МІНІСТЕРСТВО КУЛЬТУРИ ТА СТРАТЕГІЧНИХ КОМУНІКАЦІЙ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ ДИЗАЙНУ І МИСТЕЦТВ
Факультет «Дизайнсередовища»
Кафедра «Дизайн середовища»

Шугалєй Сімеон Юрійович

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ В ДИЗАЙНІ ЗЕЛЕНИХ ФАСАДІВ У МІСЬКОМУ СЕРЕДОВИЩІ

Кваліфікаційна робота на здобуття СВО «Магістр»
зі спеціальності 022 Дизайн
ОПП «Дизайн архітектурно-ландшафтного середовища»

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень.
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.
_____ Шугалєй С.Ю.

_____ Науковий керівник: Шарлай Олена Василівна,
кандидат архітектури, старший викладач.

Харків – 2024

Харківська державна академія дизайну і мистецтв

Інститут, факультет, відділення:	ДС денна форма навчання
Кафедра, циклова комісія	«Дизайн середовища»
Ступінь вищої освіти:	магістр
Спеціальність:	022 «ДИЗАЙН»
Спеціалізація:	«Дизайн архітектурно-ландшафтного середовища»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
“Дизайн середовища”
Світлана КРИВУЦ
_____2024 р.

З А В Д А Н Н Я

НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ

Шугалєю Сімеону Юрійовичу

1. Тема проєкту (роботи): Сучасні тенденції в дизайні зелених фасадів у міському середовищі

Керівники проєкту (роботи): Шарлай Олена Василівна, кандидат архітектури, старший викладач

Затверджені наказом вищого навчального закладу від « » _____ р. № 97-ОС

2. Строк подання студентом проєкту (роботи)_____

3. Вихідні дані проєкту (роботи):

Завдання кафедри на проєктування, ортогональні креслення (плани, розрізи) об’єкту проєктування

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібні розробити):

Вступ. Загальні норми і правила. Концепція проєкту. Архітектурно-планувальне рішення. Образне рішення проєкту. Кольорове рішення проєкту. Оздоблювальні матеріали. Світлотехнічні розрахунки. Література.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

Ситуаційний план. Генеральний план. План ділянки. Перспективи ділянки.

6. Консультанти розділів проєкту (роботи):

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис та дата
Конструювання обладнання	Шарлай О. В., кандидат архітектури	
Будівельна фізика	Бондаренко В.В., доцент	

7. Дата видачі завдання 30 січня 2023 рік

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Дата	Тема	Вид заняття	Зміст	Години	Рубіжний контроль	Деталі
РОЗРОБКА ПРОЄКТНОЇ ПРОПОЗИЦІЇ ДИЗАЙНУ ІНТЕР'ЄРІВ						
1 тиждень	1	Практичні/ самостійні	Вивчення об'єкту проєктування.	6/6	Консультації з викладачем за темою проєкту	
2 тиждень	2	Практичні/ самостійні	Збір матеріалу за темою. Класифікація і визначення теми, підготовка чернетки концепції, збір та аналіз аналогів.	6/6	Консультації з викладачем за темою проєкту	Письмово, пошукові ескізи
3 тиждень	3	Практичні/ самостійні	Робота з архітектурною документацією (уточнення, затвердження).	6/6	Консультації з викладачем за темою проєкту	Письмово, пошукові ескізи
4 тиждень	4	Практичні/ самостійні	Збір матеріалу теоретично-дослідницької частини проєкту. Консультація за темою. Складання теоретично-дослідницької частини.	6/6	Консультації з викладачем за темою проєкту	Письмово, пошукові ескізи
5 тиждень	5	Практичні/ самостійні	Пошуки планувального рішення інтер'єрів. Виконання клаузури №1 на планувальне рішення (формат А3)	6/6	Консультації з викладачем за темою проєкту	Письмово, пошукові ескізи
6 тиждень	6	Практичні/ самостійні	Пошукові ескізи (3 варіанти). Виконання клаузури №2 на художньо-	6/6	Консультації з викладачем за темою	Письмово, пошукові

			образне рішення. (формат А3)		проєкту	ескізи
7 тиждень	7	Практичні/ самостійні	Затвердження перспектив інтер'єрів. Перевірка теоретично-дослідницької частини до проєкту.	6/6	Консультації з викладачем за темою проєкту	Письмово, пошукові ескізи
8 тиждень	8	Практичні/ самостійні	Затвердження перспектив в графіці: перспективної точки, кольорового рішення, освітлення. Робота з 3D-моделюванням.	6/6	Консультації з викладачем за темою проєкту	Письмово, пошукові ескізи
9 тиждень	9	Практичні/ самостійні	Пошук загальної композиції подачі проектного рішення (3 варіанти). Виконання клаузури № 3 на загальне композиційне рішення проєктної пропозиції дизайну інтер'єрів.(формат А3)	6/6	Консультації з викладачем за темою проєкту	Письмово, пошукові ескізи
10 тиждень	10	Практичні/ самостійні	Затвердження загальної композиції подачі проєктного рішення. Оформлення семестрового проєкту. Складання та оформлення теоретично-дослідницької роботи.	6/6	Консультації з викладачем за темою проєкту	Письмово, пошукові ескізи

Студент ШугалєйС. Ю.

Керівники проєкту (роботи) Кандидат архітектури, старший викладач Шарлай О. В.

СКЛАД ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ

I. Графічна частина:
   1. Ситуаційний план
   2. Генеральний план М1:400
   3. Фасад будівлі М1:200
   4. План ділянки М1:200
   5. 6 перспектив ділянки

II. Пояснювальна записка

StrikePlagiarism.com | Kharkiv State Academy of Design and Fine Arts | Дата звіту 12/11/2024 | Дата редагування --- | Звіт не був оцінений.

Звіт подібності

метадані

Заголовок
перевірка на плагіат Шугалєй

Автор
С.Ю. Шугалєй

Науковий керівник / Експерт
О.В. Шарлай

підрозділ
KSADA

Тривога

У цьому розділі ви знайдете інформацію щодо текстових спотворень. Ці спотворення в тексті можуть говорити про МОЖЛИВІ маніпуляції в тексті. Спотворення в тексті можуть мати навмисний характер, але частіше характер технічних помилок при конвертації документа та його збереженні, тому ми рекомендуємо вам підходити до аналізу цього модуля відповідально. У разі виникнення запитань, просимо звертатися до нашої служби підтримки.

Заміна букв		8
Інтервали	A→	0
Мікропробіли		0
Білі знаки		0
Парафрази (SmartMarks)	a	2

Обсяг знайдених подібностей

Коефіцієнт подібності визначає, який відсоток тексту по відношенню до загального обсягу тексту було знайдено в різних джерелах. Зверніть увагу, що високі значення коефіцієнта не автоматично означають плагіат. Звіт має аналізувати компетентна / уповноважена особа.

КП 1	КП 2	КЦ
0.89% / 0.89%	0.25% / 0.25%	0.99% / 0.99%
25	**13410**	**106160**
Довжина фрази для коефіцієнта подібності 2	Кількість слів	Кількість символів

Подібності за списком джерел

Нижче наведений список джерел. В цьому списку є джерела із різних баз даних. Колір тексту означає в якому джерелі він був знайдений. Ці джерела і значення Коефіцієнту Подібності не відображають прямого плагіату. Необхідно відкрити кожне джерело і проаналізувати зміст і правильність оформлення джерела.

10 найдовших фраз — Колір тексту

ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	НАЗВА ТА АДРЕСА ДЖЕРЕЛА URL (НАЗВА БАЗИ)	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)	
1	https://pragmatika.media/news/misto-zhivih-stin-kiiv-vprovadzhuie-strategiju-vertikalnogo-ozelenennja/	34	0.25 %
2	https://pragmatika.media/news/misto-zhivih-stin-kiiv-vprovadzhuie-strategiju-vertikalnogo-ozelenennja/	22	0.16 %
3	https://www.landscape-online.org/index.php/lo/article/view/LO.202192	12	0.09 %
4	https://www.landscape-online.org/index.php/lo/article/view/LO.202192	12	0.09 %

Анотація

Сучасні тенденції в дизайні зелених фасадів у міському середовищі

Актуальність дослідження сучасних тенденцій у дизайні зелених фасадів зумовлена глобальними кліматичними змінами, підвищенням температури та необхідністю адаптації міського середовища до нових умов. Зелені фасади є важливим інструментом для підвищення енергоефективності, зниження ефекту міського острова тепла, боротьби з кліматичними викликами та досягнення вуглецевої нейтральності в будівництві.

У першому розділі дипломної роботи проаналізовано світовий досвід вертикального озеленення фасадів, який демонструє значний потенціал для створення екологічно стійких та комфортних міських просторів. Це включає зменшення рівня забруднення, покращення якості повітря, зниження температури та боротьбу з ефектом теплового острова. В умовах помірного континентального клімату впровадження інноваційних технологій вертикального озеленення, таких як автоматизоване зрошення, а також використання морозостійких рослин, дозволяє забезпечити довговічність систем. Розроблено типологічну класифікацію конструктивних систем для вертикального озеленення, зокрема стаціонарні каркасні структури, мобільні гнучкі конструкції, структури на основі субстрату та плити з субстратом, кожна з яких має свої особливості, переваги та недоліки. Також було розглянуто економічну доцільність таких проєктів, де прості каркасні структури є найбільш економічно вигідними. Водночас, складніші модульні системи потребують значних початкових інвестицій і обслуговування.

У другому розділі дипломної роботи проаналізовано сучасні тенденції дизайну вертикального озеленення, серед яких виокремлено три основні напрямки: «спрямоване озеленення», «жива стіна» та «вертикальний сад». Кожен з методів має свої особливості: спрямоване озеленення вирізняється простотою, низькими вимогами до технічного обслуговування та добре підходить для проєктів реновації а також для нових споруд; жива стіна

пропонує естетичну виразність, але потребує складних гідропонних систем та підвищеного догляду; вертикальний сад дозволяє створювати складні тривимірні композиції з рослин, однак вимагає міцної опорної системи. Визначено, що вибір методу залежить від архітектурного стилю, кліматичних умов, технічних можливостей будівлі та естетичних пріоритетів. В Україні метод спрямованого озеленення є найбільш підходящим завдяки його доступності, гнучкості та широкому діапазону застосування.

Проєктна пропозиція вертикального озеленення фасаду будівлі Худпром Лофт Харківської державної академії дизайну і мистецтв є прикладом сучасного підходу до інтеграції вертикального озеленення у міське середовище. Завдяки використанню методу спрямованого озеленення з стаціонарними каркасними конструкціями, фасад не тільки набуває естетичної виразності, але й виконує практичні функції, такі як захист від перегріву, зниження рівня шуму та поліпшення якості повітря. Проєкт передбачає рекреаційну зону перед зеленим фасадом, що сприятиме комфортному перебуванню студентів, викладачів та відвідувачів академії. Запропоноване рішення дозволить зменшити енергоспоживання, покращити мікроклімат та підвищити екологічну ефективність будівлі. Проєкт стане важливим кроком до впровадження зелених технологій у міському дизайні Харкова та може бути використаний як модель для подальшого поширення зелених фасадів у місті.

Ключові слова: вертикальне озеленення, зелені фасади, сталий розвиток, гідропонні системи, біологічний бетон, модульні системи, екологічний дизайн.

Abstract

Modern trends in the design of green facades in the urban environment.

The relevance of researching current trends in green facade design is driven by global climate change, rising temperatures, and the need to adapt urban environments to new conditions. Green facades are a vital tool for improving energy efficiency, reducing the urban heat island effect, addressing climate challenges, and achieving carbon neutrality in construction.

The first chapter of the thesis examines global practices in vertical greening of facades, which demonstrate significant potential for creating environmentally sustainable and comfortable urban spaces. These benefits include reducing pollution, improving air quality, lowering temperatures, and mitigating the heat island effect. In temperate continental climates, the introduction of innovative vertical greening technologies, such as automated irrigation systems and frost-resistant plants, ensures the durability of these systems. A typological classification of structural systems for vertical greening has been developed, including stationary frame structures, mobile flexible structures, substrate-based systems, and substrate plates, each with its distinctive features, advantages, and drawbacks. The economic feasibility of these projects is also assessed, with simple frame structures proving to be the most cost-effective, while more complex modular systems require significant initial investment and ongoing maintenance

The second section of the thesis analyzes current trends in vertical greening design, identifying three main styles: “directional greening,” “living wall,” and “vertical garden.” Each method has its unique characteristics: directional greening is simple, low-maintenance, and well-suited for both renovation projects and new buildings; living walls offer aesthetic appeal but require complex hydroponic systems and higher maintenance; vertical gardens create intricate, three-dimensional plant compositions but demand a strong support system. It has been determined that the choice of method depends on factors such as architectural style, climatic conditions, building technical capabilities, and aesthetic preferences. In Ukraine,

the directional greening method is the most suitable due to its accessibility, flexibility, and wide range of applications.

The design concept for the vertical greening of the facade of the Hudprom Loft building at the Kharkiv State Academy of Design and Arts exemplifies a modern approach to integrating vertical greening into the urban environment. By utilizing directional greening with stationary frame structures, the facade not only becomes aesthetically pleasing but also serves practical functions, such as protection against overheating, noise reduction, and improved air quality. The project includes a recreational area in front of the green facade, enhancing the comfort of students, teachers, and visitors to the academy. The proposed solution will reduce energy consumption, improve the microclimate, and increase the environmental efficiency of the building. This project represents a significant step toward the adoption of green technologies in the urban design of Kharkiv and can serve as a model for further implementation of green facades across the city.

Keywords: vertical greening, green facades, sustainable construction, hydroponic systems, biological concrete, living walls, ecological design.

ЗМІСТ

ВСТУП 13
РОЗДІЛ 1 ТИПОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗЕЛЕНИХ ФАСАДІВ У МІСЬКОМУ СЕРЕДОВИЩІ 17
1.1. Світовий досвід вертикального озеленення 17
1.2. Вплив вертикального озеленення на формування образу архітектурного середовища 22
1.3. Типологічна класифікація конструктивних систем для створення вертикального озеленення 27
1.3.1. Стаціонарні каркасні структури 27
1.3.2. Мобільні гнучкі структури 30
1.3.3. Структури на основі субстрату/ґрунту 35
1.3.4. Плити з субстратом 37
Висновки до розділу 1 39
РОЗДІЛ 2 СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ВЕРТИКАЛЬНОГО ОЗЕЛЕНЕННЯ У МІСЬКОМУ СЕРЕДОВИЩІ 42
2.1. Сучасні методи дизайну елементів конструкції для створення вертикального озеленення 42
2.1.1. Спрямоване озеленення 42
2.1.2. «Жива стіна» 47
2.1.3. «Вертикальний сад» 51
2.2. Комплексний порівняльний аналіз композиційних характеристик різних методів дизайну зелених фасадів 54
2.2.1. Кольорове рішення 54
2.2.2. Форма 55
2.2.3. Розмір і масштаб 56
2.2.4. Композиція 56
2.2.5. Текстура 57
2.2.6. Глибина та просторовий вплив 57
2.2.7. Ритм і орнамент 58

2.2.8. Гра світла і тіні 59
2.2.9. Матеріали 59
2.2.10. Культурний/контекстуальний символізм 60
Висновки до розділу 2 60
РОЗДІЛ 3 ПРОЄКТНА ПРОПОЗИЦІЯ: ВЕРТИКАЛЬНЕ ОЗЕЛЕНЕННЯ ФАСАДУ БУДІВЛІ ХУДПРОМ ЛОФТ 64
3.1. Передпроєктний аналіз, постанова завдання проєктування 64
3.2. Концепція та технічні характеристики 65
ВИСНОВКИ 71
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 77
ДОДАТОК А. Аналоги та прототипи 82
ДОДАТОК Б. Пошукові рішення 96
ДОДАТОК В. Проєктна пропозиція 100

ВСТУП

Актуальність дослідження.

Сучасна архітектурна концепція все більше акцентує на важливості зелених фасадів у забудові міст.Особливо в контексті нещодавніх температурних рекордів та загальної тенденції глобального потепління. Зелені фасади стають незамінними елементами міського розвитку завдяки своєму позитивному впливу на навколишнє середовище. Вони відіграють вирішальну роль у боротьбі з кліматичними викликами, підвищенні енергоефективності, пом'якшенні ефекту міського острова тепла та захисті від несприятливих екологічних явищ.

Нещодавнє підвищення глобальної температури, коли 2023 рік став найтеплішим роком за всю історію спостережень, перевищивши середній показник 20-го століття на 1,18 °C [1], підкреслює тривожну траєкторію глобального потепління. Підтверджуючи цю траєкторію, січень 2024 року став найспекотнішим січнем за всю історію спостережень, завершивши вісім місяців поспіль перевищення температурних рекордів [2]. Всі десять найтепліших років за всю історію спостережень сталися за останнє десятиліття, що свідчить про беззаперечну тенденцію до глобального підвищення температури[1].

У цьому контексті зелені фасади набувають особливого значення. Вони розглядаються як один з ключових інструментів в архітектурному дизайні для подолання кліматичних криз. Здатність зелених фасадів поглинати вуглекислий газ (CO_2) стає ключовим фактором у досягненні вуглецевої нейтральності в будівництві. На особливу увагу заслуговує той факт, що 1 квадратний метр зеленого фасаду може поглинати до 2 кг CO_2 щорічно [3], що свідчить про ефективність рішення, особливо в міських районах, де горизонтальний простір для озеленення обмежений.

Останніми роками ми стали свідками значного прогресу в технології озеленення фасадів завдяки підвищенню екологічної свідомості та

технологічним інноваціям. Помітно розширився асортимент рослин, придатних для вертикального озеленення, а також покращилася система зрошення та з'явилися модульні системи, які легко встановлювати та обслуговувати.

Модульні системи, що включають інтелектуальні системи зрошення та моніторингу, стають все більш поширеними, забезпечуючи ефективний догляд за рослинами. Такі інновації, як гідропонні та аеропонні системи, оптимізують використання води, а поточні дослідження вивчають можливості інтеграції датчиків та автоматизації для створення «розумних» зелених фасадів, які адаптуються до умов навколишнього середовища.

Інновації в матеріалах, таких як фітотекстиль, що використовується в гідропонних системих вертикального озеленення, дозволяють оптимізувати використання води та знизити витрати на обслуговування, а також розробкою легких і довговічних конструкцій. Зростаюча тенденція запровадження вертикального озеленення— вирішує проблему обмеженого простору в містах, пропонуючи не лише біофільну естетику, але й практичні переваги, такі як охолодження поверхні фасадів а також внутрішніх приміщень, захист фасадів та зменшення тепловтрат. Все це сприяє підвищенню енергоефективності.

В умовах підвищення глобальної температури зростаюче значення зелених фасадів у міському будівництві не викликає сумнівів. Ці фасади стають важливим інструментом у вирішенні кліматичних проблем, підвищенні енергоефективності та відіграють життєво важливу роль у досягненні вуглецевої нейтральності в будівництві. Нещодавній прогрес у технологіях і матеріалах у поєднанні зі здатністю зелених фасадів поглинати CO_2 позиціонує їх як незамінні елементи для сталого розвитку міст в умовах нагальної реальності глобального потепління.

Наукова новизна дослідження полягає в систематизціївaріантів вертикального озеленення по біологічнихі технологічних ознаках і

порівняльному аналізі варіантів озеленення по композиційним характеристикам.

Практичне значення роботи полягає у представленні проєктної пропозиції вертикального озеленення фасаду з урахуванням сучасних тенденцій, що може бути використано в практичній діяльності.

Мета дослідження: визначити сучасні тенденції в світовому дизайні зелених фасадівта сформувати рекомендації для їх використання в містах України.

Завдання дослідження:

- Вивчити і систематизувати теоретичний і практичний досвід світовогодизайну зелених фасадів у міському середовищі в умовах помірного континентального клімату.
- Систематизувати вивчений досвід по біологічнихі технологічних ознаках.
- Провести дизайн аналізвивченого досвіду: проаналізувати композицію, колір, форму та фактуру зелених фасадів.
- Сформувати рекомендації для використання вивченого досвіду у вертикальному озелененні в містах України.

Об'єкт дослідження:вертикальне озеленення у міському середовищі з помірним континентальним кліматом.

Предмет дослідження: сучасні тенденції вертикального озелененняу міському середовищі з помірним континентальним кліматом.

Межі дослідження: міське середовище в умовах помірного континентального клімату в сучасному періоді (з кінця 20-го століття по теперішній час).

Методи дослідження:

- методи формалізації, абстрагування та узагальнення для аналізу змісту основних понять дизайну вертикального озеленення;
- порівняльний аналіз для виявлення тенденцій в світовому дизайні зелених фасадів;

•композиційний аналіз для формування планувальної структури покрівлі

РОЗДІЛ 1
ТИПОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗЕЛЕНИХ ФАСАДІВ У МІСЬКОМУ СЕРЕДОВИЩІ

1.1.Світовий досвід вертикального озеленення

Зелені фасади, як елемент сучасного міського дизайну, є предметом інтенсивних досліджень протягом останніх десятиліть. Серед головних аспектів, які розглядаються, виділяють екологічні, технологічні, соціальні та естетичні аспекти впровадження зелених фасадів в урбаністичне середовище. Вертикальне озеленення є одним із найважливіших інструментів у сучасному урбаністичному ландшафтному дизайні, що активно використовується в багатьох країнах світу для підвищення екологічності та естетичності міст. Ця технологія сприяє вирішенню низки екологічних проблем, зокрема зниженню рівня забруднення повітря, покращенню мікроклімату в міських просторах, а також створенню додаткових зон для біорізноманіття.

Європа є одним з лідерів у застосуванні технологій вертикального озеленення. Наприклад, у Парижі існує ініціатива, яка стала частиною масштабної програми мера Анн Ідальго, започаткованої у 2014 році, яка передбачає створення 100 гектарів зелених площ на дахах, фасадах і стінах міських будівель. Третину цих площ було виділено під міське сільське господарство. У 2016 році 33 паризькі компанії та організації підписали хартію «Мета – 100 гектарів», зобов’язуючись співпрацювати з міською радою у впровадженні проєктів озеленення та міського землеробства. До 2017 року до ініціативи приєдналися ще 41 партнер. Станом на проміжний етап реалізації програми було профінансовано 75 проєктів, що дозволило створити близько 500 тонн нової рослинності в місті до 2020 року. [4]. У Лондоні новий план мера включає програмну політику, засновану на звіті 2008 року «про зелені дахи та стіни», завдяки якому значно збільшилася кількість зелених дахів та стін, особливо на нових будівлях у центрі Лондона та в районах, що перебувають на стадії реновації [5]. Висотні будівлі з зеленими фасадами, такі як вежа Bosco Verticale в Мілані, є прикладом того,

як інтеграція рослин у міське середовище може значно покращити комфорт життя та екологічну стійкість [6]. У Північній Америці ринок систем «живих стін» дуже активно зростає. Ринок вертикального озеленення оцінювався в 0,8 млрд доларів США в 2022 році і, за прогнозами, досягне 2,0 млрд доларів США до 2030 року, зростаючи на 12,8% в середньорічному обчисленні з 2024 по 2030 рік [7]. У країнах Азії також активно використовуються технології вертикального озеленення. Наприклад, у Сінгапурі, одному з найбільш густонаселених міст світу, зелений простір інтегрується в архітектуру будівель. Проєкт Marina One є яскравим прикладом "зелених" хмарочосів, де рослинність займає значну частину внутрішніх і зовнішніх поверхонь будівлі, сприяючи охолодженню середовища та створенню затишних зон відпочинку [8].

Регіони із помірним континентальним кліматом.

Для регіонів із помірним континентальним кліматом, що характерний чіткими сезонними змінами та температурними коливаннями, вертикальне озеленення фасадів має певні особливості. Цей клімат поширений у Центральній та Східній Європі, Північній Америці, а також у деяких регіонах Азії. У таких умовах необхідно враховувати стійкість рослин до заморозків, тривалі періоди високих літніх температур та обмежений доступ до вологи в зимовий період [9].

Німеччина є одним із лідерів у використанні вертикального озеленення фасадів у помірному кліматі. У таких містах, як Берлін та Мюнхен, активно впроваджуються зелені фасади для покращення теплового контролю будівель та підвищення їх енергоефективності. Берлін був одним із центрів руху за проекти реконструкції міст наприкінці 20-го століття. Зелені фасади спочатку були одним з менш помітних елементів міського дизайну, які стали популярними в той час. Було виявлено, що зелені фасади відносно легко облаштовувати, і в Берліні була розроблена програма стимулювання для заохочення будівництва зелених фасадів. Таким чином, за період дії цієї

програми з 1983 по 1997 рік, в Берліні було встановлено 245 584 м2 зелених фасадів. [10]

У Польщі, зокрема у Варшаві, вертикальне озеленення фасадів також набуло популярності. Чудовим прикладом зовнішньої зеленої стіни в холодному кліматі є проект, реалізований у 2013 році в штаб-квартирі Foundation of Polish Science (FNP). Вертикальний сад у Варшаві займає 2 560 квадратних футів і є частиною реконструкції багатоквартирного будинку 1930-х років у сучасну офісну будівлю. [11] У вертикальному саду висаджено 20 різних видів рослин. Деякі з них створюють зелений фон цілий рік, а інші цвістимуть у теплу пору року. Рослини з декоративними червоними плодами додають кольорового акценту і взимку. Умови континентального клімату стимулювали розробку спеціальних рішень для вертикального озеленення, що дозволяють рослинам ефективно виживати в холодні періоди року.Основою для модулів зеленої стіни слугує унікальний матеріал, за структурою схожий на мінеральний войлок. У цьому випадку войлок є доповненням до ґрунту, що відповідає за надання рослинам відповідного середовища. Він також захищає коріння рослин від впливу мінливих і суворих погодних умов, що дуже важливо в кліматичному регіоні, в якому встановлена зелена стіна. [12] Проєкти, такі як зелені стіни в штаб-квартирі Foundation of Polish Science, демонструють успішне застосування вертикального озеленення для створення комфортного міського середовища, зменшення ефекту міського теплового острова та очищення повітря.

У Північній Америці вертикальне озеленення фасадів також поширене в умовах помірного континентального клімату. У Канаді зводяться будівлі з інтегрованими зеленими фасадами, що покращують екологічні показники містаі активно використовують різноманітні види рослин, які витримують як літню спеку, так і зимові морози. У жовтні 2010 року Green over Grey Designers завершили висаджування на той час найбільшої та найбільш біологічно різноманітної зовнішньої зеленої стіни в Північній Америці. Вона

розташована в Сурреї, Канада, і покриває будівлю публічної бібліотеки Semiahmoo and the RCMP Facility. Унікальна безґрунтова конструкція площею майже 3000 квадратних футів налічує понад 10000 окремих рослин, що є представниками більш ніж 120 унікальних видів. Серед них ґрунтопокривні рослини, великі багаторічники, чагарники та невеликі дерева. [13]. В США для створення живої стіни в Нью-Йорку, розташованої на вулиці Ліберті навпроти Меморіалу 9/11 біля будівлі 1 Всесвітнього торгового центру, було використано понад 22000 рослин [14]. Стіна заввишки 7,6 метрів була побудована з 826 панелей. 18-зонна система крапельного зрошення розміщена таким чином, щоб поливати рослини, в той час як невеликі жолоби збирають зайву воду, яка не може бути поглинута. Стіна засаджена шістьма видами рослин: 3849 одиниць плюща, 3657 барвінку звичайного, 3490 гейхер, 5782 голденстар (Chrysogonum virginianum), 3734 японських молочаїв (Pachysandra terminalis) та 1844 ліани Бересклет Форчуна (Euonymus fortunei). Ця комбінована палітра рослин була обрана для вертикального росту в частково затіненому місці. Рослини розташовані в шаховому порядку в горизонтальній сітці, доповнюючи Меморіал 9/11. З точки зору озеленення, обрані види рослин - кожна з яких має різний колір, текстуру і розмір листя, а також особливості росту - працюють разом, щоб пом'якшити масштаб і фасад будівлі, а також забезпечити візуальну динаміку протягом усього року [15]. В Чикаго система вертикального озеленення із використанням решіток на зворотньому фасаді магазину Whole Foods озеленена диким виноградом п'ятилистим (Parthenocíssus quinquefolia). Це листопадна ліана поширена в цих краях. Виноград стає помаранчевим і яскраво-червоним восени, перш ніж скинути листя. Взимку вигнуті гілки вимальовуються на тлі глухої бетонної стіни. Тінь від весняного та літнього листя також допомагає охолодити будівлю торгового центру і пом'якшує візуальну суворість порожніх бетонних стін, які в іншому випадку виглядали б глухими і сірими [9].

Серед актуальних тенденцій для помірного континентального клімату – використання систем автоматизованого поливу та спеціальних субстратів, що забезпечують належний дренаж і захист рослин від надмірної вологості та заморозків у зимовий період. Також важливою є розробка систем захисту від вітрового навантаження та можливості зняття окремих елементів озеленення для збереження в умовах екстремальних морозів. Також модульні системи демонструють значний внесок у розвиток вертикального озеленення. Ці системи забезпечують широке різноманіття дизайнів, дозволяють використовувати рослини з різними потребами у зрошенні та створюють можливості для індивідуалізованих рішень, таких як брендові інсталяції. Завдяки попередньому вирощуванню рослин у панелях та їх вертикальній фіксації на каркасних системах, панельні стіни знаходять широке застосування у комерційному середовищі. Конструктивні характеристики та функціональність модульних систем дозволяють встановлювати повністю вирощені, різноманітні та щільно засаджені рослини.

У сегменті вертикального озеленення зовнішніх стін спостерігається швидке зростання. Уряди та муніципальні органи активно підтримують такі проєкти для зменшення рівня забруднення повітря, зниження температур у містах та покращення візуальної привабливості просторів. Зелені стіни встановлюють на шляхопроводах, мостах та придорожніх територіях, інвестуючи значні кошти у їх розвиток. Окрім державних організацій, бізнеси, приватні домогосподарства та промислові об’єкти впроваджують зовнішні зелені стіни для створення природних бар’єрів від несприятливих погодних умов. [16]

Таким чином, світовий досвід вертикального озеленення фасадів у міському середовищі в умовах помірного континентального клімату демонструє значний потенціал для розвитку екологічно стійких міських просторів, що адаптовані до сезонних змін та забезпечують зменшення негативного впливу урбанізації на навколишнє середовище.

1.2. Вплив вертикального озеленення на формування образу архітектурного середовища

Екологія.

Численні екологічні переваги зелених фасадів і дахів підтверджуються зниженням енергоспоживання, зменшенням рівня шуму, очищенням і повторним використанням води, зниженню температури та послабленням ефекту теплового острова в міських районах, поглинанню CO2 та поліпшенням якості повітря [17]. Зелені фасади сприяють покращенню якості повітря та зниженню ефекту міського острова тепла[18]. Зелені фасади знижують температуру стіни влітку і підвищують взимку. У дослідженні GiulianoVox, IleanaBlanco, EveliaSchettini(2018) за результатами двох років експериментів проведених в Університеті Барі (Італія), виявлено що літня денна температура зелених фасадів на 9,0 °C нижча, ніж у непокритої стіни, а також взимку нічна температура зелених фасадів на 3,5 °C вища, ніж на непокритій стіні.[19]. Тепловізійні знімки будівлі Southampton Row Office Building в Лондоні, зроблені інфрачервоною камерою, демонструють різницю температури між звичайним фасадом та зеленим фасадом, який значно прохолодніший. [20]Дослідженням (Alexandri, E., & Jones, P., 2008) демонструє, що зелені фасади додають додатковий шар ізоляції до конструкції будівлі, що може значно зменшувати потребу в охолодженні всередині будівлі завдяки покращенню мікроклімату в приміщенні. [18]Цедозволяєзменшитиспоживанняенергіїдлякондиціюванняповітря.Робота Perez, G., Rincn, L., Vila, A., Gonzalez, J. M., & Cabeza, L. F., (2011) досліджуємеханізми, задопомогоюякихзеленіфасадиможутьбутивикористаніякпасивнісистемиенергозбереження: тінь, щостворюєтьсярослинністю, ізоляція, щозабезпечуєтьсярослинністютасубстратом, випарнеохолодженнязарахуноквипаровування, атакожбар'єрнийефектдлявітру. Було встановлено що між стіною будівлі і зеленою завісою створюється мікроклімат, який характеризується дещо

нижчими температурами і вищою відносною вологістю. Це означає, що зелена завіса діє як вітрозахисний бар'єр і підтверджує ефект випаровування рослин.[21]. Робота Ottelé, M., van Bohemen, H. D., & Fraaij, A. L. A., (2010) показує, що рослини не тільки поглинають CO2, але й фільтрують шкідливі частки з повітря. [22]

Новітнітехнологіїтаінновації.

Сучасні технології, такі як фітотекстиль, що використовується в гідропонних системих вертикального озеленення, дозволяють оптимізувати використання води та знизити витрати на обслуговування. В дослідженні Maria P. Kaltsidi, Rafael Fernández-Cañero, Antonio Franco-Salas, Luis Pérez-Urrestarazu (2020) чотири покоління фітотектилю були протестовані з точки зору водоутримуючої здатності, дренажу та стану рослинності. Фітотекстиль третього і четвертого поколінь значно покращили початкову водоутримуючу здатність (у 2,9 і 5,8 разів порівняно з фітотекстилем першого покоління, відповідно). [23] Останнідосягненнявтехнологіївертикального озелененнявключаютьінтеграцію систем вертикального озеленення з системами кондиціювання будівлі. Дослідження (Pérez-Urrestarazu, L., Fernández-Cañero, R., Franco-Salas, A., & Egea, G., 2019) представляє обнадійливі результати щодо потенціалу технології «активних живих стін» для покращення процесу кондиціонування повітря в приміщеннях у більш екологічний спосіб, перенаправляючи оброблене (охолодже, біофільтроване) повітря до системи HVAC (опалення, вентиляції та кондиціонування) будівлі, щоб зменшити об'єм зовнішнього повітря, яке потрібно охолоджувати, і, в кінцевому підсумку, споживання енергії. [24]. Інтелектуальні системи зрошення та моніторингу дозволяють оптимізувати використання води та забезпечують оптимальний ріст рослин. Інтеграція датчиків та автоматизації в такі системи дозволяє створювати чутливі зелені фасади, що адаптуються до навколишнього середовища. Дослідження Zhao, Junyi, (2022) вивчає потенціал контролерів зрошення, які б більш точно регулювали постачання води. Максимальний ріст не завжди бажаний для вертикального озеленення,

оскільки це пов'язано з більшими витратами на обслуговування (а отже, і затратами) через необхідність обрізки та підстригання. Автор розробив оптимізовану модель для управління зрошенням для зелених фасадів з рослинами змішаних видів та оригінальну концепцію для інтелектуальної системи зрошення [25].

Економічний вплив.

Зелений фасад може суттєво знижувати витрати на енергоспоживання будівлі. Дослідження Coma, J., Pérez, G., de Gracia, A., Bures, S., Urrestarazu, M., & Cabeza, L. F.,(2017) показують, що зелений фасад знижує температуру всередині будівлі, що веде до зменшення витрат на кондиціювання повітря в холодну пору року. Один з експериментів в цьому дослідженні полягав в контролі внутрішньої температури приміщення, забезпечуючи опалення або охолодження для підтримання бажаних комфортних умов для споруд з зеленими фасадами у порівнянні зі спорудою без вертикального озеленення. Результати показали високий потенціал енергозбереження в холодну пору року від 33,8% до 58,9% для різних типів зелених фасадів у порівнянні зі спорудою без жодного зовнішнього озеленення [26].

Однак дослідження K. Perini, P. Rosasco (2013), в якому представлено аналіз витрат і вигод різних видів вертикального озеленення, демонструє, що деякі з проаналізованих систем є економічно стійкими, в той час як інші системи не є такими. Аналіз показав, що витрати на встановлення та технічне обслуговування відіграють фундаментальну роль в економічній ефективності систем вертикального озеленення. Виходячи з приблизних витрат, необхідних для встановлення систем в Європі на час дослідження (2013 рік), вартість прямого озеленення (просте висадження витких рослин біля основи фасаду без встановлення додаткових опорних елементів для рослин на фасаді) становить близько 30—45 €/м2. У випадку непрямого озеленення (стаціонарні каркасні системи: виткі рослини + опорні елементи) вартість становить 40—75 €/м2. Якщо зелений фасад поєднує опорні елементи з контейнерами для рослин, вартість значно коливається в залежності від

використовуваного матеріалу (100—150 €/м2 для систем з пластику, та до 800 €/м2 для систем з оцинкованої сталі). Також у випадку більш складних модульних систем «живих стін» (попередньо озеленених модулів) витрати можуть значно відрізнятися: 400—1200 €/м2 залежно від типу системи і використовуваного матеріалу. [27] Дослідження дає наступні висновки:

• Пряме озеленення фасаду є економічно доцільним для всіх сценаріїв, прийнятих у цьому дослідженні, із середнім терміном окупності 20 років;

• Непряме озеленення фасаду (стаціонарні каркасні системи) може бути майже доцільним залежно від матеріалу, що використовується для опорних елементів: у випадку поліетиленової сітки чиста приведена вартість є позитивною для середнього та найкращого сценаріїв з періодом окупності 16 років (найкращий сценарій); у випадку вищих початкових витрат на систему непрямого озеленення на основі сталевої сітки позитивна чиста приведена вартість зберігається лише для найкращого сценарію;

• Непряме озеленення фасаду в поєднанні з контейнерами для рослин забезпечує мінімальну економічну доцільність лише для найкращого сценарію через витрати на встановлення та обслуговування (опорні елементи + система поливу);

• Модульна система «жива стіна», проаналізована в цьому дослідженні, не може вважатися економічно доцільною через високі (порівняно з іншими системами озеленення, проаналізованими в цьому дослідженні) витрати на встановлення та обслуговування. [27]

На практиці висока вартість встановлення та утримання зелених фасадів відлякує власників будівель від інвестування в такі проєкти. Щоб заохотити запровадження цих рішень, урядовці в усьому світі впроваджують стимулюючі заходи, такі як зниження податків, надання фінансування, дозволів на будівництво, екологічну сертифікацію, юридичні зобов'язання та гнучкі адміністративні процеси. [17]

В Україні поки що тільки в місті Київ існує ініціатива з озеленення фасадів будівель для збільшення площі зелених насаджень у міському середовищі. У межах проєкту “Місто живих стін” першою спорудою, яка отримала зелений фасад, стала адмінбудівля Управління екології КМДА. Начальник Управління екології та природних ресурсів Олександр Возний зауважує, що найоптимальнішим варіантом для озеленення фасадів в столиці є використання винограду Вічі, оскільки рослина вкрай невибаглива й має здатність швидко розростатись. Ініціатива існує з 2022 року. [28] Однак ініціатива поки має дуже обмежений вплив через обмеженність фінансування і є скоріше програмою з інформування звичайних містян і організацій в місті, не надаючи ніякої конкретної матеріальної підтримки чи пільг для заохочування проєктів вертикального озеленення серед приватних осіб та організацій. Тож економічна доцільність є дуже важливою вимогою для будь-якого проєкту вертикального озеленення в Україні, особливо в умовах війни, загальної економічної нестабільності і фактичної відсутності державних програм, які б надавали матеріальну підтримку громадянам і організаціям, які вирішили впровадити озеленення фасадів своїх будівель.

Соціальний та психологічний вплив.

Зелені фасади не лише покращують екологічні умови, але й мають позитивний вплив на соціальний та психологічний комфорт мешканців. Зелені фасади— це рішення, яке пропонує можливість бути оточеним природою і приносить користь людям усіх верств населення та покращує самопочуття. Зелень сприяє розвитку кращої концентрації, пам'яті, продуктивності, креативності та полегшує процес одужання. Рослини додатково приносять користь здоров'ю, знижуючи кров'яний тиск, напругу, страх, стрес, гнів і смуток. Вони допомагають покращити настрій людей, зменшити використання ліків та тривалість перебування в лікарнях. [29]. Дослідження Sullivan W., (2007) показали, щорезидентиодногозрайонівЧикаго, якіживутьу "зеленішому"середовищі, повідомляютьпронижчийрівеньстраху,

меншуагресивністьтажорстокістьуповедінці. Крім того, чим зеленішим було оточення будинку, тим менше там було зареєстровано злочинів. [30]Це робить зелені фасади важливим елементом у створенні здорового міського середовища.

Зелені фасади значно покращують естетичний вигляд міських будівель. Вони також виконують важливу роль у створенні комфортних умов для мешканців, знижуючи шумове забруднення та покращуючи мікроклімат всередині будівель (Coma, J., Pérez, G., de Gracia, A., Bures, S., Urrestarazu, M., & Cabeza, L. F., 2017) [26].

1.3.Типологічна класифікація конструктивних систем для створення вертикального озеленення

1.3.1. Стаціонарні каркасні структури

Одним із найпростіших і водночас найефективніших способів створення зелених фасадів у міському середовищі є використання стаціонарних каркасних структур. Ці структури призначені для підтримки в'юнких або плетистих рослин, які створюють щільний живий покрив на стінах будівель. Використання каркасів імітує природний спосіб росту таких рослин, які у дикій природі закріплюються на інших рослинах або скелях, використовуючи їх як опору для підйому. Важливо також враховувати, що в'юнкі рослини мають обмеження у висоті. Деякі види досягають 5—6 м, інші — 10 м, а деякі — 25 м у висоту, і їм потрібно близько 3—5 років, щоб досягти повного покриття. [31].

Особливості використання стаціонарних каркасних структур.

Основною перевагою використання стаціонарних каркасних структур є їхня здатність забезпечити рослинам надійну підтримку та спрямувати їхній ріст у бажаному напрямку. Це дозволяє уникнути хаотичного розростання рослин на фасаді будівлі та забезпечує естетичну цілісність дизайну. Крім того, такі

системи допомагають створити додатковий шар теплоізоляції для будівлі, зменшуючи навантаження на системи опалення та охолодження.

Використання стаціонарних каркасних структур також є найбільш економічно доцільним способом вертикального озеленення у порівнянні з іншими видами конструкцій завдяки своїй простоті та нижчої вартості елементів. [27]

Вибір конкретної структури каркасу для вертикального озеленення залежить від типу рослин, які планується використовувати, а також від особливостей будівлі та кліматичних умов. Наприклад, для рослин, таких як виноград, достатньо сітки або металевих тросів, тоді як для більш вибагливих рослин із важкими стеблами, таких як кампсис або гліцинія, може знадобитися міцніша каркасна структура. Модульні каркасні структури є універсальним рішенням, яке підходить для різних видів рослин і дозволяє створювати складні дизайнерські композиції.

Типи стаціонарних каркасних структур.

Існує кілька основних типів стаціонарних каркасних структур для вертикального озеленення, кожен з яких підходить для певних умов і типів рослин. До основних видів належать:

•Конструктивні елементи

Конструктивні елементи, такі як, наприклад, решітки є найпростішою формою каркасу для вертикального озеленення. Вони виготовляються з дерев'яних, пластикових або металевих матеріалів і закріплюються на стінах будівель. Решітки забезпечують рослинам можливість закріплення та підйому, формуючи рівномірний покрив на поверхні. Вони особливо підходять для таких рослин, як виноград або плющ, які мають вусики, що можуть чіплятися за вертикальні або горизонтальні елементи конструкції.

•Сітка

Сітки є гнучким варіантом для вертикального озеленення, оскільки можуть бути виготовлені з різних матеріалів, таких як полімери, як, наприклад, поліетилен чи металу, такого як оцинкована сталь або неіржавіюча сталь, і використовуватися на фасадах будь-якої форми та розміру. Цей тип каркасу особливо популярний завдяки своїй довговічності та стійкості до погодних умов. Сітки добре підходять для рослин, які потребують додаткової підтримки під час росту, таких як гліцинія або клематиси. Сітка також дозволяє контролювати напрямок росту рослин, що забезпечує естетично привабливий вигляд зеленого фасаду.

•Металеві троси

Металеві троси виготовляються з високоякісної неіржавіючої сталі та встановлюються на фасадах будівель, щоб підтримувати ріст в'юнких рослин. Троси можуть бути закріплені як окремо, так і у вигляді складної мережі. Ця система добре підходить для рослин з сильними стеблами, таких як плющ або кампсис, які можуть розростатися на великій висоті. Використання тросових систем дозволяє створювати масштабні зелені стіни з мінімальним втручанням у архітектуру будівлі.

• Модульні каркасні елементи

Модульні елементи являють собою сучасні рішення для вертикального озеленення, які можуть бути адаптовані до різних типів рослин і архітектурних форм. Модулі, як правило, виготовляються з металу або пластику. Часто вони мають унікальний дизайн (орнамент). Ці системи дозволяють легко змінювати окремі частини конструкції, що робить їх універсальними для використання як на зовнішніх, так і на внутрішніх стінах.

1.3.2. Мобільні гнучкіструктури

Мобільні гнучкі структури становлять одне з найбільш інноваційних рішень у сфері вертикального озеленення. На відміну від стаціонарних каркасних структур та структур на основі субстрату/ґрунту, які зазвичай вимагають ґрунту для росту рослин, гідропонні системи, які є основою мобільних гнучких структур, забезпечують рослинам необхідні умови без використання ґрунту, що значно розширює можливості дизайну та функціональності.

Гідропонні системи засновані на принципі, що рослини можуть рости у водному середовищі, яке містить всі необхідні поживні речовини. Це дозволяє уникнути проблем, пов'язаних із важкими ґрунтами, такими як надмірна вага та потреба у складних дренажних системах. Рослини отримують підтримку через спеціалізовані живильні середовища, які слугують опорою для коренів.

Мобільні гнучкі структури зазвичай встановлюються у вигляді модулей, які виготовляються заздалегідь. Після завершення їхнього виготовлення модулі транспортуються на місце установки та прикріплюються до фасаду або іншої вертикальної конструкції.

Модулі відрізняються за структурою, вагою та способом монтажу. Вони можуть бути у вигляді лотків, контейнерів, плитки з ємностями для висадки рослин або гнучких мішків:

• Лотки — це, як правило, жорсткі контейнери, що кріпляться один до одного і витримують вагу рослин та субстрату.

• Контейнери є адаптацією найпоширенішої конструкції для рослин з тією різницею, що вони можуть бути прикріплені до вертикальної конструкції або з'єднані вертикально один з одним.

• Плитка з ємкостями для висадки рослин підкреслює форму модульних елементів як елементів дизайну для зовнішнього або внутрішнього

облицювання будівлі. Окрім створення рослинного шару, вони функціонують як модульне облицювання з ємностями для рослин.

• Гнучкі кишені містять живильне середовище і легкі матеріали, які дозволяють озеленювати поверхні різної форми, наприклад, вигнуті або похилі поверхні. [31]

Однією з основних переваг мобільнихструктур є їхня гнучкість і можливість створення складних естетичних рішень. Вони дозволяють легко адаптуватися до різних архітектурних форм, створюючи унікальні зелені фасади. Завдяки технології гідропоніки, рослини отримують всі необхідні поживні речовини, що сприяє їхньому швидкому росту та розвитку.

Використання гідропонних систем також дозволяє зменшити витрати на полив та обслуговування, оскільки живильні розчини можуть бути налаштовані для оптимального забезпечення рослин. Більш того, гідропонні системи ефективні для міських умов, де доступ до ґрунту може бути обмежений.[32]

Мобільні гнучкі структури, розроблені за методикою французького дизайнера-натураліста Патріка Бланка, дозволяють комбінувати рослини з різними вимогами. У системі Патріка Бланка до стіни будівлі монтується металевий каркас, на який кріпиться вологостійкий пластиковий модуль, обтягнутий полімерним войлоком з отворами для посадки рослин. Товщина таких конструкцій не перевищує 8 см, а вага одного квадратного метра становить близько 30 кг. Поживний розчин надходить з резервуарів, розташованих на покрівлі, і розподіляється під дією гравітації, що спрощує систему поливу.

Для вибору рослин Бланк використовує флору гірських схилів, що налічує понад 2000 видів рослин. Ці рослини здатні укорінюватися в умовах обмеженого освітлення, низької кількості мінералів і нестачі вологи, що робить їх ідеальними для міських умов. Використання таких рослин для

озеленення великих поверхонь фасадів позитивно впливає на якість повітря в містах.

Перший проєкт, реалізований за технологією Бланка, був представлений у 1994 році. У 1998 році Ренцо Піано замовив стіну розміром 18 х 4 метри, а також 2001 році Андре Путманзамовив Бланку оформити внутрішній дворик готелю PershingHall вертикальним садом. Проєкт вертикального саду для MuseeduQuaiBranly у Парижі, завершений у 2006 році, став одним з найбільших і найвідоміших: на стіні площею 800 м² висадили 15,000 рослин 170 видів. Ця композиція не лише прикрашає будівлю, а й змінює свою текстуру та відтінки залежно від часу доби та пори року.

Крім того, методи гідропоніки, запропоновані Бланком, стали основою для розвитку нових модульних рішень. Зокрема, система модульних плит, розроблена іспанським архітектором Еміліо Ллобато, пропонує зручний і мобільний підхід до вертикального озеленення. Модулі виготовляються з легких матеріалів, що дозволяє легко монтувати та демонтувати їх, адаптуючи озеленення до змін в середовищі. [32]

Основні типи гідропонних систем, які можуть бути використані в мобільнихгнучких структурах:

• Глибоководна культивація (DeepWaterCulture – DWC)

У DWC коріння рослин занурені у водний поживний розчин з аерацією для постійного доступу кисню. Ця система популярна завдяки простоті і стабільному забезпеченню рослин поживними речовинами, що дозволяє швидко отримувати результати. Підходить для великих і середніх рослин, що швидко ростуть.

• Система періодичного зволоження (EbbandFlow)

Розчин подається на короткий час, потім зливається, створюючи періоди насичення водою та сухості. Це імітує природні цикли і дозволяє рослинам

отримувати доступ до кисню. Система добре підходить для рослин, які потребують регулярної вентиляції коренів.

• Капельний полив (DripSystem)

Капельний полив є універсальним і може бути налаштований для кожної рослини індивідуально. Реверсивний капельний полив дозволяє повторне використання розчину, тоді як нереверсивний передбачає постійний поділ на подачу і злив. Ця система ефективна для вертикальних садів, де рослини різняться за потребами у воді.

•Техніка живильної плівки (Nutrient Film Technique – NFT)

У NFT живильний розчин постійно тече тонким шаром через корені рослин, що дає їм стабільний доступ до вологи та кисню. Це рішення підходить для швидкорослих рослин і трав, але може вимагати високої точності в керуванні подачею поживних речовин.

•Аеропоніка (Aeroponics)

Аеропоніка – це передовий метод, коли корені рослин підвішені в повітрі і періодично обприскуються живильним туманом. Ця система дає максимальну аерацію та сприяє швидкому зростанню, але вимагає складної системи контролю для підтримки оптимальних умов.

•Фітильна система (WickSystem)

Фітильна система є найпростішою з гідропонних систем. Вона використовує капілярний ефект для постачання води і поживних речовин до коренів через фітиль. Це енергонезалежна система, що підходить для невибагливих до вологості рослин, але менш ефективна для великих інсталяцій.

•Система крапельного туману (Fogponics)

Це варіант аеропоніки, який використовує ультразвукові генератори для створення дуже дрібного туману, що містить поживні речовини. Завдяки цьому, поживні частинки легше поглинаються кореневою системою, що

сприяє ще швидшому зростанню. Система підходить для рослин, що вимагають високої вологості.

• Гібридні системи (HybridSystems)

Комбінація різних гідропонних систем, наприклад, капельного поливу та аеропоніки або фітильної системи з глибоководною культивацією. Це дозволяє використовувати переваги різних методів для оптимізації умов росту конкретних видів рослин.

•Вертикальна аеропоніка (VerticalAeroponics)

У вертикальних садах аеропоніка може бути інтегрована з вертикальними стінами, де рослини розташовані на стелажах або спеціальних конструкціях, а корені обприскуються туманом. Це підходить для фасадів із високими вимогами до простору.

• Системи з автоматизованим контролем (AutomatedModularHydroponicSystems) [32,33]

Ці системи використовують програмовані контролери для автоматизації процесів зволоження, підживлення та аерації рослин. Вони дозволяють налаштувати параметри для кожної окремої ділянки або модуля, що забезпечує високий рівень адаптивності до різних умов і видів рослин.

Мобільні гнучкі структури отримали широке застосування в міських умовах, де їхнє використання допомагає покращити якість повітря, зменшити шум та підвищити естетичну привабливість будівель. Інноваційні проєкти, реалізовані Бланком, продемонстрували можливості гідропонних вертикальних садів, які не тільки забезпечують озеленення, але й сприяють екологічній сталості міст.

1.3.3. Структури на основі субстрату/ґрунту

Контейнерні структури є одним із найпоширеніших рішень для вертикального озеленення фасадів у міському середовищі. У цих структурах використовуються спеціальні контейнери або лотки, заповнені субстратом чи ґрунтом, які встановлюються на перекриття, фасади або інші поверхні. Контейнери можуть бути різних розмірів і форм, що дозволяє адаптувати їх до будь-якої архітектурної форми та створювати складні композиції з сильним просторовим ефектом. Контейнери можуть бути виготовлені з легких матеріалів, таких як пластик, що забезпечує зменшення загальної ваги системи. Важливою перевагою контейнерних структур є їхня гнучкість: вони дозволяють легко змінювати посадковий матеріал, проводити догляд за рослинами та замінювати окремі контейнери без шкоди для всієї конструкції.

Структури на основі субстрату мають низку переваг, які роблять їх популярним вибором для вертикального озеленення в міських умовах. Насамперед такі структури дозволяють використовувати досить великі рослини для озеленення фасадів, включаючи дерева. Розмір контейнера, який можна використати обмежується лише навантаженням, яке здатна витримати конструкція будівлі. Крім того, такі структури є гнучкими і дозволяють легко замінювати окремі контейнери або посадковий матеріал. Це важливо у разі сезонних змін.

Природна здатність субстратів утримувати вологу дозволяє спростити конструкцію поливних систем, що знижує витрати на монтаж і обслуговування. Проте однією з основних проблем, з якими стикаються під час проєктування таких структур, є їхня вага. Субстрати, особливо в зволоженому стані, мають значну масу, що може створювати труднощі під час їхнього монтажу та експлуатації та створювати додаткове навантаження на фасади будівель.Крім того, такі структури вимагають ретельного проєктування та обслуговування, зокрема контролю за поливом та дренажем, що може збільшувати витрати на їхнє утримання. [34]

Використання структур на основі субстрату/ґрунту у міському середовищі.

Модульні структур на основі субстрату підходять як для комерційних будівель, так і для житлових споруд, забезпечуючи покращення мікроклімату та підвищення енергоефективності будівель. Такі системи також застосовуються для озеленення транспортних інфраструктур, зокрема мостів, естакад і підпірних стін, що робить їх важливим елементом сучасного міського ландшафтного дизайну.[32]

Прикладом використання контейнерних структур є робота чилійського архітектора Енріке Брауна, який запропонував висаджувати рослини в контейнери, закріплені на перекриттях будівель. Це рішення передбачає використання вертикальних каркасів для підтримки рослин, що спрощує їхній догляд і дозволяє оперативно замінювати рослинний покрив. [32]

Ще одним прикладом успішного використання такої системи є проєкт офісної будівлі Organic Building в Осаці, Японія, розроблений італійським архітектором Гаетано Пеше. Фасад будівлі декоровано панелями з вбудованими контейнерами для рослин, які використовують метод гідропонного живлення та поливу. Це рішення дозволяє зберігати оптимальні умови для росту рослин навіть у складних кліматичних умовах.[32]

Багатоповерховий паркінг від JAJA Architects в Копенгагені —приклад використання контейнерних структур для вертикального озеленення в прохолодному кліматі. Зелений фасад складається з рослинної «стелажної системи», яка підкреслює структуру паркінгу та взаємодіє з ритмом колон позаду. Контейнери для рослин створюють масштаб і глибину, а також надають фасаду ритм. Розміщення контейнерів для рослин повторює сітку паркінгу, а на кожній другій колоні, на всю висоту будівлі, розміщено по одному контейнеру в шахматному порядку. Система контейнерів для рослин надає фасаду глибини і динаміки, а також відповідає пропорціям і деталям сусідніх будівель. Система озеленення охоплює всі чотири фасади і забезпечує цілісність та ідентичність всієї будівлі. Система забезпечує

озеленення в прохолодному кліматі Копенгагена протягом всього року, підвищуючи біорізноманіття в місті та забезпечуючи інші екологічні переваги для будівлі.[35]

1.3.4. Плити з субстратом

Плити з субстратом — це інноваційний перспективний підхід у вертикальному озелененні, поєднуючий в собі функції будівельного матеріалу та живильного середовища для рослин.Дослідники з Політехнічного університету Каталонії під керівництвом Антоніо Агуадо та за підтримки Ігнасіо Сегури та Сандри Мансо, розробили "біологічний бетон" для створення "живих" фасадів. Цей матеріал, призначений для фасадів у середземноморському кліматі, забезпечує екологічні, теплові та естетичні переваги в порівнянні з іншими будівельними рішеннями.

У дослідженнях використовувались два види цементу: звичайний карбонатний бетон на основі портландцементу з pH близько 8 і бетон на основі магній-фосфатного цементу (magnesiumphosphatecement — MPC) з природно кислим pH. MPC, який швидко твердне, раніше використовували для ремонту і в медичних цілях, що свідчить про його екологічну безпечність. Інноваційність нового вертикального багатошарового бетону полягає в тому, що він служить природною основою для росту мікроводоростей, лишайників і мохів. [36]

Для отримання біологічного бетону, окрім pH, були модифіковані інші параметри, що впливають на біорецептивність матеріалу, такі як пористість та грубість поверхні. В результаті отримано багатошаровий елемент у вигляді панелі, який, крім основного структурного шару, складається з трьох інших шарів:

1. Гідроізоляційний шар, розташований поверх структурного шару, який захищає останній від можливих пошкоджень, спричинених просочуванням води.

2. Біологічний шар, який підтримує колонізацію і дозволяє воді накопичуватися всередині нього. Він діє як внутрішня мікроструктура, сприяючи утриманню та виведенню вологи; оскільки він здатен збирати та зберігати дощову воду, цей шар сприяє розвитку біологічних організмів.

3. Зовнішній шар – переривчастий поверхневий шар із зворотною гідроізоляційною функцією. Цей шар дозволяє проникнення дощової води і запобігає її витіканню; таким чином, вода перенаправляється туди, де вона необхідна для забезпечення біологічного зростання.[36]

Бетон також сприяє зниженню рівня CO2 в атмосфері та покращенню теплової ізоляції будівель. Біологічний бетон виступає не тільки як ізоляційний матеріал і терморегулятор, але і як альтернативний декоративний засіб, оскільки його можна використовувати для декорування фасаду будівель або поверхні конструкцій з різною обробкою і відтінками кольору; він був розроблений для колонізації певних ділянок різноманітними кольорами, без необхідності покривати всю поверхню. Ідея полягає у створенні патини у вигляді біологічного покриття або «живого» малюнку. Ще одна мета полягає в тому, щоб зовнішній вигляд фасадів, побудованих з цього матеріалу, змінювався з часом, демонструючи зміну кольору відповідно до пори року і сімейства організмів, що переважають на них. [36]

На відміну від існуючих систем озеленення фасадів і вертикальних садів, новий матеріал підтримує біологічний ріст на власній поверхні, тому не потребує складних опорних конструкцій. Рослинні фасади і вертикальні сади залежать від рослинного субстрату в тому чи іншому типі контейнера. Або використовують культури, які повністю не залежать від субстрату, наприклад, гідропонні культури, однак вимагають складних систем, прикріплених до самої конструкції (шарів матеріалу) або прилеглих конструкцій з металу або пластику. Це може призвести до ускладнень, пов'язаних з додатковими навантаженнями, зменшенням освітлення або

зменшенням простору навколо будівлі. З новим «зеленим» бетоном рослини можуть рости безпосередньо на багатошаровому матеріалі. [36]

Біологічний бетон можна використовувати не тільки для нових будівель, а й для реновації існуючих. Також можливі варіанти його використання в садових ділянках як декоративного елементу і як екологічно сталого засобу поєднання будівель і споруд з ландшафтом.

Висновки до розділу 1

1. Проаналізований світовий досвід у сфері вертикального озеленення фасадів демонструє значний потенціал для створення стійких і комфортних міських просторів, адаптованих до умов різних кліматичних зон, включаючи помірний континентальний клімат. Впровадження зелених фасадів сприяє значному покращенню якості міського середовища. Екологічні переваги включають зменшення рівня забруднення повітря, зниження температури в місті, боротьбу з ефектом теплового острова та збереження біорізноманіття. Застосування вертикального озеленення у будівлях дозволяє знижувати енергоспоживання та покращити мікроклімат в приміщенні.

2. В умовах помірного континентального клімату, характерного для Центральної та Східної Європи, Північної Америки та частини Азії, з’являються інноваційні підходи до проєктування зелених фасадів. Наприклад, у Варшаві успішно реалізовано проєкт вертикального озеленення, який функціонує навіть за суворих зимових умов. У Північній Америці, зокрема в Канаді та США стабільно зростає ринок зелених фасадів. Для регіонів із континентальним кліматом важливими є спеціалізовані технології, які забезпечують довговічність систем в умовах сезонних змін: автоматизоване зрошення, використання морозостійких рослин та інноваційних матеріалів для захисту кореневої системи.

3. Зелений фасад має значний потенціал для економічного впливу, зокрема у сфері енергозбереження, завдяки зменшенню потреби у кондиціюванні

приміщень. Проте економічна доцільність вертикального озеленення безпосередньо залежить від початкових витрат на встановлення та довгострокових витрат на утримання. Аналіз різних типів зелених фасадів вказує на те, що прості системи, такі як стаціонарні каркасні структури, мають коротший термін окупності і є найбільш економічно вигідними. У той же час складніші модульні системи через високі початкові витрати та дороговартісне обслуговування не завжди можуть виправдати інвестиції.

4. Світовий досвід показує, що для стимулювання впровадження зелених фасадів важливу роль відіграють фінансові та адміністративні стимули, такі як зниження податків, надання грантів, екологічна сертифікація тощо. Європейський досвід, зокрема в таких містах, як Париж, Лондон, Берлін та Мілан, демонструє успішні приклади масштабних програм озеленення, які сприяють розвитку екологічно відповідального урбанізму.В Україні ці процеси знаходяться на початковій стадії розвитку, що підтверджує приклад ініціативи «Місто живих стін» у Києві. Попри потенціал, проєкт поки що обмежується інформуванням громадськості без реальної фінансової підтримки або стимулів для широкого впровадження вертикального озеленення. У контексті економічної нестабільності та війни в Україні економічна доцільність зелених фасадів набуває критичної ваги. Прості та недорогі рішення на основі стаціонарних каркасних структур є найбільш прийнятними для поточних умов. Для забезпечення більш масштабного впровадження необхідні розробка та реалізація державних програм, які б надавали матеріальну підтримку громадянам та організаціям, зацікавленим у впровадженні таких проєктів.

5. Розроблено типологічну класифікацію конструктивних систем для створення вертикального озеленення: стаціонарні каркасні структури, мобільні гнучкі структури, структури на основі субстрату/ґрунту, плити з субстратом. Проаналізовані особливості, переваги та недоліки, а також приклади цих структур:

а) Стаціонарні каркасні структури забезпечують надійну підтримку для в'юнких рослин, спрямовуючи їхній ріст. Простота конструкції, економічність та адаптивність роблять їх доступними для широкого використання.

б) Мобільні гнучкі структури з використанням гідропонних систем, є інноваційним рішенням, що дозволяє створювати складні естетичні композиції із мінімальними вимогами до простору. Їхні переваги включають легкість у монтажі, адаптивність до умов міського середовища та ефективність у використанні води і поживних речовин. Завдяки таким системам можливо реалізовувати проєкти будь-якої складності, як-от вертикальні сади Патріка Бланка, які стали світовими зразками екологічної архітектури. Водночас це найдорожча і найменш економічно доцільна система.

в) Конструкції на основі субстрату/ґрунту відзначаються гнучкістю та довговічністю, що робить їх ідеальним вибором для створення зелених фасадів із використанням більш широкого спектра рослин. Контейнерні структури дозволяють створювати складні композиції з сильним просторовим ефектом. Однак ці структури можуть мати значне навантаження на конструкцію будівлі і мають обмежені можливості інтеграція в існуючи споруди.

г) Плити з субстратом, поєднують функції будівельного матеріалу та живильного середовища для рослин. Цей багатошаровий матеріал складається з гідроізоляційного, біологічного та зовнішнього шарів, які забезпечують міцність, захист від вологи та утримання дощової води для розвитку рослин. Плити з субстратом підходять як для новобудов, так і для реновації, без потреби в складних додаткових конструкціях.

РОЗДІЛ 2
СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ВЕРТИКАЛЬНОГО ОЗЕЛЕНЕННЯ У МІСЬКОМУ СЕРЕДОВИЩІ

2.1. Сучасні методи дизайну елементів конструкції для створення вертикального озеленення

Вертикальне озеленення фасадів є важливим інструментом формування сучасного екологічного урбанізму. Зелені фасади не лише покращують естетику міських просторів, але й забезпечують функціональну цінність, сприяючи зниженню негативного впливу урбанізації на довкілля та створенню більш комфортного середовища для життя. Таким чином, інтеграція зелених фасадів у міський дизайн є одним із пріоритетних напрямків у розвитку сталих міст.

Аналіз сучасних тенденцій вертикального озеленення у міському середовищі зосереджено на порівнянні трьох основних методів вертикального озеленення — спрямоване озеленення, «жива стіна» та «вертикальний сад». Кожен із цих методів пропонує унікальні можливості для створення естетично привабливих і екологічно ефективних фасадів у міському середовищі, особливо актуальних для сучасної архітектури. Досліджуються такі ключові властивості, як колір, форма, текстура, композиційні прийоми та принципи, що формують естетичний вигляд і функціональність кожного типу озеленення. Розгляд цих методів у межах естетичних особливостей допомагає сформулювати оптимальні дизайнерські рішення для створення гармонійних і стійких зелених фасадів у міському середовищі, що підсилюють екологічний і візуальний потенціал архітектурних об’єктів.

2.1.1. Спрямоване озеленення

Метод спрямованого озеленення базується на контрольованому й навмисному спрямуванні росту в'юнких рослин для досягнення естетично привабливої й функціональної композиції на фасаді будівлі. Основний принцип цього методу — створення каркасних систем, які дозволяють

в'юнким рослинам вільно рости в вертикальному напрямку. Зазвичай рослини спрямовуються по решітках, тросах або інших конструкціях, що кріпляться безпосередньо до фасаду, що забезпечує їм надійну підтримку. При виборі системи для спрямованого озеленення враховується багато факторів, зокрема архітектурні особливості будівлі, кліматичні умови, біологічні особливості рослин, а також бажаний кінцевий результат. Наприклад, у випадку щільних міських забудов, де обмежений доступ до природного ґрунту, частіше використовуються контейнерні системи, де рослини можуть рости в окремих контейнерах з субстратом.Зазвичай для цього методу використовуються витривалі види в'юнких рослин, які можуть адаптуватися до умов міського середовища, зокрема до нестачі вологи й забрудненого повітря. Найпоширеніші рослини включають плющ звичайний (Hedera helix), дівочий виноград (Parthenocissus tricuspidata), клематиси (Clematis spp.) та декоративні жимолості (Lonicera spp.). Ці рослини є довговічними та мають здатність активно вкорінюватися на вертикальних поверхнях, що сприяє стабільності озелененої поверхні. Вибір рослин визначається також особливостями фасаду та естетичними потребами. Наприклад, плющ, який швидко зростає, підходить для створення густого зеленого покриття, що забезпечує чудову звукоізоляцію, а також додаткову теплоізоляцію будівлі. Натомість клематиси мають яскраві квіти й додають декоративного акценту, що ідеально підходить для фасадів з вираженими архітектурними формами.Для спрямованого озеленення зазвичай використовуються каркасні стаціонарні конструкці, які складаються з решіток, сіток або тросів, закріплених на фасаді будівлі. Вони забезпечують підтримку для рослин, дозволяючи їм зростати як з відкритого ґрунту, так і з контейнерів, прикріплених до фасаду. Такі конструкції, як правило забезпечують достатню стабільність навіть за сильного вітру.

Приклади проєктів, що успішно застосовують метод спрямованого озеленення, демонструють різноманітність підходів до дизайну і технічного виконання зелених фасадів. Наприклад, Gallery of Singapore Life Church (Laud

Architects) використовує контейнери та сітки, щоб створити мінімалістичну, ритмічну композицію. У проєкті Maison G1 (Vincent Coste Architecte) архітектори використали систему тросів для забезпечення максимального охоплення рослинами, які ростуть з відкритого ґрунту, що надає фасадам вигляд суцільних зелених покривів і створюють відчуття того, що будівля наче «виросла» прямо з землі на якій розташована. Інші приклади, такі як Sihlcity Shopping Centre (Jacob), демонструють можливість створення великих зелених фасадів у торгових комплексах, які підвищують комфорт і привабливість будівлі для відвідувачів.

Переваги і недоліки методу спрямованого озеленення у дизайні.

Переваги:

• Гнучкість у дизайні: Спрямоване озеленення дозволяє створювати різноманітні композиції завдяки можливості контролювати напрямок росту рослин. Каркасні системи, такі як решітки, сітки або троси, можуть бути змонтовані в різних варіантах — від щільних покриттів до розріджених, легких візерунків.

• Економічність: Оскільки цей метод не вимагає складних конструкцій чи дорогих систем підтримки (наприклад, гідропонних модулів), він є відносно дешевим у встановленні. Це особливо актуально для проєктів з обмеженим бюджетом.

• Простота у догляді: На відміну від більш складних систем вертикальних садів, спрямоване озеленення менш вимогливе у догляді, тому що не використовують дуже складних систем і конструкцій, які вимагають спеціального сервісу. Також в’юнкі рослини переважно не потребують спеціального обслуговування.

• Естетична привабливість: Рослини можуть змінювати зовнішній вигляд фасаду з плином часу, вносячи динаміку і природний акцент в архітектуру.

Це забезпечує унікальний візуальний ефект, який стає частиною дизайну міста.

Недоліки:

• Обмеження у виборі рослин: для спрямованого озеленення підходять в основному в'юнкі рослини, що обмежує можливості у виборі видів та декоративних рішень.

• Повільне зростання рослин. В'юнкі рослини часто вимагають тривалого часу для досягнення повного покриття фасаду, що може відкладати кінцевий візуальний ефект на кілька років.

• Вплив на фасадні матеріали: Деякі в'юнкі рослини можуть пошкодити поверхню фасаду, особливо якщо фасад зроблен з матеріалів, чутливих до корозії або має пористу структуру.

Особливості використання методу спрямованого озеленення у дизайні:

• Адаптація до різних архітектурних стилів: спрямоване озеленення може доповнити різні архітектурні стилі, від сучасного до класичного. Воно гармонійно вписується як в історичні будівлі, додаючи їм природного акценту, так і в сучасні споруди, де зелень підкреслює мінімалістичність форм.

• Розширені можливості для творчих композицій: використання різних рослин і конструкцій для контролю росту дозволяє створювати складні геометричні чи органічні візерунки, які можуть змінюватися з часом. Це додає фасадам динамічності і відчуття постійного оновлення.

• Динаміка та зміна кольору:в'юнкі рослини здатні змінювати зовнішній вигляд будівлі протягом року. Наприклад, деякі види, якдівочий виноград, восени змінюють колір листя на червоний, що додає сезонної привабливості фасаду. Озеленені фасади, засаджені листопадними рослинами, також змінюють свій вигляд протягом року: влітку вони мають густе зелене

покриття, взимку ж — відкривають огляд на архітектурні елементи фасаду, які приховані рослинами влітку. Це дозволяє створити динамічний дизайн, який змінюється залежно від сезону.

• Поєднання з іншими елементами фасаду:спрямоване озеленення дозволяє органічно інтегрувати озеленені зони з іншими архітектурними елементами, такими як вікна, балкони та двері.

• Можливість адаптації до існуючих будівель: цей метод підходить не лише для новобудов, але й для реновації та покращення вже існуючих будівель. Це дозволяє адаптувати старі споруди до сучасних екологічних та дизайнерських вимог.

• Можливість масштабування: метод спрямованого озеленення легко адаптується як для невеликих приватних будинків, так і для багатоповерхових житлових, комерційних, громадських будівель, та навіть транспортної інфраструктури. Його можна використовувати для озеленення окремих частин фасаду або ж для створення повністю покритих рослинами поверхонь.

• Мінімальний вплив на структуру будівлі: легкі конструкції, такі як троси й сітки, не вимагають суттєвого перероблення фасадів і можуть легко встановлюватися без серйозних змін у структурі будівлі. Це дозволяє використовувати спрямоване озеленення навіть на історичних будівлях, де важливо зберегти автентичний вигляд.

• Врахування місцевих кліматичних умов: при проєктуванні спрямованого озеленення особливо важливо враховувати кліматичні умови, щоб вибрати рослини, які будуть витримувати температурні коливання, рівень вологості та вітрові навантаження. Для міст із континентальним кліматом важливо підібрати морозостійкі види.

Метод спрямованого озеленення є одним із найпростіших та економічно ефективних підходів до створення зелених фасадів у міському середовищі. Цей метод вирізняється адаптивністю, дозволяючи гармонійно поєднувати природу з архітектурними стилями, як сучасними, так і історичними, завдяки широкому вибору конструкцій, простоті монтажу та варіантів озеленення. Каркасні системи, зокрема решітки, сітки та троси, не лише забезпечують стабільну основу для в'юнких рослин, а й дозволяють формувати унікальні декоративні композиції, що підкреслюють естетику фасаду та привносять природний акцент.До основних переваг спрямованого озеленення належать економічність встановлення, мінімальний догляд та можливість інтеграції з автоматизованими системами поливу, що спрощує обслуговування фасаду, особливо в умовах обмеженого доступу.Особливостями методу є обмежений вибір рослин та залежність від кліматичних умов. Рослини, що використовуються для спрямованого озеленення, переважно є в’юнкими, і їхній ріст та вигляд можуть змінюватися в залежності від сезону. Також є ризик пошкодження фасадних матеріалів корінням та пагонами рослин, особливо якщо поверхня фасаду є пористою або схильною до корозії.

2.1.2. «Жива стіна»

Метод «Жива стіна» є інноваційним підходом у створенні зелених фасадів, який має суттєві відмінності від інших систем вертикального озеленення. Головною особливістю цього методу є те, що рослини розташовуються в іншій площині до будівлі, ніж в інших методах — не вертикально, а перпендикулярно до фасаду. Тобто рослинність висаджується з корінням під кутом приблизно 90° до фасаду. Таким чином створюється враження, ніби луг або зелений покрив розгорнули на поверхні стіни. Цей ефект досягається завдяки використанню мобільних гнучких структур на основі спеціалізованих гідропонних модульних систем, що підтримують ріст рослин навіть за обмеженого доступу до ґрунту, мінералів і води. Гідропонні системи, на яких засновано цей метод, підтримують рослини з

використанням спеціальних волокнистих або субстратних матеріалів без застосування традиційного ґрунту, що дозволяє максимально оптимізувати використання води та забезпечити рослинам необхідні мінеральні речовини.Основна естетична концепція «Живої стіни» полягає у формуванні багатошарової текстури і контрастів кольору, що особливо виразно відображає структуру і різноманіття рослин. Цей метод дозволяє створювати унікальні композиції на поверхні стіни, формуючи щільний рослинний покрив. Дизайн зелених фасадів за цим методом схожий на "зелений килим", який оживляє архітектуру будівлі та створює ефект цілісного природного ландшафту.Рослини, які використовуються в «Живих стінах», мають високу здатність адаптуватися до обмежених ресурсів, таких як недостатньє освітлення, обмежена кількість мінералів і вологи. Для цього методу особливо популярні різні види мохів, а також низькорослі квіткові рослини, які можуть створювати неповторні кольорові акценти. Завдяки таким рослинам фасади будівель перетворюються на справжні витвори ландшафтного мистецтва.Вибір рослин для цього методу визначається як естетичними цілями, так і практичними вимогами до догляду за ними. Наприклад, мохи надають стіні делікатної текстури і мають здатність підтримувати необхідний рівень вологи. Низькорослі сукуленти, такі як седуми, ефективно використовуються для створення геометричних і колористичних композицій, які можуть мати значний декоративний ефект, зокрема при розташуванні на сонячних фасадах.«Живі стіни» зазвичай створюються на основі гідропонних модульних систем, які включають гідрофільні субстрати, що забезпечують необхідну вологу для рослин. Така конструктивна система дозволяє розміщувати рослини горизонтально на фасаді, закріплюючи їх у спеціальних блоках або модульних контейнерах, що робить ці фасади стійкими до сильного вітру та інших погодних умов. Крім того, система має вбудовані елементи для автоматизованого поливу та живлення рослин, що спрощує догляд за ними, особливо на великих висотах.

Приклади реалізації методу «Живої стіни»

• Pershing Hall Hotel (Патрік Бланк): один із перших прикладів успішного використання «живих стін» у комерційному проєкті. Екологічний фасад готелю став прикладом для подібних проєктів і відкрив нові можливості для використання методу у міському дизайні.

• Musee du Quai Branly (Патрік Бланк): «Жива стіна» цього паризького музею стала відомою на весь світ і продемонструвала, як озеленення може ефективно інтегруватися у публічний архітектурний простір, додавши фасаду не лише природного, але й мистецького значення.

• Caixa Forum (Патрік Бланк): Фасад цього культурного центру у Мадриді став справжнімвізуальним акцентом міста. Використання різноманітних видів рослин створило динамічну композицію, яка змінюється разом з порами року.

• One & Five Bank Street, Canary Wharf (Biotecture): Сучасний бізнес-центр, який використовує «живу стіну» як елемент озеленення, створюючи комфортне робоче середовище для співробітників та додаючи будівлі естетичної і функціональної цінності.

Особливості використання методу «Жива стіна»:

• Перпендикулярне розташування рослин до фасаду — головна особливість цього методу. Рослинність висаджується з корінням під кутом приблизно 90° до фасаду, таким чином фасад нагадує справжній луг перевернутий під 90°.

• Створення суцільної поверхні з рослин: на відміну від інших методів вертикального озеленення, живі стіни дозволяють формувати безперервне покриття фасаду. Це сприяє створенню єдиної, щільної поверхні з рослин, яка візуально об’єднує простір та додає фасаду природного вигляду.

• Унікальний естетичний ефект: вертикальна стіна, що нагадує луг, надає фасаду унікальної текстури та багатих кольорових акцентів, які змінюються в залежності від пори року. Ця особливість робить «Живу стіну» надзвичайно привабливою для громадських будівель, готелів і торгових центрів, де важлива оригінальність та привабливість дизайну.

• Великий вибір рослин: оскільки система використовує гідропонні модулі, для озеленення можуть обиратися найрізноманітніші рослини. Метод дозволяє використовувати широкий спектр видів рослин, включаючи мохи та невибагливі багаторічники, які можуть рости в умовах низької освітленості та обмежених ресурсів. Це дозволяє дизайнерам створювати складні композиції з використанням рослин різних кольорів, форм та текстур.

• Можливість створення тематичних і функціональних рішень: окрім декоративної функції, «Жива стіна» може використовуватися для створення ароматичних зон або навіть вирощування їстівних рослин, таких як трави чи прянощі, що може бути привабливим для готелів та ресторанів.

• Інтеграція архітектури з природним середовищем: метод «Жива стіна» надає можливість створення органічного зв'язку між архітектурою будівлі та природним середовищем. Такий фасад стає важливим елементом архітектурного ансамблю, що надає будівлі виразної екологічної ідентичності. Архітектори і дизайнери можуть експериментувати з формами, кольорами та текстурами рослин, створюючи унікальні фасади, що відображають сучасні тенденції озеленення у міському середовищі.

• Можливість зміни композицій: гідропонні модулі дозволяють легко змінювати рослини у складі фасаду, або цілі модулі, що відкриває нові можливості для дизайнерів у створенні сезонних композицій або адаптації фасадів до нових умов. Це надає додаткову гнучкість та універсальність цьому методу вертикального озеленення.

Метод «Жива стіна» дозволяє архітекторам та дизайнерам створювати оригінальні композиції з рослин, які розвиваються в межах міського простору, підвищуючи естетичну привабливість і екологічну ефективність будівель. Оскільки цей метод потребує спеціальних гідропонних систем, він може бути складним і дорогим для інсталяції та підтримки, особливо в холодному кліматі. Однак, «Живі стіни» надають значні естетичні переваги, дозволяють формувати природні візуальні акценти на міських будівлях, що робить цей метод особливо цінним для проєктів, спрямованих на інтеграцію природи у міське середовище.

2.1.3. «Вертикальний сад»

Метод «вертикального саду» ґрунтується на використанні спеціальних контейнерів для рослин, розташованих на фасадах будівель. Основний принцип цього методу полягає у створенні багаторівневих конструкцій, що дозволяють висаджувати не лише трав’янисті рослини, а й кущі та навіть невеликі дерева. Рослини розміщують у контейнерах на різних рівнях фасаду, створюючи вертикальне насадження, що імітує природний сад чи навіть ліс. Це дозволяє створювати зелені насадження на будь-якій висоті, що забезпечує природний вигляд і дозволяє розміщувати рослини різних розмірів та форм.Цей метод дає змогу варіювати розташування рослин і забезпечувати необхідний рівень освітлення для кожного виду. Конструкція вертикального саду може включати тераси, балкони чи спеціальні системи, що дає змогу контролювати розміщення й зростання рослин, а також забезпечує естетично привабливий вигляд фасаду. Такий підхід активно використовується в міському середовищі, оскільки він поєднує функціональність із декоративністю, дозволяючи перетворити фасад будівлі на багатофункціональний зелений простір та створювати складні багатошарові структури.Метод «вертикального саду» передбачає використання широкого спектра рослин, зокрема кущів, трав'янистих рослин і дерев. Це додає різноманітності та просторової глибини композиції. Вибір

рослин залежить від кліматичних умов, архітектурних характеристик будівлі та її розташування. До типових рослин, що використовуються у вертикальних садах, належать декоративні трави, які створюють щільний зелений покрив, а також кущі й дерева, здатні рости в контейнерах.Для створення вертикального саду використовуються різноманітні конструктивні системи, що дозволяють закріплювати контейнери з рослинами на фасаді будівлі. Такі конструкції можуть бути інтегровані у фасад або кріпитися на спеціально встановлені каркаси. Завдяки різнорівневому розташуванню контейнерів можна ефективно розподілити рослини та забезпечити належний догляд за ними. Контейнери можуть бути виготовлені з матеріалів, стійких до погодних умов, таких як сталь, композитні матеріали чи пластик, що дозволяє захистити кореневу систему рослин від впливу навколишнього середовища.

Проєкти, що використовують метод «вертикального саду», є прикладами інноваційного підходу до озеленення фасадів і втілення ідеї екологічної архітектури. Наприклад, проєкт Bosco Verticale від Stefano Boeri Architetti — один із найвідоміших прикладів вертикального саду у сучасній архітектурі. Це житловий комплекс у Мілані, де на фасадах загалом висаджено 730 дерев (480 великих і 250 малих), 5000 кущів та 11000 багаторічних рослин і ґрунтопокривних трав'янистих рослин. Загалом, кількість рослинності еквівалентна тій, що росте на одному гектарі лісу. Всього на фасадах Bosco Verticale налічується 94 різних види рослин, з яких 59 є корисними для птахів, 60 - дерева і чагарники, а 33 — вічнозелені.[37] Для створення вертикального саду в цьому проєкті використовуються контейнерні системи для вирощування дерев і кущів на різних рівнях, що створює багаторівневий зелений покрив. Цей проєкт демонструє можливості інтеграції контейнерних систем із балконами та терасами для створення функціональних і привабливих зелених фасадів. Інший проєкт One Central Park (Ateliers Jean Nouvel) у Сіднеї, поєднує методи вертикального саду з методом «жива стіна», використовуючи як контейнери, так і гідропонні

модулі для озеленення фасадів будівлі [38]. Проєкт The Urban Farming Office (Vo Trong Nghia Architects) — це офісна будівля у В'єтнамі, фасад якої повністю покритий контейнерами з рослинами. Вертикальний сад слугує джерелом свіжих овочів та зелені, що використовується у харчуванні співробітників. [39] Готель Parkroyal Collection Pickering (WOHA) — проєкт у Сінгапурі, який є яскравим прикладом вертикального озеленення методом вертикального саду. Цей унікальним вертикальний сад, об'єднує різноманітні рослини і створює «зелені тераси» з різними рослинами і деревами.

Особливості методу «Вертикальний сад»:

• Трьохвимірний простір: вертикальні сади формують багаторівневу композицію, що додає глибини та об'єму фасаду. Завдяки різнорівневому розміщенню контейнерів з рослинами, фасад набуває тривимірного вигляду, що виділяє його серед інших споруд.

• Широкий вибір рослин: завдяки використанню контейнерів, метод «Вертикальний сад» дозволяє використовувати широкий спектр рослинних видів. Це надає дизайнерам свободу у створенні складних, багатошарових, візуально насичених композицій, з елементами, що відрізняються за висотою, формою та кольором, забезпечуючи при цьому природний вигляд.

•Гнучкість дизайну та можливість створення унікальних композицій: оскільки контейнери можуть бути розміщені на різних рівнях та з різними відстанями між собою, це дозволяє дизайнерам створювати унікальні за своєю композицією зелені фасади, які можуть змінюватися з плином часу і відповідати різним архітектурним стилям.

• Інтеграція в різні архітектурні стилі: метод вертикального саду дає можливість варіювати розміщення контейнерів та їхній розмір, що дозволяє адаптувати вертикальний сад до сучасного, класичного чи еклектичного стилю.

• Обмежена інтеграція в існуючи споруди: хоча, завдяки варіативностіметоду, вертикальні сади легко інтегруються в проєкти різних архітектурних стилів нових будівель, ций метод має обмеження для реновації і інтеграції в існуючи споруди через високе конструктивне навантаження на будівлю. Будівля може просто не витримати вагу контейнерів з рослинами, якщо не була одразу розрахована під такі навантаження.

• Значне навантаження на конструкцію будівлі: необхідно розраховувати навантаження вертикального саду на конструкцію будівлі, через суттєву вагу контейнерів і деяких рослин (особливо дерев).

Метод «вертикальний сад» дає можливість створення багаторівневих зелених композицій, які імітують природний ландшафт і надають фасадам будівлі виразного тривимірного вигляду. Завдяки використанню контейнерних систем, вертикальні сади дозволяють вирощувати не тільки трав’янисті рослини, а й кущі та невеликі дерева, що розширює можливості для архітектурного дизайну та надає будівлям неповторний естетичний вигляд. Цей метод також надає значні можливості для інтеграції в різноманітні архітектурні стилі, оскільки дозволяє дизайнерам гнучко розміщувати контейнери на різних рівнях і відстанях. Також метод має обмеження для використання в проєктах реновації існуючи будівель через значні вагу контейнерів з рослинами.

2.2. Комплексний порівняльний аналіз композиційних характеристик різних методів дизайну зелених фасадів

2.2.1. Кольорове рішення

• Спрямоване озеленення: цей метод використовує переважно в'юнкі рослини, що дозволяє отримати контрольовану кольорову палітру, в якій домінує зелений колір, що змінюється залежно від типу рослини та пори року. Колір може варіюватися від світло-зеленого до насиченого темно-зеленого, що може добре гармоніювати з урбаністичним ландшафтом.

Сезонні зміни кольору на різноманітні осінні відтінки жовтого та червоного, додають візуального ефекту при змінах пір року.

• Жива стіна: цей метод підтримує дуже різноманітну кольорову палітру, оскільки включає дуже багато різних видів рослин, які підходять для вертикальних гідропонних систем. Жива стіна пропонує рослинність з можливими кольоровими вкрапленнями квітів або варіацій листя, створюючи кольорове полотно, що візуально збагачує фасади. Кольори методу озеленення методом «жива стіна» це кольори лугу.

• Вертикальний сад: більші рослини і дерева, задіяні цим методом, додають шари зелені, часто змішані з іншими відтінками чагарників або навіть невеликих дерев та квітучих рослин. Сезонні зміни помітні, а колірний ефект сміливіший і різноманітніший, ніж при спрямованому озелененні, оскільки цей метод може включати різноманітні види рослин у різних контейнерах, що додає варіативності. Кольори методу озеленення методом «вертикальний сад» це кольори саду чи лісу.

2.2.2. Форма

• Спрямоване озеленення: цей метод тяжіє до геометричних і лінійних форм завдяки контрольованому використанню решіток, сіток і тросів. Форма в’юнких рослин узгоджується з архітектурною структурою, створюючи вертикальні або кутові лінії, які легко інтегруються з сучасними або класичними фасадами. Це забезпечує більш структуровану, лінійну естетику, яка може посилювати вертикальність.

• Жива стіна: часто організована в модульній, клаптиковій формі, «Жива стіна» створює враження «живого полотна» на фасаді будівлі. Органічна і щільна форма цього методу, схожа на пейзаж лугу контрастує з більш жорсткими архітектурними лініями. Форма здається м'якшою і більш плавною порівняно зі спрямованим озелененням.

• Вертикальний сад: використання контейнерів, терас або балконів з чагарниками і невеликими деревами призводить до створення ярусної, тривимірної форми. Ця форма має сильну горизонтальну і просторову складову, створюючи глибину і враження багатошарового і структурованого озеленення, більш виражене, ніж в інших методах. Форми є більшими і дозволяють створювати різні візуальні акценти.

2.2.3. Розмір і масштаб

• Спрямоване озеленення: цей метод часто є менш інвазивним з точки зору монтажа і може бути легко зменшений або збільшений залежно від доступної площі стіни. В'юнкі рослини забезпечують широке покриття, не займаючи при цьому значного простору, що робить його ідеальним для вузьких стін та ділянок фасаду.

• Жива стіна: модульний за своєю конструкцією, цей метод може легко покрити великі площі будівлі, залишаючись при цьому відносно тонким. Він підходить для широких фасадів, пропонуючи широке полотно зелені, не вимагаючи великої фізичної глибини. Максимальний ефект досягається на великих глухих стінах без вікон і інших елементів.

• Вертикальний сад: більший за площею, він вимагає конструктивних міркувань для розміщення контейнерів. Візуальний вплив цього методу є значним, що робить його більш доречним для великих будівель або відкритих просторів, де можна оцінити ефект глибини, багатошаровості та ярусності.

2.2.4. Композиція

• Спрямоване озеленення використовує повторення форм рослин уздовж решіток і тросів, створюючи однорідність і ритм, які можуть збалансувати

симетрію будівлі. Спрямоване озеленення підкреслює порядок і лінійність, створюючи чисту естетику, яка підкреслює вертикальність.

• Жива стіна часто є більш асиметричною, приймаючи випадковість, щоб імітувати природні патерни росту. Співставлення видів рослин утворює багатошаровий, багатий візерунок.

• Вертикальний сад має багатоярусну композицію, яка включає в себе як повторення, так і різноманітність, поєднуючи рослини з великим листям та дерева з меншими ґрунтопокривними рослинами для складності та візуального інтересу завдяки ефекту нашарування.

2.2.5. Текстура

• Спрямоване озеленення: цей метод створює більш грубу текстуру за рахунок плетистих рослин, які можуть варіюватися від густого листя до розріджених, тонких ліан, в залежності від різновиду. Візуальна текстура може змінюватися з ростом рослин, додаючи дінаміки озелененню.

• Жива стіна: текстура тут м'яка, щільна і пишна. Цей метод дозволяє отримати текстуру, яка створює пишний вигляд і візуально пом'якшує фасади будівель.

• Вертикальний сад: завдяки поєднанню більшого листя і меншого ґрунтового покриву текстура виходить насиченою і різноманітною, з дрібними деталями і ширшим листям, що додає динамічної візуальної глибини. Цей метод досягає складного, багатошарового вигляду, який змінюється зі зростанням рослини.

2.2.6. Глибина та просторовий вплив

• Спрямоване озеленення: створює невелику глибину з акцентом на вертикальній площині. Візуально привабливе, воно зазвичай не сильно

виступає за межі фасаду, що робить його придатним для обмеженого простору.

• Жива стіна: забезпечує щільне покриття різної глибини в залежності від рослин, які використовуються. Просторовий ефект — суцільна, щільна поверхня, зазвичай, з більшою глибиною, ніж Спрямоване озеленення, але з меншою, ніж Вертикальний сад.

• Вертикальний сад: цей метод має найбільшу просторову глибину, оскільки розміщення контейнерівна фасадах, терасах та балконах на різній глибині та різних рівнях дозволяють створювати композиції на всіх трьох осях, створюючи унікальний для цього методу тривимірний ефект. Відчуття багатошарової зелені додає виражену глибину, яка створює відчуття просторового занурення.

2.2.7. Ритм і орнамент

• Спрямоване озеленення: ритм часто повторюється, структурований в’юнкими рослинами, що ростуть уздовж сіток, тросів або решіток, створюючи стійкий, узорчастий напрямок.

• Жива стіна: ритм більш органічний, з природною кластеризацією і різноманітністю, які дають м'який, хвилеподібний візерунок, уникаючи строгої регулярності і сприяючи дикому, природному вигляду.

• Вертикальний сад: ритм виникає з чергування розмірів, типів і розташування рослин. Завдяки ярусному або терасному розміщенню рослин досягається баланс між повторенням і різноманітністю, що підсилює візуальнуритмічність.

2.2.8. Гра світла і тіні

• Спрямоване озеленення: створює легші, м'якіші тіні завдяки мінімальній проекції від стіни. Тіні підкреслюють лінійну форму, але не домінують візуально.

• Жива стіна: щільне покриття дає рівномірну тінь, створюючи м'який ефект без різких контрастів. Освітлення підсилює текстуру і виявляє природні візерунки в скупченнях рослин.

• Вертикальний сад: завдяки своїй тривимірній глибині відкидає сильні, чіткі та динамічні тіні, особливо при освітленні під різними кутами, додаючи фасаду драматизму і складності.

2.2.9. Матеріали

• Спрямоване озеленення: як правило, мінімум матеріалів. Використовуються металеві сітки, решітки або троси, які є довговічними і візуально ненав'язливими. Ця простота гармонійно поєднується з різними будівельними матеріалами та архітектурними стилями.

• Жива стіна: включає складні конструкції, особливо гідропонні або модульні установки, що вимагають міцних та водночас легких матеріалів для підтримки росту рослин. Складні та сучасні матеріали посилюютьасоціацію методу з сучасною архітектурою. Зазвичай при використанні цього методу матеріали конструкцій майже не помітні під щільним зеленим покривом рослин.

• Вертикальний сад: використовує комбінаціюрослин та контейнерів, які зазвичай добре помітні візуально, та є частиною дизайн концепції. Контейнери з ґрунтом чи субстратом для посадки рослин, виконані з різноманітнихматеріалів, таких як метал, пластик чи дерево — основний елемент цього методу озеленення з точки зору матеріалів.

2.2.10. Культурний/контекстуальний символізм

• Спрямоване озеленення: часто поєднується як з сучасним, так і з традиційним оточенням завдяки простому дизайну, символізуючи гармонію і безперервність природного зростання. В різних формах використовується століттями для вертикального озеленення будівель.Найбільш звична та знайома форма озеленення.

• Жива стіна: асоціюється з сучасними сталими практиками та міським середовищем з високою щільністю забудови, уособлює екологічну свідомість та інновації в архітектурі. Практично перетворює фасад будівлі на вертикальний луг.

• Вертикальний сад: розглядається як прагнення до глибокої інтеграції природи в міське середовище, символізує стійкість і адаптивність, з кожним шаром, що представляє поєднання міського життя з природою. Нагадує вертикальний, багаторівневий сад, парк чи ліс.

Висновки до розділу 2

1. Проаналізовані сучасні тенденції дизайну вертикального озеленення в міському середовищі та виявлені основні напрямки: «спрямоване озеленення», «жива стіна» та «вертикальний сад».

а) «Спрямоване озеленення» вирізняється своєю простотою у застосуванні та низькими вимогами до технічного обслуговування. Завдяки можливості використання в’юнких рослин, цей метод органічно вписується в традиційні та сучасні архітектурні форми, створюючи гармонійний вигляд із мінімальним втручанням у структуру будівель. Він особливо підходить для будівель із вузькими фасадами або історичних об’єктів, адже дозволяє підтримувати естетичну рівновагу без ризику перевантаження фасаду.

б) «Жива стіна» пропонує виразні естетичні можливості завдяки щільній текстурі та багатій кольоровій палітрі, особливо в умовах сучасної міської архітектури. Однак, цей метод потребує новітніх гідропонних систем та підвищеного рівня технічного обслуговування, особливо в зимовий період. Живі стіни підходять для фасадів великих сучасних будівель розташованих в районах щільної міської забудови з відсутністю відкритого ґрунта на ділянці.

в) «Вертикальний сад» характеризується складністю конструкцій та потребою у міцній опорній системі, особливо на терасах чи балконах. Цей метод дає можливості для найбільш складного і багаторівневого дизайну за рахунок своєї тривимірності, та дозволяє використовувати кущі й невеликі дерева в дизайні озеленення. Він надає фасаду виразної просторової глибини, однак через вагові обмеження, цей метод найбільше підходить для великих будівель зі спеціальною посиленою конструкцією, яка включає балкони і тераси для розміщення контейнерів з рослинами. Також цей метод має більше обмежень для реновації існуючих споруд.

2. Проведено комплексний порівняльний аналіз композиційних характеристик кожного з напрямків.

• Кольорове рішення: спрямоване озеленення створює контрольовану палітру, домінована зеленими відтінками, тоді як жива стіна і вертикальний сад пропонують багатший спектр кольорів завдяки використанню різноманітних рослин і квітів. Вертикальні сади відзначаються найсміливішим кольоровим ефектом, завдяки поєднанню різнорівневих рослин.

• Форма: спрямоване озеленення вирізняється геометричністю і структурованістю, жива стіна має органічний і м'який вигляд, тоді як вертикальний сад забезпечує найбільш тривимірний і багатошаровий просторовий ефект.

• Розмір і масштаб: спрямоване озеленення є найбільш адаптивним до обмежених просторів, жива стіна оптимально покриває великі площі, а вертикальний сад найбільш ефективний на масштабних фасадах, що дозволяє повною мірою оцінити його багатошаровість.

• Композиція: спрямоване озеленення створює впорядкованість і ритмічність, жива стіна забезпечує природну асиметрію, а вертикальний сад поєднує повторюваність із складною ярусною композицією.

• Текстура: спрямоване озеленення має грубішу і більш варіативну текстуру, жива стіна вирізняється щільною м'якістю, а вертикальний сад забезпечує найбільш насичений і динамічний текстурний вигляд.

• Глибина та просторовий вплив: спрямоване озеленення забезпечує мінімальну проекцію, жива стіна додає відчуття щільності, а вертикальний сад створює найглибший і тривимірний ефект.

• Ритм і орнамент: у спрямованому озелененні структурований і повторюваний, у живої стіни органічний і плавний, у вертикального саду динамічний і нашарований.

• Гра світла і тіні: найвиразніше спостерігається у вертикальному саду завдяки його глибині, тоді як спрямоване озеленення і жива стіна створюють м'якіші ефекти.

• Матеріали: спрямоване озеленення використовує прості та непомітні конструкції, жива стіна вимагає складних сучасних систем, а вертикальний сад часто інтегрує різноманітні контейнери як частину дизайнерської концепції.

• Культурний/контекстуальний символізм: варіюється від традиційності спрямованого озеленення до інноваційності живих стін і символізму гармонії природи та міста у вертикальних садах.

Таким чином, вибір методу вертикального озеленення залежить від кількох ключових факторів, зокрема архітектурного стилю споруди, кліматичних умов, параметрів ділянки, технічних можливостей будівлі, композиційних і естетичних пріоритетів, функціональних потреб та культурного контексту. У міському середовищі України кожен із цих методів може зробити унікальний внесок, забезпечуючи естетичне збагачення й екологічну користь, однак метод спрямованого озеленення буде найбільш привабливим для більшості проєктів завдяки своїй економічної і технічної доступності порівняно з іншими методами, а також вийнятковій гнучкості і найширшому діапазону застосування для широкого спектру задач та вимог.

РОЗДІЛ 3
ПРОЄКТНА ПРОПОЗИЦІЯ: ВЕРТИКАЛЬНЕ ОЗЕЛЕНЕННЯ ФАСАДУ БУДІВЛІ ХУДПРОМ ЛОФТ

3.1. Передпроєктний аналіз, постанова завдання проєктування

Проєктна пропозиція передбачає інтеграцію сучасного озеленення фасаду будівлі Худпром Лофт Харківської державної академії дизайну і мистецтв (ХДАДМ), що знаходиться на вулиці Мистецтв 15, у самому центрі міста Харків. Цей проєкт має на меті покращити естетичні якості будівлі, підвищити її екологічну ефективність, а також створити привабливий простір для відпочинку студентів, викладачів та гостей академії.Основною метою цього проєкту є перетворення південно-західного фасаду будівлі на візуально виразний елемент міського середовища, поєднуючи його з елементами озеленення, що сприятиме створенню сучасного і екологічного образу.Метод спрямованого озеленення був обраний, як найбільш підходящий для реалізації цього проєкту. Вертикальне озеленення буде виконувати не лише декоративну, але й практичні функції: захист від перегріву, зменшення рівня шуму та покращення якості повітря.Зменшення енергоспоживання завдяки природному охолодженню та захисту фасаду від зовнішніх впливів створить довгострокові фінансові переваги для утримання будівлі. Озеленення фасаду покращить імідж Харківської державної академії дизайну і мистецтв як інноваційного та екологічно свідомого закладу. Проєкт стане прикладом для впровадження аналогічних рішень у міському середовищі, сприяючи популяризації екологічного дизайну. Запропонований дизайн сприятиме розвитку концепції сталого міського дизайну, інтегруючи природу у середовище міста і відображаючи сучасні тенденції у ландшафтному дизайні.

Опис ділянки

Об’єкт проектування знаходиться у центрі Харкова, на вулиці Мистецтв, що є культурно важливим районом міста. Будівля Худпром Лофт — це 4-поверхова споруда із стриманим характером та архітектурою. Фасад, який

підлягає озелененню, орієнтований на південний захід, що забезпечує гарне освітлення протягом дня, але створює потребу в захисті від перегріву. Територія перед фасадом вільна від забудови, що дозволяє організувати рекреаційну зону. Ділянка має великий потенціал для інтеграції природних елементів, що не тільки покращать зовнішній вигляд, але й забезпечать позитивний екологічний ефект у міському середовищі.

3.2. Концепція та технічні характеристики

Функціональне зонування

Зонування спрямоване на досягнення балансу між функціональністю, естетикою та зручністю використання території. Запропоновані функціональні зони, включаючи рекреаційну територію перед фасадом, сприятимуть зручності використання простору студентами, викладачами та гостями. Дизайн фасаду та прилеглої території передбачає створення кількох функціональних зон, які працюють як єдиний ансамбль:

Рекреаційна зона перед фасадом

Перед фасадом, де буде реалізовано вертикальне озеленення, пропонується створити зону відпочинку для студентів, викладачів та відвідувачів Худпром Лофт. Ця зона буде включати:

Мощення геометричної форми, що вписується у загальну стилістику проєкту і наче продовжує композиційні лінії фасаду вже у горизонтальній площині;

Лави, які будуть сучасними та зручними для відпочинку, а також слугуватимуть візульним акцентом зони;

Дерева для тіні, які розміщуватимуться на оптимальній відстані для створення природної прохолоди влітку;

Рекреаційну зону доповнить експозиція з чотирьох скульптур, розташованих вздовж фасаду. Абстрактні роботи підкреслюватимуть сучасний стиль

простору: одна зі строгими прямокутними формами, натхненна живописом кольорового поля, друга — із плавними круглими лініями. Дві фігури додадуть різноманітності: одна стилізована, інша реалістичніша, що створюватиме баланс між абстракцією та буквальністю.

Колористичне рішення

Колористичне рішення інтегрує фасад і прилеглу територію в єдиний ансамбль, підкреслюючи сучасний характер дизайну та сприяючи створенню затишної й привабливої атмосфери. Колористична концепція базується на гармонійному поєднанні природних і яскравих відтінків, які доповнюють архітектуру будівлі та створюють виразний і сучасний образ простору:

• Основний колір: зелений у різних відтінках, що формується використанням багаторічних витких рослин на фасаді. Рослини забезпечують сезонну змінність відтінків, створюючи динамічність і природність композиції.

• Акценти на фасаді: напис "ХДАДМ" із моху виконується у насиченому зеленому кольорі, який створює контраст із нейтральним кольором фасаду та виступає впізнаваним символом будівлі.

• Прилегла зона: мощення виконано у двох нейтральних відтінках зеленого, що підсилює загальну гармонію з озелененням фасаду. Така палітра створює природний перехід між вертикальною рослинністю і горизонтальною площиною прилеглої території подвір’я. Акцентними елементами виступають лави насичених відтінків жовтого та бірюзового кольорів, які додають жвавості й енергії простору.

Дизайн та естетичні рішення для фасадних секцій

Запропонована концепція вертикального озеленення фасаду будівлі Худпром Лофт демонструє інтеграцію сучасних екологічних і дизайнерських підходів у міське середовище. Проєкт стане прикладом успішного поєднання естетики, функціональності та екологічної доцільності.Дизайн забезпечує гармонійне поєднання архітектури будівлі із природними елементами

вертикального озеленення, створюючи візуально виразний фасад, що підкреслює індивідуальність академії. Завдяки використанню витких рослин, вертикальних зелених "променів" та мохової інсталяції "ХДАДМ", виконаноїна спеціальних легких плитах з субстратом, досягнуто сучасного та динамічного вигляду фасаду.Концепція озеленення передбачає диференційований підхід до кожної з п’яти секцій фасаду. Враховуючи архітектурні особливості фасаду, кожна секція отримає унікальний підхід до озеленення, що забезпечить естетичну різноманітність і водночас цілісність композиції.

Ліва крайня секція. Ця частина фасаду буде повністю озеленена суцільним шаром звичайного плюща (Hedera helix). Метод спрямованого озеленення за допомогою металевих тросів дозволить сформувати щільний зелений покрив, що надасть фасаду природноговигляду. Цей підхід створить контраст із сусідніми секціями і водночас слугуватиме ефективним захистом фасаду від нагрівання, а також зменшуватиме рівень шуму, що особливо важливо для міського середовища. Зелений екран створить затишний фон, який, окрім естетичної функції, надасть ефекту природного охолодження у теплі періоди року та теплозберігаючого ефекту у холодні періоди.

Середня секція фасаду. Для середньої секцій пропонується концепція вертикального озеленення за методом спрямованого озеленення з використанням кількох зелених "променів" різної висоти, що підніматимуться вздовж фасаду з контейнерів, розташованих на землі. "Промені" стануть центральним естетичним елементом, підкреслюючи вертикальну структуру фасаду. Висота променів варіюється, але їх ширина буде однаковою, що забезпечить візуальну цілісність і динаміку композиції. Для "променів" будуть використовуватися колхідський плющ (Hedera colchica). Це забезпечить контрольоване вертикальне зростання і дозволить створити враження живого руху, яке підсилюватиме вертикальність фасаду. Також зверху середньої секції буде розміщена декоративна зелена інсталяція

у вигляді напису "ХДАДМ", виконана мохом на спеціальних легких плитах з субстратом. Такий підхід не лише додасть фасаду ідентичності, але й стане важливим символічним елементом, що явно ідентифікує будівлю і підкреслює її зв'язок з навчальним закладом.Інсталяцію буде помітно з вулиці Мистецтв та вулиці Кирпичова. Мохова інсталяція буде довговічною і не потребуватиме складного догляду, що зробить її практичним рішенням для створення ефектного та впізнаваного елементу дизайну.

Права крайня секція із глухою стіною та пожежними сходами.

Ця секція фасаду буде повністю озеленена суцільним шаром звичайного плюща (Hedera helix)так само, як і ліва крайня секція. Таким чином дві крайні секції фасаду будуть мати умовно зеркальний вид. Також суцільне озеленення всієї секції допоможе зробити пожежні сходи менш помітними, таким чином замаскувавши їх і покращивши візульний вид всього фасаду.

Друга зліва та друга справа секції залишуться неозелененими через велику площу скління та вікон цих секцій. Друга зліва секція має суцільне панорамне скління від другого до останнього поверху. Друга справа секція має 8 великих вікон, які займають більшу частину поверхні секції. Також рішення залишити ці секції вільними від рослин додасть загальний ритм: озеленені секції будут чергуватись з неозелененими, та підсилять дзеркальністькомпозиції.

Рослинний склад і композиційні рішення

Усі рослини для озеленення фасаду підбираються відповідно до кліматичних умов Харкова, особливостей мікроклімату південно-західного фасаду та потреби у мінімальному догляді. Основний акцент робиться на використанні витких багаторічних рослин, які будуть здатні створити цілісні зелені покриви. Зокрема, плющ звичайний (Hedera helix) для крайніх секцій та колхідський плющ (Hedera colchica)для "променів" на середній секції.Для

мохової інсталяції будуть використовуватися спеціальні сорти моху, стійкі до місцевих погодних умов, що забезпечить довговічність інсталяції.

Використані матеріали

Проєкт відповідає принципам сталого розвитку, інтегруючи природні компоненти в міське середовище. Ефективне використання матеріалів сприяє мінімізації догляду та довговічності конструкцій. У проєкті використовуються екологічно чисті, довговічні та доступні матеріали, які забезпечують зручність монтажу та мінімальне обслуговування:

Матеріали для озеленення фасаду:

Металеві троси для витких рослин (нержавіюча сталь або алюміній).

Каркаси для "променів" із легких металевих сплавів, стійких до атмосферних впливів.

Контейнери для рослин із пластику або металу із захисним покриттям.

Для напису "ХДАДМ": спеціальні легкі плити з субстратом на яких росте мох.

Прилегла зона:

Мощення з тротуарних бетонних плит із кольоровою поверхнею.

Місця для сидіння з металу.

Використання таких матеріалів забезпечить довговічність конструкцій та легкість у догляді.

Очікувані результати та користь від проєкту

Озеленення фасаду Худпром Лофт не лише підвищить привабливість будівлі, але й сприятиме поліпшенню міського мікроклімату, підвищенню якості повітря, а також створенню більш екологічного середовища. Вертикальне озеленення захищатиме фасад від перегріву, що допоможе знизити енергоспоживання в будівлі.Зелений фасад сприятиме створенню

позитивного образу академії серед студентів, викладачів та мешканців міста, а також слугуватиме прикладом використання сучасних екологічних рішень у міській архітектурі. Проєкт вертикального озеленення фасаду Худпром Лофт стане гармонійним рішенням, що враховує сучасні тенденції в дизайні зелених фасадів, екологічні виклики та потреби міського середовища, забезпечуючи багатофункціональний і візуально привабливий простір.

ВИСНОВКИ

1. Проаналізований світовий досвід у сфері вертикального озеленення фасадів демонструє значний потенціал для створення стійких і комфортних міських просторів, адаптованих до умов різних кліматичних зон, включаючи помірний континентальний клімат. Впровадження зелених фасадів сприяє значному покращенню якості міського середовища. Екологічні переваги включають зменшення рівня забруднення повітря, зниження температури в місті, боротьбу з ефектом теплового острова та збереження біорізноманіття. Застосування вертикального озеленення у будівлях дозволяє знижувати енергоспоживання та покращити мікроклімат в приміщенні.

2. В умовах помірного континентального клімату, характерного для Центральної та Східної Європи, Північної Америки та частини Азії, з’являються інноваційні підходи до проєктування зелених фасадів. Наприклад, у Варшаві успішно реалізовано проєкт вертикального озеленення, який функціонує навіть за суворих зимових умов. У Північній Америці, зокрема в Канаді та США стабільно зростає ринок зелених фасадів. Для регіонів із континентальним кліматом важливими є спеціалізовані технології, які забезпечують довговічність систем в умовах сезонних змін: автоматизоване зрошення, використання морозостійких рослин та інноваційних матеріалів для захисту кореневої системи.

3. Зелений фасад має значний потенціал для економічного впливу, зокрема у сфері енергозбереження, завдяки зменшенню потреби у кондиціюванні приміщень. Проте економічна доцільність вертикального озеленення безпосередньо залежить від початкових витрат на встановлення та довгострокових витрат на утримання. Аналіз різних типів зелених фасадів вказує на те, що прості системи, такі як стаціонарні каркасні структури, мають коротший термін окупності і є найбільш економічно вигідними. У той

же час складніші модульні системи через високі початкові витрати та дороговартісне обслуговування не завжди можуть виправдати інвестиції.

4. Світовий досвід показує, що для стимулювання впровадження зелених фасадів важливу роль відіграють фінансові та адміністративні стимули, такі як зниження податків, надання грантів, екологічна сертифікація тощо. Європейський досвід, зокрема в таких містах, як Париж, Лондон, Берлін та Мілан, демонструє успішні приклади масштабних програм озеленення, які сприяють розвитку екологічно відповідального урбанізму.В Україні ці процеси знаходяться на початковій стадії розвитку, що підтверджує приклад ініціативи «Місто живих стін» у Києві. Попри потенціал, проєкт поки що обмежується інформуванням громадськості без реальної фінансової підтримки або стимулів для широкого впровадження вертикального озеленення. У контексті економічної нестабільності та війни в Україні економічна доцільність зелених фасадів набуває критичної ваги. Прості та недорогі рішення на основі стаціонарних каркасних структур є найбільш прийнятними для поточних умов. Для забезпечення більш масштабного впровадження необхідні розробка та реалізація державних програм, які б надавали матеріальну підтримку громадянам та організаціям, зацікавленим у впровадженні таких проєктів.

5. Розроблено типологічну класифікацію конструктивних систем для створення вертикального озеленення: стаціонарні каркасні структури, мобільні гнучкі структури, структури на основі субстрату/ґрунту, плити з субстратом. Проаналізовані особливості, переваги та недоліки, а також приклади цих структур:

а) Стаціонарні каркасні структури забезпечують надійну підтримку для в'юнких рослин, спрямовуючи їхній ріст. Простота конструкції, економічність та адаптивність роблять їх доступними для широкого використання.

б) Мобільні гнучкі структури з використанням гідропонних систем, є інноваційним рішенням, що дозволяє створювати складні естетичні композиції із мінімальними вимогами до простору. Їхні переваги включають легкість у монтажі, адаптивність до умов міського середовища та ефективність у використанні води і поживних речовин. Завдяки таким системам можливо реалізовувати проєкти будь-якої складності, як-от вертикальні сади Патріка Бланка, які стали світовими зразками екологічної архітектури. Водночас це найдорожча і найменш економічно доцільна система.

в) Конструкції на основі субстрату/ґрунту відзначаються гнучкістю та довговічністю, що робить їх ідеальним вибором для створення зелених фасадів із використанням більш широкого спектра рослин. Контейнерні структури дозволяють створювати складні композиції з сильним просторовим ефектом. Однак ці структури можуть мати значне навантаження на конструкцію будівлі і мають обмежені можливості інтеграція в існуючи споруди.

г) Плити з субстратом, поєднують функції будівельного матеріалу та живильного середовища для рослин. Цей багатошаровий матеріал складається з гідроізоляційного, біологічного та зовнішнього шарів, які забезпечують міцність, захист від вологи та утримання дощової води для розвитку рослин. Плити з субстратом підходять як для новобудов, так і для реновації, без потреби в складних додаткових конструкціях.

1. Проаналізовані сучасні тенденції дизайну вертикального озеленення в міському середовищі та виявлені основні напрямки: «спрямоване озеленення», «жива стіна» та «вертикальний сад».

а) «Спрямоване озеленення» вирізняється своєю простотою у застосуванні та низькими вимогами до технічного обслуговування. Завдяки можливості використання в’юнких рослин, цей метод органічно вписується в традиційні та сучасні архітектурні форми, створюючи гармонійний вигляд із

мінімальним втручанням у структуру будівель. Він особливо підходить для будівель із вузькими фасадами або історичних об’єктів, адже дозволяє підтримувати естетичну рівновагу без ризику перевантаження фасаду.

б) «Жива стіна» пропонує виразні естетичні можливості завдяки щільній текстурі та багатій кольоровій палітрі, особливо в умовах сучасної міської архітектури. Однак, цей метод потребує новітніх гідропонних систем та підвищеного рівня технічного обслуговування, особливо в зимовий період. Живі стіни підходять для фасадів великих сучасних будівель розташованих в районах щільної міської забудови з відсутністю відкритого ґрунта на ділянці.

в) «Вертикальний сад» характеризується складністю конструкцій та потребою у міцній опорній системі, особливо на терасах чи балконах. Цей метод дає можливості для найбільш складного і багаторівневого дизайну за рахунок своєї тривимірності, та дозволяє використовувати кущі й невеликі дерева в дизайні озеленення. Він надає фасаду виразної просторової глибини, однак через вагові обмеження, цей метод найбільше підходить для великих будівель зі спеціальною посиленою конструкцією, яка включає балкони і тераси для розміщення контейнерів з рослинами. Також цей метод має більше обмежень для реновації існуючих споруд.

2. Проведено комплексний порівняльний аналіз композиційних характеристик кожного з напрямків.

• Кольорове рішення: спрямоване озеленення створює контрольовану палітру, домінована зеленими відтінками, тоді як жива стіна і вертикальний сад пропонують багатший спектр кольорів завдяки використанню різноманітних рослин і квітів. Вертикальні сади відзначаються найсміливішим кольоровим ефектом, завдяки поєднанню різнорівневих рослин.

• Форма: спрямоване озеленення вирізняється геометричністю і структурованістю, жива стіна має органічний і м'який вигляд, тоді як

вертикальний сад забезпечує найбільш тривимірний і багатошаровий просторовий ефект.

• Розміру і масштаб: спрямоване озеленення є найбільш адаптивним до обмежених просторів, жива стіна оптимально покриває великі площі, а вертикальний сад найбільш ефективний на масштабних фасадах, що дозволяє повною мірою оцінити його багатошаровість.

• Композиція: спрямоване озеленення створює впорядкованість і ритмічність, жива стіна забезпечує природну асиметрію, а вертикальний сад поєднує повторюваність із складною ярусною композицією.

• Текстура: спрямоване озеленення має грубішу і більш варіативну текстуру, жива стіна вирізняється щільною м'якістю, а вертикальний сад забезпечує найбільш насичений і динамічний текстурний вигляд.

• Глибина та просторовий вплив: спрямоване озеленення забезпечує мінімальну проекцію, жива стіна додає відчуття щільності, а вертикальний сад створює найглибший і тривимірний ефект.

• Ритм і орнамент: у спрямованому озелененні структурований і повторюваний, у живої стіни органічний і плавний, у вертикального саду динамічний і нашарований.

• Гра світла і тіні: найвиразніше спостерігається у вертикальному саду завдяки його глибині, тоді як спрямоване озеленення і жива стіна створюють м'якіші ефекти.

• Матеріали: спрямоване озеленення використовує прості та непомітні конструкції, жива стіна вимагає складних сучасних систем, а вертикальний сад часто інтегрує різноманітні контейнери як частину дизайнерської концепції.

• Культурний/контекстуальний символізм: варіюється від традиційності спрямованого озеленення до інноваційності живих стін і символізму гармонії природи та міста у вертикальних садах.

Таким чином, вибір методу вертикального озеленення залежить від кількох ключових факторів, зокрема архітектурного стилю споруди, кліматичних умов, параметрів ділянки, технічних можливостей будівлі, композиційних і естетичних пріоритетах, функціональних потребах та культурному контексті. У міському середовищі України кожен із цих методів може зробити унікальний внесок, забезпечуючи естетичне збагачення й екологічну користь, однак метод спрямованого озеленення буде найбільш привабливим для більшості проєктів завдяки своїй економічної і технічної доступності порівняно з іншими методами, а також вийнятковій гнучкості і найширшому діапазону застосування для широкого спектру задач та вимог.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. NOAA Climate.gov. Global average surface temperature. URL: https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-global-temperature (дата звернення: 28.02.2024).

2. The New York Times. 2024 Begins With More Record Heat Worldwide. URL: https://www.nytimes.com/2024/02/07/climate/2024-hottest-january-data.html (дата звернення: 28.02.2024).

3. The Architects ’Journal. Is the boom in green roofs and living walls good for sustainability? URL: https://www.architectsjournal.co.uk/news/is-the-boom-in-green-roofs-and-living-walls-good-for-sustainability (дата звернення: 28.02.2024).

4. RESET. The Plan to Turn Paris Green, Literally, by 2020. URL: https://en.reset.org/plan-turn-paris-green-literally-2020-06282018/ (дата звернення: 1.12.2024).

5. Mayor of London. Urban greening. URL: https://www.london.gov.uk/programmes-strategies/environment-and-climate-change/parks-green-spaces-and-biodiversity/urban-greening (датазвернення: 1.12.2024).

6. Al-Kodmany, K. Greenery-Covered Tall Buildings: A Review. Buildings, 13, 2362. 2023. DOI: 10.3390/buildings13092362

7. LinkedIn. The North America Living Wall System Market is expected to continue its upward trajectory, with a projected CAGR of 12.80% over 2024-2031. URL: https://www.linkedin.com/pulse/north-america-living-wall-system-market-expected-continue-bbq0e/ (датазвернення: 2.12.2024).

8.Archdaily. Green Heart | Marina One Singapore / ingenhoven architects. URL: https://www.archdaily.com/886215/green-heart-marina-one-singapore-ingenhoven-architects (датазвернення: 2.12.2024).

9. Green Roofs for Healthy Cities. How to Keep Exterior Green Walls Alive in the Winter. URL: https://livingarchitecturemonitor.com/articles/how-to-keep-exterior-green-walls-alive-in-the-winter-w21 (датазвернення: 2.12.2024).

10. Köhler, M. Green facades—a view back and some visions. Urban Ecosyst 11, 423–436 (2008). С. 424. DOI: 10.1007/s11252-008-0063-x

11.Sempergreen. Green Walls Surviving the Cold. URL: https://www.sempergreen.com/us/about-us/news/outdoor-green-walls-can-thrive-even-in-climates-like-chicago-or-toronto-or-montreal (датазвернення: 2.12.2024).

12.Archdaily. Foundation for Polish Science Headquarters / FAAB. URL: https://www.archdaily.com/573614/foundation-for-polish-science-headquarters-faab-architektura (датазвернення: 2.12.2024).

13. Greenroofs. Semiahmoo Public Library and RCMP Facility. URL: https://www.greenroofs.com/projects/semiahmoo-public-library-and-rcmp-facility/ (датазвернення: 2.12.2024).

14. https://sponzilli.com/commercial-portfolio/world-trade-center-liberty-park-green-wall/ (дата звернення: 2.12.2024).

15. The Port Authority of New York and New Jersey. World Trade Center: Lower Manhattan Gets a Living Wall…Literally. URL: https://portfolio.panynj.gov/2016/06/29/world-trade-center-lower-manhattan-gets-a-living-wallliterally/ (датазвернення: 2.12.2024).

16. InsightAce Analytic. Green Walls Market Size, Share & Trends Analysis Report by Type (Felt, Panel and Trellis), Application (Indoor and Outdoor), Medium (Loose Growth, Mat, Sheet and Structural), End User (Office Spaces, Hospitals, Residential, Landscaping, Hotels and Restaurants, Public Spaces, Manufacturing Facilities and Others), Region And Segment Forecasts, 2023-2031. URL: https://www.insightaceanalytic.com/report/green-walls-market/1845 (датазвернення: 2.12.2024).

17. Thácia Danily de Oliveira Santos, Fernando António Leal Pacheco, Luís Filipe Sanches Fernandes. A systematic analysis on the efficiency and sustainability of

green facades and roofs. Science of The Total Environment, Volume 932, 173107. 2024. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.173107.

18. Alexandri, E., & Jones, P. Temperature Decreases in an Urban Canyon Due to Green Walls and Green Roofs in Diverse Climates. Building and Environment. 2008. 43(4), 480-493. doi:10.1016/j.buildenv.2006.10.055.

19. Giuliano Vox, Ileana Blanco, Evelia Schettini. Green façades to control wall surface temperature in buildings. Building and Environment, Volume 129. Pages 154-166. 2018. DOI: 10.1016/j.buildenv.2017.12.002

20. Biotecture. Time to reconnect with nature. URL: https://www.biotecture.uk.com/time-to-reconnect-with-nature/(дата звернення: 09.04.2024).

21. Perez, G., Rincon, L., Vila, A., Gonzalez, J. M., & Cabeza, L. F. Green Vertical Systems for Buildings as Passive Systems for Energy Savings. Applied Energy. 2011. 88(12), 4854-4859. doi:10.1016/j.apenergy.2011.06.032

22. Ottelé, M., van Bohemen, H. D., & Fraaij, A. L. A. Quantifying the deposition of particulate matter on climber vegetation on living walls. Ecological Engineering 36(2):154-162. 2010.DOI:10.1016/j.ecoleng.2009.02.007.

23. Maria P. Kaltsidi, Rafael Fernández-Cañero, Antonio Franco-Salas, Luis Pérez-Urrestarazu. Improving the performance of felt-based living wall systems in terms of irrigation management. Urban Forestry & Urban Greening. Volume 54. 2020. DOI: 10.1016/j.ufug.2020.126782

24. Pérez-Urrestarazu, L., Fernández-Cañero, R., Franco-Salas, A., & Egea, G. Influence of an Active Living Wall on Indoor Temperature and Humidity Conditions. Ecological Engineering. 90. 120-124. DOI:10.1016/j.ecoleng.2016.01.050.

25. Zhao, Junyi (2022) The development of a smart irrigation control system for living wall system. PhD thesis, University of Sheffield. URL: https://etheses.whiterose.ac.uk/30030/1/Junyi%20Zhao%20Thesis%20%2808%20Jan%29.pdf (датазвернення: 2.12.2024).

26. Coma, J., Pérez, G., de Gracia, A., Bures, S., Urrestarazu, M., & Cabeza, L. F. Vertical Greenery Systems for Energy Savings in Buildings: A Comparative Study between Green Walls and Green Façades. Building and Environment. 2017. 111, 228-237. doi:10.1016/j.buildenv.2016.11.014

27. Katia Perini, Paolo Rosasco. Cost–benefit analysis for green façades and living wall systems. Building and Environment. Volume 70, Pages 110-121. 2013, DOI:10.1016/j.buildenv.2013.08.012

28. Pragmatika — Ukraine.“Місто живих стін”: Київ впроваджує стратегію вертикального озеленення. URL: https://pragmatika.media/news/misto-zhivih-stin-kiiv-vprovadzhuie-strategiju-vertikalnogo-ozelenennja/ (дата звернення: 1.12.2024).

29. Goel M, Jha B, Khan S. Living walls enhancing the urban realm: a review. Environ Sci Pollut Res Int. 2022 Jun; 29(26) :38715-38734. DOI: 10.1007/s11356-022-19501-7

30. Sullivan, W. Landscapes of 20th Century Chicago Public Housing. 2007.URL: https://www.researchgate.net/figure/Mean-Rates-of-Aggression-Against-Partner-During-Past-Year-in-Green-Versus-Barren_fig1_275032357

31. M. Manso, J. Castro-Gomes. Green wall systems: A review of their characteristics. Renewable and Sustainable Energy Reviews,Volume 41. P. 863-871.2015.DOI: 10.1016/j.rser.2014.07.203

32. Шарлай О.В. Інноваційні методи вертикального озеленення архітектурних об’єктів. Науковий вісник будівництва. 2018. Т 91, №1. С. 5-11. DOI: 10.29295/2311-7257-2018-91-1-11-20

33. Wikipedia. Hydroponics. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Hydroponics (датазвернення: 2.12.2024).

34. Tensile Design & Construct. Green Facade Loads: 4 Things You Need to Know. URL: https://www.tensile.com.au/green-facade-loads-4-things-you-need-to-know/ (дата звернення: 2.12.2024).

35. Archdaily. Park ‘n’ Play / JAJA Architects. URL: https://www.archdaily.com/884956/park-n-play-jaja-architects (дата звернення: 2.12.2024).

36. Dezeen.Researchers develop "biological concrete" for moss-covered walls. URL: https://www.dezeen.com/2013/01/03/spanish-researchers-develop-biological-concrete-for-moss-covered-walls/ (дата звернення: 2.12.2024).

37. Wikipedia. Bosco Verticale. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Bosco_Verticale (датазвернення: 17.05.2024).

38.Wikipedia.One Central Park. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/One_Central_Park (датазвернення: 2.12.2024).

39.Archdaily. Urban Farming Office / VTN Architects. URL: https://www.archdaily.com/995655/urban-farming-office-vtn-architects (дата звернення: 2.12.2024).

ДОДАТОК А. Аналоги та прототипи







BoscoVerticale
Локація: Мілан, Італія
Архітектор: StefanoBoeriArchitetti
Призначення будівлі: житлове
Рік: 2014







Foundation of Polish Science
Локація: Варшава, Польща
Архітектор: FAAB
Призначення будівлі: офіс
Рік: 2014





SemiahmooandtheRCMPFacility
Локація: Суррей, Британська Колумбія, Канада
Архітектор: GreenoverGrey
Призначення будівлі: бібліотека
Рік: 2010



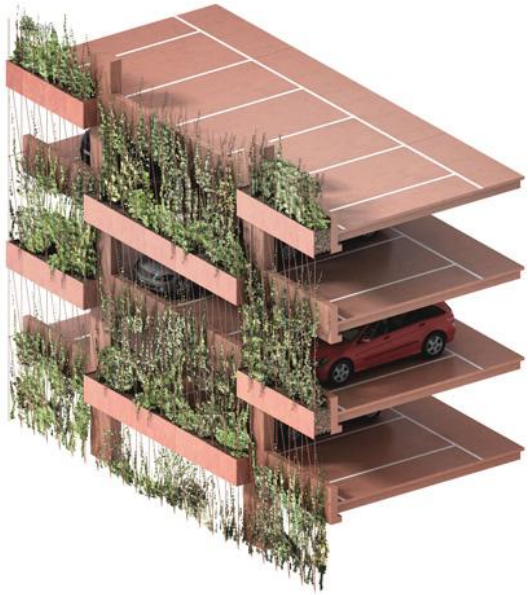


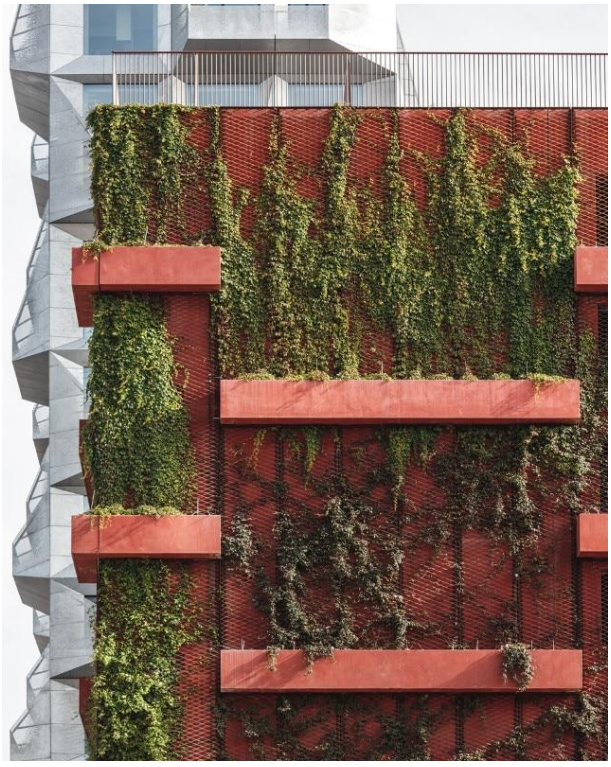
Musee du Quai Branly
Локація: Париж, Франція
Архітектори: JeanNouvel, PatrickBlanc
Призначення будівлі: музей
Рік: 2004



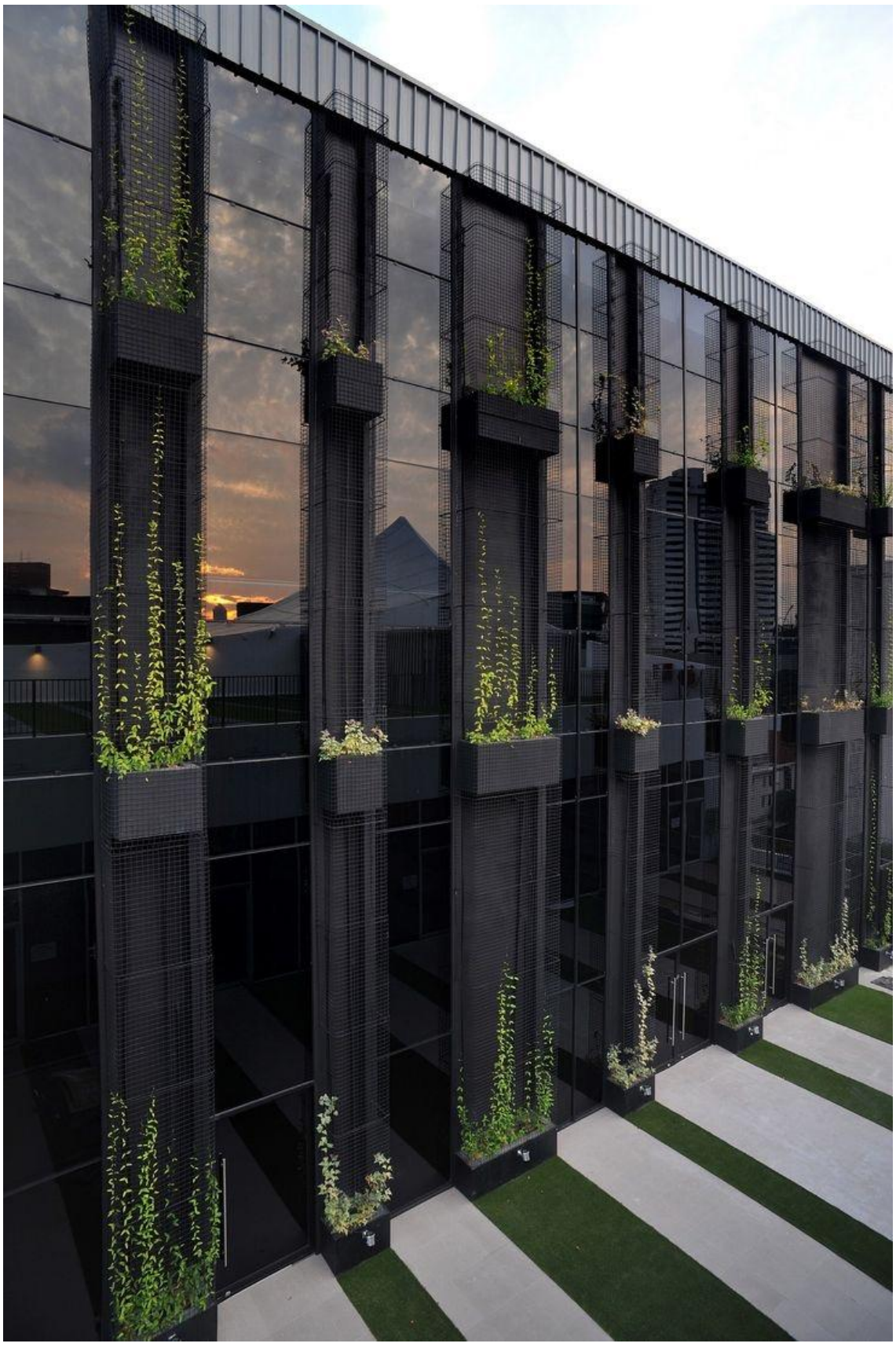
OrganicBuilding
Локація: Осака, Японія
Архітектор: GaetanoPesce
Призначення будівлі: житлове
Рік: 1993







Carpark
Локація: Копенгаген, Данія
Архітектор: JAJAArchitects
Призначення будівлі: паркінг
Рік: 2016



Gallery of Singapore Life Church
Локація: Сінгапур
Архітектор: LaudArchitects
Призначення будівлі: церква

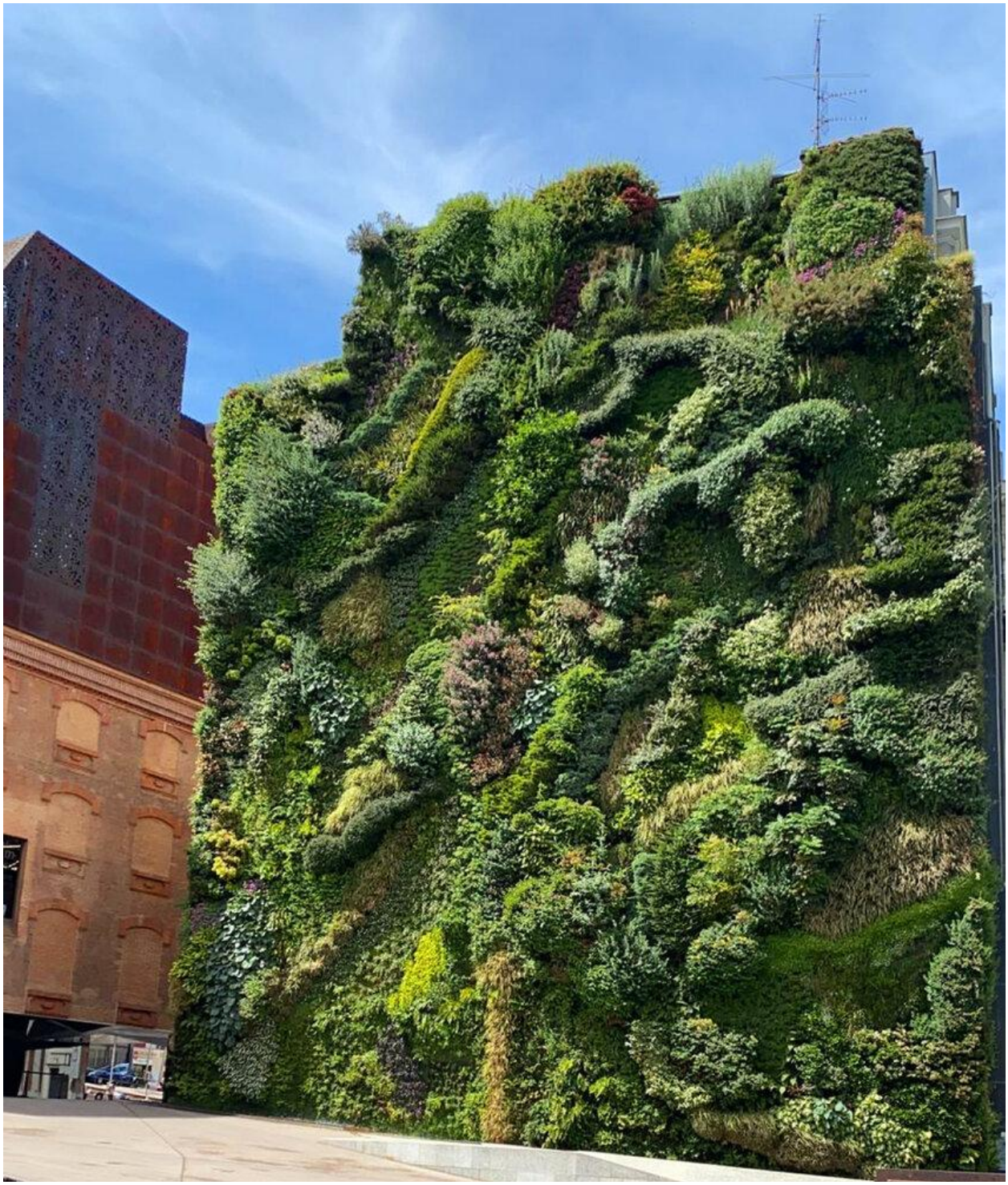


Maison G1
Локація: Сен-Тропе, Франція
Архітектор: VincentCosteArchitecte
Призначення будівлі: житлове
Рік: 2015

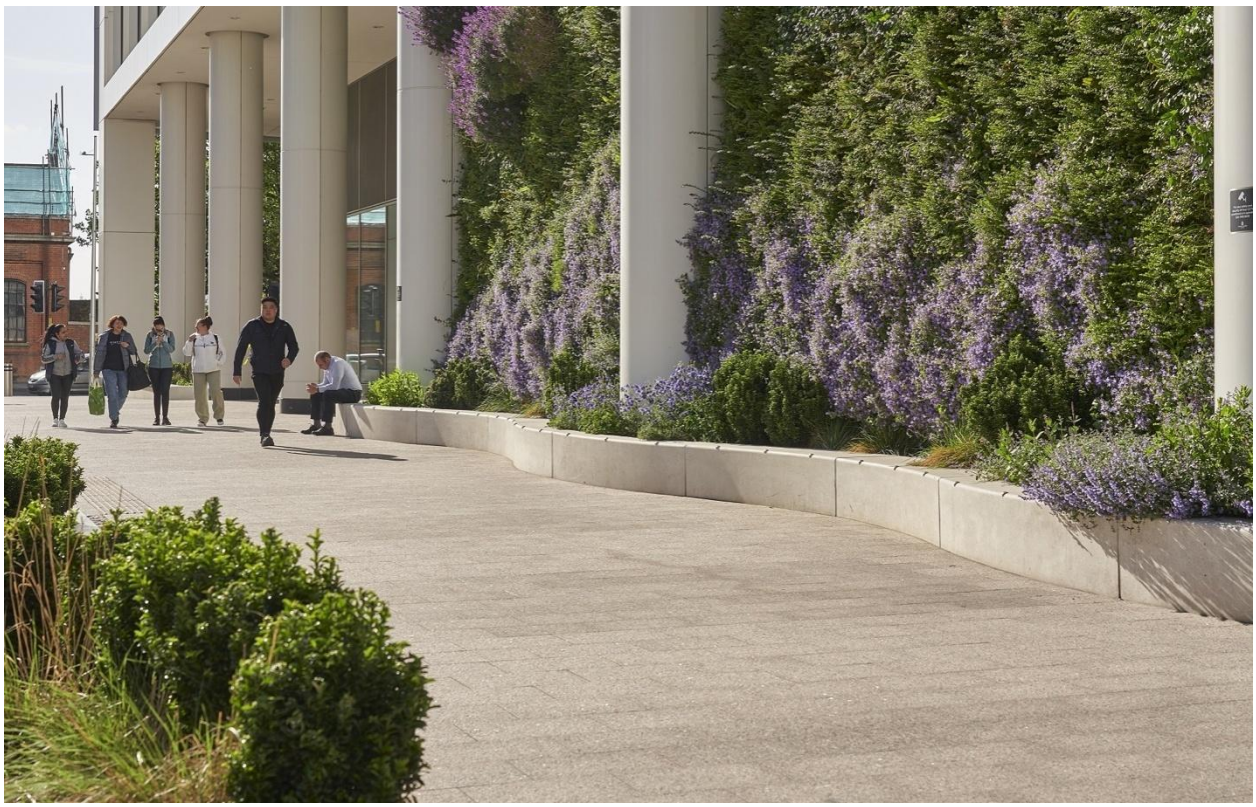


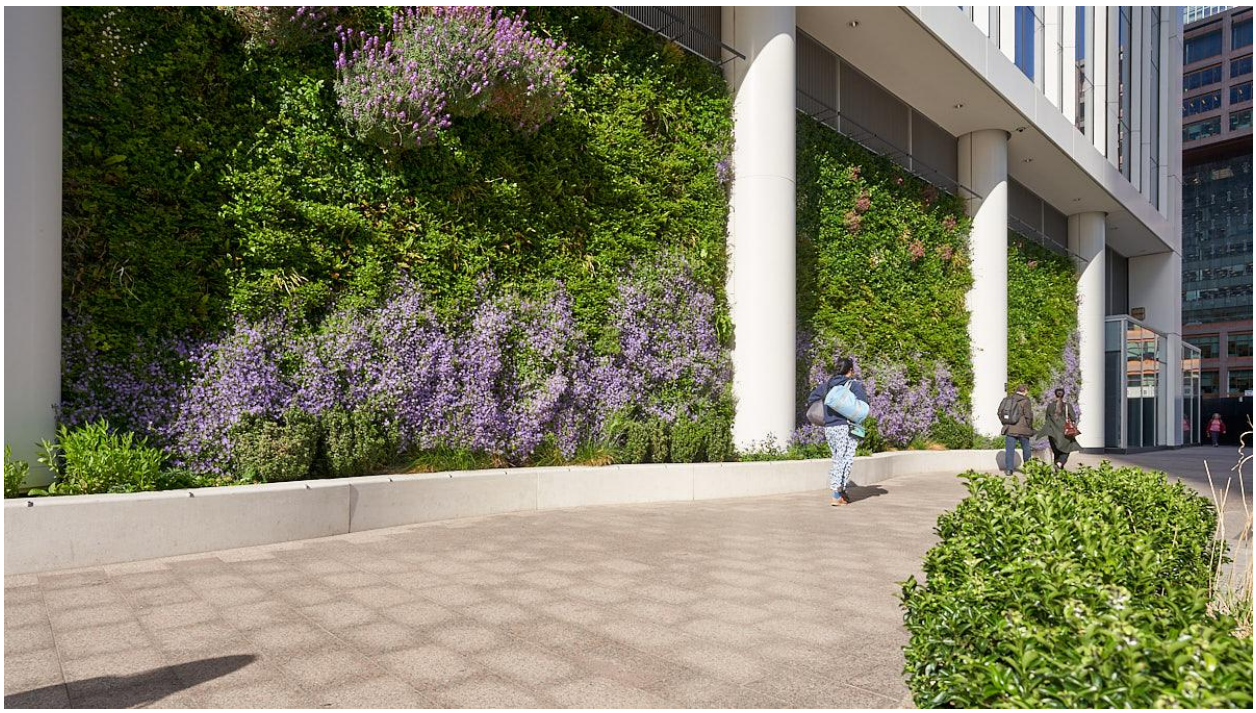


Sihlcity Shopping Centre
Локація: Цюрих, Швейцарія
Архітектор: Jakob
Призначення будівлі: торгівельний центр

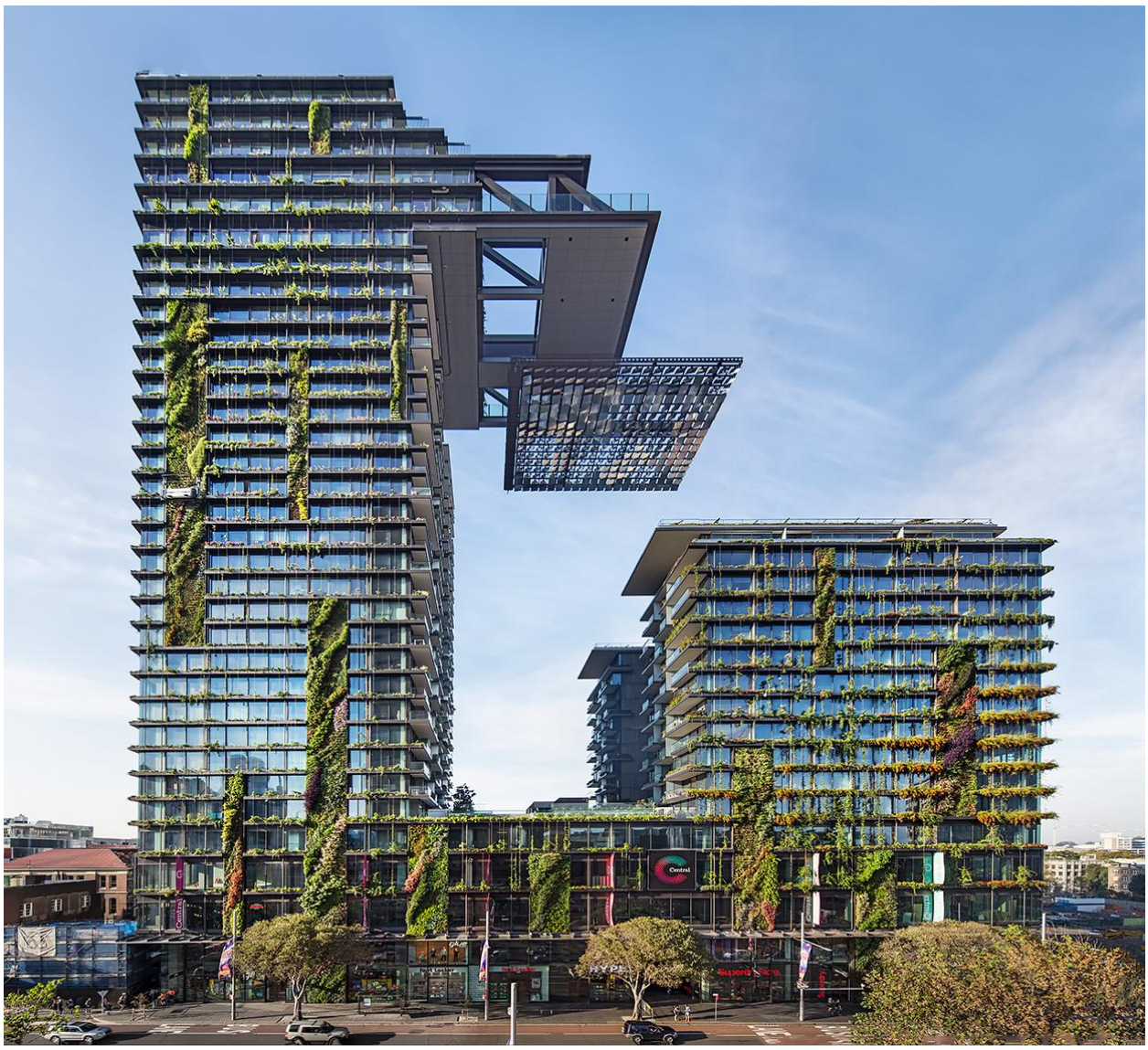


Caixa Forum
Локація: Мадрид, Іспанія
Архітектори: Herzog&DeMeuron, PatrickBlanc
Призначення будівлі: культурний центр
Рік: 2008





One & Five Bank Street
Локація: Лондон, Велика Британія
Архітектор: Biotecture
Призначення будівлі: офіс
Рік: 2019







One Central Park
Локація: Сідней, Австралія
Архітектор: AteliersJeanNouvel
Призначення будівлі: змішане (житлове + торгівельне)
Рік: 2013







The Urban Farming Office
Локація: Хошимін, В'єтнам
Архітектор: VoTrongNghiaArchitects
Призначення будівлі: офіс
Рік: 2022

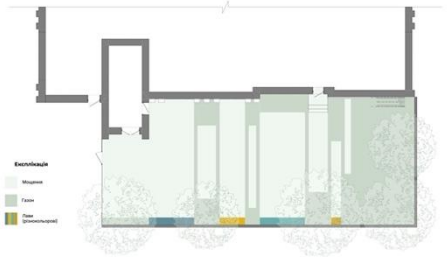




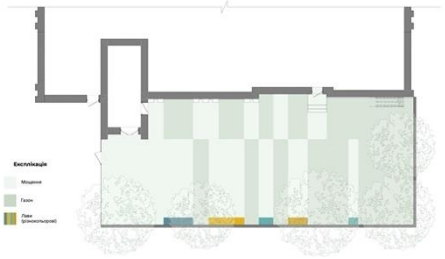
Parkroyal Collection Pickering
Локація: Сінгапур
Архітектор: WOHA
Призначення будівлі: отель
Рік: 2013

ДОДАТОК Б. Пошукові рішення

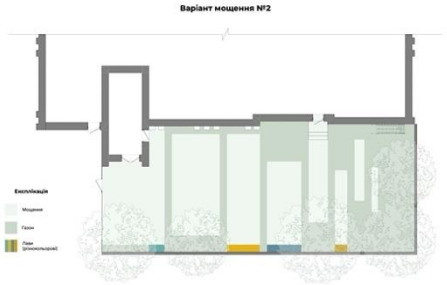
Варіант мощення №1



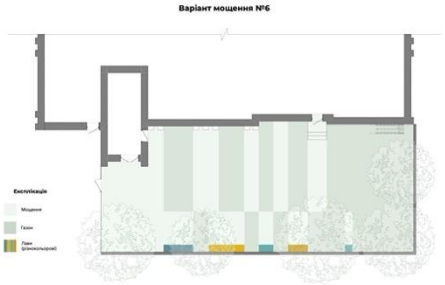
Варіант мощення №5



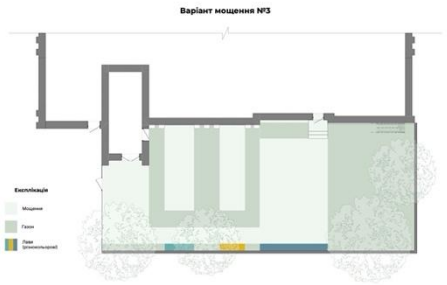
Варіант мощення №2



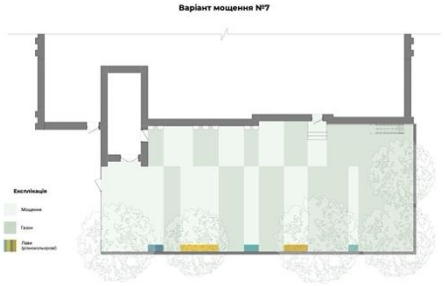
Варіант мощення №6



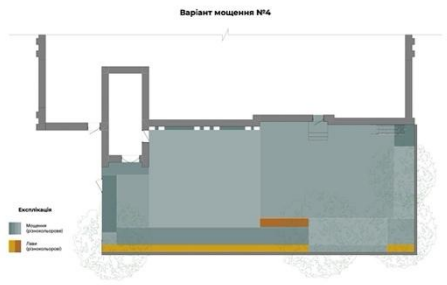
Варіант мощення №3



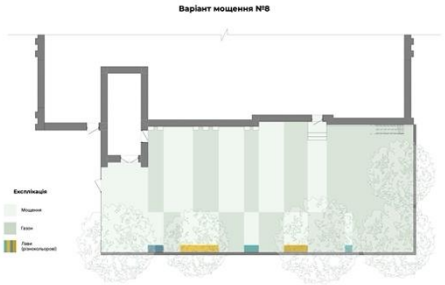
Варіант мощення №7



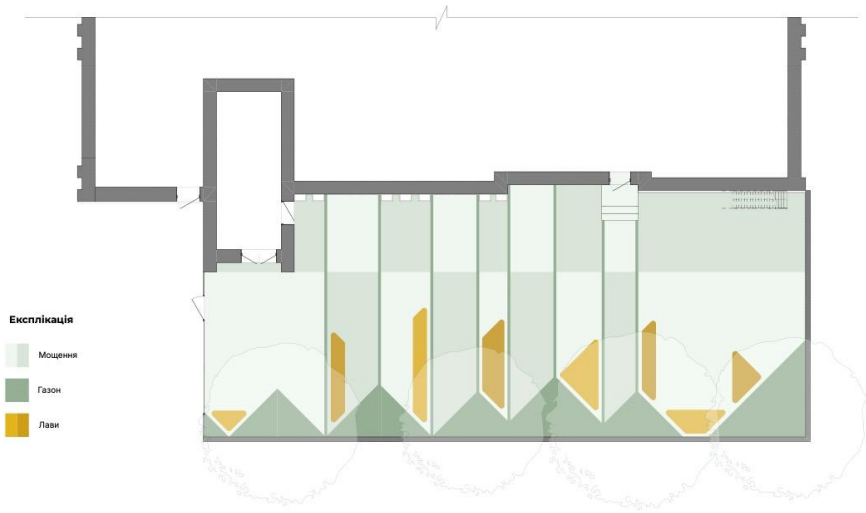
Варіант мощення №4



Варіант мощення №8



Варіант планування №9

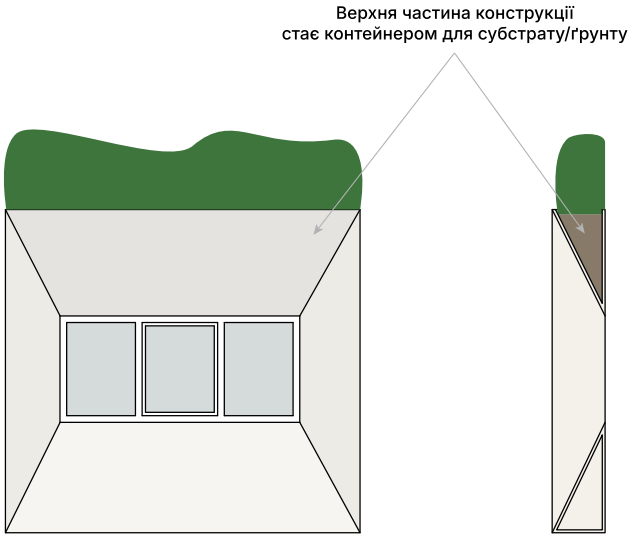


Варіант планування №10

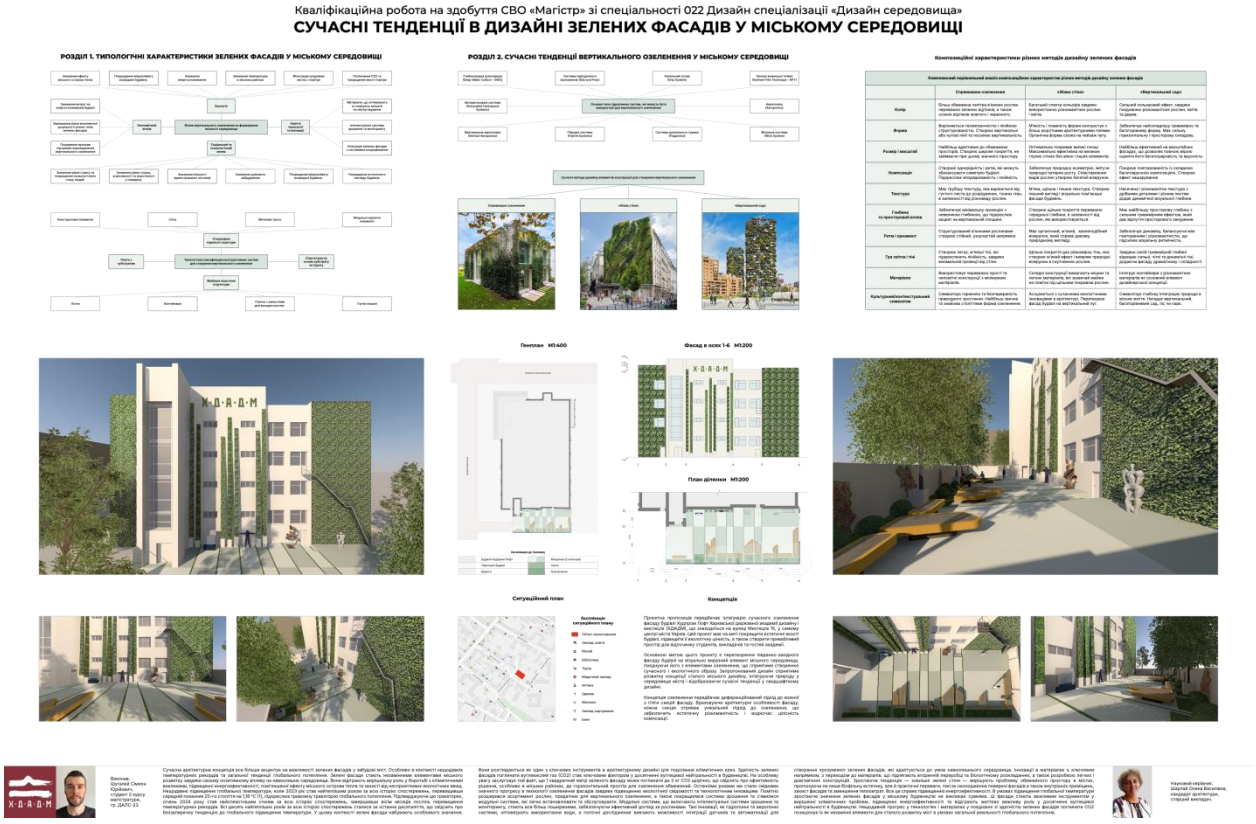




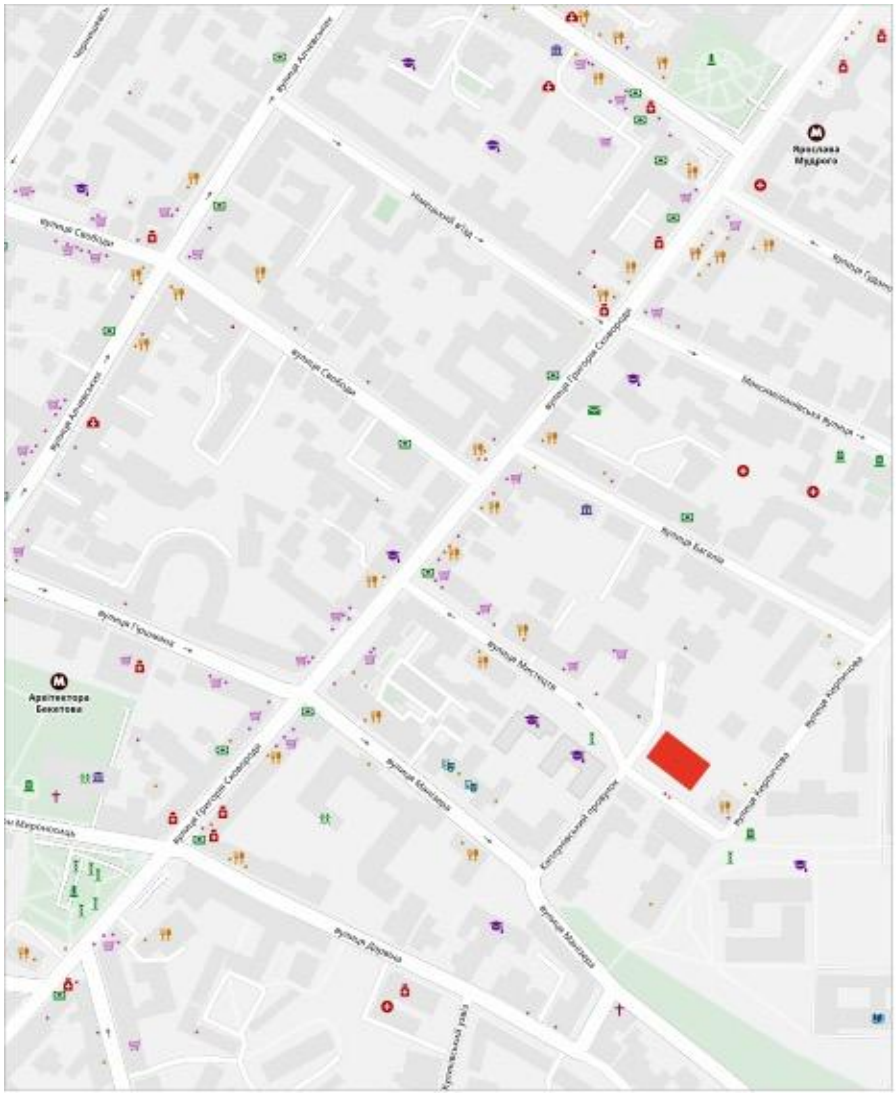


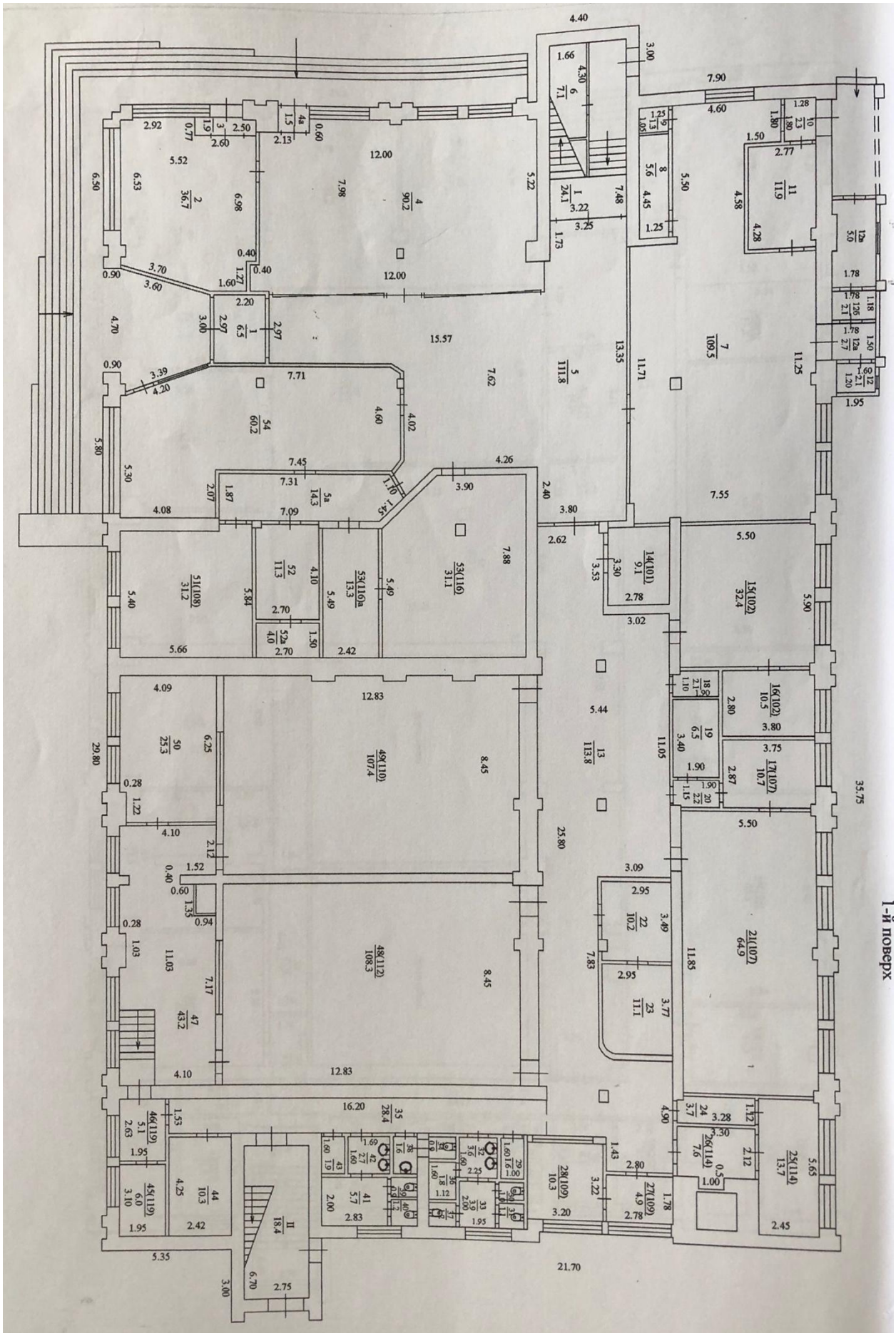

Верхня частина конструкції
стає контейнером для субстрату/ґрунту
Вид спереду
Розріз

ДОДАТОК В. Проєктна пропозиція

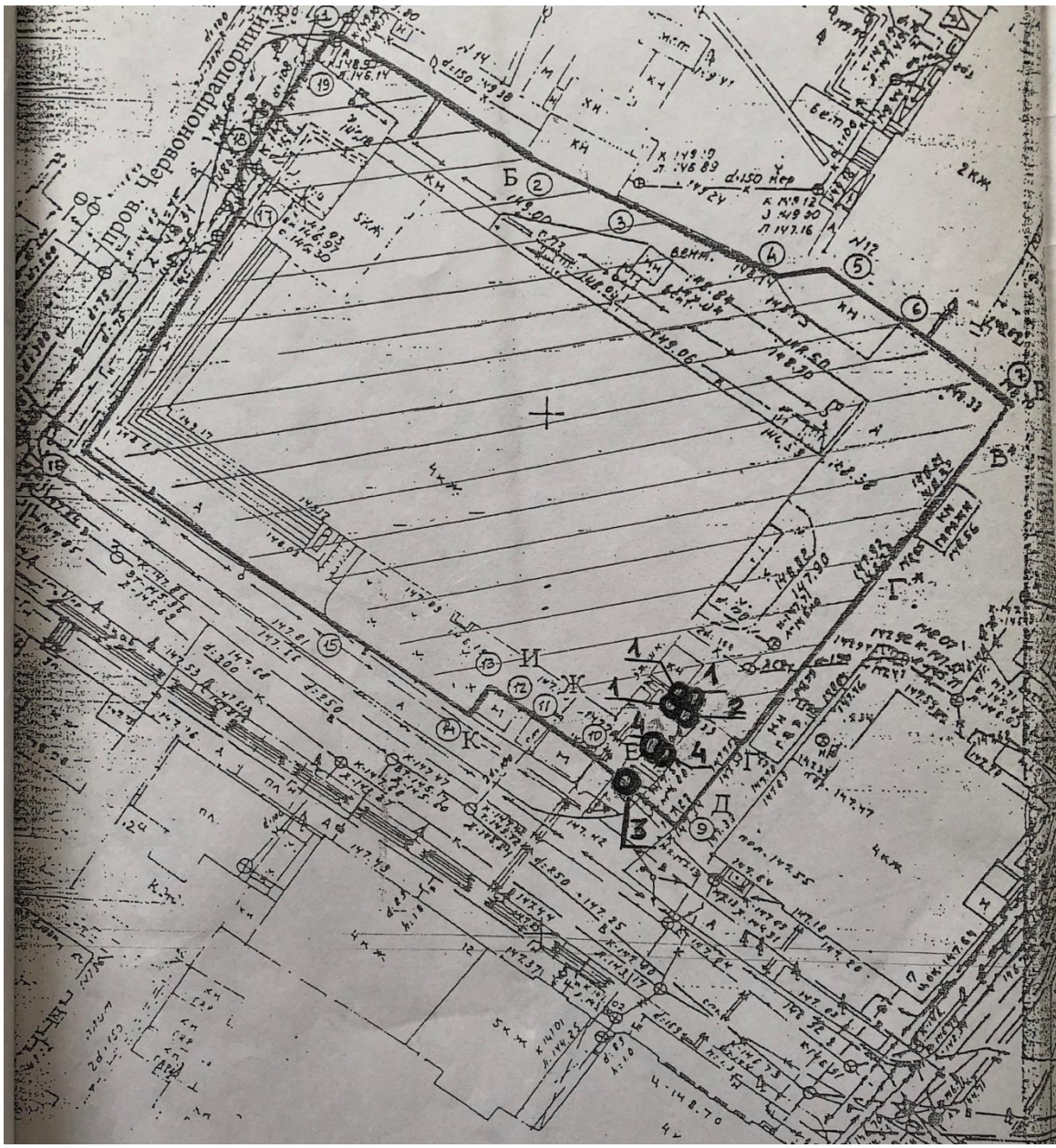


Ситуаційний план





1-й поверх


пров. Червонопрапорний
Б
В
Г
Д
Ж
И
К
1
2
3
4

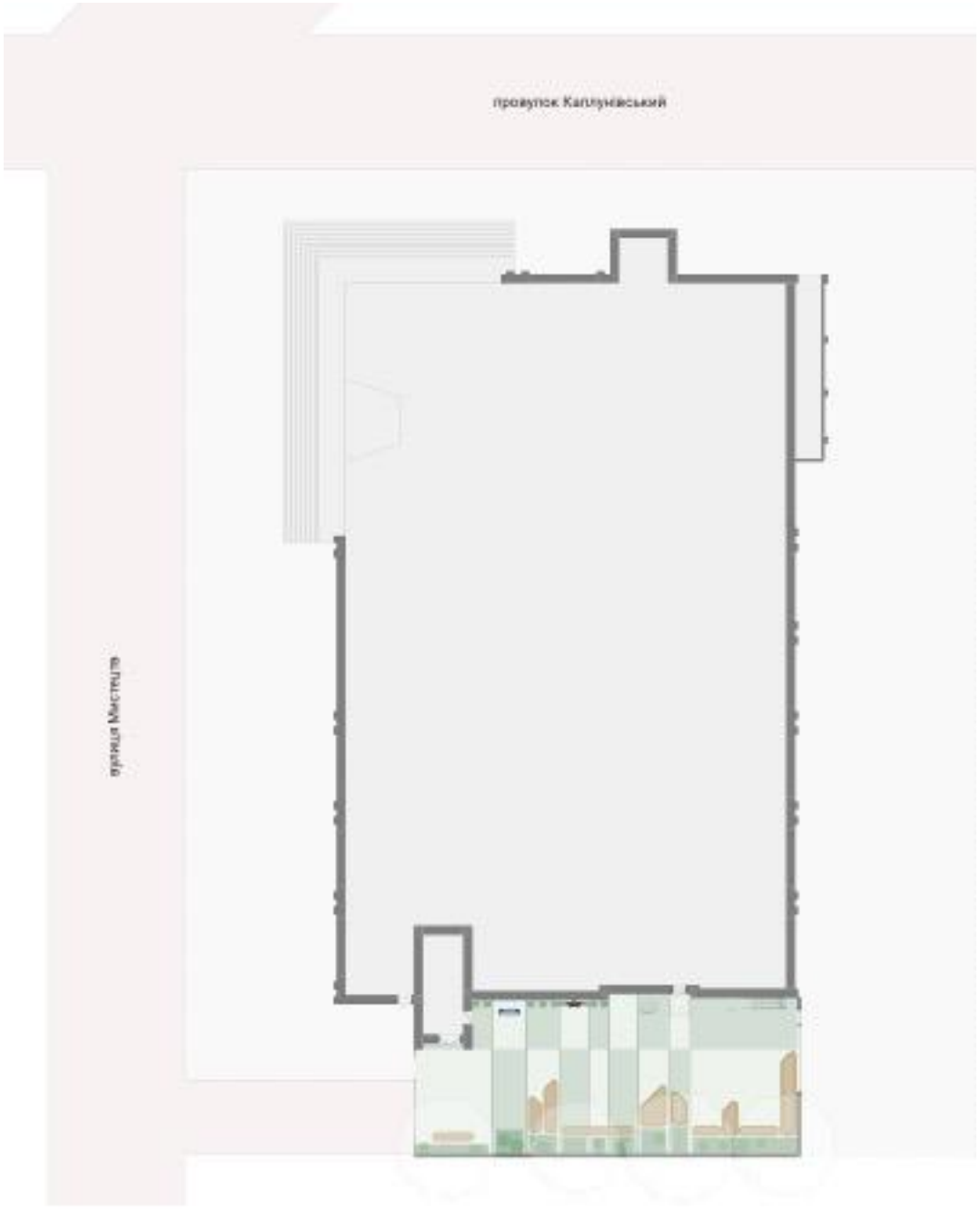








Генплан



	Будівля Худпром Лофт		Мощення (2 кольори)
	Територія будівлі		Газон
	Дороги		Озеленення

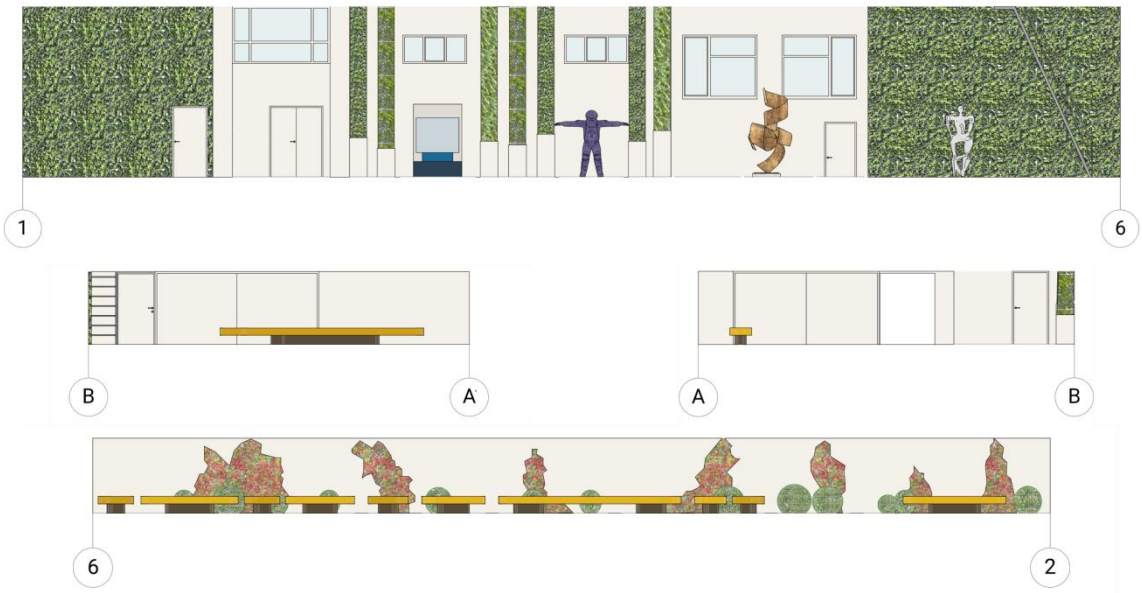
Фасад в осях 1-6



Планування



Розгортки



Візуалізація 1



Візуалізація 2



Візуалізація 3



Візуалізація 4



Візуалізація 5



Візуалізація 6





МОЛОДІЖНА НАУКОВА ЛІГА

UC 17060 від 20.09.2024

СЕРТИФІКАТ

УЧАСНИКА КОНФЕРЕНЦІЇ

ШУГАЛЄЙ СІМЕОН ЮРІЙОВИЧ

ВЗЯВ(-ЛА) УЧАСТЬ У VI ВСЕУКРАЇНСЬКІЙ СТУДЕНТСЬКІЙ НАУКОВІЙ КОНФЕРЕНЦІЇ

РОЗВИТОК СУЧАСНОЇ НАУКИ:
АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ТЕОРІЇ ТА ПРАКТИКИ

20 ВЕРЕСНЯ 2024 РІК • М. КРОПИВНИЦЬКИЙ, УКРАЇНА

В рамках участі було опубліковано тези доповіді учасника

ДИРЕКТОР МОЛОДІЖНОЇ НАУКОВОЇ ЛІГИ
ГОЛОВА ОРГКОМІТЕТУ КОНФЕРЕНЦІЇ
ІГОР КОРЕНЮК

МОЛОДІЖНА НАУКОВА ЛІГА



МОЛОДІЖНА НАУКОВА ЛІГА

ПОДЯКА

НАУКОВОМУ КЕРІВНИКУ

ШАРЛАЙ ОЛЕНА ВАСИЛІВНА

ЗА ПІДГОТОВКУ ЗДОБУВАЧА(ІВ) ДО УЧАСТІ У VI ВСЕУКРАЇНСЬКІЙ СТУДЕНТСЬКІЙ НАУКОВІЙ КОНФЕРЕНЦІЇ

РОЗВИТОК СУЧАСНОЇ НАУКИ:
АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ТЕОРІЇ ТА ПРАКТИКИ

20 ВЕРЕСНЯ 2024 РІК • М. КРОПИВНИЦЬКИЙ, УКРАЇНА

В рамках участі було опубліковано тези доповіді учасника(ів)

ДИРЕКТОР МОЛОДІЖНОЇ НАУКОВОЇ ЛІГИ
ГОЛОВА ОРГКОМІТЕТУ КОНФЕРЕНЦІЇ
ІГОР КОРЕНЮК

МОЛОДІЖНА НАУКОВА ЛІГА