.466	-0.349	265	-199	66 Па
2	3.4	0.543	-0.407	310	-232	78 Па
3	6.8	0.776	-0.582	442	-332	110 Па
4	10.2	0.931	-0.698	531	-398	133 Па

В результатах враховано зменшення тиску на підвітряному фасаді. У ПК ЛІРА-САПР для кожного рівня створено вітрові навантаження у вигляді парних протилежних сил у площині фасадів.

Розрахунок вітрового навантаження для будівлі з коридорною схемою планування проведений з урахуванням регіональних кліматичних умов, згідно з актуальними вимогами ДБН В.1.2-2:2006, а також положень Єврокоду 1. Отримані значення навантажень є достатньо точними для виконання подальших інженерних розрахунків у середовищі ПК «ЛІРА-САПР» та забезпечують відповідність конструктивної схеми будівлі рівню відповідальності СС2.

3.6.3 Снігові навантаження

Визначення граничного снігового навантаження для багатоквартирної житлової будівлі коридорного типу, розташованої у м. Дніпро, виконується

відповідно до вимог нормативного документу ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи» та узгоджується з європейськими положеннями **EN 1991-1-3:2005 Eurocode 1 – Actions on structures – Part 1-3: General actions – Snow loads».

Нормативна база та регіональні характеристики

Дніпро належить до III снігового району України, де характеристичне значення снігового навантаження на ґрунт становить:

$$S_0 = 1100 \text{ Па} = 1,1 \text{ кН/м}$$

Для визначення розрахункового навантаження на горизонтальну покрівлю застосовується загальна формула:

$$S = S_0 \cdot \mu \cdot C_e \cdot C_{alt} \cdot \gamma_f = 1,1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,14 = 1,254 \text{ кН/м}^2$$

де:

μ — коефіцієнт переходу снігового покриву на ґрунті до навантаження на дах ($\mu = 1$ для плоских покрівель з ухилом до 25°),

C_e — коефіцієнт експлуатації покрівлі (приймається 1 для неопалюваних горищ та технічних поверхів),

C_{alt} — коефіцієнт висотного положення (1 для висот до 300 м),

γ_f — коефіцієнт надійності (1.14 для постійних навантажень згідно ДБН).

Врахування снігових нагромаджень біля парапетів

У межах коридорного планування з горизонтальним типом покрівлі актуальною є оцінка нерівномірного розподілу снігу. За Схемою 10 ДБН В.1.2-2:2006 для зони скупчення снігу поблизу парапету (висотою $h = 0,76$ м) використовується спеціальна формула для уточнення коефіцієнта μ :

$$\mu_{\max} = 2hl = 2 \cdot 0,76 \cdot 1,2 = 1,27$$

У цьому випадку розрахунок снігового навантаження у зоні нагромадження виглядає наступним чином:

$$S_{\max} = S_0 \cdot \mu_{\max} \cdot \gamma_f = 1,1 \cdot 1,27 \cdot 1,14 = 1,595 \text{ кН/м}^2$$

Це значення застосовується на ділянці покрівлі протягом 1,52 м (тобто 2h) від основи парапету з поступовим зменшенням до стандартного значення $S = 1,254 \text{ кН/м}^2$.

Європейський підхід

У контексті гармонізації з європейськими практиками (Eurocode 1 – EN 1991-1-3:2005), розподілене снігове навантаження поділяється на:

- типове рівномірне навантаження (flat roof snow load),
- нагромадження у зонах вітрового занесення (drifted zones),
- локальне перевантаження на покриттях зі складною геометрією.

Розрахунок за євростандартами враховує додаткові коефіцієнти exposure (Ce) та thermal (Ct), які можуть бути використані у майбутніх етапах проектування для підвищення точності моделювання впливів.

У межах дослідження багатоповерхової житлової будівлі коридорного планування в м. Дніпро було виконано розрахунок несучих конструкцій з використанням методу скінчених елементів (МКЕ), що відповідає практиці європейських інженерних стандартів (зокрема EN 1992-1-1:2004 – Eurocode 2). У якості основних змінних у розрахунковій моделі застосовано вузлові ступені вільності, які враховують:

X, Y, Z — лінійні переміщення по відповідних осях координат;

UX, UY, UZ — обертання навколо координатних осей.

Розрахунок плит перекриття виконувався у складі повної тривимірної моделі каркаса, з моделюванням монолітного з'єднання плит із вертикальними несучими елементами (колонами), що відповідає умовам просторової роботи конструкції згідно з ДБН В.2.6-98:2009.

Інформаційна модель будівлі була створена в середовищі Autodesk Revit 2024, з подальшим експортом в ПК «САПФІР», де автоматизовано сформовано розрахункову схему. Ця модель далі передавалася у ПК «ЛІРА-САПР», що дало змогу виконати детальний статичний розрахунок із врахуванням таких навантажень:

Постійні навантаження:

- власна вага плит перекриття;
- маса підлогового покриття;
- навантаження від огорожувальних конструкцій (зовнішні стіни).

Довготривалі експлуатаційні навантаження — корисне навантаження на міжповерхові перекриття.

Довготривалі статичні навантаження — від внутрішніх перегородок.

Кліматичні навантаження:

- снігове навантаження, згідно з ДБН В.1.2-2:2006 та EN 1991-1-3;
- вітрове навантаження у двох ортогональних напрямках (вздовж осей X та Y) відповідно до ДБН та EN 1991-1-4.

Власна вага залізобетонних конструкцій (колони, ригелі, плити, діафрагми жорсткості) враховувалася автоматично на основі фізико-механічних характеристик матеріалів у програмному комплексі «ЛПРА-САПР».

По завершенні розрахунків результати були інтегровані назад у «САПФІР» для виконання автоматичного підбору арматури та формування креслень армування згідно з нормами ДБН В.2.6-98:2009. Усі креслення увійшли до графічної частини проєкту, яка містить повний комплект схем, розгорток та планів армування несучих елементів.

ВИСНОВКИ

У ході дослідження житлової будівлі коридорного планування в місті Дніпро було проведено комплексний аналіз архітектурно-планувальних, конструктивних, інженерних та енергетичних характеристик об'єкта, що дозволило оцінити його відповідність сучасним нормативам та практикам проєктування в Україні й країнах Європейського Союзу.

Основну увагу приділено дослідженню відповідності конструктивних елементів вимогам ДБН В.1.2-2:2006, ДБН В.2.6-31:2021, ДСТУ 8855:2019, ДСТУ 9191:2022 та інших актуальних нормативних документів, що регламентують безпеку, енергоефективність та комфорт у житлових будівлях. Особливий акцент зроблено на оцінці теплозахисних якостей огороджувальних конструкцій, вітрових і снігових навантажень, класу наслідків (СС2), а також на реалізації принципів сталого розвитку.

У роботі запропоновано можливості адаптації будівлі до сучасних вимог — зокрема, шляхи підвищення її енергоефективності за рахунок удосконалення систем утеплення, модернізації конструктивних елементів та потенційної реконструкції об'єкта. Проведені інженерні розрахунки, моделювання в середовищах Revit, САПФІР та ЛПА-САПР дозволили отримати обґрунтовані технічні рішення, що знайшли відображення як в аналітичній, так і в графічній частинах проєкту.

Таким чином, дослідження підтвердило, що навіть будівлі старого житлового фонду коридорного типу можуть бути адаптовані до сучасних нормативів шляхом раціональної реконструкції або заміни новим проєктом, що враховує потреби комфорту, енергозбереження та сталого розвитку міського середовища.

Список використаних джерел

1. Практичні заняття 11–14. Принципи формування структури житла. Навчально-методичний посібник. – К., 2020.
2. World Construction Network. The challenge of passive house design. 2017.
3. Skanska AB. Norra Vitsippan, Salem – net-zero energy housing project (Sweden). (skanska.com)
4. Castro F. Puukuokka Housing Block (ООРЕАА). ArchDaily, 2017.
5. Fundermax. The Lodenareal Passive Apartment Building (Austria). 2025.
6. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ). Проект «Демонстрація переваг енергоефективного житла на прикладі району м. Львова» (інформаційний ресурс). 2018–2028.
7. Фонд енергоефективності. У Львові утепили будинок з ОСББ «Антонича 26» за сприяння Фонду та міської ради. 13.08.2021.
8. Фонд енергоефективності. ОСББ «Обрій 21» завершило участь у Програмі «Енергодім» та отримало відшкодування 70%. 01.05.2024.
9. ДніпроTV (DniproTV). Дніпро масштабує енергоефективність будинків ОСББ/ЖБК через програму співфінансування. 13.11.2025.
10. Property Times (інфо.) Енергомодернізація ОСББ: за два роки — 1,3 млрд грн грантів. 08.09.2025.
11. Державні будівельні норми України. ДБН В.2.2-15:2019. Житлові будинки. Основні положення. – Київ: Мінрегіон України, 2019.
12. Державні будівельні норми України. ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи. – Київ: Мінбуд України, 2006. – 84 с.
13. Державні будівельні норми України. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція будівель. – Київ: Мінрегіон України, 2021. – 63 с.
14. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Настанова з проектування житлових будинків. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. – 56 с.
15. Європейська комісія. Energy Performance of Buildings Directive (EPBD). – Brussels: European Union, 2023. – [Електронний ресурс]. – Режим

доступу: https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings_en (дата звернення: 05.12.2025).

16. Енергетичний сертифікат багатоквартирного житлового будинку. Дніпро, 2021 // Платформа енергоефективності e-construction.gov.ua. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://e-construction.gov.ua> (дата звернення: 05.12.2025).

17. Bau.com.ua. Портал будівництва та архітектури: нормативна база та проєктні рішення. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.bau.com.ua> (дата звернення: 05.12.2025).

18. Європейський стандарт EN ISO 6946:2017. Building components and building elements – Thermal resistance and thermal transmittance – Calculation method. – Brussels: CEN, 2017.

19. Державні будівельні норми України. ДБН В.1.2-11:2021. Енергозбереження та енергоефективність будівель. – Київ: Мінрегіон України, 2021. – 44 с.

20. Directive (EU) 2018/844 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 amending Directive 2010/31/EU on the energy performance of buildings and Directive 2012/27/EU on energy efficiency // Official Journal of the European Union. – 2018. – L 156. – P. 75–91.

21. Energy Efficiency in Buildings. Energy Performance of Buildings Directive (EPBD). – Brussels: European Commission, 2021. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings_en

22. Держенергоефективність України. Офіційний вебсайт Державного агентства з енергоефективності та енергозбереження України. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://saee.gov.ua/>

23. KNESS Group. Сонячні електростанції та фотоелектричні модулі. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://kness.energy/>

24. VENTS – Системи вентиляції та рекуперації тепла: технічний каталог. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ventilation-system.com.ua/>
25. Zehnder Group. Комфортна вентиляція з рекуперацією: технічні рішення. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.zehndergroup.com/>
26. Mitsubishi Electric. Теплові насоси для житлових будівель. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.mitsubishielectric.com/>
27. NIBE Energy Systems. Продукти для енергоефективного опалення та вентиляції. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.nibe.eu/>
28. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. – Київ: Мінрегіон України, 2013. – 108 с.
29. ДБН В.1.1-31:2013. Захист від шуму. – Київ: Мінрегіон України, 2013. – 44 с.
30. EN 16798-1:2019. Energy performance of buildings – Ventilation for buildings – Part 1: Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics. – Brussels: CEN, 2019.
31. EN 12354:2000. Building Acoustics – Estimation of acoustic performance of buildings from the performance of elements. – Brussels: CEN, 2000.
32. Bau.com.ua. Довідник з будівельного проектування [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://bau.com.ua> (дата звернення: 05.12.2025).
33. Державний портал з питань будівництва та енергозбереження України – e-construction.gov.ua [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://e-construction.gov.ua> (дата звернення: 05.12.2025).
34. Energy.ec.europa.eu. European Commission – Energy performance of buildings [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings> (дата звернення: 05.12.2025).

35. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Настанова з улаштування енергозберігаючих систем у будівлях. – Київ: ДП "УкрНДНЦ", 2010.

36. Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України. Методичні рекомендації з енергетичного аудиту будівель. – Київ: Держенергоефективності, 2020.