

**ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ
МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ
ім. С.З.ГЖИЦЬКОГО
ФАКУЛЬТЕТ БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ
КАФЕДРА АРХІТЕКТУРИ**

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи
рівня вищої освіти «Магістр»

на тему: Архітектура офісно-житлових будинків середньої поверховості
Західного регіону України з застосуванням принципів зелених дахів та
вертикального озеленення.

Виконав:
студент VI курсу, групи Арх - 61
спеціальності
191 «Архітектура та містобудування»

_____ Бубела О.Т.
(прізвище та ініціали)

Керівник Савчак Н.С.
(прізвище та ініціали)

Консультанти з розділів:

Науково-дослідний

_____ Савчак Н.С.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Охорона навколишнього
середовища

_____ Панас Н.Є.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Дубляни - 2025 рік

**ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ
МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ
ім. С.З.ГЖИЦЬКОГО**

Факультет будівництва та архітектури
Кафедра архітектури

Рівень вищої освіти «Магістр»

Спеціальність 191 «Архітектура та містобудування»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____

17. 03. 2025 року

З А В Д А Н Н Я
на магістерську роботу

студенту _____ Бубелі Олесю Тарасовичу
(прізвище, ім'я, по-батькові)

1. Тема роботи: Архітектура офісно-житлових будинків середньої поверховості Західного регіону України з застосуванням принципів зелених дахів та вертикального озеленення.

керівник роботи Савчак Нестор Степанович, к.т.н., доцент

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

затверджені наказом університету від 14 березня 2025 року № 189 – 4

2. Строк подання студентом роботи 20.12.2025р.

3. Вихідні дані до роботи: *містобудівні схеми, ілюстративні матеріали наукової літератури, замальовки, авторські фото.*

4. Зміст пояснювальної записки:

Реферат

Зміст

Вступ (актуальність, мета, завдання, об'єкт, предмет, методика дослідження).

Розділ 1. Стан проблеми, огляд літератури.

Розділ 2. Комплексне дослідження архітектури офісно-житлових будинків середньої поверховості Західного регіону України з застосуванням принципів зелених дахів та вертикального озеленення.

2.1. Дослідження зарубіжного досвіду архітектури офісно-житлових будинків з застосуванням принципів зелених дахів та вертикального озеленення.

2.2. Дослідження вітчизняного досвіду архітектури офісно-житлових будинків з застосуванням принципів зелених дахів та вертикального озеленення

Розділ 3. Проектні пропозиції (архітектури офісно-житлових будинків середньої поверховості Західного регіону України)

Розділ 4. Охорона навколишнього середовища.

Висновки та пропозиції

5. Перелік графічного матеріалу:

архітектурно-ілюстративні матеріали з дослідження задекларованої проблеми вітчизняного та зарубіжного досвіду, проектні пропозиції.

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	<i>Савчак Н.С., доцент</i>		
2	<i>Савчак Н.С., доцент</i>		
3	<i>Савчак Н.С., доцент</i>		
4	<i>Панас Н.С., доцент</i>		

7. Дата видачі завдання 18.03.2025р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1	<i>Збір та опрацювання матеріалів для виконання кваліфікаційної магістерської роботи</i>	24.03-20.10.25р.	
2	<i>Написання пояснювальної записки кваліфікаційної магістерської роботи</i>	20.10-22.11.25р.	
3	<i>Виконання ілюстративних та архітектурно-планувальних креслень</i>	22.11-20.12.25р.	
4	<i>Представлення кваліфікаційної роботи на перевірку на плагіат та підпис</i>	20.12.25р.	

Студент _____
(підпис)

Бубела О.Т.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Савчак Н.С.
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Магістерська робота, подана для здобуття освітнього ступеня «Магістр», складається з 71 сторінок основного тексту, включає 28 ілюстрацій, 2 таблиці та спирається на 54 опрацьованих наукових і нормативних джерел.

Тема дослідження: «Архітектура офісно-житлових будівель середньої поверховості Західного регіону України з використанням принципів зелених дахів та вертикального озеленення».

У магістерській роботі я дослідив сталі архітектурні рішення для офісно-житлових будівель середньої поверховості в умовах інтенсивної урбанізації міст Західної України. Застосування елементів зеленої інфраструктури, зокрема експлуатованих покрівель і вертикального озеленення, розглядається як ефективний спосіб підвищення енергоефективності будівель, покращення мікрокліматичних умов та зменшення навантаження на системи водовідведення.

У роботі запропоновано наукове обґрунтування архітектурно-типологічних і просторово-планувальних принципів проектування офісно-житлових будівель середньої поверховості шляхом інтеграції зелених покрівель та вертикального озеленення щоб підвищити їхніх екологічних і енергоощадних характеристик.

Під час мого дослідження було виконані такі завдання: проаналізовано типологію офісно-житлових комплексів та їх значення у структурі міста; вітчизняний і зарубіжний досвід застосування принципів зеленої архітектури з урахуванням кліматичних та інженерно-геологічних умов Західного регіону України; розроблено проєктні рішення офісно-житлового комплексу із застосуванням експлуатованих зелених дахів і систем вертикального озеленення.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. СТАН ПРОБЛЕМИ, ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	9
1.1 Містобудівна та типологічна роль офісно-житлових будинків середньої поверховості	9
1.2 Теоретичні засади зеленої архітектури та принципи інтеграції зелених дахів і вертикального озеленення.....	13
1.3 Нормативно-правові засади проєктування енергоефективних будівель та зеленої інфраструктури в Україні.....	16
РОЗДІЛ 2. КОМПЛЕКСНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ АРХІТЕКТУРИ ОФІСНО-ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ СЕРЕДНЬОЇ ПОВЕРХОВОСТІ ЗАХІДНОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ З ЗАСТОСУВАННЯМ ПРИНЦИПІВ ЗЕЛЕНИХ ДАХІВ ТА ВЕРТИКАЛЬНОГО ОЗЕЛЕНЕННЯ.....	18
2.1 Дослідження зарубіжного досвіду архітектури офісно-житлових будинків з застосуванням принципів зелених дахів та вертикального озеленення.....	18
2.1.1 Функціонально-планувальні моделі інтеграції зелених дахів і вертикального озеленення.....	28
2.1.2 Інженерно-конструктивні рішення зелених дахів та вертикального озеленення у світовій практиці.....	30
2.1.3 Екологічні та експлуатаційні ефекти впровадження зеленої інфраструктури.....	35
2.2 Дослідження вітчизняного досвіду архітектури офісно-житлових будинків з застосуванням принципів зелених дахів та вертикального озеленення.	37
2.2.1 Вплив природно-кліматичних та містобудівних умов на формування архітектурних рішень.....	42
2.2.2 Проблеми та обмеження застосування зелених дахів і вертикального озеленення в сучасній українській практиці.....	44

РОЗДІЛ 3. ПРОЄКТНІ ПРОПОЗИЦІЇ (АРХІТЕКТУРИ ОФІСНО-ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ СЕРЕДНЬОЇ ПОВЕРХОВОСТІ ЗАХІДНОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ).....45

- 3.1 Архітектурно-планувальні рішення.....45
 - 3.1.1 Містобудівні умови та обмеження проєктування.....45
 - 3.1.2 Планувальна організація території та функціональне зонування.....47
 - 3.1.3 Благоустрій та озеленення території.....48
- 3.2 Архітектурно-будівельні рішення.....50
 - 3.2.1 Об'ємно-просторове та функціонально-планувальне рішення будівлі.....50
 - 3.2.2 Архітектурно-художнє вирішення та фасадні системи.....55
 - 3.2.3 Заходи з пожежної безпеки.....57
- 3.3 Проєктно-конструктивні рішення.....58
 - 3.3.1. Конструктивно-будівельні елементи та огорожувальні конструкції58
 - 3.3.2. Інженерні системи будівлі та їх інтеграція в архітектурно-будівельні рішення.....59
 - 3.3.3. Конструктивні рішення покриття та інтеграція зелених дахів.....60

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....62

- 4.1 Екологічні аспекти розміщення та експлуатації офісно-житлових будинків у міському середовищі.....62
- 4.2 Вплив зелених дахів і вертикального озеленення на енергоефективність та мікроклімат будівлі.....63
- 4.3 Управління поверхневими водами та зменшення екологічного навантаження.....64

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ.....66

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК.....68

ВСТУП

Актуальність дослідження:

Сучасний етап розвитку великих міських систем західного регіону України характеризується інтенсивними процесами урбанізації, що супроводжуються ущільненням забудови та зростанням навантаження на міське середовище. У цих умовах особливої актуальності набуває завдання формування сталого архітектурного середовища, здатного поєднати потреби розвитку міста з вимогами екологічної безпеки, соціальної інклюзивності та збереження історично сформованого просторового масштабу.

Багатофункціональні офісно-житлові комплекси, які інтегрують житлові, та громадські функції, на сьогодні розглядаються як один з найбільш ефективних інструментів досягнення необхідної щільності забудови. Водночас забудова середньої поверховості є оптимальним містобудівним рішенням для умов Західної України, оскільки вона дозволяє впроваджувати нові об'єкти без порушення історично сформованого масштабного та силуетного контексту міст.

Також важливим питанням є інтеграція елементів зеленої інфраструктури, зелених дахів і вертикального озеленення — як ефективних засобів підвищення екологічної ефективності будівель, покращення мікроклімату та зменшення негативного впливу «міського острова тепла». Саме поєднання містобудівних, конструктивних і екологічних викликів стало особистою мотивацією для вибору теми даного дослідження.

Мета роботи

Метою магістерської роботи є наукове обґрунтування комплексу архітектурно-типологічних, інженерних та конструктивних принципів проєктування офісно-житлових комплексів середньої поверховості з інтеграцією вертикального озеленення та зелених дахів у специфічних умовах Західного регіону України.

Завдання дослідження

Для досягнення поставленої мети в роботі передбачено вирішення таких основних завдань:

- систематизувати міжнародний досвід застосування зелених дахів і систем вертикального озеленення з акцентом на конструктивні та гідроізоляційні рішення;
- дослідити вплив інженерно-геологічних і природно-кліматичних умов Західного регіону України на вибір архітектурно-конструктивних підходів;
- розробити проєктну пропозицію офісно-житлового комплексу середньої поверховості з комплексною інтеграцією зеленої інфраструктури та елементів цивільного захисту;
- оцінити економічну доцільність впровадження екологічно орієнтованих рішень і обґрунтувати відповідні природоохоронні заходи.

Об'єкт дослідження

Об'єктом дослідження є архітектурне середовище офісно-житлових комплексів середньої поверховості в містах Західного регіону України.

Предмет дослідження

Предметом дослідження є принципи формування інженерних, конструктивних та архітектурно-планувальних рішень офісно-житлових будівель змішаного призначення з інтеграцією вертикального озеленення та зелених покрівель.

Методика дослідження

Методика дослідження ґрунтується на комплексному підході, який поєднує історико-генетичний аналіз розвитку типології офісно-житлової забудови з порівняльно-типологічним вивченням вітчизняного та зарубіжного досвіду зеленої архітектури. У роботі також застосовано аналітичну оцінку інженерно-геологічних умов територій проєктування та аналіз чинної нормативно-правової бази у сфері будівництва, енергоефективності й екологічної безпеки.

РОЗДІЛ 1. СТАН ПРОБЛЕМИ, ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Містобудівна та типологічна роль офісно-житлових комплексів середньої поверховості

Формування міського середовища міст західного регіону України історично відбувалося в межах європейської урбаністичної традиції, для якої характерні чітка квартальна структура, вуличний фронт та домінування мало- і середньоповерхової забудови. Такі принципи просторової організації детально описані в працях К. Зітте, М. Конзена та Л. Мамфорда, які розглядали міську форму як результат поєднання соціальних, культурних і просторових чинників. Архітектурний образ Львова, Івано-Франківська та Чернівців сформувався під впливом саме цих закономірностей, що визначили стійкий людський масштаб і візуальну цілісність міського середовища [1–3].

Питання інтеграції багатофункціональних будівель у сформовану міську тканину стало предметом активних наукових досліджень у другій половині ХХ століття. Джейн Джейкобс у своїх роботах обґрунтувала необхідність функціонального змішування як передумови життєздатності міста, тоді як Я. Гейл зосередив увагу на значенні середньої поверховості для формування комфортного пішохідного середовища. У цих дослідженнях забудова висотою 4–9 поверхів розглядається як компроміс між щільністю та збереженням людського масштабу [4, 5].

Розвиток ідей екологічно орієнтованої архітектури безпосередньо пов'язаний із працями Ієна Макхарга, який заклав основи екологічного планування, та Ф. Шумахера, що розглядав архітектуру як частину ширшої системи сталого розвитку. Подальший розвиток цієї тематики простежується в роботах В. МакДоно і М. Браунгарта, які сформулювали концепцію «cradle to cradle», наголошуючи на інтеграції природних процесів у будівельну структуру [6–8].

Значний внесок у формування типології офісно-житлових комплексів з елементами зеленої архітектури зробили архітектори Норман Фостер, Ренцо Піано та Герцог і де Мерон. У їхніх проєктах середньоповерхова багатофункціональна забудова розглядається як ефективна модель міського розвитку, здатна адаптуватися до кліматичних умов, забезпечувати енергоефективність і підтримувати високий рівень просторової якості [9–11].

Окрему групу досліджень становлять праці, присвячені вертикальному озелененню та біофільному підходу в архітектурі. Теоретичні й практичні напрацювання Кена Янга, Стефано Боєрі, Еміліо Амбаша та Патріка Бланка довели можливість інтеграції рослинності в структуру будівель середньої поверховості без втрати їх функціональної ефективності. Реалізовані проєкти цих авторів стали основою для подальших наукових досліджень у сфері екологізації офісно-житлових комплексів [12–15].

Містобудівна роль:

Ключове містобудівне значення забудови середньої поверховості полягає у формуванні композиційного буфера та масштабного переходу. Вони слугують сполучною ланкою між історичним малоповерховим середовищем і зонами, де дозволено формування висотних домінант.

- *Контроль силуету:* Дотримання регламентованих висотних обмежень забезпечує коректне включення нових об'єктів у сформовану міську панораму. Це запобігає виникненню візуального дисонансу. Цей аспект є критично важливим для збереження автентичності історичного середовища і жорстко регламентується в межах історичних ареалів [1].
- *Стриманий ритм:* Будівлі СП дають можливість формувати виразний, але водночас стриманий архітектурний ритм. Завдяки продуманому членуванню фасадів, узгодженій ритміці віконних прорізів та використанню традиційних для регіону матеріалів (штукатурка, камінь, цегла), забудова візуально підтримує парцеляцію та масштаб історичного оточення, забезпечуючи цілісність вуличного фронту (рис.1.1)



Рисунок 1.1 Силует і ритм фасаду.

Типологічна роль:

Багатофункціональність як чинник сталого розвитку. Визначальною типологічною ознакою, є функціональна інтегрованість офісно-житлових комплексів. Для мене, поєднання офісних, житлових і громадських функцій (сервіси, комерційні приміщення, заклади харчування) імплементує сучасні принципи «15-хвилинного міста» та формування самодостатніх міських кварталів.

Розміщення громадських просторів на перших поверхах разом із офісними приміщеннями на верхніх рівнях забезпечує такі переваги:

- *Скорочення маятникової міграції:* Мешканці отримують можливість користуватися основними послугами та працювати у межах власного кварталу. Це зменшує навантаження на міську транспортну систему.
- *Економічна та соціальна стабільність:* Багатофункціональність мінімізує ризики монофункціонального використання, підтримує активність і безпеку вуличного простору протягом усього дня [4].

- *Підвищення енергоефективності інженерії:* Досвід Західного регіону підтверджує, що спільне використання систем охолодження й опалення (теплових насосів, колективних котелень або чилерів) є більш енергоощадним. Це також відкриває ширші можливості для впровадження альтернативних джерел енергії [26].

Середня поверховість як оптимальна основа екологічної архітектури

Саме типологія середньої поверховості створює найбільш збалансовані архітектурно-конструктивні умови для впровадження екологічно орієнтованих рішень.

- *Рекреаційні тераси:* Плоскі покрівлі та поверхові уступи на верхніх рівнях (наприклад, на сьомому чи шостому поверхах) легко трансформуються в експлуатовані зелені тераси. Вони виконують не лише рекреаційну функцію для мешканців, але й сприяють підвищенню міського біорізноманіття.
- *Вертикальне озеленення:* Висота в межах 4–9 поверхів є ідеальною для стабільної роботи систем вертикального озеленення. На таких фасадах можна ефективно реалізувати автоматизоване зрошення та контроль освітлення, а також забезпечити необхідний доступ для догляду за рослинами, що стає значно складнішим у будівлях більшої поверховості[1].

Вважаю, що у практиці Західного регіону це рішення наразі обмежується високою вартістю імпортованих гідроізоляційних систем, що інколи змушує девелоперів спрощувати конструкцію зеленого даху, збільшуючи ризик протікань.

1.2. Теоретичні основи “зеленої архітектури”: еволюція та принципи інтеграції рослинності у будівельну оболонку

Біокліматичне проєктування (Пасивна адаптація).

Навіть у перших підходах, як-от в органічній архітектурі Френка Ллойда Райта, прослідковувалася інтеграція будівлі та ландшафту. Проте фундаментальним для нас є внесок Віктора Олгя, який систематизував біокліматичне проєктування.

Він довів роль пасивних прийомів — природної вентиляції, правильної орієнтації та затінення — у зниженні залежності від інженерних систем. Ці принципи є базовими та критичними для середньої поверховості. Правильна орієнтація допомагає мінімізувати перегрів улітку і максимізувати інсоляцію взимку, що безпосередньо знижує енергоспоживання. Проте у щільній квартальній забудові Львова чи Чернівців можливості оптимальної орієнтації часто лімітовані конфігурацією ділянки та сусідніми будівлями [9]

Енергоефективність (Технологічна дисципліна).

Енергетичні кризи 1970-х років перемістили фокус на теплотехнічні характеристики та герметичність огорожувальних конструкцій. Це призвело до формування суворих нормативних вимог, які сьогодні відображені, зокрема, у ДБН В.2.6-31:2021. Враховуючи виражену сезонність і значні морози, які характерні для нашого регіону, тепловий захист є не просто вимогою, а критичною умовою експлуатації. Це єдина ідея, яка застосовується повністю і без компромісів. Недоліком може стати, що висока вартість якісних ізоляційних матеріалів може призводити до спрощення конструкції на стадії будівництва, збільшуючи експлуатаційні витрати в майбутньому [26].

Біофілія та Регенеративний дизайн (Активна інтеграція).

Сучасна парадигма (зокрема, роботи Стівена Р. Келлерта, що базуються на теорії біофілії Е. О. Вілсона) перетворила «зелену архітектуру» з мінімізації шкоди на регенеративний дизайн. Рослинні елементи стають повноцінними інженерними складовими, які покращують якість повітря, знижують теплове навантаження та відновлюють психологічний комфорт користувачів [15].

Цей підхід ідеально підходить для компенсації дефіциту наземного озеленення, типового для наших історичних центрів. Середня поверховість тут оптимальна, оскільки вона дозволяє ефективно розміщувати зелені тераси. Недоліком являються експлуатаційні ризики: Висока вологість і перепади температур створюють ризик для гідроізоляції зелених дахів. Крім того, інженерні системи вертикального озеленення вимагають дорогого та постійного обслуговування (рис 1.2)



Рисунок 1.2. Талієсін-Вест (Taliesin West),Аризона, США.

Принципи інтеграції рослинності в оболонку будівлі

Інтеграція рослинності є базовим положенням сучасної біофілічної архітектури, що реалізується через зелені дахи та вертикальне озеленення.

Зелений дах (Експлуатована покрівля) це багатошарова інженерна система , що створює умови для росту рослин над гідро- та теплоізоляційними шарами.

Функції для середньої поверховості:

- **Тепловий захист:** Рослинний шар суттєво зменшує інтенсивність сонячного нагріву покрівлі, що прямо сприяє зниженню витрат на охолодження влітку (відповідно до ДБН В.2.6-31:2021).

- *Гідрологічне регулювання:* Субстрат та рослинність акумулюють дощову воду, знижуючи пікові навантаження на зливову каналізацію.
- Це життєво важливо для міст де старі комунікації часто не витримують інтенсивних опадів.
- *Соціальна цінність:* Можливість використання як рекреаційних просторів підвищує соціальну та естетичну цінність житлового середовища.
- *Кліматичні обмеження :* Холодні зими та снігові навантаження вимагають застосування інвертованої покрівельної системи і морозостійких, але легких рослинних видів, що впливає на вибір субстрату та товщину конструкції [16].

Вертикальне озеленення (Живі фасади) Вертикальне озеленення інтегрує рослини у вертикальні поверхні будівлі за допомогою модульних систем живих стін або контейнерних рішень.

Функції та переваги:

- *Сонцезахист і термічна ізоляція:* Рослинний шар створює повітряний прошарок та природне затінення, що зменшує перегрів фасадів улітку та обмежує тепловтрати взимку.
- *Очищення повітря:* Сприяє очищенню повітря від пилу та шумозахисту, що є важливим для офісно-житлових комплексів на жвавих вулицях.
- *Біофілічний ефект:* Візуальна присутність зелених елементів позитивно впливає на психологічний стан мешканців.
- *Експлуатаційні ризики:* Для середньої поверховості висота є оптимальною для стабільної роботи автоматизованих систем зрошення та забезпечення доступу для догляду. Однак виникають ризики пов'язані з необхідністю надійної системи кріплення, яка має витримувати високі вітрові навантаження, характерні для відкритих міських просторів [18].

Впровадження рослинності в оболонку будівлі вимагає комплексного інженерного опрацювання, особливо щодо додаткових статичних навантажень, надійності гідроізоляції (наприклад, використання ПВХ-мембран) та ефективної роботи систем водовідведення [39]. Критичним є точний розрахунок додаткового статичного навантаження від насиченого водою субстрату та рослин особливо для екстенсивних зелених дахів (рис 1.3)



Рисунок 1.3 Конструктивна схема вертикального озеленення, Токіо, Японія

1.3. Нормативно-правова база проєктування енергоефективних будівель та зеленої інфраструктури в Україні

Нормативно-правова база України, що регулює проєктування багатофункціональних офісно-житлових комплексів середньої поверховості, є комплексною і включає вимоги до енергоефективності, інженерної надійності, а також інтеграції об'єктів у міське середовище. Хоча відсутні спеціалізовані ДБН, присвячені виключно зеленим дахам чи вертикальному озелененню, принципи «зеленої архітектури» втілюються через дотримання сукупності чинних законодавчих актів і будівельних норм [30].

Базовим законодавчим актом у сфері енергоефективного будівництва є закон України «Про енергетичну ефективність будівель» від 22.06.2017. Він запровадив обов'язкову сертифікацію нових споруд і визначив вимоги до досягнення встановленого класу енергоефективності (від А до G). Це зумовлює необхідність застосування комплексного підходу до архітектурних та інженерних рішень на всіх етапах проєктування. Практичне виконання положень закону забезпечує ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель».

Він встановлює підвищені вимоги до теплового захисту огорожувальних конструкцій — стін, покриттів і світлопрозорих елементів, а також визначає граничні показники питомої річної потреби в енергії на опалення та охолодження. Застосування зелених дахів і вертикального озеленення прямо сприяє виконанню цих нормативів, знижуючи теплове навантаження влітку і, відповідно, потребу в кондиціонуванні. Крім того, інженерні розділи проєкту передбачають обов'язкові енергозберігаючі заходи, зокрема використання термостатичних регуляторів, якісної теплоізоляції трубопроводів, тепловідбивних матеріалів, а також припливно-витяжних систем з рекуперацією тепла й енергоощадними вентиляторами [26].

Містобудівні аспекти формування зеленої інфраструктури регламентуються низкою профільних нормативів. ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування і забудова територій» встановлює мінімально допустимі показники озеленення ділянок, що є особливо важливим для умов щільної забудови міст Західного регіону. Нормативи дозволяють компенсувати дефіцит ґрунтового озеленення шляхом облаштування зелених зон на експлуатованих покрівлях і стилюбатах, а також регулюють умови інсоляції та природного освітлення, які впливають на просторове розміщення будівель і проєктування фасадів. ДБН В.2.2-15:2019 «Житлові будинки [21].

РОЗДІЛ 2. КОМПЛЕКСНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ АРХІТЕКТУРИ ОФІСНО-ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ СЕРЕДНЬОЇ ПОВЕРХОВОСТІ ЗАХІДНОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ З ЗАСТОСУВАННЯМ ПРИНЦИПІВ ЗЕЛЕНИХ ДАХІВ ТА ВЕРТИКАЛЬНОГО ОЗЕЛЕНЕННЯ

2.1. Дослідження зарубіжного досвіду архітектури офісно-житлових будинків з застосуванням принципів зелених дахів та вертикального озеленення

Різноманіття міжнародного досвіду та ключові об'єкти-аналоги

У світовій архітектурній практиці офісно-житлові комплекси середньої поверховості активно використовують елементи зеленої інфраструктури для розв'язання екологічних, інженерних і типологічних завдань. Досвід різних країн демонструє різні пріоритети — від керування поверхневими стоками до підвищення соціальної якості міського простору [43].

- *Німеччина (Штутгарт, Гамбург): Гідрологічний та інженерний підхід*

Німеччина є європейським лідером у системному впровадженні зелених дахів, де ключовий акцент зроблено на гідрологічних аспектах. Проектування здійснюється за рекомендаціями FLL Guidelines, які забезпечують надійність та довговічність систем.

Характерний для офісно-житлових комплексів Штутгарта підхід передбачає улаштування екстенсивних зелених дахів на всіх горизонтальних поверхнях. Такі рішення спроможні утримувати значну частину дощових опадів, суттєво знижуючи обсяг поверхневого стоку і навантаження на застарілі міські системи водовідведення. У цьому контексті зелений дах функціонує як первинний інженерний буфер і природний фільтр [16].

Німецька практика підтверджує, що зелений дах є ефективним засобом управління зливовими водами, що є критично важливим для українських міст. Важливою є також ідея муніципального стимулювання (зниження зборів за водовідведення), що підвищує економічну привабливість таких рішень (рис.2.1)



Рисунок 2.1 - Calwer Passage (Кальвер Пассаж) Штутгарт, Німеччина

- **Італія (Мілан): Вертикальна біокомпенсація та пасивна терморегуляція**

Італійський досвід, яскравим прикладом є *Bosco Verticale*, Основна мета — пом'якшення ефекту «міського теплового острова» та зниження забруднення повітря. Архітектор / студія: Stefano Boeri Architetti (керівник проєкту: Стефано Боєрі) Рік: 2014 [31].

Житловий комплекс *Bosco Verticale* (дві вежі 110 м і 76 м) є світовим зразком інтеграції вертикальної біокомпенсації та пасивної терморегуляції, та підвищення біорізноманіття. Особливість проєкту полягає у заміні традиційного фасаду на живу екосистему: на масивних консольних лоджіях (шириною до 3,35 м) висаджено понад 800 дерев та 16 000 чагарників і рослин

Ця рослинність діє як пасивний кліматичний екран: влітку крони забезпечують затінення та випаровувальне охолодження, різко знижуючи потребу в механічному кондиціонуванні (корелюючи з вимогами ДБН щодо енергоефективності), а взимку, після опадання листя, пропускають сонячне тепло. Інженерна складність вирішена за допомогою посилених несучих конструкцій для витримки високих статичних навантажень (рис.2.2).



Рисунок 2.2 - Bosco Verticale (Боско Вертікале), Мілан, Італія

- ***Швейцарія (Цюрих): інтеграція зеленої покрівлі в умовах високої щільності забудови***

Швейцарська практика послідовно демонструє нормативно врегульований підхід до інтеграції зеленої інфраструктури в умовах щільної міської забудови. Обмеженість вільних територій тут ефективно компенсується раціональним використанням покрівельних площ як повноцінного просторового ресурсу.

Показовим прикладом є житлово-офісний комплекс Kalkbreite у Цюриху — багатофункціональний об'єкт середньої поверховості зведений над трамвайним депо. Комплекс поєднує житлові, громадські та офісні функції, а його інтенсивна зелена покрівля використовується як відкритий громадський простір із зонами відпочинку, терасами та майданчиками для взаємодії [48].

Зелена покрівля виконує комплексну функцію. Рекреаційна можливість: створення доступного соціального простору для мешканців. Термічне регулювання: підвищення теплоізоляційних характеристик будівлі, що мінімізує тепловтрати взимку та перегрів улітку. Управління стоком: ефективна акумуляція дощових опадів, що знижує навантаження на міську систему водовідведення (рис.2.3).



Рисунок 2.3 — Kalkbreite (Калькбрайте), Цюрих, Швейцарія

- ***США (Нью-Йорк, Бронкс): Соціальний та рекреаційний потенціал***

У Сполучених Штатах, особливо в густонаселених мегаполісах, зелені дахи в комплексах середньої поверховості часто виступають ключовими елементами соціальної інфраструктури та громадського життя.

Яскравим прикладом є житловий комплекс Via Verde / The Green Way у районі Бронкс, Нью-Йорк. Архітектурна концепція базується на системі каскадних інтенсивних зелених дахів, сформованих у вигляді послідовних терас. Такі покрівлі поєднують функцію теплоізоляції та регулювання поверхневого стоку з активним громадським використанням [32].

Зелені тераси функціонують як міські сади, простори для локального фермерства та майданчики для активного відпочинку (заняття спортом, сусідські події). Ключова особливість проєкту полягає в тому, що зелена інфраструктура компенсує гострий дефіцит прибудинкових зелених зон на рівні землі. Створення привабливих і доступних рекреаційних просторів сприяє зміцненню соціальної стійкості, поліпшенню психологічного й фізичного здоров'я мешканців та формуванню згуртованої локальної спільноти (рис.2.4).



Рисунок 2.4 — Via Verde (Bia Верде), Нью-Йорк, США

- **Нідерланди (Роттердам): Кліматична адаптація та управління поверхневими водами**

Нідерландська практика ґрунтується на концепції кліматично адаптивного міста, у межах якої зелені дахи розглядаються передусім як компонент інженерної інфраструктури, а не лише архітектурний елемент. Такий підхід зумовлений потребою в ефективному реагуванні на інтенсивні опади та ризики підтоплень.

Показовим є офісно-житловий комплекс *De Groene Kaap* у Роттердамі — об'єкт середньої поверховості з розгалуженою системою експлуатованих зелених покрівель і терас, що створюють безперервний зелений каркас у структурі забудови. Зелені дахи цього комплексу виконують важливу гідрологічну функцію: вони акумулюють значні об'єми дощової води та сповільнюють її надходження до міських мереж водовідведення. Це дає змогу зменшити пікові навантаження на каналізацію та знизити ризик локальних підтоплень під час злив [49].

Особливістю проєкту є інженерно обґрунтоване застосування зелених покрівель як елементів системи управління поверхневим стоком, що має практичну цінність для українських міст із застарілими чи перевантаженими системами водовідведення (рис.2.5).



Рисунок 2.5 — De Groene Каар (Де Груне Каап), Роттердам, Нідерланди

- **Франція (Париж): Біофілічний дизайн та естетизація архітектури**

Французький досвід, значною мірою сформований роботами Патріка Блана, зосереджений на високотехнологічних рішеннях та розвитку біофілічного дизайну вертикального озеленення. У цьому контексті рослинність розглядається як повноцінний елемент архітектурної композиції.

Еталонним прикладом є музей *Quai Branly* у Парижі (архітектор Жан Нувель), де реалізовано відому живу стіну *Mur Végétal*. Хоча об'єкт має громадське призначення, застосована система вертикального озеленення стала орієнтиром і для житлової та змішаної забудови. Вона демонструє можливості гідропонних технологій і модульних конструкцій, які забезпечують стабільне функціонування рослинності на вертикальних поверхнях [50].

Ключовою особливістю французького підходу є технологічна точність інтеграції, зокрема використання гідропонної системи *Mur Végétal*, де рослини ростуть не у ґрунті, а на вертикально закріпленому пористому повстяному матеріалі, який забезпечує постійну циркуляцію водного розчину мінеральних добрив, що є ключем до довговічності та високих естетичних якостей живих фасадів. Ця система дозволяє значно зменшити вагу конструкції, оскільки відсутній важкий ґрунтовий субстрат, і забезпечує автоматизований контроль поживних речовин та вологості, що гарантує життєздатність рослин (рис.2.6).



Рисунок 2.6 — Quai Branly (Ке Бранлі), Париж, Франція

- **Австрія (Відень): Багаторівнева зелена структура та біорізноманіття**

Австрійський підхід до зеленої архітектури спрямований на формування міського середовища з урахуванням як екологічних, так і соціальних чинників. Показовим є житлово-офісний комплекс *Biotope City Wienerberg* у Відні. Архітектори: Гаррі Глюк, Гельга Фассбіндер; реалізація: RLP Rüdiger Lainer + Partner, HD Architekten [51]

Об'єкт середньої поверховості, де зелені покрівлі, тераси та вертикальне озеленення фасадів об'єднані в цілісну багаторівневу систему. Така організація рослинності сприяє покращенню мікроклімату, зменшенню запиленості повітря, підвищенню вологості у спекотні періоди та формує природний акустичний захист.

Визначальною рисою проєкту є перехід від декоративного озеленення до комплексного екосистемного підходу «Місто як природа, за якого будівля сприймається не як ізольований об'єкт, а як інтегрована складова міського біотопу. Цей підхід, передбачає не лише значне кількісне озеленення (понад 13 600 м² зелених дахів, 2 200 м² озеленення фасадів, 289 великих дерев), а й системну якісну інтеграцію природи. Це включає створення місць гніздування для птахів і комах, використання місцевих видів рослин (рис.2.7).



Рисунок 2.7 — Biotop City Wienerberg (Біотоп Сіті Вінерберг), Відень, Австрія

- ***Канада (Торонто): Законодавча обов'язковість та інженерна надійність***

Канадський досвід, зокрема практика міста Торонто, є одним із найбільш показових прикладів системного та обов'язкового впровадження зеленої інфраструктури. Це має особливу цінність для України, де подібні механізми лише формуються. Стратегічною метою муніципалітету стало перетворення зелених дахів із рекомендаційного елементу на обов'язкову складову нового будівництва [52].

Нормативні вимоги чітко регламентують, що для нових офісно-житлових будівель, включно з об'єктами середньої поверховості, з площею покрівлі понад 2000 м необхідно озеленювати визначений мінімальний відсоток даху. Залежно від загальної площі покрівлі цей показник коливається в межах 20-60%

Відмінною рисою підходу Торонто є доведена ефективність законодавчої підтримки як інструменту масового впровадження зелених дахів. Чіткі та вимірювані вимоги забезпечують відчутний екологічний результат, зокрема суттєве скорочення обсягів дощового стоку, і водночас формують рівні умови для всіх учасників девелоперського процесу (рис.2.8).



Рисунок 2.8 — Green roof at Mountain (Зелений дах), Торонто, Канада

- ***Японія (Токіо): Вертикалізація озеленення в умовах дефіциту простору***

Яскравий приклад Міжнародний зал ACROS Fukuoka (Asian Crossroads Over the Sea) Архітектор / студія: Еміліо Аліно Офісно-громадський комплекс (Концертний зал, виставкові площі, офіси) японський досвід вертикалізації озеленення є особливо релевантним для міст із надзвичайно високою щільністю забудови, де вертикальне озеленення стає ключовим інструментом покращення якості міського середовища. Принципи, реалізовані в комплексі ACROS Fukuoka, активно адаптуються й у середньоповерховій забудові [53].

Особливість проєкту ACROS Fukuoka полягає у його інноваційній формі, що поєднує архітектуру та ландшафт. З одного боку (з боку вулиці), будівля має традиційний фасад, тоді як з іншого (з боку парку) вона перетворюється на терасований «гірський» рельєф, що складається з 15 рівнів зелених дахів, які піднімаються на висоту 60 метрів. Значна товщина ґрунтового субстрату та рослинний покрив забезпечують ефективну теплоізоляцію будівлі. Максимальне використання вертикального простору для розміщення рослинності дозволяє компенсувати дефіцит відкритих зелених зон у щільній міській забудові (рис.2.9).



Рисунок 2.9 — ACROS Fukuoka (Акрос Фукуока), Фукуока, Японія

- ***Сінгапур: Зелена архітектура як нормативний стандарт***

Найяскравіший приклад - Житловий комплекс *SkyVille @ Dawson* Архітектор / студія: WONA Architects Рік завершення: 2015 Сінгапур виступає глобальним прикладом міста, де інтеграція зеленої інфраструктури є складовою державної політики просторового розвитку «Місто у Саду» (*City in a Garden*). Житловий комплекс *SkyVille @ Dawson*, хоча і є високоповерховим (47 поверхів), ілюструє цей підхід у принципах інтеграції зелених зон, які застосовуються і в середньоповерховій забудові Сінгапуру. Особливість сінгапурської моделі, полягає у створенні «зеленої інфраструктури, що обслуговує громаду» [54].

Багаторівневі «Небесні Сади» (*Sky Gardens*): Зелені простори розміщені не лише на рівні землі та даху, а й інтегровані всередину комплексу кожні 11 поверхів (на 11-му, 22-му, 33-му та 44-му поверхах). Ці «небесні тераси» (площею близько 2500 м² кожна) створюють доступні, відкриті для всіх мешканців рекреаційні зони, що є критично важливим для соціальної стійкості та формування спільноти. Зелені елементи виконують функції природного затінення, зменшуючи температуру зовнішніх огорожувальних конструкцій, а також забезпечують покращену природну вентиляцію в будівлі, що мінімізує залежність від механічних систем охолодження.

2.1.1. Функціонально-планувальні моделі інтеграції зелених дахів і вертикального озеленення

У межах сучасної світової архітектурної практики, інтеграція зеленої інфраструктури до житлово-офісних комплексів середньої поверховості зазвичай реалізується через низку сформованих функціонально-планувальних підходів. Ці моделі виходять за рамки простого декорування, виконуючи водночас інженерні, екологічні та соціальні функції, які є критично важливими в умовах щільної міської забудови [18].

Підхід горизонтальної біокомпенсації (Зелений стилобат / Зелена покрівля)

Ця модель є найбільш поширеною, її призначення — відновлення екологічної цінності горизонтальних поверхонь. Її втрата є прямим наслідком забудови та розміщення підземних структур, наприклад, паркінгів чи споруд цивільного захисту. Сутність полягає у перетворенні технічних поверхів, покрівель стилобатів або підземних рівнів на повноцінні озеленені простори. Планувальний принцип передбачає створення дворів або терас із рослинністю над підземними паркінгами, часто втілюючи їх як багаторівневі подвір'я. Така організація надає можливість розміщувати прибудинкові зони, забезпечуючи, зокрема, безбар'єрний доступ для маломобільних груп населення.

Функціонально ця модель об'єднує:

- *Екологічні завдання:* теплоізоляція та затримання дощових вод.
- *Соціальні потреби:* формування зон відпочинку, дитячих майданчиків, а також розміщення певних інженерних об'єктів.
- *Інженерні вимоги:* необхідність застосування інверсійних покрівель та надійної гідроізоляції, часто на базі ПВХ-мембран [16].

Підхід вертикальної адаптації (Зелений фасад)

Вертикальні поверхні будівлі тут розглядаються як активний елемент кліматичного та екологічного регулювання. Озеленення вбудовується у фасадні системи, охоплюючи балкони, лоджії, тераси та виступаючі об'єми, а також внутрішні дворики.

Для комплексів середньої поверховості характерним є використання уступів на верхніх рівнях, що дозволяє створювати зелені тераси для квартир. Функціонально модель забезпечує затінення та пасивне охолодження фасадів, особливо тих, що орієнтовані на південь та захід. Це, у свою чергу, зменшує необхідність використання кондиціонування. Водночас, використання цієї моделі сприяє візуальній інтеграції споруди в міський ландшафт, знижує відчуття її масштабності та підвищує архітектурну виразність. Цей ефект досягається завдяки поєднанню рослинності з лаконічними формами та якісними опоряджувальними матеріалами. Додатковим, але важливим ефектом є зниження рівня шуму, що вважаю особливо доцільним для ділянок, розташованих уздовж міських магістралей [15].

Підхід інженерно-технологічної синергії (Інтеграція з інженерними системами)

Ця модель вимагає тісного функціонального зв'язку зеленої інфраструктури з інженерними системами для підвищення експлуатаційної надійності та енергоефективності (рис.2.10). Планувально зелені елементи розміщуються у зонах збору дощових вод та безпосередньо пов'язуються із системами водовідведення, що стає особливо критичним для об'єктів, які зведені над підземними паркінгами. Функціонально ця модель сприяє зниженню теплових втрат та усуненню перегріву, доповнюючи традиційну теплоізоляцію огорожувальних конструкцій. Такий підхід повністю узгоджується із загальною стратегією енергозбереження та обліку енергоресурсів [26].

На мою думку, використання зелених зон над спорудами подвійного призначення, які у мирний час можуть слугувати громадськими чи спортивними просторами. Шар ґрунту та рослинності також виконує роль ефективного бар'єра для захисту від вібрації та шуму для житлових над інженерними об'ємами. У деяких проєктах елементи зеленого даху можуть бути використані навіть для візуального маскуванню систем блискавкозахисту, інтегруючи їх у загальну архітектурну композицію комплексу [18].



Рисунок 2.10 - Зелена архітектурна структура

2.1.2. Інженерно-технічна інтеграція зеленої інфраструктури: Деталізація конструкцій, розрахунок навантажень та системи життєзабезпечення

Впровадження вертикального озеленення і зелених дахів в архітектуру багатофункціональних комплексів середньої поверховості вимагає ретельного інженерного підходу. Ці елементи інтегруються безпосередньо в будівельну оболонку, а отже, вони несуть значні експлуатаційні навантаження [39].

Зелений дах, по суті, є багатошаровою інженерною конструкцією (рис.2.11). Його основне призначення — захист гідроізоляції, управління поверхневим стоком та регулювання теплового режиму. Конструктивне рішення повинно гарантувати надійність і довговічність усієї основи протягом усього експлуатаційного терміну [16]

Ключовим елементом усієї системи вважаю гідроізоляційний килим, який обов'язково має включати коренезахисний бар'єр. Зазвичай для цього застосовують модифіковані полімерні мембрани, зокрема ПВХ або ТПО. Вони відзначаються хімічною інертністю та високою стійкістю до механічних пошкоджень .

Наступний важливий компонент — це шар для дренажу та накопичення води. Його формують із пластикових матів або спеціальних геомембран. Він виконує подвійну функцію: забезпечує швидке відведення надлишкової води і водночас акумулює резерв води, життєво необхідний для росту рослинності в посушливі періоди [16].

Безпосередньо під субстратом розміщується фільтрувальний шар із геотекстилю. Його функція полягає у запобіганні вимиванню дрібних частинок ґрунту в дренажну систему, що критично знижує ризик засмічення водостоків і порушення системи водовідведення.

Сам ґрунтовий субстрат для зелених дахів є полегшеною, спеціалізованою сумішшю. В її основі — мінеральні компоненти, такі як пемза, керамзит чи подрібнена цегла. Склад цієї суміші повинен забезпечити оптимальний баланс: мінімальна вага в поєднанні з високою водопроникністю та належною аерацією для кореневої системи.

Рослинний покрив є завершальним компонентом. Він виконує не лише естетичну та екологічну функції, а й служить додатковою теплоізоляцією. Крім того, на мою думку, він сприяє ефективному охолодженню повітря через процеси випаровування [16].

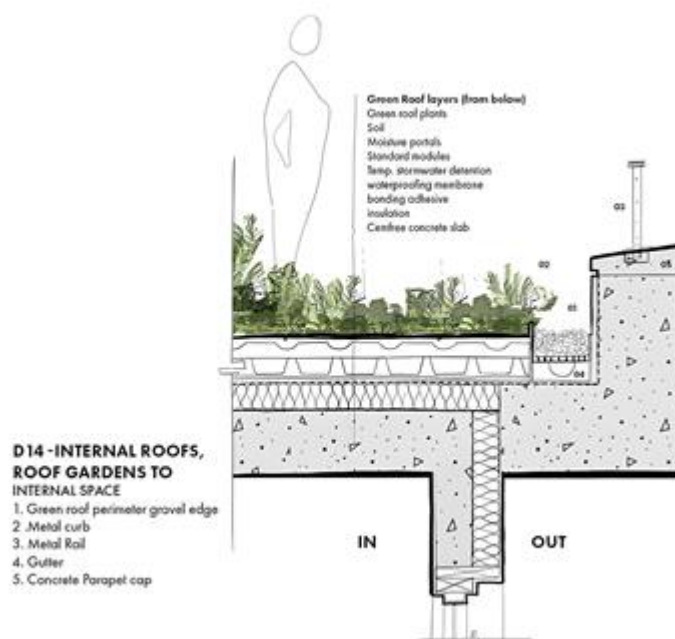


Рисунок 2.11- Вузол експлуатованої покрівлі

Системи вертикального озеленення можна умовно розподілити на дві головні категорії, кожна з яких відрізняється своїми вимогами до монтажу та конструктивними особливостями.

1. Каркасні системи (Решіткові або тросові)

Кріплення таких конструкцій виконується за допомогою консольних кронштейнів та антикорозійних анкерів, виготовлених із алюмінію або нержавіючої сталі, на яких потім фіксується легкий несучий каркас. Хоча загальне навантаження від системи є відносно невеликим, воно має локальний, точковий характер. Це вимагає надзвичайно точного позиціонування елементів кріплення.

Ключовою технічною вимогою є необхідність створення повітряного проміжку між рослинним шаром і фасадною поверхнею в діапазоні 100–300 мм. Наявність цього простору забезпечує ефективну вентиляцію, що, на мою думку, критично важливо для запобігання капілярному проникненню вологи в стіну, а також захищає матеріали фасаду від передчасного руйнування та зволоження.

2. Модульні системи (Фітостіни, Living Walls)

Модульні системи є найбільш інженерно складними (рис.2.12.). Несучий металевий каркас кріпиться до основної стіни фасаду за допомогою високоміцних анкерних елементів, розрахунок яких виконується під значні навантаження. Ці навантаження можуть досягати до 150 кг/м через насичення модулів водою. У цьому контексті, критично важливим для забезпечення конструктивної безпеки та довговічності є статичний розрахунок як несучої основи, так і самих анкерів.

Конструктивна схема таких систем зазвичай складається з несучого каркасу, водонепроникного захисного шару, а також самих модулів. Модулі можуть містити полегшений субстрат або синтетичний войлок, які відповідають за утримання рослин та забезпечення рівномірного розподілу вологи по всій системі [18].

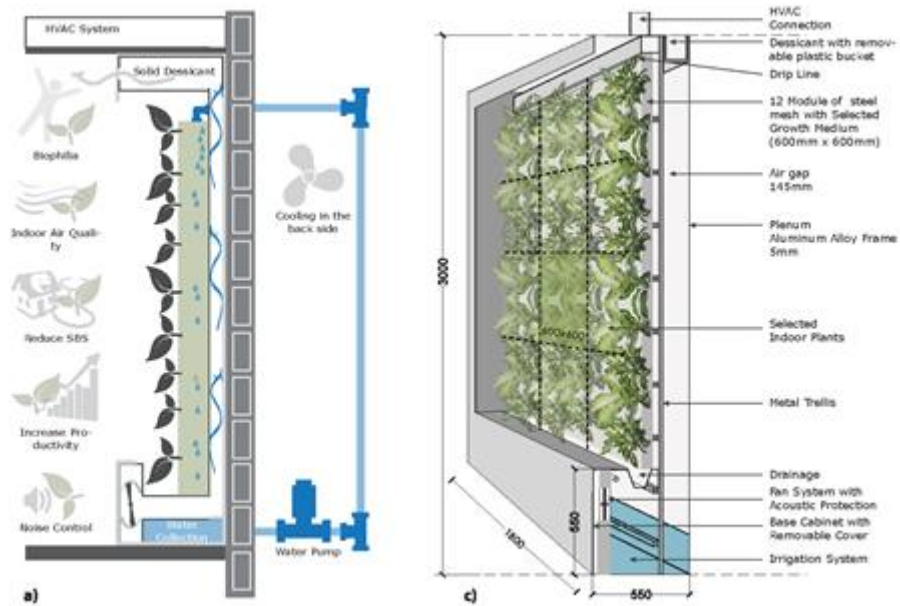


Рисунок 2.12 - Вузол вертикального озеленення, модульна система

За характером експлуатації є два основні види зелених дахів.

Екстенсивний тип

Цей дах характеризується невеликою товщиною ґрунтового шару — від 5 до 15 см — і, як правило, не призначений для активного використання. Його основна роль полягає у покращенні мікроклімату, захисті гідроізоляції та біокомпенсації. Критичне навантаження, яке сприймає така система у стані повного водонасичення, коливається в межах приблизно 80–180 кг/м [16].

Інтенсивний тип

Інтенсивний тип передбачає значно товщий шар субстрату, від 20 \150 \ см і більше, і функціонує як повноцінна рекреаційна зона або сад. Навантаження від цих систем є істотно вищим, сягаючи від 300 і понад 1500 кг/м. Такий показник вимагає використання посилених несучих конструкцій. Вважаю доцільним зазначити, що розрахунок навантажень обов'язково має здійснюватися відповідно до ДБН В.1.2-2:2006 («Навантаження і впливи. Норми проєктування»), при цьому вирішальним показником завжди є маса системи за умови повного насичення ґрунту водою [27].

Інженерні системи та автоматизація

Модульні системи вертикального озеленення потребують інтеграції високотехнологічних і автоматизованих систем поливу. Найчастіше вони базуються на гідропонному принципі. Зазвичай застосовується крапельний полив, який розміщують у верхній частині фасаду, що дозволяє досягти рівномірного зволоження модулів.

У багатьох сучасних проєктах використовується замкнений гідравлічний цикл: надлишкова вода збирається в прихованому резервуарі, проходить фільтрацію, корекцію рівня рН і потім знову подається в систему. Для забезпечення стабільного росту рослин необхідне автоматизоване дозування поживних розчинів. Керування цим процесом здійснюється датчиками освітленості, вологості та температури, що дозволяє мінімізувати витрати енергії й води [50].

Пожежна безпека

Питання пожежної безпеки регламентується вимогами ДБН В.1.1-7:2016 («Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги»). Навіть попри постійну вологість, зелений дах не може бути суцільним: обов'язково потрібно передбачити влаштування внутрішніх та периметральних протипожежних розривів, виконаних із негорючих матеріалів, таких як гравій чи бетонна плитка. Ширина цих смуг має бути не менше 0,5–1,0 м, їхня функція — бар'єр для поширення вогню.

Конструктивні елементи вертикального озеленення також повинні відповідати вимогам високої вогнестійкості та не сприяти поширенню полум'я по фасаду. Це, як правило, відповідає II ступеню вогнестійкості для багатофункціональних комплексів [24].

Показовим прикладом складної інженерної інтеграції є австралійський проєкт One Central Park у Сіднеї. Тут було реалізовано інтенсивний зелений дах із високими статичними навантаженнями та інженерно складна модульна фітостіна, спроектована Патріком Бланом. Вважаю, що цей об'єкт яскраво демонструє необхідність точних розрахунків кріплень [33]

2.1.3. Екологічні та експлуатаційні ефекти впровадження зеленої інфраструктури

Інтеграція зеленої інфраструктури, що включає системи вертикального озеленення та зелені дахи, є інструментом, який забезпечує відчутні екологічні та економічні переваги. На мою думку, ці переваги є критично важливими для сталого розвитку багатофункціональних комплексів, особливо в умовах інтенсивної урбанізації Західного регіону України. Світовий досвід підтверджує, що існують чітко вимірювані позитивні ефекти, які безпосередньо корелюють із завданнями підвищення енергоефективності, закладеними в чинних українських будівельних нормах [41].

Запровадження принципів зеленої архітектури не лише підвищує інвестиційну привабливість об'єкта, але й сприяє значному зниженню операційних витрат протягом усього життєвого циклу будівлі.

Економічна ефективність та експлуатаційні переваги

- *Зниження енерговитрат.* Зелені елементи функціонують як додаткова захисна оболонка будівлі, зменшуючи теплове навантаження. Завдяки процесам евапотранспірації знижується температура поверхні фасадів і покрівель, що безпосередньо зменшує потребу в механічному охолодженні у літній період. Це повністю відповідає вимогам ДБН В.2.6-31:2021. [26]
- *Продовження терміну експлуатації конструкцій.* Шари рослинності та ґрунту захищають несучі елементи та гідроізоляцію від впливу різких коливань температури і ультрафіолетового випромінювання. Зниження теплового стресу, як можна стверджувати, дозволяє збільшити строк служби гідроізоляційних матеріалів у 2–3 рази, що, відповідно, скорочує витрати на проведення ремонтів [16].
- *Зростання капіталізації.* Наявність живих фасадів та експлуатованих зелених терас формує додаткову привабливість об'єкта, створюючи так звану «зелену премію». Цей фактор забезпечує вищі орендні ставки і підвищує загальну ринкову вартість багатофункціонального комплексу.

Екологічні та соціальні ефекти

Зелена інфраструктура відіграє ключову роль у формуванні сприятливого міського мікроклімату та є відповіддю на сучасні екологічні виклики.

- *Регулювання дощового стоку.* Ґрунтовий субстрат зелених дахів має здатність утримувати значну частину атмосферних опадів, зменшуючи цим пікові навантаження на мережі зливової каналізації під час інтенсивних дощів. Це знижує ризик локальних підтоплень і мінімізує необхідність у дорогій модернізації інженерних комунікацій.
- *Зменшення ефекту «міського теплового острова».* Рослинні поверхні охолоджують повітря завдяки випаровуванню вологи, пом'якшуючи мікроклімат у щільно забудованих міських зонах.
- *Покращення якості повітря та шумозахист.* Рослинність поглинає CO₂, затримує дрібнодисперсні забруднювачі та пил. Окрім того, шари зеленого покриву разом із субстратом виконують функцію ефективного акустичного бар'єра.
- *Рекреація та біофілічний ефект.* Створення озелених терас і покрівель забезпечує доступні рекреаційні зони, підвищуючи психологічний комфорт користувачів і частково компенсуючи дефіцит зелених зон на рівні ґрунту.
- *Екологічна компенсація та підтримка біорізноманіття.* У щільній забудові зелені фасади та дахи виконують роль штучних екосистем, створюючи середовище для птахів і комах. Такий підхід відповідає принципам регенеративного дизайну, коли будівля не лише мінімізує негативний вплив, а й активно підтримує природне середовище [15]

2.2. Дослідження вітчизняного досвіду архітектури офісно-житлових будинків з застосуванням принципів зелених дахів та вертикального озеленення

Розвиток офісно-житлової забудови у містах Західної України відбувається в умовах ущільнення міського простору, дефіциту вільних зелених територій та зростання вимог до екологічності й енергоефективності будівель.

Аналіз реалізованих і проєктних об'єктів Західної України дозволяє виокремити характерні моделі впровадження зеленої інфраструктури саме в офісно-житлових та функціонально змішаних комплексах середньої поверховості.

- **Львів, ЖК «Місто Трав» (Greenville)** : Цей комплекс став одним із перших прикладів системного використання експлуатованих зелених покрівель у місті. Архітектурна концепція будується на багаторівневій терасній структурі, що формує безперервний зелений ландшафт від стилобату до верхніх рівнів. Поєднання приватних і спільних терас наближає комплекс до типології вертикального парку, а інтеграція комерційних функцій першого рівня демонструє можливість поєднання природи й щільної міської забудови (рис.2.13).



Рисунок 2.13 - Львів, ЖК «Місто Трав».

- **Львів, БФК на вул. Раковського, 24а** (Key Design Studio): Проект акцентує увагу на вертикальному озелененні терас, інтегрованому безпосередньо у фасадну структуру. Зелені насадження формують образ «висячих садів» і підтримують ідею «мікро-міста», де житлові, офісні та соціальні функції поєднані в межах одного об'єкта, а озеленення працює на покращення мікроклімату й пом'якшення силуету будівлі (рис.2.14).



Рисунок 2.14 - Львів, БФК на вул. Раковського, 24а

- **Івано-Франківськ, «HydroPark DeLuxe»** (БК «Вертикаль»): Комплекс демонструє рекреаційно орієнтовану модель зеленої архітектури. Експлуатовані тераси та зелені покрівлі пентхаусів формують приватні зони відпочинку, тоді як внутрішній двір вирішений як ландшафтний сад. Поєднання житлових і комерційних функцій реалізує концепцію «курорту в місті» з постійним контактом із природним оточенням (рис.2.15).



Рисунок 2.15 - Івано-Франківськ, «HydroPark DeLuxe»

- **Івано-Франківськ, «SKYGARDEN»** (blago): Комплекс вирізняється каскадною структурою секцій з активним використанням зелених терас і вертикального озеленення. Архітектурне рішення забезпечує поступове зниження висоти та залучення покрівель до рекреаційного використання. Комплекс поєднує житлові, офісні та торговельні функції, а озеленення розглядається як чинник екології, терморегуляції (рис.2.16).



Рисунок 2.16 - Івано-Франківськ, «SKYGARDEN»

- **Тернопіль, ЖК «Сонячна Тераса»** (ARTE Development): Комплекс демонструє стриманіший підхід: без складних фасадних систем озеленення, але з акцентом на великі індивідуальні тераси. Вони виконують роль «подвір'я в небі», підвищуючи комфорт проживання та забезпечуючи безпосередній візуальний зв'язок із природою (рис.2.17).



Рисунок 2.17 - Тернопіль, ЖК «Сонячна Тераса»

- **Ужгород, «Green Land»** (Gazda): Комплекс зосереджений на формуванні озеленоного внутрішнього двору без автомобілів і просторих терас верхніх поверхів. Архітектурна концепція орієнтована на інсоляцію та створення сприятливого мікроклімату, поєднуючи міський комфорт із природною складовою (рис.2.18).



Рисунок 2.18 - 20. Ужгород, «Green Land»

- **Чернівці, «Зелені Пагорби»** (БК «Родоліт»): Комплекс використовує експлуатований зелений дах як ключовий елемент архітектурної ідеї. Покрівля функціонує як спільний простір відпочинку та одночасно виконує екологічні завдання — покращення теплоізоляції й зменшення поверхневого стоку, демонструючи потенціал даху як додаткової громадської площини (рис.2.19).



Рисунок 2.19 - Чернівці, «Зелені Пагорби»

- **Житловий будинок на вул. Святого Флоріана, Мукачево** (Архітектурна майстерня Беляєвих) Проект передбачає велику кількість відкритих експлуатованих балконів та терас, які створюють архітектурні уступи. Ці уступи є платформами для контейнерного озеленення, виконуючи компенсаційну функцію зеленої інфраструктури в умовах щільної забудови (рис.2.20).



Рисунок 2.20 – ЖК в Мукачево (Архітектурна майстерня Беляєвих)

- **Житлово-офісний будинок Heirloom** (DROZDOV & PARTNERS): Попри іншу регіональну локалізацію, є важливим типологічним орієнтиром для формування компактних офісно-житлових будівель із делікатною інтеграцією в міський контекст і високими стандартами якості середовища (рис.2.21).



Рисунок 2.21 - Житлово-офісний будинок Heirloom

2.2.1 Вплив природно-кліматичних та містобудівних умов на формування архітектурних рішень

Кліматичні чинники як основа інженерної логіки зелених рішень

Помірно-континентальний клімат Західної України з високою річною кількістю атмосферних опадів формує підвищені вимоги до систем водовідведення та захисту огорожувальних конструкцій. У таких умовах зелений дах та експлуатовані тераси розглядаються не як декоративні елементи, а як функціональні інженерні системи, здатні частково акумулювати дощову воду та зменшувати пікове навантаження на міські мережі зливової каналізації.

Зелена покрівля в умовах Західного регіону одночасно виконує кілька критичних функцій: захист гідроізоляції від температурних коливань, додаткову теплоізоляцію верхніх поверхів у зимовий період та зниження перегріву будівель влітку. Для офісно-житлових будинків це має принципове значення, оскільки поєднання житлових і робочих функцій вимагає стабільного мікроклімату протягом усього року, незалежно від режиму експлуатації приміщень [42].

Сезонність і вплив на формування терас та озеленення

Виражена сезонність клімату Західної України зумовлює специфіку архітектурних рішень експлуатованих терас. На відміну від південних регіонів, де тераси є активними майже цілий рік, у західних містах вони мають сезонний сценарій використання, що впливає на їхню геометрію, захищеність від вітру та інсоляцію. Це стимулює застосування заглиблених терас, каскадних уступів та часткового екранування простору об'ємами будівлі.

Вибір рослинності також визначається кліматичними умовами: перевага надається морозостійким багаторічним видам, що витримують снігові навантаження та підвищену вологість. Це, своєю чергою, впливає на конструктивні рішення — стаціонарні клумби, інтегровані у плиту перекриття, посилені дренажні шари та збільшені несучі здатності перекриттів [43]

Інсоляція як фактор об'ємно-просторового формування

Містобудівна ситуація більшості західноукраїнських міст характеризується щільною квартальною забудовою, що ускладнює забезпечення нормативної інсоляції житлових і офісних приміщень. У відповідь на це в архітектурі офісно-житлових комплексів середньої поверховості поширюється практика уступчастого формування об'ємів, яка дозволяє відкривати верхні рівні для сонячного світла та одночасно створювати експлуатовані зелені площини.

Вертикальне озеленення в таких умовах виконує подвійну функцію: з одного боку — як засіб сонцезахисту для приміщень із великим відсотком застакнення, з іншого — як інструмент покращення мікроклімату фасадів. Це особливо актуально для офісних поверхів, де теплові надлишки формуються не лише від сонячної радіації, а й від внутрішніх джерел тепла [44].

Містобудівні обмеження та компенсаційна роль зелених дахів

Історично сформована структура міст Західної України з обмеженнями по висотності, силуету та щільності забудови зумовлює дефіцит наземних зелених територій, особливо в центральних і напівцентральних районах. У цих умовах експлуатовані покрівлі та озеленені стилобати виконують компенсаційну містобудівну функцію, повертаючи місту рекреаційні простори на новому рівні.

Зелений дах у структурі офісно-житлового комплексу часто стає аналогом внутрішньоквартальної площі або двору, але без конфлікту з автомобільним рухом. Це дозволяє формувати пішохідно-орієнтоване середовище, де рекреаційні функції інтегровані безпосередньо в об'єм будівлі, а не винесені за її межі [45]

Вплив рельєфу та природного ландшафту

Для багатьох міст Західної України характерний складний природний рельєф, що стимулює використання терасування як базового архітектурного прийому. Уступчасті об'єми дозволяють адаптувати будівлі до перепадів висот, зменшити їхній візуальний масштаб і водночас створити додаткові відкриті зелені простори на різних рівнях [46]

2.2.3. Проблеми та обмеження застосування зелених дахів і вертикального озеленення в сучасній українській практиці

Нормативно-правові обмеження

Однією з ключових проблем є відсутність детально розробленої національної нормативної бази, що комплексно регламентує проектування, влаштування та експлуатацію зелених дахів і систем вертикального озеленення. Чинні ДБН переважно розглядають озеленення фрагментарно — у контексті благоустрою або загальних вимог до покрівель, не визначаючи чітких стандартів для багатошарових зелених систем, навантажень, водовідведення та довготривалої експлуатації [47]

Конструктивні та інженерні складнощі

Зелений дах у реальності є складною інженерною системою з багатьма функціональними шарами, кожен з яких критично важливий для надійності будівлі. В українській практиці часто спостерігається спрощення конструкції з метою здешевлення, що призводить до проблем з гідроізоляцією, дренажем і довговічністю системи.

Кліматична адаптація та вибір рослинності

Кліматичні умови Західної України з холодними зимами, значною кількістю опадів і різкими сезонними перепадами температур вимагають ретельно підібраної рослинності та спеціалізованих технічних рішень. Проте в українській практиці нерідко застосовуються універсальні або імпортовані рішення, не адаптовані до місцевого клімату.

Інтеграція у містобудівний контекст

Ще одним обмеженням є недостатня інтеграція зелених дахів у загальну містобудівну логіку. В українській практиці вони часто проєктуються як автономні елементи окремих будівель, без зв'язку з міською зеленою інфраструктурою. У результаті втрачається потенціал зелених покрівель як інструменту компенсації щільної забудови, управління мікрокліматом кварталу та формування безперервних пішохідно-рекреаційних маршрутів.

РОЗДІЛ 3. ПРОЄКТНІ ПРОПОЗИЦІЇ (АРХІТЕКТУРИ ОФІСНО-ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ СЕРЕДНЬОЇ ПОВЕРХОВОСТІ ЗАХІДНОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ

3.1 Архітектурно-планувальні рішення

3.1.1. Містобудівні умови та обмеження проєктування

Містобудівні умови визначаються вставним типом забудови, оскільки ділянка розташована всередині існуючого кварталу з чітко сформованими межами та вуличними фронтами. Такий характер розміщення потребує узгодження габаритів, поверховості, об'ємно-просторової композиції й функціонального наповнення будівлі з навколишнім середовищем (рис.3.1)

- З північного боку ділянка прилягає до **вулиці Дмитра Вітовського** — важливої міської магістралі з активним громадсько-житловим фронтом. Уздовж неї сформована забудова середньої поверховості з вбудованими комерційними та громадськими приміщеннями, що обумовлює необхідність чіткого архітектурного фронту та активізації першого поверху проєктованої будівлі.

- Східна межа проходить уздовж **вулиці Турецької**, яка має локальний характер і забезпечує внутрішньоквартальні транспортні та пішохідні зв'язки. Різнопверхова й різночасова забудова цієї вулиці формує неоднорідний архітектурний контекст, що зумовлює застосування адаптивних об'ємно-просторових рішень для гармонійної інтеграції нового об'єкта.

- З південного боку ділянка межує з **вулицею Зарицьких**, яка вирізняється камерним характером і переважно обслуговує житлову забудову.

Проєкт передбачає поетапну реалізацію забудови, що складається з двох черг. Детальне опрацювання черг будівництва формує основний архітектурно-планувальний каркас комплексу та визначає стратегію послідовного розвитку території. Реалізація проєкту поділена на дві чітко визначені, що дозволяє оптимізувати інвестиційні ресурси та мінімізувати незручності для навколишньої забудови. Кожна з черг спроектована як функціонально (рис.3.2)

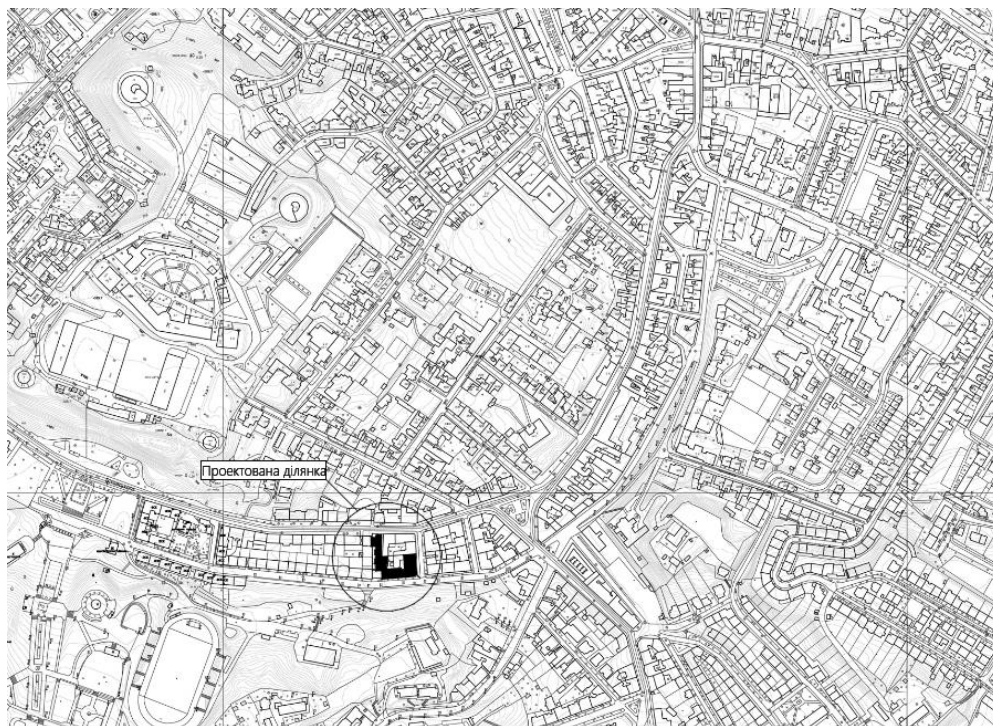


Рисунок 3.1 - Опорний план території



Рисунок 3.2 - Морфологія ділянки

3.1.2. Планувальна організація території та функціональне зонування

Територія проєктування розглядається як складова сформованого міського кварталу, тому прийняті рішення орієнтовані на інтеграцію нової забудови в існуючу просторову структуру, а не на її ізоляцію. Будівля розміщується в межах червоних ліній вулиць Дмитра Вітовського, Турецької та Зарицьких, формуючи чіткі вуличні фронти й водночас захищений внутрішньо кварталний простір.

Функціональне зонування території передбачає виділення таких зон:

Житлова зона: Розташована переважно на верхніх поверхах і спроектована з урахуванням нормативних вимог до інсоляції, провітрювання та акустичного комфорту. Планувальна структура житла ґрунтується на секційному принципі з організацією сходових кліток і ліфтових вузлів, що забезпечує зручну навігацію, ефективні вертикальні зв'язки та відповідність вимогам пожежної безпеки.

Зона громадського й комерційного обслуговування: Приміщення розміщені на рівні першого поверху вздовж вулиць з активним пішохідним рухом. Таке рішення сприяє формуванню жвавого міського середовища, підвищує функціональну насиченість забудови та забезпечує безпосередню взаємодію будівлі з вуличним простором. Комерційні об'єкти мають окремі входи з боку вулиці, що дозволяє розмежувати потоки мешканців і відвідувачів.

Транспортна зона: Охоплює під'їзди до будівлі, місця короткочасної зупинки та в'їзд до підземного паркінгу. Основний транспортний доступ організовано з боку вулиці Дмитра Вітовського, що зменшує навантаження на внутрішньо кварталні проїзди та підвищує безпеку руху. Розташування в'їзду до підземного паркінгу мінімізує перетин пішохідних і транспортних потоків.

Підземний паркінг є важливим елементом планувальної структури, оскільки дозволяє максимально звільнити дворовий простір від автомобілів. Зв'язок між паркінгом і житловими поверхами здійснюється через ліфтово-сходові вузли, що забезпечує зручність і безпечну експлуатацію.

Рекреаційна зона: Сформована у вигляді напівзакритого внутрішнього двору з обмеженим доступом для сторонніх осіб. Двір призначений для відпочинку мешканців і включає прибудинкові майданчики різного функціонального призначення. Планувальне вирішення спрямоване на створення комфортного мікроклімату та зниження впливу шуму й забруднення з боку прилеглих вулиць.

3.1.3. Благоустрій та озеленення території (уточнена редакція)

Проектом передбачено формування внутрішнього житлового двору та патіо, організованих як напівзакриті пішохідні простори, вільні від постійного руху автомобільного транспорту. Таке рішення відповідає сучасним підходам до проектування житлових комплексів у центральних районах міста та дозволяє мінімізувати негативний вплив шуму, вібрації й загазованості на внутрішнє середовище забудови (табл.3.1).

Внутрішній двір виконує функцію локального рекреаційного простору для мешканців і забезпечують візуальний та просторовий зв'язок між житловими секціями. У межах цих зон розміщується основна частина прибудинкових майданчиків, призначених для короткочасного відпочинку та повсякденного користування. Їх розташування передбачає зручні пішохідні підходи з житлових входів і водночас ізоляцію від транспортних проїздів.

Навколо проєктованого комплексу передбачено влаштування проїжджої частини, гостьових паркомісць, пішохідних хідників та озелених ділянок, що формують єдину систему благоустрою території. Транспортні проїзди організовані таким чином, щоб забезпечити доступ до будівлі та підземного паркінгу без порушення пішохідного характеру внутрішнього двору й патіо.

Доступ пожежної та іншої спеціальної техніки забезпечується з боку вулиці Дмитра Вітовського відповідно до містобудівного положення ділянки. Проектними рішеннями дотримано нормативні протипожежні розриви між будівлями, мінімальні допустимі ширини проїздів і необхідні габарити

розворотних майданчиків. Елементи благоустрою розміщені таким чином, щоб не перешкоджати роботі аварійно-рятувальних служб.

Озеленення території передбачає висадку дерев і чагарників, улаштування газонів та локальних зелених зон у межах внутрішнього двору, патіо й уздовж пішохідних маршрутів. Зелені насадження використовуються як засіб просторового зонування, формування сприятливого мікроклімату та покращення візуального сприйняття забудови.

Додаткові рекреаційні й озеленені простори передбачені на рівні верхніх поверхів будівлі у вигляді експлуатованих терас, функціонально пов'язаних із житловою частиною. Вони не входять до складу благоустрою на рівні землі, що дозволяє оптимально використовувати обмежену площу ділянки та сформувати багаторівневу систему рекреаційних просторів.

У зонах благоустрою, патіо та озелених ділянках застосовуються гравійні засипки й спеціальні композитні матеріали, що покращують дренажні властивості покриття та сприяють формуванню сприятливого мікроклімату. У місцях руху пожежної та спеціальної техніки, а також на розворотних майданчиках, передбачена армована основа, розрахована на відповідні експлуатаційні навантаження.

Проектними рішеннями забезпечено **доступність для маломобільних груп населення** відповідно до вимог чинних нормативних документів, зокрема ДБН В.2.2-40:2018, ДБН В.2.2-12:2019 та ДБН Б.2.3-15. Безбар'єрні маршрути руху організовані від меж ділянки до входів у будівлю, ліфтових вузлів, внутрішнього двору та патіо, а також до всіх основних функціональних приміщень.

Поздовжні ухили шляхів пересування маломобільних груп населення не перевищують 8 %, що відповідає нормативним вимогам. Покриття тротуарів і проїздів виконані з твердих неслизьких матеріалів, придатних для безпечного пересування осіб з обмеженою мобільністю. У місцях виходу на пішохідні тротуари висота бортового каменю прийнята не більше 40 мм, що забезпечує зручний і безпечний перехід.

№	Найменування	Одиниц і виміру	Площа	%	Примітк и
1	Площа ділянки	м ²	1300	100%	
2	Площа забудови	м ²	800	61,50%	
3	Площа вимощення проїздів, доріг	м ²	30	2,35%	
4	Площа вимощення хідників, пішохідних доріжок	м ²	290	22,30%	
5	Площа прибудинкових майданчиків	м ²	50	3,84%	
6	Фактична площа озеленення	м ²	180	10,01%	
7	Розрахункова площа озеленення*	м ²	200	30,91 %	

Таблиця 3.1 - Техніко- економічні показники по генплану

3.2 Архітектурно-будівельні рішення

3.2.1. Об'ємно-просторове та функціонально-планувальне рішення будівлі

Будівлі розміщені вздовж меж земельної ділянки, зокрема по її західній і південній сторонах, із дотриманням чинних містобудівних, санітарно-гігієнічних і протипожежних вимог. Таке планувальне рішення дозволяє чітко сформувати вуличні фронти та водночас створити затишний внутрішній простір.

Під усіма житловими будинками запроєктовано підземні паркінги, розміщені під будівлями відповідних черг і частково під внутрішнім двором однієї з них (рис.3.3). Це забезпечує раціональне використання території та мінімізує присутність автомобілів на рівні землі. За відносну позначку +0,000 прийнято рівень чистої підлоги квартир першого поверху, що відповідає абсолютній відмітці 288,30м.

Середня висота житлових поверхів становить близько 2,85 м, що відповідає сучасним вимогам до комфорту проживання. Загальна кількість житлових одиниць у будівлі першої черги — 32 квартири (табл.3.2), у тому числі:

- Однокімнатні — 14;
- Двокімнатні та багатокімнатні — 18.

Загальна площа житлових квартир становить 3460 м.

№	Показники	Одиниця виміру	
Загальні показники			
1	Вид будівництва	-	Нове будівництво
2	Ступінь вогнестійкості	-	II
3	Клас наслідків (відповідальності)	-	СС2
4	Поверховість	поверхів	6
	Підземні поверхи	поверхів	1
5	Умовна висота будинку	м	<23
6	Гранична висота будинку	м	20,700
7	Площа земельної ділянки	м²	1300
8	Площа забудови	м²	800
	Площа забудови (включно з підземною/стилобатною частиною)	м²	830

Житловий будинок			
9	Загальна кількість квартир в т.ч.:	шт	32
	однокімнатні	шт	14
	двох та більше кімнатні в т.ч.:	шт	18
10	Загальна площа будівлі в т.ч.:	м²	4950
	площа квартир у будинку	м ²	3460
	площа літніх приміщень (з коеф.)	м ²	150
11	Площа нежитлових приміщень в т.ч.:	м²	750
	площа прибудованих приміщень громадського призначення в т.ч.:	м ²	607
	- <i>площа комерційних приміщень (без літніх приміщень)</i>	м ²	205
	- <i>площа офісних приміщень)</i>	м ²	230
	площа інших нежитлових приміщень в т.ч.:	м ²	73,8
	- <i>площа нежитлових приміщень</i>	м ²	30
	- <i>площа інженерних приміщень</i>	м ²	8,6
Паркінг			
25	Площа підземного паркінгу в т.ч.:	м ²	884
	Площа паркомісць	м ²	420
	Площа МЗК паркінгу	м ²	225
	Площа укриття	м ²	195

Таблиця 3.2 - Техніко- економічні показники багатоквартирного житлового комплексу



Рисунок 3.3 - Фрагменти планування житлової частини



Рисунок 3.4 - Концепція забудови

3.2.2. Архітектурно-художнє вирішення та фасадні системи

Архітектурно-художнє вирішення житлового будинку сформовано з урахуванням містобудівного контексту ділянки, функціонального призначення об'єкта та актуальних тенденцій сучасної житлової архітектури. Фасадна концепція спрямована на створення стриманого й виразного образу, який органічно вписується в існуюче міське середовище та водночас підкреслює сучасний характер нової забудови (рис.3.4).

- Для нижніх поверхів використано полімерний клінкер і мінеральну фасадну штукатурку темно-зелених сірих відтінків (RAL 6009), що формує більш масивний і стійкий візуальний образ цокольної та першої поверхової зони. Таке рішення відповідає підвищеним експлуатаційним вимогам до нижніх рівнів і забезпечує захист фасаду від механічних впливів.
- Верхні поверхи оздоблені поєднанням полімерного клінкеру та «мокрого» фасаду у теплих сіро тонах (RAL 7032, RAL 7035). Контраст із нижніми ярусами візуально полегшує об'єм будівлі, а вибіркове застосування матеріалів підкреслює архітектурні акценти та пластику фасадів.

Балкони й лоджії відіграють важливу роль у формуванні архітектурного образу. Металеві огорожі виконані у стриманому темному кольорі, що підкреслює графічність фасадів і відповідає чинним нормативам. Віконні лиштви, парпетні накривки та інші фасонні елементи виготовляються з листового металу аналогічного кольору, забезпечуючи цілісність композиції.

Світлопрозорі конструкції — вікна, балконні блоки та входні двері — запроектовані з багатокамерних металопластикових профілів із двокамерними склопакетами. Колір профілів прийнято темно-сірий (RAL 7021), що гармонійно поєднується з фасадним опорядженням. Входні двері житлової та громадської частин передбачені алюмінієвими, утепленими, з підвищеними експлуатаційними показниками.

Внутрішнє опорядження приміщень

Рішення з внутрішнього опорядження сформовані з урахуванням функціонального призначення приміщень і вимог до їх експлуатації.

- У коридорах загального користування, сходових клітках і на поверхових майданчиках передбачене покриття підлог із неслизької керамічної плитки, що забезпечує безпеку та простоту догляду.
- У технічних приміщеннях також застосовується керамічна плитка як зносостійкий і вологостійкий матеріал.
- У житлових квартирах (житлові кімнати, кухні, коридори) запроєктована цементно-піщана стяжка по плитах екструдованого пінополістиролу. Рівень стяжки нижчий за чисту підлогу, що дає змогу мешканцям виконувати фінішне опорядження за власним вибором.
- У санвузлах передбачено додаткову гідроізоляцію у вигляді мастичного шару по вирівнювальній стяжці. Чистове опорядження квартир не виконується, що відповідає практиці передачі житла у стані «під оздоблення».
- У підземному паркінгу фінішним шаром підлог є полімербетонне покриття з високою зносостійкістю. Теплоізоляція підлог паркінгу передбачена з плит екструдованого пінополістиролу товщиною 100 мм.

Стіни та перегородки коридорів і сходових кліток опоряджуються фарбуванням водоемульсійними фарбами; аналогічні рішення застосовуються в технічних приміщеннях. Стіни квартир покриваються гіпсовою штукатуркою без нанесення декоративного фінішного шару.

Стелі коридорів, сходових кліток, технічних приміщень і підземного паркінгу фарбуються матеріалами на водній основі. Фінішне декоративне опорядження спільних міжквартирних просторів не передбачається.

3.2.3 Заходи з пожежної безпеки

Об'єкти запроєктовано відповідно до вимог ДБН В.1.1.7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва». Пожежна безпека забезпечується сукупністю проєктних рішень, спрямованих на запобігання виникненню пожеж, створення умов для їх ефективного гасіння, безпечної евакуації людей та збереження матеріальних цінностей. Будівельні конструкції відповідають вимогам II ступеня вогнестійкості.

Розміщення будинку на ділянці виконано з урахуванням необхідних протипожежних розривів і забезпечення вільного доступу пожежної техніки. Планування входів, проходів, сходів, дверних прорізів і ліфтів прийнято згідно з чинними нормативними документами.

У житловому будинку для кожної квартири передбачено два шляхи евакуації через сходові клітини типу СК-1 з виходами назовні на рівні першого поверху. Вхідні двері квартир мають межу вогнестійкості EI 30. Автостоянка обладнана системами пожежної сигналізації, пожежогасіння та протипожежного водопостачання.

Основні будівельні конструкції відповідають вимогам II ступеня вогнестійкості, зокрема: несучі стіни, колони та пілони мають межу вогнестійкості REI 120; стіни сходових кліток — REI 120; міжповерхові перекриття — REI 45; перекриття між паркінгом і першим поверхом житлового будинку — REI 180; міжквартирні та технічні перегородки — EI 45; міжкімнатні перегородки — EI 15. Усі зазначені конструкції належать до класу M0, за винятком перегородок загальних коридорів, що відповідають класу MX.

Канали та ніші для інженерних комунікацій виконані відповідно до нормативних вимог щодо вогнестійкості перегородок і перекриттів, що забезпечує належний рівень пожежної безпеки будівлі.

3.3 Проектно-конструктивні рішення

3.3.1. Конструктивно-будівельні елементи та огорожувальні конструкції

Будівля запроектована за каркасною конструктивною системою у вигляді монолітного залізобетонного каркасу. Такий підхід гарантує необхідну просторову жорсткість, дає змогу варіювати планувальні рішення та забезпечує раціональну передачу навантажень на основу. Основними несучими елементами є залізобетонні колони, пілони та монолітні перекриття.

Фундаменти виконані у вигляді суцільної монолітної залізобетонної плити, що забезпечує рівномірний розподіл навантажень на ґрунтову основу та підвищує загальну надійність конструкції, зокрема з урахуванням розміщення підземного паркінгу.

Стіни ліфтових шахт запроектовані з монолітного залізобетону та відіграють ключову роль у забезпеченні просторової жорсткості будівлі. Сходові марші й площадки виконуються залізобетонними, суцільної конструкції, що відповідає вимогам пожежної безпеки й експлуатаційної довговічності.

Зовнішні огорожувальні та самонесучі стіни житлових поверхів передбачені з керамічного пустотілого блоку формату 2НФ з порожнистістю 40–45 % відповідно до ДСТУ Б.В.2.7-61:2008, товщиною 120 та 250 мм залежно від функціонального призначення. Таке рішення забезпечує необхідні тепло- та звукоізоляційні показники й водночас зменшує власну вагу конструкцій.

Парапетні стіни виконуються з монолітного залізобетону товщиною 250 мм, що гарантує їхню міцність і стійкість, особливо в зонах експлуатованих покрівель і терас верхніх поверхів.

Огорожувальні конструкції підземного паркінгу запроектовані з монолітного залізобетону товщиною 250 мм, а в окремих ділянках — із керамічного пустотілого блоку 2НФ аналогічної товщини, що допускається прийнятою конструктивною схемою. Поєднання цих матеріалів забезпечує необхідну міцність, вогнестійкість і довговічність підземної частини будівлі.

3.3.2. Інженерні системи будівлі та їх інтеграція в архітектурно-будівельні рішення

Система опалення та теплопостачання

У межах проекту опрацьовується кілька варіантів організації теплопостачання, що дозволяє адаптувати будівлю до економічних, експлуатаційних і містобудівних умов. Базовим рішенням визначено централізоване опалення без індивідуального газопостачання квартир, із можливістю розміщення котельні на покрівлі або в окремій прибудові. Такий підхід усуває потребу прокладання газових труб по фасадах, зберігає архітектурну виразність будівлі та розширює можливості планування житлових просторів.

Система опалення закладається з урахуванням перспективи підключення альтернативних джерел тепла, зокрема теплових насосів і сонячних колекторів. Це відповідає принципам сталого розвитку та концепції використання зелених покрівель як інженерно-екологічного елемента.

Системи вентиляції

Для житлових приміщень запроєктовано поквартирну вентиляцію з можливістю застосування локальних рекуператорів у поєднанні з механічною витяжною з кухонь і санвузлів. Це рішення покращує якість повітря, зменшує тепловтрати та підвищує загальний рівень енергоефективності комплексу.

Архітектурно-планувальні особливості фасадів і внутрішніх дворів дозволяють приховано інтегрувати вентиляційні елементи без порушення композиційної цілісності та загальної архітектурної ідеї об'єкта.

Системи кондиціювання та охолодження

Охолодження приміщень передбачається шляхом використання поквартирних VRF- або спліт-систем, а в перспективі — через централізовану систему з даховим чилером. Останній варіант розглядається як довгострокове рішення з можливістю роботи в режимі теплового насоса, що дозволить поєднати функції опалення й охолодження в межах єдиної інженерної мережі

3.3.3. Конструктивні рішення покриття та інтеграція зелених дахів і вертикального озеленення

Конструктивні рішення покриття та систем озеленення проєктованого житлового комплексу сформовані з урахуванням основної концепції проєкту, що передбачає інтеграцію елементів зеленої архітектури в несучу та огорожувальну систему будівлі. Особливу увагу приділено експлуатованим покрівлям із зеленими зонами та вертикальному озелененню глухих фасадів у межах внутрішнього двору.

Конструктивні рішення покриття та зелених дахів

Покриття будівлі запроєктоване плоским суміщенням, з організованою внутрішньою системою водовідведення. Несучою основою є монолітна залізобетонна плита покриття, яка працює як горизонтальна діафрагма жорсткості та передає навантаження від власної ваги, експлуатації та озеленення на вертикальні несучі елементи каркасу.

У зонах, де покриття використовується як експлуатоване з розміщенням зелених насаджень, прийнята інвертована покрівельна система. Таке рішення є конструктивно доцільним для зелених дахів, оскільки забезпечує:

- захист гідроізоляційного шару від механічних пошкоджень;
- зменшення температурних деформацій;
- підвищення довговічності покрівельного вузла.

Гідроізоляція виконана з ПВХ-мембрани з антикореновими властивостями, що є обов'язковою умовою для зелених дахів. Мембрана укладається безпосередньо на плиту покриття з ретельним опрацюванням вузлів примикання до парапетів, деформаційних швів та водоприймальних воронок.

Конструкція зеленого даху включає захисно-розділювальний шар, теплоізоляцію з плит екструдованого пінополістиролу, дренажний шар, фільтрувальний шар та ґрунтовий субстрат нормованої товщини. Усі шари підібрані з урахуванням допустимого навантаження на плиту покриття, при

цьому враховано не лише власну вагу конструкції, але й максимальне водонасичення субстрату, що є визначальним для розрахунку.

Зелені дахи виконують також гідрологічну функцію, затримуючи частину атмосферних опадів та зменшуючи пікові витрати дощових вод. Водовідведення з покриття організоване внутрішнім способом і інтегроване в загальну систему зливової каналізації будівлі.

Вертикальне озеленення глухих фасадів у внутрішньому дворі

У межах внутрішнього двору проєктом передбачено вертикальне озеленення глухої фасадної стіни, яка не має віконних прорізів і без додаткових архітектурних заходів формувала б візуально замкнений та несприятливий простір. Вертикальне озеленення розглядається як інженерно інтегрований елемент огорожувальної конструкції, що впливає на мікроклімат, акустичний комфорт і візуальне сприйняття внутрішнього двору.

Конструктивно система вертикального озеленення запроєктована у вигляді незалежної металевої несучої рами, яка анкерується до основної стіни будівлі через дистанційні кронштейни. Таке рішення забезпечує:

- відсутність прямого навантаження рослинних елементів на фасадну стіну;
- можливість вентиляції між озелененням і огорожувальною конструкцією;
- захист фасаду від зволоження та біологічного впливу.

Рослинні модулі або контейнерні елементи розміщуються поетапно на різних рівнях конструкції, що дозволяє створити багатошарову зелену стіну. Система передбачає організований полив і дренаж, із відведенням надлишкової води в дощову каналізацію або локальні дренажні елементи двору.

З конструктивної точки зору, навантаження від вертикального озеленення враховані як додаткові постійні навантаження на елементи кріплення та не залучаються до розрахунку несучих стін будівлі. Водночас система вертикального озеленення позитивно впливає на експлуатаційні характеристики огорожувальних конструкцій, зменшуючи перегрів стін у літній період та формуючи більш стабільний мікроклімат внутрішнього двору.

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

4.1. Екологічні аспекти розміщення та експлуатації офісно-житлових будинків у міському середовищі

Рациональне розміщення офісно-житлових об'єктів орієнтоване на використання вже урбанізованих територій із сформованою транспортною та інженерною мережею. Такий підхід дозволяє уникнути залучення нових природних земель під забудову, скоротити протяжність комунікацій і зменшити загальний екологічний тиск міського розвитку. У цьому контексті офісно-житлова забудова середньої поверховості є ефективним інструментом компактного міста, поєднуючи ущільнення простору з контролем масштабів будівництва.

Вагомим екологічним чинником виступає поєднання житлових і офісних функцій у межах однієї будівлі або кварталу. Таке функціональне змішування знижує інтенсивність щоденних пересувань, скорочує маятникову міграцію та зменшує навантаження на вулично-дорожню мережу. У результаті знижується рівень шумового та повітряного забруднення, що є одним із найгостріших викликів для щільної міської забудови.

У процесі експлуатації офісно-житлові комплекси постійно впливають на мікроклімат прилеглих територій. Значна частка твердих покриттів, інженерного обладнання та зашкленних поверхонь сприяє акумуляції тепла й порушенню природного теплового балансу. Екологічно виважене розміщення будівель із урахуванням аерації, відкритості внутрішніх просторів і можливості формування локальних зелених зон дає змогу зменшити ці негативні ефекти та покращити санітарно-гігієнічні умови.

Окремої уваги потребує експлуатаційне навантаження офісно-житлових об'єктів на міські ресурси. Поєднання різних режимів використання приміщень зумовлює підвищене споживання енергії та води, а також зростання обсягів побутових відходів.

4.2. Вплив зелених дахів і вертикального озеленення на енергоефективність та мікроклімат будівлі

Зелені покрівлі та системи вертикального озеленення в офісно-житлових будівлях середньої поверховості розглядаються як важливі елементи, що безпосередньо впливають на енергоефективність об'єкта та формування комфортного внутрішнього мікроклімату. Їхній вплив проявляється через коригування теплового балансу огорожувальних конструкцій, зменшення пікових теплових навантажень і стабілізацію температурно-вологісних показників внутрішнього середовища.

У теплий період року зелені дахи знижують інтенсивність нагрівання верхніх огорожувальних елементів. Шар рослинності разом із субстратом поглинає значну частину сонячної радіації та обмежує прямий тепловий вплив на поверхню покрівлі. Унаслідок цього температура перекриттів зменшується, що безпосередньо відбивається на тепловому режимі приміщень верхніх поверхів. Для офісних просторів це означає скорочення потреби в активному охолодженні, а для житлових — підвищення рівня теплового комфорту в періоди літніх температурних максимумів.

У холодну пору року зелена покрівля виконує роль додаткового теплоізоляційного прошарку. Повітряні пори в субстраті та рослинному шарі зменшують тепловтрати через дах, сприяючи стабільності температурного режиму всередині будівлі. Для офісно-житлових об'єктів із різними сценаріями використання це забезпечує більш рівномірний розподіл теплових потоків і зменшує температурні коливання між поверхами.

Вертикальне озеленення фасадів також впливає на енергетичні показники будівлі, змінюючи теплові й радіаційні характеристики зовнішніх стін. У літній період рослинний покрив частково екранує фасади від прямого сонячного випромінювання, знижуючи ризик перегріву приміщень, особливо офісних зон із високою часткою застакнення. Додатково зелений шар охолоджує повітря біля фасаду за рахунок випаровування вологи, що позитивно позначається на мікрокліматі приміщень, орієнтованих на озеленені площини.

Важливим є й вплив зелених елементів на повітрообмін та вологісний режим будівлі. Озеленені конструкції зменшують різкі температурні перепади зовнішніх поверхонь, що знижує ймовірність утворення конденсату та локальних зон підвищеної вологості на внутрішніх огорожувальних елементах. Це має особливе значення для кліматичних умов Західної України, де поєднання високої вологості та сезонних температурних коливань може негативно позначатися на експлуатаційних характеристиках будівель.

Зелені дахи й вертикальне озеленення впливають також на акустичний комфорт, який є складовою загального мікроклімату. Рослинні шари частково поглинають зовнішній шум, зменшуючи його проникнення у внутрішні простори. Для офісно-житлових будинків, розташованих поблизу транспортних магістралей або в умовах щільної забудови, це підвищує комфорт перебування як у робочих, так і в житлових приміщеннях без додаткового навантаження на інженерні системи.

Узагальнено вплив зелених покрівель і вертикального озеленення на енергоефективність проявляється не у вигляді окремого технічного показника, а як комплексний ефект — зменшення пікових енергетичних витрат, стабілізація внутрішнього мікроклімату та підвищення комфорту користувачів. Для офісно-житлових будівель середньої поверховості ці чинники є особливо важливими, оскільки дозволяють забезпечити більш рівномірні умови експлуатації протягом року без надмірної залежності від активних систем опалення та кондиціювання.

4.3. Управління поверхневими водами та зменшення екологічного навантаження

Управління поверхневими водами є одним із визначальних екологічних викликів сучасної офісно-житлової забудови в міських умовах. Інтенсивне ущільнення територій, зростання площі твердих покриттів і скорочення водопроникних поверхонь призводять до перевантаження дощових колекторів, локальних підтоплень і погіршення екологічного стану міста. За таких обставин

будівля перестає бути пасивним елементом і набуває функції активного регулятора водного балансу ділянки.

Для офісно-житлових будинків середньої поверховості характерні значні площі покрівель, стилобатів і терас, які в традиційних рішеннях є водонепроникними. Під час експлуатації це спричиняє формування пікових скидів дощових вод у періоди інтенсивних опадів і створює додаткове навантаження на міські інженерні системи. З екологічної позиції ефективно управління поверхневими водами полягає у зменшенні обсягів і швидкості відведення стоку безпосередньо з території забудови.

Зелені покрівлі, озеленені тераси та фасадні системи є важливими елементами багаторівневої моделі затримання й регулювання атмосферних опадів. Частина вологи акумулюється на поверхні зелених елементів, інша випаровується, знижуючи сумарний об'єм поверхневого стоку. Це дозволяє перетворити короткочасні пікові навантаження на більш рівномірний водний режим, що особливо актуально для міст із високою кількістю опадів.

Управління поверхневими водами тісно пов'язане з формуванням мікроклімату будівлі та прилеглого простору. Випаровування вологи з озеленених поверхонь сприяє зниженню температури повітря в теплий період і підвищує комфорт перебування на відкритих майданчиках. Таким чином, водоутримувальні властивості зелених елементів мають подвійний ефект — гідрологічний і мікрокліматичний.

З екологічного погляду важливим є й зменшення ризику забруднення поверхневих вод. Дощові стоки з традиційних покрівель і твердих покриттів часто містять механічні домішки та забруднювачі, які без очищення потрапляють у міські водовідвідні системи. Озеленені поверхні частково виконують фільтраційну функцію, затримуючи забруднення та знижуючи їх концентрацію у воді, що відводиться за межі ділянки.

У процесі експлуатації офісно-житлових будівель ефективно управління поверхневими водами дозволяє зменшити екологічне навантаження не лише на інженерні мережі, а й на навколишні міські території.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

У межах цієї магістерської роботи сформовано цілісну архітектурну концепцію офісно-житлового комплексу середньої поверховості з інтеграцією зеленого даху та систем вертикального озеленення. Запропоновані проєктні рішення демонструють реальне впровадження експлуатованої «зеленої» покрівлі, організованої як рекреаційний простір для мешканців, а також вертикально озелених фасадів як складових єдиної архітектурної композиції будівлі. Концепція враховує містобудівні особливості Західного регіону України, забезпечуючи гармонійне включення нової середньоповерхової забудови в існуюче середовище без порушення історично сформованого масштабу, водночас формуючи додаткові громадські та рекреаційні простори завдяки озеленим терасам. Опрацьовані архітектурно-планувальні та конструктивні рішення підтвердили, що сучасні несучі системи здатні сприймати додаткові навантаження від зелених покрівель і фасадних насаджень, а інженерні системи — забезпечувати їх стабільну роботу, зокрема ефективну гідроізоляцію, дренаж і автоматизований полив.

Запропоноване екологічно орієнтоване рішення має низку суттєвих переваг.

По-перше, комплекс характеризується високим рівнем екологічності: озеленення покрівлі та фасадів покращує мікроклімат будівлі й прилеглих територій, сприяє зменшенню запиленості повітря, поглинанню вуглекислого газу та формуванню осередків біорізноманіття в умовах міської забудови. Водночас зелені елементи виконують функцію природного екрану, знижуючи рівень шуму й інтенсивність пилового забруднення.

По-друге, досягається підвищення енергоефективності будівлі: зелена покрівля працює як додатковий теплоізоляційний шар, а вертикальне озеленення забезпечує затінення фасадів у літній період. У сукупності це зменшує тепловтрати взимку та перегрів приміщень улітку, що дозволяє скоротити витрати енергії на опалення й кондиціонування відповідно до сучасних вимог енергозбереження.

По-третє, проєктні рішення відповідають чинним будівельним нормам і стандартам. Використані технології інтеграції зелених елементів узгоджені з вимогами ДБН щодо надійності конструкцій, енергоефективності та цивільного захисту, а також із принципами сталого розвитку. Таким чином, комплекс із зеленим дахом і вертикальним озелененням не лише відповідає нормативним вимогам, а й перевищує типові проєкти за показниками екологічності та рівнем комфорту.

Проведене дослідження підтверджує доцільність і можливість подальшого широкого впровадження принципів зелених дахів і вертикального озеленення в архітектурну практику Західного регіону України. Результати проєкту свідчать, що кліматичні умови та рослинний потенціал регіону є сприятливими для формування довговічних зелених насаджень на покрівлях і фасадах, а наявні місцеві матеріали та технології дозволяють реалізовувати такі рішення без суттєвих технічних ускладнень. Економічний аналіз показав, що інвестиції в зелені дахи та фасадне озеленення є виправданими в довгостроковій перспективі завдяки зниженню експлуатаційних витрат, зокрема на опалення й охолодження, а також подовженню строку служби покрівельної гідроізоляції. Запропонована в магістерському проєкті архітектурно-конструктивна концепція може слугувати прототипом для подібних об'єктів, демонструючи, що інтеграція зеленої інфраструктури в середньоповерхову забудову здатна істотно підвищити якість міського середовища та ефективність будівель без втрати їх функціональності й надійності. Отже, впровадження зелених дахів і вертикального озеленення в офісно-житлових комплексах середньої поверховості є обґрунтованим кроком до сталого розвитку міської архітектури Західної України, забезпечуючи екологічну збалансованість, енергоефективність і відповідність сучасним суспільним запитам.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Wilson E. O. Biophilia. Cambridge: Harvard University Press, 1984. 157 p.
2. Beatley T. Biophilic Cities: Integrating Nature into Urban Design and Planning. Washington: Island Press, 2011. 280 p.
3. McHarg I. L. Design with Nature. New York: Doubleday, 1969. 208 p.
4. Gehl J. Cities for People. Washington: Island Press, 2010. 288 p.
5. Jacobs J. The Death and Life of Great American Cities. New York: Random House, 1961. 458 p.
6. Lynch K. The Image of the City. Cambridge: MIT Press, 1960. 194 p.
7. Kellert S. R., Heerwagen J., Mador M. (eds.). Biophilic Design: The Theory, Science and Practice of Bringing Buildings to Life. Hoboken: Wiley, 2008. 320 p.
8. Yeang K. EcoDesign: A Manual for Ecological Design. London: Wiley-Academy, 2006. 288 p.
9. Olgyay V. Design with Climate: Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism. Princeton: Princeton University Press, 1963. 190 p.
10. Foster + Partners. Projects / Sustainability (офіційні матеріали бюро). URL: <https://www.fosterandpartners.com/> (дата звернення: 17.12.2025).
11. Herzog & de Meuron. Projects / Sustainability (офіційні матеріали бюро). URL: <https://www.herzogdemeuron.com/> (дата звернення: 17.12.2025).
12. Piano R. (Renzo Piano Building Workshop). Projects / Sustainability (офіційні матеріали бюро). URL: <https://www.rpbw.com/> (дата звернення: 17.12.2025).
13. Boeri S. Bosco Verticale: A Vertical Forest. Milano: Rizzoli (або пов'язане видання/каталог), 2015. (якщо у тебе в записці фігурує саме книга — залишай її як друковане джерело).
14. Ambasz E. Emilio Ambasz: The Green Over the Gray. New York: Rizzoli, 2010. 256 p.
15. Kellert S. R. Nature by Design: The Practice of Biophilic Design. New Haven: Yale University Press, 2018. 264 p.

- 16.FLL. Guideline for the Planning, Construction and Maintenance of Green Roofs. Bonn: Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (FLL), (чинне видання).
- 17.ASTM International. ASTM E2397 / E2399 / E2400 (серія стандартів для зелених покрівель: навантаження, водоутримання, стік). West Conshohocken: ASTM.
- 18.FLL. Guideline for the Planning, Construction and Maintenance of Green Façades (Vertical Greening). Bonn: FLL, (чинне видання).
- 19.EN 1991-1-1. Eurocode 1: Actions on structures – General actions – Densities, self-weight, imposed loads for buildings. Brussels: CEN.
- 20.EN 1991-1-3. Eurocode 1: Actions on structures – Snow loads. Brussels: CEN.
- 21.ДБН В.2.2-15:2019. Житлові будинки. Основні положення. Київ: Мінрегіон України, 2019.
- 22.ДБН В.2.2-12:2019. Планування і забудова територій. Київ: Мінрегіон України, 2019.
- 23.ДБН В.2.2-40:2018. Інклюзивність будівель і споруд. Київ: Мінрегіон України, 2018.
- 24.ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. Київ: Мінрегіон України, 2016.
- 25.ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. Київ: Мінрегіон України, 2013.
- 26.ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. Київ: Мінрегіон України, 2021.
- 27.ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи. Норми проєктування. Київ: Мінбуд України, 2006.
- 28.ISO 6946. Building components and building elements — Thermal resistance and thermal transmittance — Calculation methods. Geneva: ISO.
- 29.ISO 10456. Building materials and products — Hygrothermal properties — Tabulated design values. Geneva: ISO.

30. Закон України “Про енергетичну ефективність будівель” (чинна редакція). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/> (дата звернення: 17.12.2025).
31. Stefano Boeri Architetti. Bosco Verticale (офіційна сторінка проєкту). URL: <https://www.stefanoboeriarchitetti.net/> (дата звернення: 17.12.2025).
32. ArchDaily. Via Verde / The Green Way (Grimshaw + Dattner Architects). URL: <https://www.archdaily.com/> (дата звернення: 17.12.2025).
33. ArchDaily. One Central Park / Ateliers Jean Nouvel + Patrick Blanc. URL: <https://www.archdaily.com/> (дата звернення: 17.12.2025).
34. Oberndorfer E., et al. Green Roofs as Urban Ecosystems: Ecological Structures, Functions, and Services. BioScience. 2007.
35. Berardi U., GhaffarianHoseini A., GhaffarianHoseini A. State-of-the-art analysis of the environmental benefits of green roofs. Applied Energy. 2014.
36. Perini K., Rosasco P. Cost–benefit analysis for green façades and living wall systems. Building and Environment. 2013.
37. Pérez G., et al. Green vertical systems for buildings as passive systems for energy savings. Applied Energy / Energy and Buildings (публікації за темою), 2011–2014.
38. Wong N. H., et al. Thermal evaluation of vertical greenery systems. Building and Environment. 2010.
39. EN 13956. Flexible sheets for waterproofing — Plastic and rubber sheets for roof waterproofing — Definitions and characteristics. Brussels: CEN, 2012.
40. EN 13707. Flexible sheets for waterproofing — Reinforced bitumen sheets — Definitions and characteristics. Brussels: CEN.
41. EPA (US). Using Green Roofs to Reduce Heat Islands / Stormwater (огляди та керівництва). URL: <https://www.epa.gov/> (дата звернення: 17.12.2025).
42. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія. Київ: Мінрегіон України, 2010.
43. IPCC. Climate Change (узагальнюючі звіти щодо кліматичних ризиків і адаптації). Geneva: IPCC. URL: <https://www.ipcc.ch/> (дата звернення: 17.12.2025).

44. Pérez G., Rincón L., Vila A., González J. M., Cabeza L. F. Green vertical systems for buildings as passive systems for energy savings. *Applied Energy*. 2011.
45. Snodgrass E. C., Snodgrass L. L. *Green Roof Manual: A Professional Guide to Design, Installation, and Maintenance*. Portland: Timber Press, 2006. 224 p.
46. Spirn A. W. *The Granite Garden: Urban Nature and Human Design*. New York: Basic Books, 1984. 334 p.
47. World Green Building Council. Health, Wellbeing & Productivity / Green building impacts (огляди). URL: <https://worldgbc.org/> (дата звернення: 17.12.2025).
48. Kalkbreite Genossenschaft. Kalkbreite Zürich (опис проєкту та експлуатованих покрівель/двора). URL: <https://www.kalkbreite.net/> (дата звернення: 17.12.2025).
49. Architectenweb. De Groene Kaap, Rotterdam (Barcode Architects / NEXT Architects – опис проєкту та озеленення). URL: <https://architectenweb.nl/> (дата звернення: 17.12.2025).
50. Biotope City Wienerberg. Biotope City Wienerberg (опис концепції, зелених фасадів і покрівель). URL: <https://www.biotope-city.net/> (дата звернення: 17.12.2025).
51. City of Toronto. Green Roof Bylaw (вимоги, площі, відсоток озеленення). URL: <https://www.toronto.ca/> (дата звернення: 17.12.2025).
52. ArchDaily. ACROS Fukuoka / Emilio Ambasz (Step Garden). URL: <https://www.archdaily.com/> (дата звернення: 17.12.2025).
53. Green Roofs for Healthy Cities (GRHC). Case studies / Technical resources (зелений дах MEC Toronto та ін.). URL: <https://greenroofs.org/> (дата звернення: 17.12.2025).
54. ArchDaily. PASONA “Urban Farm” (Tokyo): вертикальна ферма в офісній будівлі. URL: <https://www.archdaily.com/> (дата звернення: 17.12.2025).