

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
Інститут архітектури та будівництва "Івано-Франківський національний
технічний університет нафти і газу — Донбаська національна академія
будівництва і архітектури"

Кафедра архітектури будівель і споруд

Соколовський Олексій Андрійович

УДК _____

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

Архітектурно-планувальна організація житлових комплексів середньої
поверховості з використанням підземного простору

Архітектура будівель і споруд

191 Архітектура та містобудування

Соколовський О.А.


Науковий керівник кандидат архітектури, доцент Губанов О.В.

Консультант ст. викладач, В'язовський В. Є.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри архітектури і дизайну

проф. Олексій ЯЩЕНКО
(посада) (підпис) (дата) (ініціали та прізвище)

Рецензент  15.12.2025
ст. викладач О. І. Ємельянова
(посада) (підпис) (дата) (ініціали та прізвище)

Робота містить результати власних досліджень. Використання ідей,
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
Інститут архітектури та будівництва "Івано-Франківський національний
технічний університет нафти і газу — Донбаська національна академія
будівництва і архітектури" .

Кафедра архітектури і дизайну

Освітній рівень магістр.

Спеціальність 191 Архітектура та містобудування.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____

Олексій ЯЩЕНКО _____

« ____ » _____ 2025 рік

ЗАВДАННЯ НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ

Соколовському Олексію Андрійовичу

1. Тема роботи: Архітектурно-планувальна організація житлових комплексів середньої поверховості з використанням підземного простору

керівник роботи: кандидат архітектури, доцент Губанов О.В.

затверджені наказом закладу вищої освіти від "06" жовтня 2025 року № 607/7

2. Строк подання студентом роботи: 15.12.2025 р.

3. Вихідні дані до роботи

Для проєктної частини - ситуаційний план, схема існуючих обмежень по ділянці, документ по стратегії смт Баришівка Київської обл.

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

Вступ. РОЗДІЛ І. ПЕРЕДУМОВИ, ФАКТОРИ ТА УМОВИ

АРХІТЕКТУРНО-ПЛАНУВАЛЬНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ. РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ

ВІТЧИЗНЯНОГО ТА ЗАКОРДОННОГО ДОСВІДУ. РОЗДІЛ 3.

ОСОБЛИВОСТІ АРХІТЕКТУРНО-ПЛАНУВАЛЬНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ.

РОЗДІЛ 4. КОНЦЕПЦІЯ. Висновки









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

Аналітичні схеми, в т.ч. схеми містобудівних, функціональних, соціально-безпекових, конструктивно-технічних та екологічних передумов,

універсальна логічна модель архітектурно-планувальної організації

ситуаційний план, генеральний план, план підземного рівня, плани поверхів житлових будинків, розрізи, фасади, перспективні зображення (візуалізації).

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
I	Губанов Олексій Володимирович, завідувач кафедри будівель і споруд, В'язовський Віталій Євгенович, старший викладач кафедри містобудування	02.2025 	02.2025 
II	Губанов Олексій Володимирович, завідувач кафедри будівель і споруд, В'язовський Віталій Євгенович, старший викладач кафедри містобудування	02.2025 	02.2025 
III	Губанов Олексій Володимирович, завідувач кафедри будівель і споруд, В'язовський Віталій Євгенович, старший викладач кафедри містобудування	05.2025 	05.2025 
IV	Губанов Олексій Володимирович, завідувач кафедри будівель і споруд, В'язовський Віталій Євгенович, старший викладач кафедри містобудування	10.2025 	10.2025 

7. Дата видачі завдання
02.2025

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Розділ 1	02.2025- 05.2025	
2.	Розділ 2	02.2025- 05.2025	
3.	Розділ 3	05.2025- 10.2025	
4.	Розділ 4	10.2025- 12.2025	
5.	Висновки і проектна частина	03.2025- 12.2025	

Студент



Соколовський О.А.

Керівник роботи



Губанов О.В.

ЗМІСТ	
ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ I. ПЕРЕДУМОВИ, ФАКТОРИ ТА УМОВИ АРХІТЕКТУРНО-ПЛАНУВАЛЬНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ.....	10
1.1. Історичні передумови.....	10
1.2. Містобудівні передумови.....	22
1.3. Соціальні передумови.....	26
1.4. Екологічні та медико-санітарні аспекти.....	28
1.5. Економічні передумови.....	29
Висновки до першого розділу.....	32
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ВІТЧИЗНЯНОГО ТА ЗАКОРДОННОГО ДОСВІДУ...	33
2.1. Вітчизняний досвід.....	33
2.2. Закордонний досвід.....	35
2.3. Порівняння вітчизняного та закордонного досвід.....	38
Висновки до другого розділу.....	39
РОЗДІЛ 3. ОСОБЛИВОСТІ АРХІТЕКТУРНО-ПЛАНУВАЛЬНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ.....	40
3.1. Містобудівна організація.....	40
3.2. Функціональна організація.....	42

3.3. Особливості архітектурно-планувального вирішення.....	47
3.4. Особливості конструктивно-технічних рішень.....	51
3.5. Особливості архітектурно-художніх рішень.....	54
3.6. Універсальна логічна модель.....	55
Висновки до третього розділу.....	60
РОЗДІЛ 4. КОНЦЕПЦІЯ ВИКОРИСТАННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ЖИТЛОВИХ КОМПЛЕКСІВ СЕРЕДНЬОЇ ПОВЕРХОВОСТІ З ВИКОРИСТАННЯМ ПІДЗЕМНОГО ПРОСТОРУ.....	
4.1. Аналіз ситуації та місцевості.....	60
4.2. Функціональне та містобудівне рішення.....	63
4.3. Архітектурно-планувальні рішення.....	64
4.4. Конструктивно-технічні рішення.....	78
4.5. Архітектурно-художні рішення.....	87
Висновки до четвертого розділу.....	90
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	92
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	100

ВСТУП

Сучасна архітектура та містобудівна практика дедалі частіше стикаються з викликами, що потребують нових, більш гнучких і стійких підходів до організації житлового середовища. Інтенсивна урбанізація, обмеженість територіальних ресурсів, кліматичні зміни, а також зростаючі вимоги до безпеки, функціональності й адаптивності житла формують потребу в переосмисленні традиційних архітектурно-планувальних рішень. У цьому контексті особливої актуальності набуває тема комплексного та раціонального використання підземного простору в житловому будівництві середньої поверховості.

Традиційно підземні рівні в житлових комплексах розглядалися переважно як допоміжні — для розміщення інженерних комунікацій, технічних приміщень або автостоянок. Водночас сучасна архітектурна практика демонструє поступовий перехід до формування повноцінного підземного шару житлового середовища, інтегрованого в загальну просторову та функціональну структуру комплексу. Підземний простір починає використовуватись для громадських і сервісних функцій, інфраструктурних вузлів, приміщень подвійного призначення, у тому числі укриттів, а також для забезпечення інженерної гнучкості будівель. Такий підхід дозволяє зменшити навантаження на наземну частину ділянки, підвищити ефективність використання території без надмірного ущільнення забудови та посилити експлуатаційну й енергетичну стійкість житлових комплексів.

Особливої актуальності зазначені питання набувають у контексті житлових комплексів середньої поверховості (переважно 5–9 поверхів), які займають проміжне положення між малоповерховою та висотною забудовою. Саме такі об'єкти забезпечують збалансоване співвідношення щільності забудови й комфорту проживання, краще інтегруються в існуючу міську тканину та відповідають принципам сталої урбаністики. У поєднанні з раціонально організованим підземним простором вони формують нову

типологію житлових структур — багаторівневих, функціонально насичених, адаптивних до змінних умов експлуатації.

Окремого значення у сучасних умовах набуває інтеграція в житлову структуру захисних приміщень цивільного захисту, зокрема укриттів подвійного призначення. Використання підземного рівня як трансформованого простору, що поєднує повсякденні та резервні функції, дозволяє підвищити рівень безпеки мешканців без зниження якості житлового середовища у звичайних умовах експлуатації. Такий підхід сприяє формуванню більш стійких та адаптивних житлових комплексів, здатних реагувати на сучасні техногенні та соціальні виклики.

Метою дослідження є визначення принципів і прийомів архітектурно-планувальної організації житлових комплексів середньої поверховості з використанням підземного простору та розробка концепції їх реалізації з урахуванням містобудівних, функціональних, безпекових і енергоекологічних аспектів.

У межах дослідження здійснено аналіз вітчизняного та зарубіжного досвіду інтеграції підземного простору в житлову архітектуру, систематизовано підходи до його функціонального зонування, просторової організації та технічного забезпечення. На основі отриманих результатів запропоновано концептуальну модель архітектурно-планувального вирішення житлових комплексів із багатофункціональним підземним рівнем та виконано її апробацію у вигляді проектного рішення з подальшою оцінкою просторової й експлуатаційної ефективності.

Таким чином, дослідження спрямоване на поглиблення наукового розуміння можливостей інтеграції підземного простору в архітектуру житлових комплексів середньої поверховості та формування практичних інструментів для їх адаптації до сучасних викликів урбаністичного розвитку, енергоефективності та цивільної безпеки.

Актуальність теми дослідження

Сучасні міста перебувають у стані постійної трансформації, зумовленої зростанням населення, ущільненням забудови, дефіцитом вільних територій та погіршенням екологічних умов. У таких обставинах традиційні підходи до організації житлового середовища дедалі частіше виявляються недостатньо ефективними, оскільки не враховують потребу в просторовій гнучкості, багатофункціональності та довготривалій експлуатаційній стійкості забудови. Це актуалізує пошук нових архітектурно-планувальних рішень, здатних поєднати щільність, комфорт проживання та раціональне використання міського простору.

Особливого значення в цьому контексті набувають житлові комплекси середньої поверховості, які формують проміжну типологічну ланку між малоповерховою та висотною забудовою. Саме така забудова дозволяє досягати збалансованих показників щільності, забезпечує кращу інтеграцію в існуючу міську тканину та створює сприятливі умови для формування якісного житлового середовища. Водночас потенціал таких комплексів часто залишається нереалізованим через обмежене використання підземного простору, який і досі здебільшого зводиться до технічних або транспортних функцій.

Сучасні соціальні, техногенні та безпекові виклики, зокрема пов'язані з воєнними діями та регулярними надзвичайними ситуаціями, суттєво підвищили вимоги до житлової забудови з точки зору захисту населення. Інтеграція захисних споруд цивільного захисту безпосередньо в структуру житлових комплексів стає не окремим інженерним завданням, а складовою архітектурно-планувального процесу. У цьому зв'язку підземний простір розглядається як ключовий резерв для розміщення укриттів, у тому числі подвійного призначення, що можуть ефективно функціонувати як у повсякденному режимі, так і в умовах надзвичайних ситуацій.

Використання підземного простору в архітектурі житлових комплексів відкриває можливості для зменшення навантаження на наземний рівень, збереження внутрішніх дворів як безпечних і безавтомобільних середовищ, а також підвищення енергоефективності будівель завдяки тепловій інерції ґрунту. Формування багатофункціональних підземних рівнів дозволяє поєднувати транспортні, громадські, сервісні та захисні функції в межах єдиної просторової системи, що особливо актуально для щільної міської забудови.

Таким чином, актуальність дослідження зумовлена необхідністю переосмислення ролі підземного простору в архітектурно-планувальній організації житлових комплексів середньої поверховості. Комплексний підхід до його інтеграції дозволяє формувати житлові структури, які відповідають сучасним вимогам безпеки, сталого розвитку, енергоефективності та комфорту проживання, а також здатні адаптуватися до змінних умов експлуатації міського середовища.

Мета та завдання дослідження

Мета дослідження — виявити принципи та прийоми архітектурно-планувальної організації житлових комплексів середньої поверховості з використанням підземного простору та запропонувати концепцію їх реалізації в умовах сучасного міського середовища.

Завдання дослідження:

- виділити передумови для визначення актуальності та можливостей реалізації таких рішень (містобудівні, історичні, соціальні та нормативні);
- проаналізувати існуючі приклади житлових комплексів середньої поверховості з використанням підземних приміщень на основі вітчизняного та зарубіжного досвіду;

- визначити ключові принципи і прийоми архітектурно-планувальної організації житлових комплексів середньої поверховості з використанням підземного простору;
- розробити логічну модель і архітектурну концепцію житлового комплексу як узагальнену схему взаємодії наземних і підземних функціональних рівнів;
- оцінити ефективність і потенціал застосування запропонованих архітектурно-планувальних рішень у структурі міського середовища з точки зору функціональності, безпеки та експлуатаційної доцільності.

1.3. Об'єкт і предмет дослідження

Об'єкт — житлові комплекси середньої поверховості з використанням підземного простору.

Предмет — архітектурно-планувальна організація таких житлових комплексів у сучасних умовах містобудування.

Методи дослідження

- Аналіз нормативної, наукової та проектної літератури;
- Систематизація інформації шляхом класифікування, порівняння, графоаналітичного, структурно-функціонального аналізів;
- Моделювання;
- Розробка проектного рішення житлового комплексу з підземним простором.

1. ПЕРЕДУМОВИ, ФАКТОРИ ТА УМОВИ АРХІТЕКТУРНО-ПЛАНУВАЛЬНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ (АПО)

1.1. Історичні передумови використання підземного простору

Використання підземного простору в архітектурі має глибоке історичне коріння та супроводжує розвиток міст протягом усього періоду їх існування.

Перші приклади освоєння підземних рівнів пов'язані з потребою у захисті від кліматичних умов, ворогів та дефіциту території. Підземні та напівпідземні житла відомі ще з античних і середньовічних поселень, де вони виконували як житлові, так і господарські функції, забезпечуючи стабільний мікроклімат і підвищену безпеку [25, Labs K. W. (1970)].



Рис. 1. Derinkuyu (Деринкую) в Каппадокії, Туреччина

Підземний простір у структурі міста історично виконував не лише допоміжні або інженерні функції, а й відігравав ключову роль у забезпеченні безпеки, стійкості та життєздатності міських утворень. У різні історичні періоди підземні рівні використовувалися як інженерна інфраструктура, житлові та громадські простори, а в умовах воєнних загроз, техногенних аварій або кліматичних ризиків — як укриття та резервні середовища для перебування населення.

Таблиця 1. Використання підземного простору як подвійного призначення

№	Історичний приклад / період	Тип об'єкта	Основна функція (повсякденна)	Функція у кризових / надзвичайних умовах	Аспект подвійного призначення
1	Стародавня Греція, VI ст. до н.е.	Підземні проходи та гідросистеми	Інженерна інфраструктура (водопостачання, проходи)	Захист населення, укриття, оборонні комунікації	Поєднання інженерних і захисних функцій у підземному рівні
2	Стародавній Рим, VI ст. до н.е. (Слоаса Maxima)	Підземна каналізація	Санітарія, водовідведення	Захист міського середовища від епідемій і підтоплень	Підземна інфраструктура як фактор безпеки і стійкості міста
3	Каппадокія, Туреччина (VIII ст. до н.е.)	Підземне місто	Житло, склади, культові простори	Масове укриття населення у воєнний час	Класичний приклад трансформації житлового простору в укриття
4	Величка, Польща (соляні шахти)	Підземний комплекс	Туризм, лікувальні функції	Потенційний резервний простір, автономне середовище	Адаптація промислового простору до соціальних і медичних функцій
5	Проект Riese, Німеччина (1943–1945)	Підземні тунелі	Нині — музейні та туристичні функції	Первинно — військові укриття та виробництво	Перехід від суто захисної функції до цивільного використання
6	Лондонське метро (з 1863 р.)	Підземна транспортна мережа	Щоденний пасажирський транспорт	Використання як укриття під час воєн (Друга світова війна)	Транспортна інфраструктура з потенціалом цивільного

№	Історичний приклад / період	Тип об'єкта	Основна функція (повсякденна)	Функція у кризових / надзвичайних умовах	Аспект подвійного призначення
					захисту
7	Нью-Йорк, Атлантик-авеню тунель (1844)	Підземний транспортний тунель	Оптимізація руху	Захист міських потоків, резервна інфраструктура	Подвійна роль інфраструктури в мирний і кризовий періоди
8	Підземне місто Гельсінкі (1980 – дотепер)	Міська підземна мережа	Спорт, культура, громадські функції	Повноцінне укриття цивільного захисту	Системна інтеграція подвійного використання в містобудівну політику
9	Підземне місто Монреалю (1967 – дотепер)	Пішохідно-комерційна мережа	Комерція, громадські простори	Кліматичний захист, резервні маршрути	Захист від кліматичних ризиків + соціальна інфраструктура
10	Підземне місто Сінгапуру (2019 – дотепер)	Стратегічна підземна система	Інфраструктура, комерція	Кліматична та кризова стійкість міста	Планування підземного простору як елемент національної безпеки

У працях К. Лабса підкреслюється, що в традиційній архітектурі підземний простір розглядався не як другорядний, а як рівноправний елемент житлової структури, особливо в умовах обмежених ресурсів та складного рельєфу. Підземні приміщення використовувалися для проживання, зберігання продуктів, укриття та релігійних потреб, формуючи багаторівневу

просторову організацію ще задовго до появи сучасних містобудівних концепцій [26, Labs K. (1976)].

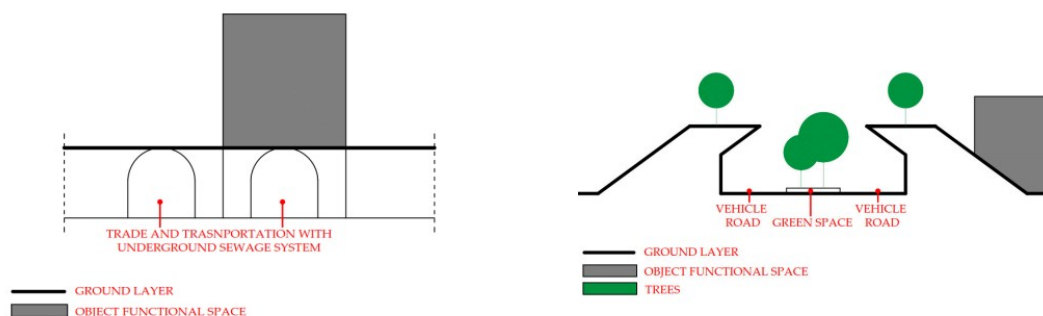


Рис. 2. Схематична інтерпретація концепцій багаторівневої організації міського простору

Ліворуч (Рис. 2) — інтерпретація проєкту «Ідеальне місто» Леонардо да Вінчі, у якому міський простір поділений на рівні: нижній рівень призначений для торгівлі, транспорту та інженерної інфраструктури (зокрема підземної каналізації), тоді як верхній рівень формується як пішохідний громадський простір, орієнтований на комфорт і безпеку мешканців.

Праворуч (Рис. 2) — схема концепції *The Green Motorway — the invisible, the inaudible* Фріденсрайха Хундертвассера, що передбачає розміщення транспортної інфраструктури в підземному просторі з подальшим вертикальним «поглинанням» шуму та інтеграцією зелених насаджень над тунелями, формуючи екологічно орієнтований надземний простір.

Схеми ілюструють ранні та модерністські підходи до використання підземного простору як інструменту розділення функціональних потоків, підвищення безпеки, екологічності та якості міського середовища, що є актуальним і для сучасних житлових комплексів середньої поверховості.

Індустріальна епоха та стрімкий розвиток міст у XIX–XX століттях призвели до поступового відокремлення підземного простору від житлової функції. На початку минулого століття в країнах Західної Європи (зокрема у

Франції, Іспанії, Італії та Англії) з'являються перші концепції багаторівневої організації міського руху. Одним із показових прикладів є проєкт «Вулиці майбутнього», запропонований французьким інженером-архітектором Еженом Енаром, у якому передбачалося розділення пасажирських і вантажних транспортних потоків за рівнями, що стало важливим кроком у формуванні ідей вертикального розвитку міста (рис. 3) [13].

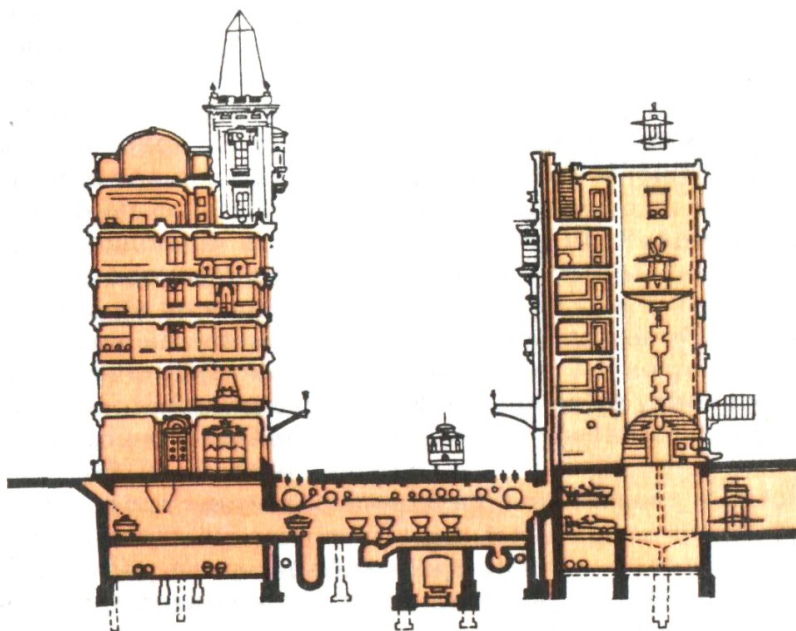


Рис. 3. Вулиця майбутнього Ежена Енара, Франція, поч. 20 ст.

Загалом у цей період він переважно використовувався для інженерної інфраструктури, транспортних комунікацій і складів. Житлова архітектура орієнтувалася на наземний розвиток, тоді як підземні рівні втратили свою соціальну та просторову значущість. Такий підхід зумовив формування монофункціонального підземного середовища, що не враховувало потенціал інтеграції підземних просторів у повсякденне життя міста [1, Асмоловська Т. А. (2020)].

Переосмислення ролі підземного простору почалося у другій половині ХХ століття, коли зростання щільності забудови та дефіцит територій у великих містах змусили архітекторів і містобудівників шукати альтернативні просторові ресурси. У цей період формується поняття «підземної

урбаністики», що розглядає підземний простір як стратегічний резерв розвитку міста. Українські дослідники підкреслюють, що саме в цей час з'являються перші комплексні підходи до інтеграції підземних рівнів у структуру житлових і громадських об'єктів [2, Бабіч О. М. (2020); 13, Підземна урбаністика, Тригуб, Шилова (2025)].

Наприкінці ХХ — на початку ХХІ століття підземний простір дедалі частіше починає розглядатися як елемент сталого розвитку міст. Дослідження в галузі геоурбаністики вказують на зростаючу роль підземних рівнів у формуванні компактних, енергоефективних і екологічно збалансованих міських структур [3, Білоконь Ю. О. (2020)]. У цей період відбувається повернення до ідеї багаторівневого житлового середовища, де підземні приміщення знову інтегруються в повсякденну структуру життя — але вже з урахуванням сучасних інженерних і соціальних вимог.

Табл. 2. Варіанти використання підземного простору по типології

№	Об'єкт	Локація	Тип використання	Архітектурно-планувальна цінність для житлових комплексів
1	Pusey Library, Harvard University	США	Освітній, громадський	Підземна бібліотека як повноцінний громадський простір; демонструє стабільність мікроклімату та можливість довготривалої експлуатації підземних рівнів у поєднанні з наземною забудовою кампусу.
2	Archives of the National Library of Sweden	Швеція	Архівний, громадський	Приклад спеціалізованого підземного простору з високими вимогами до інженерії; важливий для обґрунтування розміщення функцій, чутливих до клімату, у підземному рівні.
3	Oya History	Японія	Культурний,	Підземний музей у скельному

№	Об'єкт	Локація	Тип використання	Архітектурно-планувальна цінність для житлових комплексів
	Museum		громадський	просторі; демонструє потенціал адаптації природних підземних об'ємів для публічних функцій та туристичного використання.
4	Vagonetto Fossil Park	Греція	Культурний, освітній	Адаптація колишніх підземних виробок під експозиційні функції; приклад трансформації індустріального простору у громадський.
5	Takayama Festival Float Art Museum	Японія	Культурний	Великопротитний підземний простір, пристосований до експозицій; цінний для аналізу масштабності та безколонних схем.
6	Fort Museum Vechten	Нідерланди	Культурний, громадський	Напівпідземний музей, інтегрований у ландшафт; приклад поєднання підземної архітектури з історичним середовищем.
7	Gjovik Swimming Pool	Норвегія	Спортивний, громадський	Підземний спортивний об'єкт з тривалою експлуатацією; демонструє ефективність розміщення активних функцій під землею.
8	Gjovik Olympic Ice Hockey Arena	Норвегія	Спортивний, громадський	Масштабний підземний спортивний комплекс; приклад використання скельного масиву для громадських функцій.
9	Holmlia Sports Center	Норвегія	Спортивний	Підземний спортивний центр у житловому районі; приклад локального громадського

№	Об'єкт	Локація	Тип використання	Архітектурно-планувальна цінність для житлових комплексів
				ядра під землею.
10	Osaka Municipal Central Gymnasium	Японія	Спортивний, муніципальний	Підземний громадський комплекс у щільній міській структурі; приклад ефективного використання обмеженої ділянки.
11	Ewha Women's University Campus	Південна Корея	Освітній, громадський	Кампус, сформований як напівпідземний простір; один із найкращих прикладів «підземного громадського ландшафту» у місті.
12	Temppeliaukio Church	Фінляндія	Сакральний, громадський	Підземна споруда з високими акустичними й мікрокліматичними якостями; приклад психологічно комфортного підземного простору.
13	Opera Park (underground part)	Данія	Громадський простір	Напівпідземні громадські функції під парком; приклад поєднання рекреації та підземної забудови.
14	Pedestrian System (RESO)	Канада	Комерційний, пішохідний	Підземна пішохідно-торгова система, інтегрована з житловими й офісними кварталами; приклад багатофункціонального підземного шару міста.
15	Azalea Mall	Японія	Комерційний	Підземний торговий центр, пов'язаний з міською забудовою; приклад щоденного використання підземних просторів.
16	Nagoya	Японія	Комерційний,	Підземна мережа

№	Об'єкт	Локація	Тип використання	Архітектурно-планувальна цінність для житлових комплексів
	Station Shopping Network		транспортний	торговельних просторів, інтегрована з транспортом; демонструє потенціал інтенсивного використання підземного рівня.
17	Xinjiekou Center	Китай	Комерційний	Підземний торговий вузол у центрі міста; приклад проблем і переваг масштабних підземних систем.
18	Taipei City Mall	Тайвань	Комерційний, пішохідний	Підземний торгово-пішохідний простір; корисний для аналізу доступності та евакуаційних рішень.
19	Forum Les Halles	Франція	Комерційний, транспортний	Багаторівнева підземна структура, поєднана з міським життям; важливий приклад трансформації функцій.
20	La Défense (underground levels)	Франція	Міський підземний шар	Масштабний підземний рівень ділового району; демонструє як потенціал, так і ризики надмірної концентрації функцій.
21	People's Square Underground Space	Китай	Пішохідний, комерційний	Підземний простір між транспортними вузлами; приклад розподілу потоків і щоденного використання.
22	EuroPark P-City Forum	Фінляндія	Паркінг	Багаторівневий підземний паркінг у центрі міста; приклад винесення транспорту з наземного рівня.

№	Об'єкт	Локація	Тип використання	Архітектурно-планувальна цінність для житлових комплексів
23	Automated Parking Cavern Reuse	Китай	Паркінг	Адаптація скельного простору під автоматизований паркінг; цінний для теми мінімізації глибини заглиблення.
24	Civil Engineering Building, University of Minnesota	США	Освітній	Підземні навчальні простори як частина комплексу; приклад інтеграції підземного рівня з наземними будівлями.
25	Williamson Hall, University of Minnesota	США	Освітній	Довготривала експлуатація підземних приміщень; підтверджує життєздатність таких рішень.
26	ArtEZ School, Arnhem	Нідерланди	Освітній	Підземні навчальні простори з контрольованим мікрокліматом; важливо для аргументації комфортності.
27	Wildwood School, Aspen	США	Освітній	Напівпідземна школа; приклад захищених просторів із потенціалом подвійного використання.
28	Caer Llan Centre Berm House	Уельс	Напівпідземна будівля	Біокліматичний об'єкт, інтегрований у рельєф; на пряму пов'язаний з темою екологічної інтеграції та енергоефективності.

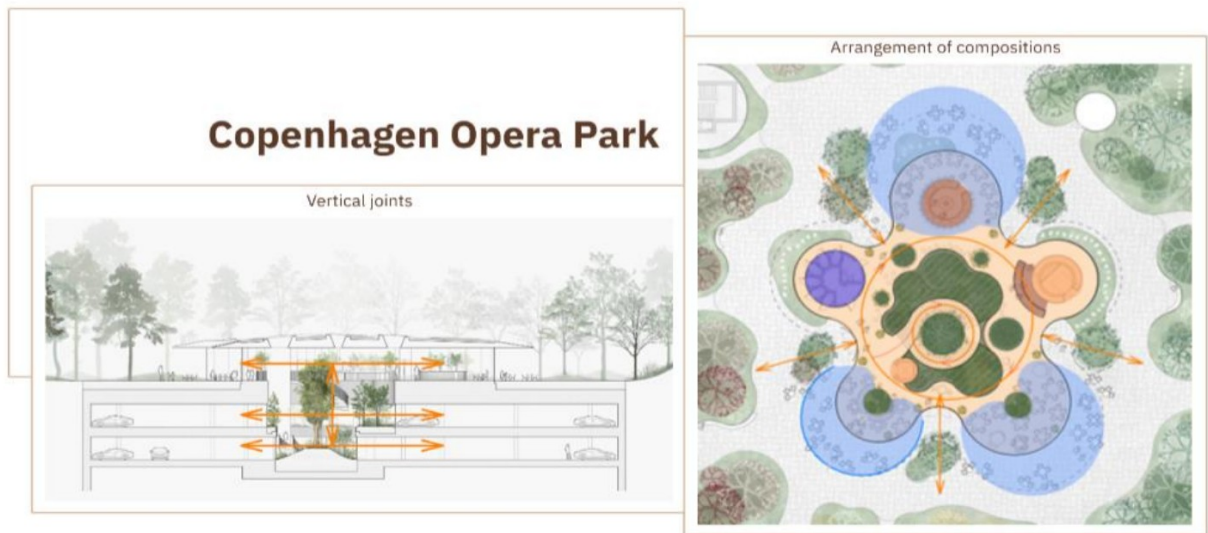


Рис. 4. Opera Park, Копенгаген, Данія

Особливе значення в історичному розвитку підземних просторів набуває питання безпеки. Події XX–XXI століть, пов’язані з воєнними конфліктами та техногенними катастрофами, зумовили активне використання підземних приміщень як захисних споруд. У сучасній архітектурній практиці це призвело до формування концепції приміщень подвійного призначення, де укриття інтегруються в житлові комплекси без втрати їх повсякденної функціональності [31, Nezhnikova E. (2016)].

Таким чином, історичний аналіз демонструє еволюцію підземного простору від первинної життєво необхідної функції до складного багатофункціонального елемента міського середовища. Сучасний етап розвитку архітектури характеризується поверненням до ідеї інтегрованого підземного рівня, але на новому якісному рівні — з урахуванням вимог безпеки, сталого розвитку та адаптивності житлових комплексів середньої поверховості. Саме ця історична спадкоємність створює передумови для формування сучасних архітектурно-планувальних моделей, що розглядаються в подальших розділах дослідження.

1.2. Містобудівні передумови використання підземного простору в житловій забудові

Містобудівні передумови використання підземного простору в житловій забудові безпосередньо пов'язані з процесами ущільнення міського середовища, трансформації структури землекористування та зростанням конкуренції за вільні території в межах міста. У сучасних умовах розвиток житлових комплексів дедалі частіше відбувається в уже сформованій міській тканині, де можливості екстенсивного розширення обмежені, а якість середовища залежить від ефективності просторової організації кожного рівня забудови [1, Асмоловська Т. А. (2020)].

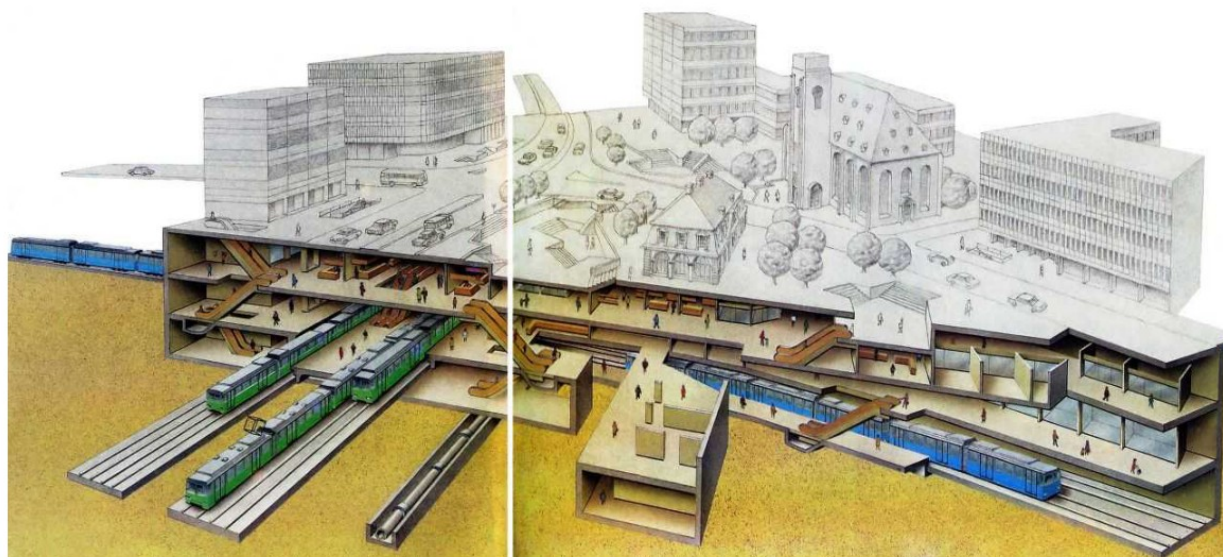


Рис. 5. Комплекс підземних споруд на Хауптвахе, Франкфурт-на-Майні

Однією з ключових містобудівних тенденцій є перехід від розосередженої до компактної моделі розвитку міста. У межах цієї моделі підземний простір розглядається як стратегічний ресурс, що дозволяє компенсувати дефіцит площ на поверхні та зменшити тиск на відкриті громадські простори. Дослідження з геоурбаністики підкреслюють, що багаторівнева організація міського простору, включно з підземними рівнями, сприяє формуванню більш збалансованої міської структури та збереженню зелених і рекреаційних територій [3, Білоконь Ю. О. (2020)].

У контексті житлових комплексів середньої поверховості підземний простір відіграє важливу роль у формуванні безавтомобільних внутрішніх дворів і житлових груп. Винесення транспортних функцій під землю або на периферію забудови дозволяє звільнити наземний рівень для пішохідних, рекреаційних і соціальних просторів, що позитивно впливає на комфорт проживання та безпеку мешканців. Такий підхід відповідає сучасним принципам гуманізації міського середовища та орієнтації на людину [18, Gehl J. (2011)].

Містобудівна доцільність використання підземного простору також пов'язана з необхідністю функціонального розділення транспортних, пішохідних і сервісних потоків. У щільній забудові конфлікти між цими потоками є однією з основних проблем організації житлового середовища. Підземні рівні дозволяють формувати багатошарові схеми руху, в яких транспортні функції ізольовані від зон проживання, а пішохідні зв'язки отримують пріоритетний розвиток [34, Parking by Design (1983)].



Рис. 6. Проект зеленого міста в передмісті Парижа з використанням підземного простору

Окремим містобудівним чинником є необхідність інтеграції житлових комплексів у загальноміську інфраструктуру. Підземний простір у цьому випадку може використовуватися для розміщення інженерних коридорів, сервісних приміщень, локальних громадських функцій, що зменшує фрагментацію міського простору та підвищує зв'язність забудови. Українські дослідження в галузі просторового планування наголошують, що саме комплексне використання підземних рівнів дозволяє формувати цілісні житлові утворення, інтегровані в транспортну й соціальну структуру міста [17, Просторове планування територій (2021)].

У праці Девіда Сіма «М'яке місто: Щільність забудови для щоденного життя» запропоновано систему з дев'яти критеріїв, які описують принципи формування щільної, але комфортної житлової забудови, орієнтованої на людину та повсякденні сценарії використання міського простору [18, Сім Д. (2023)]. Дані критерії спрямовані на підвищення якості життя в умовах ущільнення міського середовища, однак не враховують безпековий фактор як системоутворюючий елемент.

1. Людський масштаб забудови.
2. Змішане функціональне використання.
3. Пріоритет пішоходів і велосипедистів.
4. Чітка структура громадських просторів.
5. Активні перші поверхи.
6. Доступність зелених зон.
7. Соціальна різноманітність.
8. Простота та зрозумілість міського простору.
9. Орієнтація на повсякденне життя.

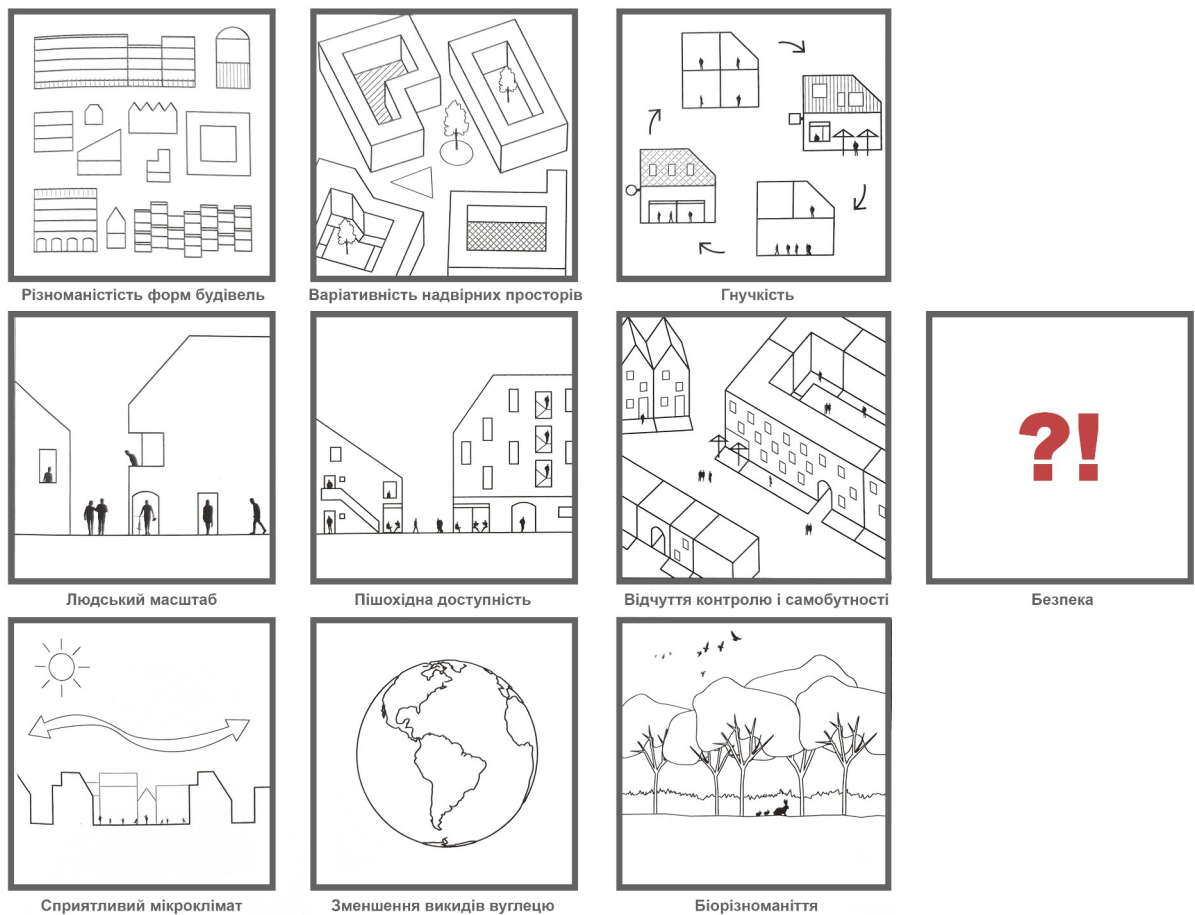


Рис. 7. Критерії щільної міської забудови, придатної для життя за Д. Сімом

Незважаючи на цілісність і гуманістичну спрямованість запропонованих критеріїв, концепція «м'якого міста» не враховує безпековий фактор як обов'язкову складову архітектурно-планувальної організації. Але ж важливою містобудівною передумовою є також і адаптація житлової забудови до сучасних безпекових викликів. Інтеграція укриттів у підземні рівні житлових комплексів розглядається як елемент загальноміської системи цивільного захисту. Такий підхід дозволяє поєднати локальні захисні функції з міською структурою, забезпечуючи доступність укриттів без порушення повсякденного функціонування житлового середовища [31, Nezhnikova E. (2016); 39, Ukrainian Smart Territories (2023)].

У результаті містобудівні передумови використання підземного простору в житлових комплексах середньої поверховості формуються під впливом процесів ущільнення, необхідності гуманізації міського середовища, функціонального розділення потоків і підвищення рівня безпеки. Поєднання

цих чинників створює об'єктивну потребу в розробці архітектурно-планувальних моделей, що враховують підземний рівень як невід'ємну складову міської структури, а не як допоміжний або ізольований елемент. Саме ці аспекти становлять основу для подальшого аналізу соціальних і екологічних передумов використання підземного простору в житловій архітектурі.

1.3. Соціальні передумови використання підземного простору в житловій забудові

Сучасні соціальні виклики істотно впливають на формування архітектурно-планувальних рішень житлового середовища. Зростання ризиків, пов'язаних із воєнними діями, терористичними загрозами та природними катастрофами, актуалізувало потребу в створенні захисних споруд, безпосередньо інтегрованих у структуру житлових комплексів. У цих умовах укриття перестають бути окремими або тимчасовими об'єктами та розглядаються як невід'ємна складова житлової інфраструктури, доступна мешканцям у повсякденному користуванні [31, Nezhnikova E. (2016); 39, Ukrainian Smart Territories (2023)].

Соціальна доцільність використання підземного простору полягає також у можливості його багатофункціонального застосування. У мирний час підземні рівні можуть виконувати роль громадських і сервісних просторів, що доповнюють житлову функцію комплексу. До таких приміщень належать коворкінги, зали для занять спортом і фітнесом, гурткові та освітні простори, дитячі кімнати, клуби для мешканців, невеликі культурні або виставкові зони, майстерні, приміщення для зберігання інвентарю та простори спільного користування. Формування таких середовищ сприяє активізації соціальної взаємодії мешканців і підвищенню якості повсякденного життя в межах житлового комплексу [23, Gehl J. (2011)].

У надзвичайних ситуаціях ті самі підземні приміщення можуть трансформуватися в укриття або захисні приміщення цивільного захисту.

Такий підхід відповідає концепції приміщень подвійного призначення, що передбачає поєднання повсякденних і резервних функцій без втрати експлуатаційної ефективності. За умови дотримання нормативних вимог до інженерного забезпечення, евакуації та санітарно-гігієнічних умов, підземні громадські простори здатні забезпечити необхідний рівень безпеки для мешканців житлового комплексу [13, Підземна урбаністика, Тригуб, Шилова (2025)].

Важливим соціальним чинником є доступність і рівномірний розподіл підземних просторів у межах житлової структури. Розосереджене розміщення входів і виходів, наявність незалежних комунікацій та відсутність жорсткої прив'язки укриттів до окремих будівель підвищують рівень довіри мешканців до середовища та зменшують ризики у випадку часткового руйнування наземних конструкцій. Такий підхід сприяє формуванню відчуття безпеки як постійного соціального стану, а не лише реакції на надзвичайну ситуацію [31, Nezhnikova E. (2016)].

Гнучкість і адаптивність підземних просторів виступають важливими чинниками соціальної стійкості житлового середовища. Можливість трансформації функцій, зміни сценаріїв використання та пристосування до нових потреб мешканців дозволяє житловим комплексам ефективно реагувати на довгострокові соціальні зміни. Дослідження в галузі сталого розвитку підкреслюють, що саме багатофункціональні та адаптивні просторові структури забезпечують вищий рівень соціальної інтеграції та життєздатності міських спільнот [21, Bobylev N. (2023); 32, Omićević N. et al. (2024)].

Таким чином, соціальні передумови використання підземного простору в житлових комплексах середньої поверховості формуються на перетині питань безпеки, якості повсякденного життя та соціальної взаємодії мешканців. Інтеграція підземних просторів як багатофункціональних і трансформованих елементів житлового середовища створює основу для

підвищення соціальної стійкості забудови та формування комфортного, безпечного й адаптивного житлового середовища.

1.4. Екологічні та медико-санітарні аспекти використання підземного простору в житловій забудові

Використання підземного простору в архітектурі житлових комплексів середньої поверховості має суттєві екологічні та медико-санітарні переваги, пов'язані з особливостями взаємодії будівель із ґрунтовим середовищем. Однією з ключових характеристик підземних рівнів є їх здатність забезпечувати природну теплоізоляцію. На глибинах понад 3–4 м температура ґрунту залишається відносно стабільною протягом року, що дозволяє зменшити теплові втрати взимку та перегрів приміщень у літній період. Це безпосередньо впливає на скорочення витрат на опалення та кондиціонування, а також сприяє формуванню більш стабільного та комфортного мікроклімату внутрішніх просторів [29, Marino F. P. R., Lembo F. (2022)].

З екологічної точки зору підземні рівні розглядаються як ефективний інструмент зниження енергоспоживання житлових будівель. Дослідження, присвячені сталому розвитку міського середовища, показують, що інтеграція підземних просторів у загальну структуру будівлі дозволяє зменшити теплове навантаження на огорожувальні конструкції та підвищити загальну енергоефективність житлових комплексів. Такий підхід особливо актуальний для щільної міської забудови, де можливості пасивного регулювання мікроклімату на наземному рівні є обмеженими [21, Bobylev N. (2023); 19, Abramiuk I., Oliynyk O., Hubanishchev O. (2025)].

Окремим аспектом екологічної доцільності є застосування модульних та індустриальних технологій у поєднанні з підземними рівнями. Модульне будівництво дозволяє оптимізувати використання матеріалів, скоротити обсяги будівельних відходів та підвищити точність монтажу інженерних систем. У контексті підземних просторів це сприяє більш раціональному

розміщенню вентиляційних, інженерних і санітарних вузлів, а також спрощує впровадження енергоощадних рішень [33, Pan W., Gibb A., Dainty A. (2012); 35, Rizal S., Yoke-Loong J., Wu J. (2022)].

Інтеграція підземних просторів у природний ландшафт також позитивно впливає на екологічні показники житлової забудови. Зменшення площі наземної забудови дозволяє зберігати або відновлювати зелені території, формувати рекреаційні простори та знижувати ефект міського теплового острова. Концепція «landscape» розглядає підземний простір як продовження ландшафту, де архітектурні об'єкти взаємодіють із природним середовищем, не порушуючи його цілісності [32, Omićević N. et al. (2024)].

З медико-санітарної точки зору використання підземних рівнів потребує особливої уваги до питань вентиляції, освітлення та санітарно-гігієнічних умов. Водночас сучасні інженерні рішення дозволяють забезпечити нормативні параметри повітрообміну, вологості та якості повітря навіть у підземних приміщеннях. Дослідження підкреслюють, що за умови правильного проектування підземні простори можуть відповідати вимогам тривалого перебування людей і використовуватися як громадські або захисні приміщення без негативного впливу на здоров'я [38, Sterling R. L. (2025)].

Таким чином, екологічні та медико-санітарні аспекти використання підземного простору підтверджують його доцільність як елемента архітектурно-планувальної організації житлових комплексів середньої поверховості. Поєднання природної теплоізоляції, енергоефективних технологій і ландшафтної інтеграції створює передумови для формування сталого, комфортного та безпечного житлового середовища, що відповідає сучасним екологічним і соціальним вимогам.

1.5. Економічні передумови використання підземного простору в житловій забудові

Економічна доцільність використання підземного простору в житлових комплексах середньої поверховості визначається поєднанням факторів,

пов'язаних із вартістю будівництва, тривалістю реалізації проєктів та подальшими експлуатаційними витратами. В умовах обмежених міських територій ключовим завданням стає отримання максимальної функціональної віддачі з кожної одиниці площі без пропорційного зростання вартості забудови.

Важливу роль у цьому процесі відіграє застосування модульних і індустріальних технологій будівництва. Дослідження показують, що використання модульних конструкцій дозволяє скоротити терміни зведення житлових комплексів у середньому на 20–30 % за рахунок паралельного виготовлення елементів та монтажу на будівельному майданчику [33, Pan W., Gibb A., Dainty A. (2012)]. Зменшення тривалості будівельних робіт безпосередньо впливає на зниження загальних витрат, зокрема фінансових ризиків, пов'язаних із довготривалим будівництвом, та витрат на тимчасову інфраструктуру.

Підземні рівні також мають істотний вплив на економічну ефективність житлових комплексів за рахунок підвищення їх функціональної насиченості. Розміщення під землею паркінгів, комерційних, сервісних і громадських приміщень дозволяє збільшити корисну площу об'єкта без розширення меж ділянки або підвищення поверховості. Такий підхід підвищує інвестиційну привабливість житла, оскільки мешканці отримують додаткові сервіси та інфраструктуру в межах одного комплексу, а девелопер — можливість більш ефективного використання територіального ресурсу [19, Abramiuk I., Oliynyk O., Hubanishchev O. (2025)].

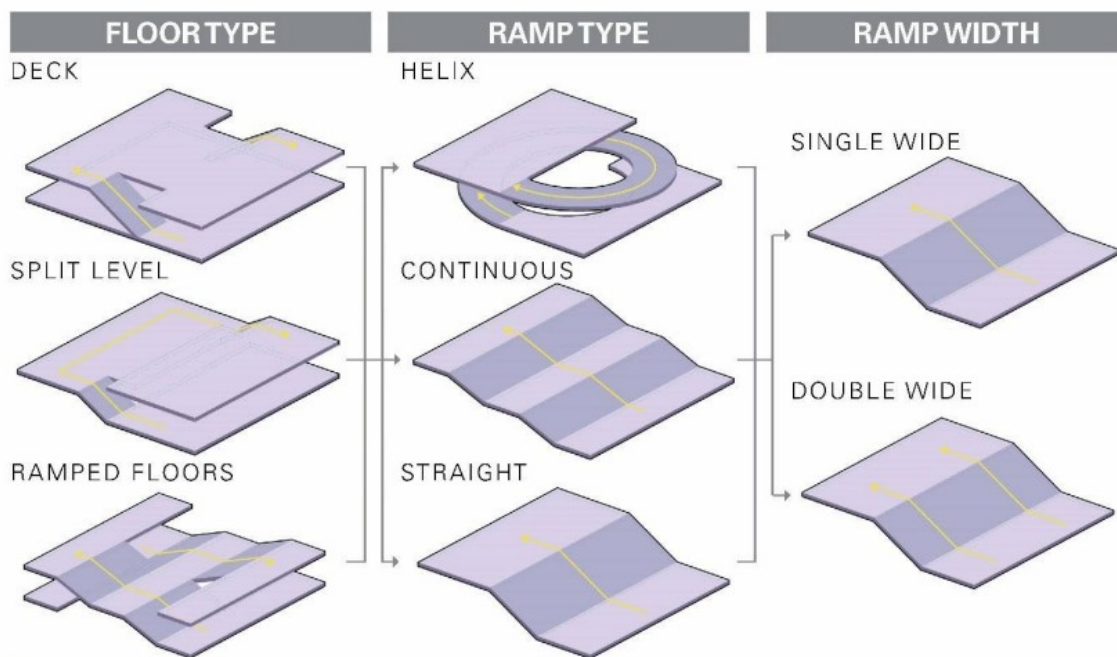


Рис. 8. Типи рішень вертикальної комунікації паркінгу

Економічні переваги підземних просторів проявляються не лише на етапі будівництва, але й у процесі експлуатації. Завдяки природній теплоізоляції ґрунту та можливості інтеграції енергоефективних інженерних систем підземні приміщення характеризуються нижчими витратами на опалення та охолодження. Дослідження в галузі сталого розвитку підкреслюють, що поєднання підземних рівнів з енергоощадними технологіями дозволяє зменшити експлуатаційні витрати будівель у довгостроковій перспективі [21, Bobylev N. (2023); 38, Sterling R. L. (2025)].

Окремо слід відзначити економічний ефект, пов'язаний із розміщенням укриттів та приміщень подвійного призначення у складі підземних рівнів. Інтеграція захисних функцій у повсякденну архітектурну структуру житлового комплексу дозволяє уникнути необхідності будівництва окремих спеціалізованих споруд, що зменшує загальні капітальні витрати. Водночас такі рішення підвищують споживчу цінність житла та його конкурентоспроможність на ринку [39, Ukrainian Smart Territories (2023)].

Таким чином, економічні передумови використання підземного простору в житлових комплексах середньої поверховості базуються на

поєднанні скорочення строків будівництва, підвищення функціональної ефективності забудови та зниження експлуатаційних витрат. Комплексний підхід до організації підземних рівнів дозволяє формувати економічно доцільні архітектурно-планувальні рішення, що відповідають сучасним вимогам ринку житла та забезпечують довготривалу ефективність житлових комплексів.

Висновки до розділу 1

Аналіз історичних, містобудівних, соціальних, екологічних та економічних передумов використання підземного простору в житлових комплексах середньої поверховості підтверджує його об'єктивну доцільність у сучасній архітектурній практиці. Підземний простір поступово трансформується з допоміжного або технічного елемента в повноцінний просторовий ресурс, здатний суттєво впливати на якість житлового середовища.

Історичний розвиток засвідчує, що підземні рівні традиційно використовувалися як життєво важливий елемент житлової структури, а сучасний етап характеризується їх повторною інтеграцією на новому якісному рівні — з урахуванням інженерних, соціальних і безпекових вимог.

Містобудівні передумови вказують на зростаючу роль підземного простору в умовах ущільнення забудови та дефіциту територій. Його використання дозволяє формувати багаторівневу організацію житлових комплексів, розділяти транспортні та пішохідні потоки, створювати безавтомобільні внутрішні простори й підвищувати якість міського середовища.

Соціальні чинники підкреслюють важливість інтеграції укриттів і приміщень подвійного призначення безпосередньо в житлову структуру. Гнучкість і трансформованість підземних просторів сприяють підвищенню соціальної стійкості житлових комплексів і дозволяють поєднувати

повсякденне використання з резервними сценаріями в умовах надзвичайних ситуацій.

Екологічні та медико-санітарні аспекти підтверджують переваги підземних рівнів з точки зору природної теплоізоляції, зниження енергоспоживання та збереження наземних зелених територій, за умови дотримання сучасних інженерних і санітарних вимог.

Економічні передумови свідчать, що поєднання підземних рівнів із модульними та енергоефективними технологіями дозволяє скорочувати строки будівництва, підвищувати функціональну насиченість забудови та зменшувати експлуатаційні витрати без збільшення площі ділянки або поверховості.

Якщо узагальнено, сукупність розглянутих передумов формує науково обґрунтовану основу для подальшого аналізу архітектурно-планувальних рішень і розробки логічної моделі організації житлових комплексів середньої поверховості з використанням підземного простору, що буде розглянуто в наступних розділах дослідження.

2. АНАЛІЗ ДОСВІДУ

2.1. Вітчизняний досвід

Вітчизняний досвід використання підземного простору в житлових комплексах середньої поверховості формується переважно в умовах ущільненої міської забудови, реконструкції промислових територій та розвитку комплексної житлової інфраструктури у великих і середніх містах України. У більшості реалізованих проєктів підземний рівень виконує насамперед транспортну та інженерну функцію, зосереджуючи автостоянки, технічні приміщення та комунікації [5, Гетун Г. В., Плоский В. О. (2022)].

Найпоширенішим рішенням у житлових комплексах середньої поверховості є влаштування одно- або дворівневих підземних автостоянок під житловими будинками або прибудинковими територіями. Такі паркінги,

як правило, мають жорстку колонну сітку та чітко регламентовану планувальну структуру, що обмежує можливість їх подальшої трансформації. Водночас вони дозволяють суттєво зменшити кількість автомобілів на наземному рівні та сформувати більш безпечні й комфортні дворові простори [7, Книш В. І. (2016)].

Окрему групу становлять проекти, у яких підземний простір використовується не лише для паркування, але й для розміщення допоміжних або громадських функцій. У таких житлових комплексах підземні рівні можуть включати комори для мешканців, приміщення для зберігання велосипедів і колясок, інженерні та сервісні зони, а в окремих випадках — елементи громадської інфраструктури. Дослідження українських архітекторів свідчать, що саме поєднання транспортних і сервісних функцій під землею підвищує експлуатаційну ефективність житлових комплексів середньої поверховості [8, Колмаков Є. О. (2018)].

Після 2022 року у вітчизняній практиці спостерігається посилення уваги до інтеграції укриттів у структуру житлових комплексів. У більшості реалізованих і проєктованих об'єктів укриття розміщуються саме в підземних рівнях, часто на базі паркінгів або допоміжних приміщень. Такі рішення, як правило, мають обмежений рівень адаптивності, оскільки первинно не проєктувалися як простори подвійного призначення, проте вони демонструють тенденцію до поступового переосмислення ролі підземного простору з точки зору безпеки [13, Підземна урбаністика, Тригуб, Шилова (2025)].

Аналіз вітчизняного досвіду також показує, що в більшості житлових комплексів середньої поверховості підземний простір проєктується із жорстким функціональним закріпленням і не розглядається як гнучка архітектурно-планувальна система. Обмежена кількість вентиляційних шахт, відсутність незалежних комунікацій і складна система евакуації знижують потенціал використання підземних рівнів у багатофункціональному режимі.

Ці особливості визначають актуальність пошуку нових архітектурно-планувальних моделей, орієнтованих на підвищення адаптивності підземного простору в житлових комплексах [11, Кур'ят П. П., Соколовський О. А. (2025)].

Таким чином, вітчизняний досвід використання підземного простору в житлових комплексах середньої поверховості характеризується домінуванням транспортно-технічних функцій, обмеженою багатофункціональністю та поступовим впровадженням укриттів у структуру забудови. Виявлені особливості та обмеження створюють підґрунтя для формування нових архітектурно-планувальних підходів, що розглядаються в подальших підрозділах дослідження.

2.2. Закордонний досвід

Аналіз закордонного досвіду свідчить, що у багатьох країнах підземний простір розглядається не як допоміжний або виключно технічний рівень, а як повноцінна складова архітектурно-планувальної структури житлових комплексів. У сучасній міжнародній практиці підземні рівні інтегруються в загальну просторову концепцію забудови та виконують широкий спектр функцій — від транспортних і сервісних до громадських та соціально орієнтованих [25, Labs K. W. (1970); 26, Labs K. (1976)].

Дослідження у сфері підземної урбаністики показують, що одним із ключових напрямів розвитку є формування багаторівневих житлових середовищ, у яких підземний простір використовується для розміщення комерційних зон, громадських просторів, сервісної інфраструктури та транспортних вузлів. Такий підхід дозволяє зменшити навантаження на наземний рівень, зберегти відкриті простори та підвищити якість міського середовища [31, Nezhnikova E. (2016); 38, Sterling R. L. (2025)].

У межах концепції сталого міського розвитку підземний простір розглядається як елемент системи «groundscape», у якій архітектурні об'єкти

інтегруються з ландшафтом і природним середовищем. Така модель дозволяє поєднати житлові, громадські та інфраструктурні функції в єдину просторову структуру, покращити мікроклімат території та підвищити енергоефективність будівель [21, Bobylev N. (2023); 32, Omićević N. et al. (2024)]. Підземні рівні в цьому випадку сприймаються як продовження наземного простору, а не як ізольована частина будівлі.

Окрему групу закордонних досліджень становлять роботи, присвячені адаптивному використанню підземних і напівпідземних просторів у житловій архітектурі. Зокрема, аналіз можливостей трансформації паркінгів і технічних рівнів у житлові або громадські приміщення демонструє потенціал багатофункціонального використання підземної інфраструктури в довгостроковій перспективі [28, Lee M.-Ch., Varat M. (2017); 30, Mora T. (2019)].

Важливу роль у реалізації таких рішень відіграють індустріальні та модульні технології будівництва, зокрема Nesting-технології. Нестінг (nesting) у проєктуванні структур паркінгу та житла полягає в інтеграції модульних елементів у наявний конструктивний каркас будівлі, що дозволяє гнучко «вбудовувати» житлові, комерційні або громадські об'єми без суттєвого втручання в несучу систему. Такий підхід підвищує функціональну адаптивність, сприяє трансформації в об'єкти змішаного використання.

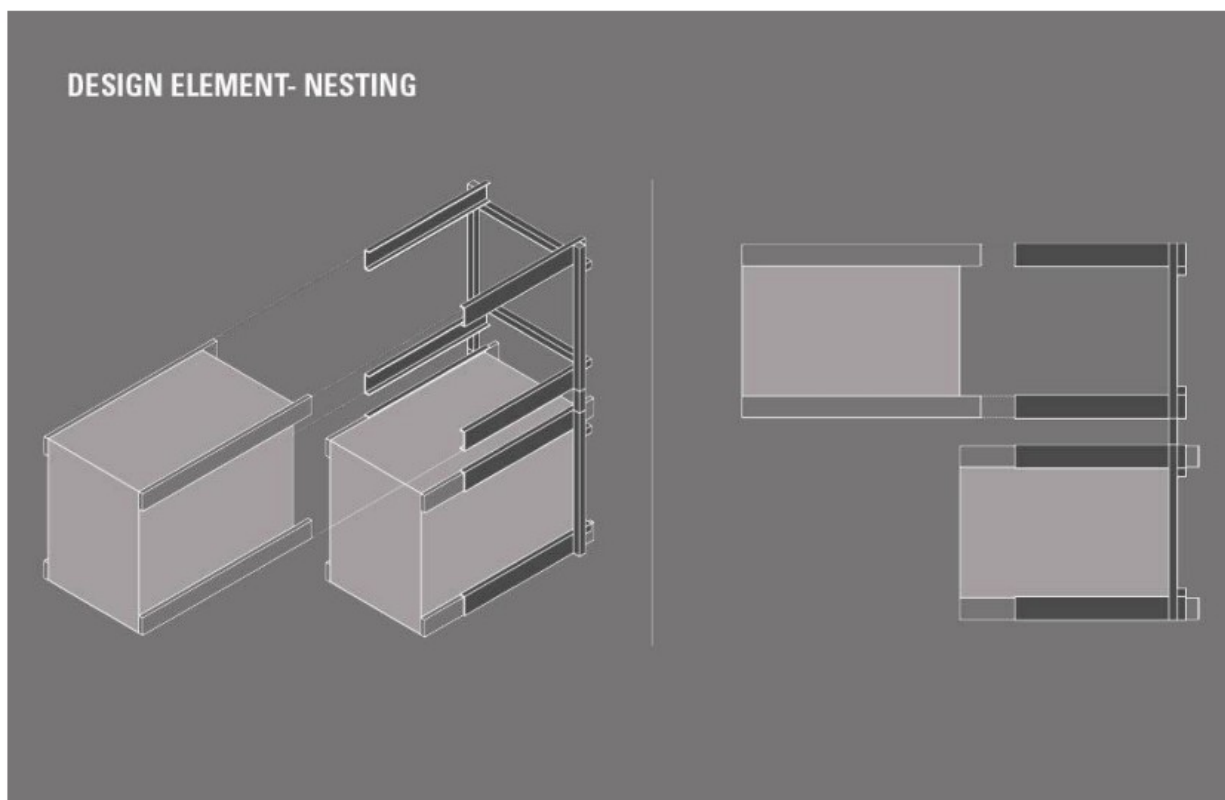


Рис. 9. Nesting

Закордонний досвід показує, що застосування модульних систем дозволяє скоротити строки будівництва, підвищити якість виконання та забезпечити високий рівень стандартизації інженерних рішень, зокрема у складних підземних умовах [22, Ediale B. Y. et al. (2020); 33, Pan W., Gibb A., Dainty A. (2012); 35, Rizal S. et al. (2022)]. Такі технології особливо ефективні для житлових комплексів середньої поверховості, де важливими є економічність, повторюваність рішень і можливість адаптації планувальних схем.



Рис. 10. Gensler Housing Complex, Лос Анжелес, Каліфорнія

Узагальнюючи, закордонний досвід демонструє системний підхід до використання підземного простору як багатофункціонального, адаптивного та інтегрованого елемента житлових комплексів. Отримані напрацювання формують методологічну основу для розробки архітектурно-планувальних моделей, які можуть бути адаптовані до вітчизняних умов з урахуванням нормативних, соціальних і безпекових вимог.

2.3. Порівняльний аналіз вітчизняного та закордонного досвіду

Порівняльний аналіз вітчизняного та закордонного досвіду використання підземного простору в житлових комплексах середньої поверховості виявляє суттєві відмінності у підходах до його функціональної, просторової та технологічної організації.

У більшості реалізованих житлових комплексів в Україні підземний рівень, як правило, обмежується розміщенням автостоянок, інженерних приміщень та допоміжних сервісних зон. Його архітектурно-планувальна структура має жорстке функціональне закріплення, що знижує потенціал подальшої трансформації та багатофункціонального використання. Інтеграція укриттів у таких об'єктах часто носить вимушений характер і реалізується переважно на базі існуючих підземних приміщень без комплексного переосмислення їх просторової ролі [7, Книш В. І. (2016); 13, Підземна урбаністика, Тригуб, Шилова (2025)].

Натомість у міжнародній практиці підземний простір розглядається як додатковий міський шар, органічно включений у загальну структуру житлового комплексу. Підземні рівні використовуються для поєднання транспортних, громадських, комерційних та інфраструктурних функцій, формуючи багаторівневе середовище з чіткою логікою потоків і сценаріїв використання. Такий підхід сприяє зменшенню навантаження на наземний рівень, підвищенню якості громадських просторів і загальної просторової ефективності забудови [25, Labs K. (1976); 31, Nezhnikova E. (2016); 32, Omićević N. et al. (2024)].

Суттєві відмінності простежуються і в застосуванні індустріальних та модульних технологій. У закордонній практиці модульні системи є одним з базових інструментів формування адаптивного житла, що забезпечує швидкість будівництва, стандартизацію рішень та високу енергоефективність [22, Ediale B. Y. et al. (2020); 33, Pan W. et al. (2012)]. В Україні ж використання модульних технологій у житловому будівництві середньої поверховості має обмежений характер і переважно перебуває на початковому етапі впровадження.

Таким чином, порівняльний аналіз демонструє, що ключовою відмінністю між вітчизняним і закордонним досвідом є ступінь інтеграції підземного простору в загальну архітектурно-планувальну модель житлового комплексу. Виявлені розбіжності визначають необхідність адаптації міжнародних підходів до національних умов і створюють передумови для формування універсальної логічної моделі архітектурно-планувальної організації житлових комплексів середньої поверховості з використанням підземного простору.

Висновки до розділу 2

Аналіз вітчизняного та закордонного досвіду використання підземного простору в житлових комплексах середньої поверховості показав суттєві відмінності у підходах до його архітектурно-планувальної організації. В

українській практиці підземний рівень здебільшого зводиться до транспортних і технічних функцій та має обмежений потенціал трансформації.

У міжнародних проектах підземний простір розглядається як повноцінний функціональний шар міського середовища, що інтегрує громадські, інфраструктурні та транспортні елементи у багаторівневу просторову систему. Такий підхід забезпечує вищу адаптивність житлових комплексів і ефективніше використання території.

Порівняльний аналіз також засвідчив, що активне застосування модульних і індустріальних технологій у закордонній практиці сприяє гнучкості планувальних рішень, скороченню термінів будівництва та підвищенню енергоефективності. В Україні ці підходи перебувають на початковій стадії впровадження.

Отримані результати підтверджують доцільність адаптації міжнародного досвіду до національних умов та формують основу для розробки універсальної логічної моделі архітектурно-планувальної організації житлових комплексів середньої поверховості з використанням підземного простору, що буде розглянуто в наступному розділі.

3. ОСОБЛИВОСТІ АРХІТЕКТУРНО-ПЛАНУВАЛЬНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ (АПО)

3.1. Містобудівна організація

Містобудівна організація житлових комплексів середньої поверховості з використанням підземного простору ґрунтується на принципі багаторівневої просторової структури, у якій наземні та підземні елементи розглядаються як єдина система. Інтеграція підземного простору в загальну структуру комплексу дозволяє формувати компактні, функціонально збалансовані квартали з чітким розподілом житлових, громадських,

транспортних і технічних зон без надмірного ущільнення наземної забудови [13, Підземна урбаністика, Тригуб, Шилова (2025)].

Однією з ключових містобудівних переваг використання підземних рівнів є можливість організації безавтомобільних внутрішніх просторів житлових груп. Винесення паркування, інженерних і сервісних функцій у підземний рівень дозволяє звільнити наземний простір для рекреації, озеленення та громадської активності, що позитивно впливає на якість житлового середовища і соціальну взаємодію мешканців [18, Gehl J. (2011)].

Підземні рівні також відіграють важливу роль у формуванні логічної зв'язності кварталу. Через них можуть бути організовані транспортні, технічні та сервісні зв'язки між окремими будівлями житлового комплексу, що забезпечує цілісність функціонування всієї забудови. Такий підхід дозволяє оптимізувати інженерні мережі, системи обслуговування та евакуації, а також підвищити експлуатаційну надійність комплексу [3, Білоконь Ю. О. (2020)].

З містобудівної точки зору підземний простір виступає інструментом концентрації функцій у межах кварталу. Розміщення громадських і сервісних об'єктів у підземних рівнях поблизу житлових будинків сприяє скороченню щоденних переміщень мешканців і формуванню локально самодостатніх житлових утворень [8, Колмаков Є. О. (2018)].

Важливим аспектом містобудівної організації є також розміщення укриттів та приміщень подвійного призначення. Їх інтеграція у підземну структуру житлового комплексу дозволяє забезпечити рівномірну доступність захисних приміщень для мешканців, організувати розосереджені виходи та зменшити залежність від одного евакуаційного напрямку. Це підвищує загальний рівень безпеки кварталу без порушення його повсякденної функціональної логіки [11, Кур'ят П. П., Соколовський О. А. (2025)].

Таким чином, містобудівна організація житлових комплексів середньої поверховості з використанням підземного простору базується на принципах багаторівневості, функціональної концентрації та просторової зв'язності. Підземний рівень у такій моделі виступає не ізольованим елементом, а системоутворюючою складовою кварталу, що забезпечує ефективну взаємодію між наземними та підземними просторами і створює передумови для формування адаптивного та стійкого житлового середовища.

3.2. Функціональна організація

Підземний простір у складі житлових комплексів середньої поверховості дедалі активніше трансформується з виключно технічної зони на самостійний функціональний рівень міського середовища. Якщо раніше його роль зводилася здебільшого до розміщення інженерних комунікацій, складів чи паркінгів, то сучасна архітектурна практика все частіше передбачає включення до підземного шару побутових, транспортних, сервісних і громадських функцій. Такий підхід сприяє більш ефективному використанню міського простору, підвищенню комфортності проживання та створенню нових сценаріїв взаємодії мешканців із середовищем житлового комплексу.

Результати досліджень провідних українських фахівців [13, Підземна урбаністика, Тригуб, Шилова, 8, Колмаков Є.О. Принцип концентрації громадських функцій у багаторівневих міських структурах, 7, Книш В.І. Функціонально-конструктивні та об'ємно-просторові пріоритети формування підземних паркінгів у житлових комплексах.] підтверджують, що найбільш ефективною стратегією використання підземного простору в житлових комплексах є його комплексна архітектурно-функціональна організація. У такій моделі кожна функціональна зона не лише виконує свою конкретну роль — технічну, побутову, транспортну або громадську — але й взаємодіє з іншими елементами просторової структури. Це дозволяє досягти високого рівня просторової та функціональної узгодженості, що позитивно впливає на

адаптивність забудови до змінних умов експлуатації, а також зменшує витрати на обслуговування завдяки мультифункціональності використання приміщень. Зокрема, у працях Колмакова Є.О. [8, Колмаков Є.О. Принцип концентрації громадських функцій у багаторівневих міських структурах] чітко підкреслюється доцільність розміщення публічних функцій у багаторівневих просторах, з особливим акцентом на можливості підземного рівня слугувати платформою для соціальної взаємодії, комунікації та обслуговування мешканців. Це прямо пов'язується з ідеєю формування підземних громадських просторів, які є невід'ємною частиною житлового середовища.

Попри це, в українській архітектурно-будівельній практиці переважна більшість реалізованих підземних рішень обмежуються влаштуванням автостоянок, комор або технічних вузлів. Значно ширші можливості демонструє міжнародний досвід [31, Nezhnikova E. The Use of Underground City Space for the Construction of Civil Residential Buildings. Omićević N. et al. Integrating Underground Space into the Groundscape: Design for Resilience], де підземні рівні активно використовуються як соціально й культурно орієнтовані простори. Там розміщують зони для коворкінгу, освітні та виставкові приміщення, заклади обслуговування та дозвілля, які повноцінно інтегруються у функціональну структуру житлових комплексів. Така інтеграція дозволяє не лише зменшити навантаження на наземний рівень, а й сприяє формуванню цілісного, багаторівневого житлового середовища.

Крім того, сучасна концепція «groundscape», розвинута в західній практиці, трактує підземний простір як продовження ландшафту. Застосування цього підходу дозволяє формувати просторово-пластичні рішення, в яких підземні об'єкти взаємодіють із природним середовищем, забезпечують кращу теплоізоляцію, покращують мікроклімат і сприяють енергоефективності будівлі [32, Omićević N. et al. Integrating Underground Space into the Groundscape: Design for Resilience]. У контексті

середньоповерхової житлової забудови така модель може виступати важливим чинником формування стійкого та комфортного життєвого середовища.

Класифікація функціональних зон (табл. 3) [11, Кур'ят П.П., Соколовський О.А. Функціональна організація підземних громадських просторів у житлових комплексах середньої поверховості] демонструє п'ять основних блоків: технічну, зберігання, транспортну, громадську та зону укриття. Громадська зона займає центральне місце у структурі, адже саме вона забезпечує соціальну взаємодію мешканців і формує активне житлове середовище під землею. Підземні громадські простори можуть розміщуватися на рівні паркінгу або міжповерхової платформи, поєднуючись із зонами обслуговування, дитячими клубами чи малими кафе. Такі рішення мають потенціал для розширення житлового середовища без збільшення поверховості [41, Yao Q. et al. Underground Spaces as Part of Sustainable Urban Development].

Таблиця 3. Класифікація функціональних зон

№	Зона	Функціональне призначення	Типові приміщення
1	Технічна	Інженерне обслуговування комплексу	ІТП, насосні, електрощитові, вентиляційні камери
2	Зберігання	Побутове/ комунальне зберігання речей мешканців	Особисті комори, пральні кімнати, загільні кімнати для зберігання велосипедів, самокатів, колясок

			та ін.
3	Транспортна	Паркінги та обслуговування транспорту	Авто- та мото-паркінги, зарядки електромобілів, велосипедні стоянки
4	Громадська	Соціальні, культурні або сервісні функції під землею	Коворкінги, бібліотеки, виставкові чи лекційні зали, кафе, майстерні
5	Укриття ЦЗ	Захист населення, можливе подвійне використання	Захисні приміщення та приміщення подвійного призначення (громадські)

Подальший аналіз функціонального розподілу підземного простору (див. Табл. 4) [11, Кур'ят П.П., Соколовський О.А. Функціональна організація підземних громадських просторів у житлових комплексах середньої поверховості] демонструє, що громадська зона може відігравати ключову роль у забезпеченні взаємозв'язку між іншими функціональними складовими підземного рівня — зокрема, транспортною (паркінгами, веломайданчиками), технічною (інженерними вузлами, системами обслуговування) та зоною укриття. У цьому контексті вона виступає так званим «м'яким інтерфейсом» — гнучкою проміжною ланкою, яка дозволяє забезпечити безконфліктну інтеграцію різних функцій у межах обмеженого простору.

Громадська зона в підземному шарі може бути запроектована таким чином, щоб вона залишалася повноцінною частиною житлового середовища у звичайних умовах — наприклад, у вигляді холів, коворкінгів, дитячих кімнат, або місць загального користування — але водночас забезпечувала функціональність у надзвичайних ситуаціях. Завдяки своїй просторій конфігурації та наявності евакуаційних зв'язків, такі приміщення можуть трансформуватися в евакуаційні коридори або тимчасові укриття, не втрачаючи при цьому соціального значення. Це особливо актуально у випадках, коли підземна частина житлового комплексу має обмежену площу, а зонування повинне бути максимально ефективним.

Відповідно до чинних норм, зокрема ДБН В.2.2-5:2023 «Захисні споруди цивільного захисту», використання приміщень подвійного призначення допускається у ролі допоміжного шляху евакуації, за умови дотримання низки технічних вимог. Зокрема, йдеться про забезпечення герметичності, наявності автономних систем водо- і електропостачання, вентиляції та санітарно-гігієнічного обслуговування. Це відкриває можливість реалізації архітектурних рішень, у яких простір одночасно виконує соціальну, комунікаційну й захисну функції. Таким чином, грамотне архітектурно-планувальне проектування громадської зони в підземному рівні дозволяє підвищити експлуатаційну ефективність житлового комплексу, забезпечити багатофункціональність середовища і посилити стійкість об'єкта до кризових ситуацій.

Виділено основні типи функціональних зв'язків:

- **Ф** — функціональний (щоденний зв'язок / використання);
- **Т** — технологічний (інженерне або технічне обслуговування, вентиляція, комунікації);
- **Б** — безпековий (евакуація, пожежний вихід, цивільний захист).

Таблиця 4. Матриця функціональних зв'язків

Зони, Зв'язки	Технічна	Зберігання	Транспортна	Громадська	Укриття ЦЗ
Технічна	—	Т	Т	Т	Б
Зберігання	Т	—	Ф	—	Б
Транспортна	Т,Б	Ф	—	Ф,Б	Б
Громадська	Т	—	Ф,Б	—	Б
Укриття ЦЗ	Б	Б	Б	Б	—

Отже, функціональне планування підземних громадських зон у житлових комплексах середньої поверховості відкриває нові можливості для архітектурної адаптації до сучасних викликів. Такий підхід сприяє формуванню інтегрованих просторових систем, які водночас відповідають критеріям безпеки, енергоощадності та соціального добробуту мешканців. У результаті підземний рівень стає активним елементом сталого міського розвитку, що підтримує формування архітектури майбутнього, орієнтованої на гнучкість, ефективність і комфорт.

3.3. Особливості архітектурно-планувального вирішення

Архітектурно-планувальне вирішення житлових комплексів середньої поверховості з використанням підземного простору ґрунтується на принципі цілісної просторової організації, у межах якої наземна та підземна частини будівлі розглядаються як взаємопов'язані рівні єдиної системи. Такий підхід дозволяє формувати багаторівневе житлове середовище, в якому функціональні, інженерні та просторові рішення узгоджуються між собою і працюють на підвищення експлуатаційної ефективності та адаптивності комплексу.

Наземна частина житлового комплексу

Наземна структура будівель формує основний об'ємно-просторовий образ житлового комплексу та визначає характер взаємодії забудови з навколишнім міським середовищем. Для житлових комплексів середньої поверховості характерним є чіткий поділ будівлі на функціональні пояси: активний громадсько-комерційний перший поверх, житлові поверхи та технічно-інженерні елементи вертикальних комунікацій.

Перший поверх виконує роль перехідної зони між публічним міським простором і приватним житловим середовищем. Його планувальна структура передбачає розміщення комерційних і сервісних функцій, орієнтованих на пішохідні потоки, внутрішні дворові простори або громадські зони комплексу. Важливою особливістю є можливість функціонального зв'язку першого поверху з підземним рівнем — як у повсякденному режимі експлуатації, так і в умовах трансформації приміщень подвійного призначення. Такий зв'язок реалізується через окремі вертикальні комунікації, що не порушують приватність житлової частини будівлі.

Житлові поверхи (2–6) організовуються з урахуванням принципів інсоляції, природного провітрювання та чіткої ієрархії доступу. Планувальні рішення передбачають розосереджене розташування сходово-ліфтових вузлів, що зменшує протяжність евакуаційних шляхів і підвищує безпеку експлуатації. Водночас така схема дозволяє уникнути надмірної концентрації конструктивних елементів, зберігаючи гнучкість планувальних рішень як у житлових приміщеннях, так і в підземній частині будівлі.

Внутрішні простори житлових груп формуються як безавтомобільні середовища, орієнтовані на пішохідний рух, рекреацію та соціальну взаємодію мешканців. Рух транспорту обмежується периметром забудови, що підвищує комфорт і безпеку внутрішніх дворів та громадських майданчиків.

Підземна частина та її інтеграція з наземною структурою

Підземний рівень розглядається не як ізольований технічний простір, а як повноцінний елемент архітектурно-планувальної структури комплексу. Його організація безпосередньо впливає на конфігурацію наземної забудови, розташування вертикальних комунікацій та характер використання першого поверху.

Планувальна схема підземного простору базується на принципі відносно вільного планування, що досягається завдяки продуманій системі інженерних рішень. Передбачаються імпульсні системи димовидалення, збільшена кількість вентиляційних шахт із можливістю подальшого об'єднання або функціонального перепрофілювання, а також чітке розділення інженерних комунікацій і основного підземного простору. Таке рішення дозволяє адаптувати підземний рівень до різних сценаріїв використання — від паркінгу та комерційних приміщень до укриттів цивільного захисту. А також дає можливість подвійне використання: у мирний час — коворкінги, спортзали, майстерні тощо; під час загроз — укриття.

Особливу увагу приділено організації вертикальних зв'язків між підземним і наземними рівнями. Ліфтові та сходові вузли, що ведуть у підземну частину, проєктуються як окремі елементи з обов'язковими тамбур-шлюзами та конструктивною «розсічкою» від житлових поверхів. Це забезпечує пожежну безпеку, контроль доступу та автономність функціонування підземних приміщень у разі надзвичайних ситуацій.

Типологічні підходи до організації підземного простору

У межах архітектурно-планувального вирішення розглядається декілька типологічних варіантів організації підземного простору, які відрізняються співвідношенням забудованої площі, розташуванням функцій та характером їх інтеграції з наземною частиною комплексу.

Перший варіант передбачає максимальне використання підземної площі, з розміщенням у центральній частині між будинками підземного паркінгу та вбудованих під будівлями укриттів і допоміжних функцій. Така схема характеризується найбільшою площею підземної забудови та дозволяє концентрувати транспортні й захисні функції в межах єдиної системи.

Другий варіант ґрунтується на мінімізації площі підземної забудови. У цьому випадку під будинками розміщуються переважно комерційні та сервісні приміщення, а паркінг і зони укриття організовуються у вигляді окремих або прибудованих підземних об'єктів із незалежними комунікаціями. Такий підхід забезпечує високу просторову гнучкість і зменшує втручання в структуру житлових будівель.

Третій варіант передбачає розширений підземний периметр під житловими будинками з розміщенням по периметру автомобільних боксів подвійного призначення. У цій схемі автобокси виконують одночасно функцію паркування та індивідуального укриття, а центральна зона проїзду використовується як колективний захисний простір. Така модель дозволяє поєднати транспортні, захисні та експлуатаційні функції в межах компактно й логічно організованої структури.

Узагальнення архітектурно-планувальних рішень

Загалом архітектурно-планувальне вирішення житлових комплексів середньої поверховості з використанням підземного простору формується на основі принципів багаторівневості, функціональної інтеграції та інженерної адаптивності. Узгоджене проектування наземної та підземної частин дозволяє створювати житлове середовище, яке поєднує комфорт повсякденного використання з підвищеним рівнем безпеки, експлуатаційної ефективності та стійкості до кризових ситуацій.

Саме така архітектурно-планувальна модель створює передумови для подальшої реалізації концепції житлового комплексу, викладеної в проектній

частині роботи, та забезпечує її відповідність сучасним вимогам містобудівного розвитку.

3.4. Особливості конструктивно-технічних рішень

Конструктивно-технічні рішення житлових комплексів середньої поверховості з використанням підземного простору повинні забезпечувати надійність, безпеку та можливість гнучкого функціонального використання приміщень протягом усього життєвого циклу будівлі. Особливу роль у цьому контексті відіграє узгоджена робота несучих конструкцій та інженерних систем як єдиного технічного комплексу, що охоплює наземні й підземні рівні [5, Гетун Г. В., Плоский В. О. (2022)].

Несучі конструкції підземних рівнів формуються у вигляді монолітних, збірних або комбінованих збірно-монолітних залізобетонних систем із регулярною колонною сіткою, що забезпечує просторову жорсткість і дозволяє організовувати великі безколонні ділянки або зони з мінімальною кількістю опор. Таке рішення є принципово важливим для подальшої адаптації підземних приміщень під змінні функції — паркінги, громадські простори, комерційні зони або укриття подвійного призначення [7, Книш В. І. (2016)].

Гнучкість використання підземного простору значною мірою забезпечується за рахунок секційного зонування інженерних систем, при якому окремі ділянки підземного рівня мають автономні інженерні контури або можливість незалежного підключення до загальної мережі. Такий підхід дозволяє:

- поетапно вводити приміщення в експлуатацію;
- змінювати їх функціональне призначення без повної реконструкції інженерної інфраструктури;
- ізолювати окремі зони у разі надзвичайних ситуацій.

Важливим елементом інженерно-технічної організації підземного простору є система вентиляції та димовидалення. Для забезпечення можливості більш вільного перепланування приміщень доцільним є застосування імпульсних систем димовидалення, які дозволяють мінімізувати кількість стаціонарних повітропроводів. Це знижує залежність планувальних рішень від жорсткої інженерної сітки та створює умови для трансформації приміщень у режимі подвійного використання [38, Sterling R. L. (2025)].

Шахти вентиляційних систем повинні бути попередньо пропрацьовані таким чином, щоб забезпечувати можливість підключення всіх приміщень підземного рівня незалежно від їх функціонального призначення. При цьому доцільним є використання принципу «гнучких» інженерних рішень — із резервними трасами, можливістю перепідключення та зміни конфігурації мереж. Зонування вентиляційних контурів із можливістю їх об'єднання або розділення залежно від сценарію експлуатації — повсякденного чи надзвичайного — підвищує адаптивність підземного простору та відповідає вимогам багатофункціонального використання [13, Підземна урбаністика, Тригуб, Шилова (2025)].

Інженерні системи житлового комплексу — водопостачання та водовідведення (ВК), електротехнічні рішення (ЕТР), системи зв'язку та слаботочні мережі — формують єдину інтегровану інфраструктуру для наземних і підземних рівнів. Передбачається резервування ключових інженерних систем, зокрема:

- автономне електроживлення від дизель-генераторної установки;
- резервні лінії живлення для систем вентиляції, освітлення та зв'язку;
- можливість локального живлення зон укриття.

Особлива увага приділяється автоматизації та диспетчеризації інженерних систем, що дозволяє здійснювати централізований контроль за їх

роботою, підвищувати енергоефективність і оперативно реагувати на аварійні ситуації [6, Гожий О. П. (2023)].

З точки зору енергозабезпечення перспективним є використання альтернативних та гібридних джерел енергії, зокрема теплових насосів, які ефективно поєднуються з підземними об'ємами завдяки стабільному температурному режиму ґрунту. Додатково можливе застосування систем акумуляції енергії (Battery Storage), що дозволяє:

- згладжувати пікові навантаження;
- підвищувати автономність будівлі;
- забезпечувати живлення критично важливих систем у надзвичайних умовах.

Такі рішення сприяють зниженню експлуатаційних витрат і підвищенню загальної енергоефективності житлового комплексу [16, Проєкт Національної політики енергоефективності на 2025–2030 роки (2024)].

Окрему роль у забезпеченні узгодженості конструктивних і інженерних рішень відіграють цифрові технології проєктування. У роботі [37, Sardroud J. M., Azizi A., Neyrani R. (2023)] продемонстровано створення BIM-інтегрованого середовища з використанням технологій блокчейн для забезпечення актуальності та цілісності інформації в моделі. Такий підхід є особливо актуальним при проєктуванні багаторівневих підземних структур, де одночасно залучені архітектори, інженери та фахівці з безпеки, а будь-які помилки координації можуть мати критичні наслідки.

Таким чином, конструктивно-технічні рішення житлових комплексів середньої поверховості з підземним простором мають базуватися на поєднанні надійних несучих систем, гнучко організованих інженерних мереж, резервування енергозабезпечення та сучасних цифрових інструментів проєктування. Це забезпечує можливість багатосценарного використання

підземних рівнів, підвищує безпеку, експлуатаційну ефективність і довговічність житлового комплексу в цілому.

3.5. Особливості архітектурно-художніх рішень

Архітектурно-художнє вирішення житлових комплексів середньої поверховості з використанням підземного простору базується на принципі візуальної інтеграції наземних і підземних рівнів у єдину просторову композицію. Підземний простір у такій моделі не сприймається як прихований або ізольований елемент, а формує основу для організації відкритих громадських просторів, озелених дворів і пішохідних зв'язків між будівлями [23, Gehl J. (2011)].

Важливу роль у формуванні архітектурного образу відіграє взаємодія природного світла та підземних рівнів. Використання світлових дворів, атриумів, лінійних прорізів, знижених майданчиків та напівпідземних просторів дозволяє забезпечити візуальний контакт між рівнями, покращити інсоляцію та зменшити психологічний ефект «замкненості» підземних приміщень [29, Marino F. P. R., Lembo F. (2022)].

Озеленення виступає ключовим елементом архітектурно-художньої концепції. Зелені покрівлі над підземними рівнями, інтеграція ландшафтних елементів у структуру двору та використання природного рельєфу дозволяють формувати візуально легке та екологічно збалансоване середовище, в якому підземна частина не домінує, а підсилює загальний образ житлового комплексу [21, Bobylev N. (2023)].

Архітектурна виразність комплексу досягається також за рахунок чіткої композиції наземних об'ємів, ритму фасадів і масштабності, характерної для середньої поверховості. Такий підхід дозволяє поєднати щільність забудови з людським масштабом і комфортним сприйняттям простору, не перевантажуючи візуальне середовище [18, Сім Д. (2023)].

3.6. Універсальна логічна модель

На основі проведеного аналізу сформовано універсальну логічну модель архітектурно-планувальної організації житлових комплексів середньої поверховості з використанням підземного простору. Ключовим принципом моделі є системна взаємодія функціональних зон, у якій підземний рівень виконує роль інтегруючого елемента між технічними, громадськими та захисними функціями.

Базовими функціональними зв'язками моделі є:

- **технічна зона ↔ громадська зона ↔ зона укриття**, що дозволяє забезпечити повсякденне використання простору та його трансформацію в умовах надзвичайних ситуацій;
- **горизонтальні зв'язки** між будівлями житлового комплексу через підземний рівень;
- **вертикальні зв'язки** між підземними, комерційними та житловими поверхами із розділенням потоків і незалежними евакуаційними шляхами

Табл. 5 Універсальна логічна модель

МІСТОБУДІВНИЙ РІВЕНЬ

ПРИНЦИПИ	ПРИЙОМИ	ОСОБЛИВОСТІ
1. Формування житлової забудови групами житлових будинків	<ul style="list-style-type: none">• периметральна забудова;• точкова забудова;• лінійна забудова;• змішана схема.	<ul style="list-style-type: none">• щільність існуючої забудови;• розміри та конфігурація ділянки;
2. Чітке зонування території житлової групи	<ul style="list-style-type: none">• розділення житлових, громадських і технічних зон;• винесення транспорту і	<ul style="list-style-type: none">• транспортна доступність;• інсоляція

	<p>ослужування в підземний рівень;</p> <ul style="list-style-type: none"> • формування внутрішніх дворів без машин. 	<ul style="list-style-type: none"> • безпекова ситуація; • соціальна структура населення.
3. Ієрархія громадських і напівприватних просторів	<ul style="list-style-type: none"> • громадські простори вздовж активних фасадів; • напівприватні двори; • приватні входи до житла. 	
4. Мінімізація транзитного транспорту всередині житлових груп	<ul style="list-style-type: none"> • організація зовнішніх кільцевих проїздів; • обмеження доступу авто у двір; • спеціальні маршрути для спецтехніки; • проїзди всередині двору 	
5. Інтеграція підземного простору в містобудівну структуру	<ul style="list-style-type: none"> • інтеграція локалізованих підземних рівнів під будівлями; • інтеграція вбудовано-прибудованих підземних просторів з комунікаційним поєднанням із поверхами вище. 	

ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ РІВЕНЬ

ПРИНЦИПИ	ПРИЙОМИ	ОСОБЛИВОСТІ
1. Функціональне зонування	<ul style="list-style-type: none"> • вертикальне; • горизонтальне; • змішане. 	<ul style="list-style-type: none"> • сценарії експлуатації; • поєднання

2. Використання підземного простору	<ul style="list-style-type: none"> • паркінг • паркінг + укриття; • громадські простори + укриття; • проїзди як евакуаційні простори. 	<ul style="list-style-type: none"> • декілької функцій в будівлі; • кількість мешканців; • вимоги ЦЗ; • санітарні обмеження; • пожежні відсіки і розриви.
3. Можливість комбінування функцій	<ul style="list-style-type: none"> • мультифункціональне використання • роздільне використання між різними функціями. 	
4. Розмежування різних функцій	<ul style="list-style-type: none"> • вертикальні комунікації з контролем доступу; • прямі зв'язки «комерція — підземний рівень»; • тамбур-шлюзи/розсічки • відокремлені входи 	
5. Адаптивність функцій у часі	<ul style="list-style-type: none"> • мобільні конструкції; • легкозбірні конструкції; • трансформація приміщень; • універсальні просторові модулі; • сценарії «мирний / надзвичайний режим». 	

АРХІТЕКТУРНО-ПЛАНУВАЛЬНИЙ РІВЕНЬ

ПРИНЦИПИ	ПРИЙОМИ	ОСОБЛИВОСТІ
1. Гнучкість планувальних рішень	<ul style="list-style-type: none"> • модульна сітка несучих елементів; 	<ul style="list-style-type: none"> • ширина секції;

	<ul style="list-style-type: none"> система рухомих стін/перегородок; змішана схема використання обох принципів. 	<ul style="list-style-type: none"> ширина прольотів; сітка колон; ширина паркомісць або авто-боксів;
2. Раціональна типізація житла	<ul style="list-style-type: none"> секційне планування планування коридорного типу планування галерейного типу 	<ul style="list-style-type: none"> нормативи інсоляції; вимоги до укриттів;
3. Модульність простору та уніфікація розмірів	<ul style="list-style-type: none"> прийнятий крок планувальної схеми; гнучкі модульні фасади; модульні блоки на житлову чарунку/квартиру. 	<ul style="list-style-type: none"> можливість перепланування.

КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНІЧНИЙ РІВЕНЬ

ПРИНЦИПИ	ПРИЙОМИ	ОСОБЛИВОСТІ
1. Безпечність конструкцій	<ul style="list-style-type: none"> монолітний каркас монолітно-збірний каркас; протисейсмічне демпферування захист від прогресуючого обвалення 	<ul style="list-style-type: none"> забезпечення стійкості і міцності конструкцій на прогресуюче обвалення;
2. Інженерна гнучкість	<ul style="list-style-type: none"> секційне зонування інженерних систем зовнішні інженерні шахти використання "гнучких" інженерних рішень 	<ul style="list-style-type: none"> енергоефективність; забезпечення автономності роботи інженерних

<p>3. Автономність критичних систем та використання альтернативних джерел енергії</p>	<ul style="list-style-type: none"> • резервування електроживлення (Дизель-генераторна установка) • використання теплових насосів • системи збору та очищення дощової води • акумуляція енергії (Battery Storage) 	<p>мереж</p> <ul style="list-style-type: none"> • можливість модернізації.
---	--	---

АРХІТЕКТУРНО-КОМПОЗИЦІЙНИЙ РІВЕНЬ

ПРИНЦИПИ	ПРИЙОМИ	ОСОБЛИВОСТІ
<p>1. Візуальна ієрархія</p>	<ul style="list-style-type: none"> • відокремлення поверху комерції • акцент на вхідних групах • виділення верхнього ярусу (завершення) 	<ul style="list-style-type: none"> • клімат; • інсоляція; • місцеві матеріали; • експлуатаційні вимоги.
<p>2. Об'ємно-просторова динаміка та пластичність</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ритмічна модуляція фасаду • контраст виступаючих/западаючих об'ємів • кутове акцентування 	
<p>3. Екологічна інтеграція та біофільний дизайн</p>	<ul style="list-style-type: none"> • вертикальне озеленення фасадів; • експлуатовані зелені дахи та тераси; • інкрустація озеленення (Green Niches). 	

Важливою характеристикою моделі є адаптивність, що досягається за рахунок вільних планувальних схем, резервування інженерних потужностей і можливості функціональної трансформації приміщень. Це дозволяє використовувати підземний простір як багатофункціональний ресурс протягом усього життєвого циклу житлового комплексу.

Практичні рекомендації щодо впровадження моделі передбачають поєднання підземних рівнів із модульними та індустріальними технологіями будівництва. Такий підхід забезпечує скорочення строків зведення, підвищення якості виконання робіт та можливість масштабування архітектурних рішень без втрати функціональної ефективності.

Висновки до розділу 3

Розділ 4 дозволив сформуванню цілісного уявлення про архітектурно-планувальну, містобудівну та конструктивно-технічну організацію житлових комплексів середньої поверховості з використанням підземного простору. Підземний рівень у такій моделі виступає системоутворюючим елементом, що забезпечує функціональну зв'язність, безпеку та адаптивність житлового середовища.

Сформована універсальна логічна модель демонструє можливість поєднання житлових, громадських, технічних і захисних функцій у межах єдиної багаторівневої структури. Запропоновані архітектурно-художні та інженерні рішення створюють підґрунтя для формування стійких, комфортних і просторово ефективних житлових комплексів, адаптованих до сучасних містобудівних і безпекових викликів.

4. КОНЦЕПЦІЯ ВИКОРИСТАННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ЖИТЛОВИХ КОМПЛЕКСІВ СЕРЕДНЬОЇ ПОВЕРХОВОСТІ З ВИКОРИСТАННЯМ ПІДЗЕМНОГО ПРОСТОРУ

4.1. Аналіз ситуації та місцевості

просторами, системою пішохідних зв'язків і локальними громадськими зонами.

Планувальна конфігурація території та її розміри дозволяють реалізувати середньоповерхову забудову з внутрішніми дворовими просторами, що є принципово важливим для формування безпечного та комфортного житлового середовища. Орієнтація забудови приймалася з урахуванням інсоляційних умов, можливості провітрювання та формування захищених від транзитного руху внутрішніх просторів житлових груп.

Геологічні та інженерно-геодезичні умови ділянки дозволяють влаштування підземного поверху, що стало визначальним чинником для прийняття рішень щодо організації підземного простору. Передбачення одного підземного рівня обумовлене раціональним співвідношенням між технічною складністю, вартістю реалізації та функціональною ефективністю, з можливістю локального роз'яснення або трансформації підземних об'єктів у разі необхідності.

Транспортна доступність ділянки забезпечується мережею існуючих і проєктних вулиць, що дозволяє організувати зовнішні під'їзди до житлового комплексу без проникнення автомобільного руху у внутрішні дворові простори. Це стало основою для прийняття рішення щодо формування безавтомобільних житлових груп, де внутрішні території призначені виключно для пішохідного руху, рекреації та громадської активності мешканців.

Інженерна інфраструктура району дозволяє підключення житлового комплексу до централізованих мереж водопостачання, водовідведення, електропостачання та зв'язку. При цьому підземний рівень розглядається як базова платформа для розміщення інженерних вузлів, технічних приміщень та систем життєзабезпечення, що забезпечує логічну та компактну організацію інженерної структури комплексу.

Таким чином, вихідні умови ділянки в с/мт Баришівка створюють сприятливе підґрунтя для реалізації житлового комплексу середньої поверховості з інтегрованим підземним простором. Містобудівні, природні та технічні характеристики території безпосередньо вплинули на формування генерального плану, планувальної структури житлових груп та прийняття рішень щодо організації підземного рівня як системоутворюючого елемента проєкту.

4.2. Містобудівне і функціональне рішення

Містобудівне та функціональне рішення житлового комплексу сформоване з урахуванням існуючого просторового контексту с/мт Баришівка, характеру навколишньої забудови та можливостей розвитку інженерної й транспортної інфраструктури. Проєкт орієнтований на інтеграцію нового житлового утворення в існуючу міську структуру без створення надмірного навантаження на навколишні території.

Планувальна структура комплексу передбачає формування житлових груп середньої поверховості з чітко організованими внутрішніми дворовими просторами. Забудова розміщена таким чином, щоб забезпечити логічні пішохідні зв'язки з прилеглими вулицями та громадськими об'єктами, а також сформувати захищені від транзитного руху внутрішні простори для мешканців.

Функціональна структура комплексу базується на принципі вертикального зонування. Наземні рівні першого поверху орієнтовані на розміщення об'єктів повсякденного обслуговування та комерційних функцій, доступних як для мешканців комплексу, так і для прилеглої забудови. Це дозволяє зменшити потребу у щоденних поїздках, активізувати вуличний простір та сформувати напівпублічний фронт забудови.

Житлові поверхи (2–6 поверхи) формують основну функціональну частину комплексу та організовані з урахуванням нормативних вимог до інсоляції, провітрювання та приватності. Орієнтація будівель і відстані між

ними забезпечують комфортні умови проживання та візуальний контакт із внутрішніми дворовими просторами.

Підземний рівень виступає ключовим елементом функціональної організації комплексу. Саме тут зосереджені транспортні, технічні та допоміжні функції, а також приміщення укриття. Таке рішення дозволяє розвантажити наземний простір, забезпечити безавтомобільний характер внутрішніх дворів і мінімізувати конфлікти між пішохідними та транспортними потоками.

Організація транспортного обслуговування передбачає під'їзди до підземного рівня з периферійних вулиць без заїзду транспорту у внутрішні житлові групи. Сміттєвидалення також організовується через зовнішні проїзди з використанням підйомно-опускних платформ або інших технічних рішень, що виключають рух обслуговуючого транспорту всередині дворового простору. Внутрішні території комплексу залишаються виключно пішохідними, з можливістю доступу лише для спецтехніки.

Інженерне та соціальне навантаження на існуючу інфраструктуру враховувалося при формуванні функціональної схеми комплексу. Концентрація технічних і інженерних вузлів у підземному рівні дозволяє оптимізувати підключення до мереж і забезпечити ефективне обслуговування об'єкта без надмірного втручання в навколишню забудову.

Таким чином, містобудівне та функціональне рішення житлового комплексу забезпечує його гармонійне включення в існуючий контекст смт Баришівка, формує збалансовану структуру функцій і створює передумови для комфортного, безпечного та сталого житлового середовища.

4.3. Архітектурно-планувальні рішення

Планувальна структура житлового комплексу сформована на основі принципу чіткого функціонального розшарування по вертикалі з одночасним забезпеченням просторової та комунікаційної цілісності об'єкта. Комплекс

складається з підземного рівня, першого поверху з громадсько-комерційними функціями та житлових поверхів (2–6), що дозволяє оптимально розподілити потоки мешканців, відвідувачів і технічних служб, не створюючи конфліктів між різними видами використання.

Підземний рівень: типологічні варіанти організації

У межах дослідження розглянуто три типологічні варіанти організації підземного простору житлових комплексів середньої поверховості. Кожен варіант відрізняється принципами розміщення паркінгів, укриттів та громадських функцій, а також характером взаємодії з наземною забудовою і внутрішнім простором житлової групи.

Тип 1 - Централізований підземний паркінг із вбудованими укриттями в об'ємах будинків

У першому варіанті підземний простір між житловими будинками використовується переважно для розміщення паркінгу. Паркінг має централізований характер і розташовується під внутрішньодворовою територією, тоді як під самими будинками передбачені вбудовані підземні приміщення захисного або подвійного призначення.

Укриття інтегруються безпосередньо в підземні частини будівель і можуть мати подвійне використання — наприклад, як фітнес-зали, зали загального користування або допоміжні громадські приміщення у мирний час. Планувально такі укриття орієнтовані на пандуси та в'їзди до паркінгу, що спрощує організацію евакуаційних маршрутів і технічне обслуговування.

Цей варіант характеризується найбільшою площею підземної забудови серед усіх розглянутих типів, що вимагає ретельно продуманих інженерних рішень, але водночас забезпечує високий рівень функціональної інтеграції підземного рівня в загальну структуру комплексу. Центральний двір при цьому залишається вільним від автомобільного руху на поверхні.

Тип 2 - Підземний простір у межах будівель із винесеними укриттями

Другий варіант передбачає відмову від використання підземного простору в центральній частині між будинками. Основний обсяг підземних приміщень зосереджується безпосередньо під житловими будівлями та використовується для розміщення комерційних функцій, допоміжних приміщень і так званого «пазл-паркінгу», орієнтованого на зовнішні зони проїздів.

Зона укриття в цьому випадку вирішується у вигляді прибудованих або окремо розташованих підземних споруд, які не знаходяться безпосередньо під житловими будинками. Такі укриття мають власні комунікації, автономні інженерні системи та розосереджені виходи, що підвищує їхню безпекову ефективність у разі руйнування надземних конструкцій.

Цей тип характеризується найменшою площею підземної забудови серед трьох варіантів, що дозволяє зменшити будівельні витрати та спростити реалізацію в умовах складних геологічних або містобудівних обмежень. Внутрішній простір житлової групи при цьому повністю звільняється від підземних конструкцій і при цьому також залишається вільним від автомобільного руху на поверхні.

У проєктному рішенні житлового комплексу передбачено використання механізованої системи типу «пазл-паркінг» (*puzzle parking*) як альтернативи традиційному паркінгу. Запроєктована система пазл-паркінгу розміщується з в'їздом з рівня першого поверху та має 2–3 рівні зберігання автомобілів, при цьому заглиблення в ґрунт становить не більше 1–1,5 підземного рівня.

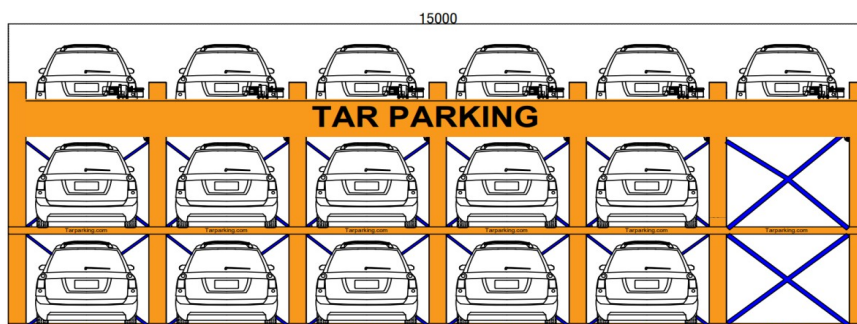


Рис. 12. Пазл-паркінг на 3 рівні

Це дозволяє уникнути повноцінного дво- або трирівневого підземного паркінгу, що є економічно доцільнішим і конструктивно простішим рішенням для житлових комплексів середньої поверховості. Хоча потенційно її можливості можуть бути і більші, наприклад, розташування у 6 рівнів. Приклад однієї із таких систем: TAR PARKING (tarparking.com).

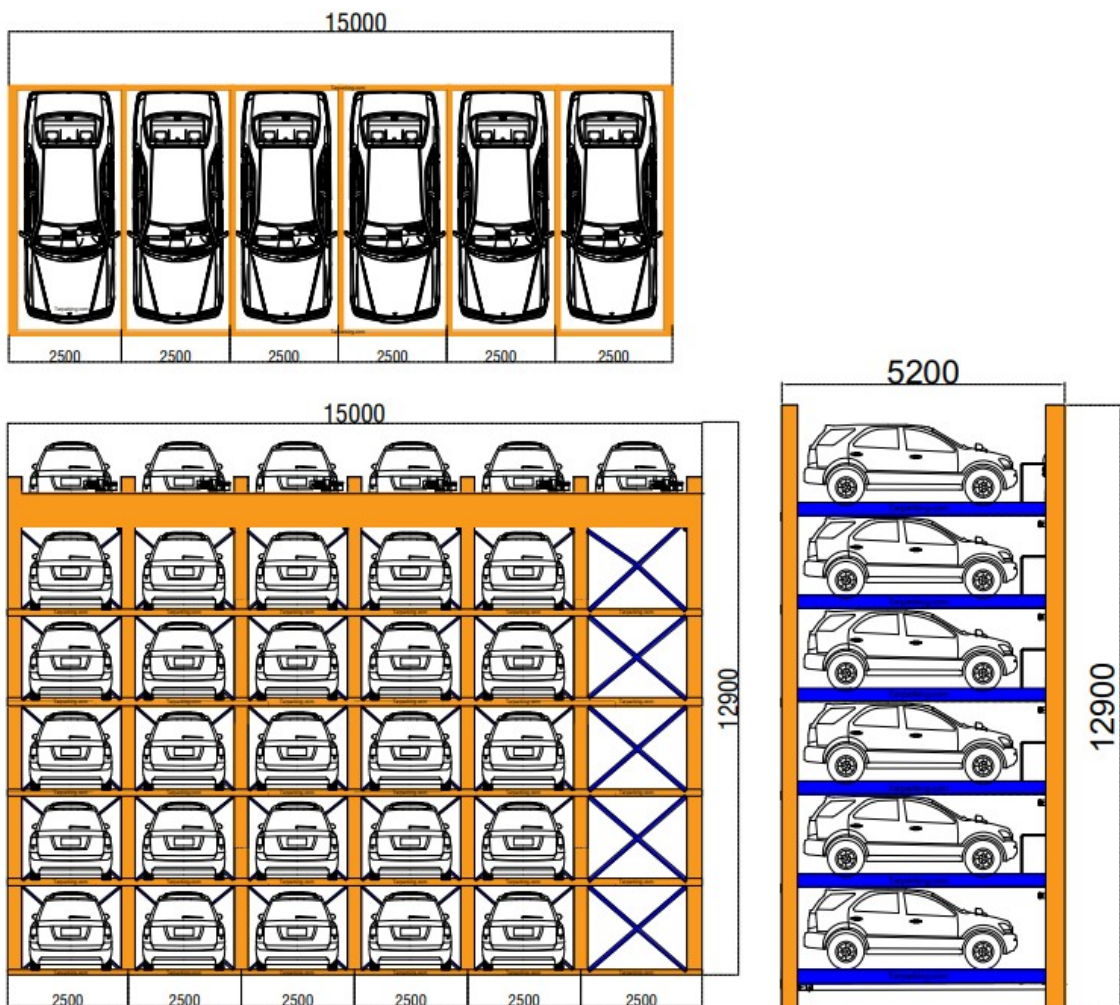


Рис. 13. Пазл-паркінг на 6 рівнів

Натомість таке рішення потребує більш точної реалізації рішень на будівельному майданчику, а також врахування специфіки влаштування такого виду паркінгу.

Планувальні та просторові особливості «пазл-паркінгу»

Пазл-паркінг організовується у вигляді компактних блоків, які можуть розміщуватися:

- уздовж зовнішнього периметру будівель;
- у зоні, суміжній із комерційними приміщеннями першого поверху (за певних умов);
- в підземній частині будівлі з частковим виходом конструкцій ліфта-підйомника для авто у надземний об'єм першого поверху.

Такий принцип розміщення дозволяє:

- забезпечити тільки зовнішні проїзди по периметру житлової групи, тим самим зберегти внутрішній простір житлової групи повністю вільним від руху транспорту;
- зменшити площу, зайняту автомобільною інфраструктурою.

Система працює за принципом комбінації вертикального підйому та горизонтального переміщення платформ, що дозволяє розміщувати автомобілі без постійних проїзних смуг. У порівнянні з класичним паркінгом це забезпечує значно вищу щільність зберігання транспортних засобів на одиницю площі.

Інтеграція «пазл-паркінгу» з підземним та надземним рівнями

В'їзд до пазл-паркінгу здійснюється безпосередньо з рівня першого поверху, що дозволяє:

- відокремити транспортні потоки від житлових входів;
- забезпечити зручний доступ без складних рамп і глибоких спусків.

Планувально система пазл-паркінгу не перетинається з основними шляхами евакуації з підземних зон укриття. Це дозволяє чітко розділити

транспортну та безпекову функції підземного рівня, що є принциповим для житлових комплексів із приміщеннями подвійного призначення.

Конструктивно-технічні та експлуатаційні аспекти «пазл-паркінгу»

З конструктивної точки зору пазл-паркінг передбачає:

- використання модульних металевих рам і платформ;
- локалізацію навантажень у межах окремих блоків;
- мінімальну потребу у масивних збірно-монолітних конструкціях.

Система оснащується повністю автоматизованим керуванням, захисними блокуваннями, аварійними зупинками та електромеханічними фіксаторами платформ. Час паркування або видачі автомобіля в середньому становить близько 40–60 секунд, що є прийнятним для житлового використання та не створює заторів у пікові години.

Важливою перевагою такого рішення є можливість поетапного монтажу та адаптації системи до конкретних містобудівних умов — зокрема, варіювання кількості рівнів, габаритів блоків та конфігурації розміщення.

Роль «пазл-паркінгу» у загальній концепції комплексу

Застосування пазл-паркінгу в межах даного варіанту в рамках проекту дозволяє:

- збільшити ефективність використання простору для транспортної інфраструктури;
- зменшити обсяг земляних робіт;
- скоротити загальну висоту та глибину підземного рівня;
- підвищити економічну доцільність реалізації;
- забезпечити повну відмову від автомобілів у внутрішньому просторі житлових груп.

Таким чином, пазл-паркінг виступає не лише як інженерне рішення, а як важливий елемент архітектурно-планувальної концепції (Типу 2), що підтримує ідею компактної, безпечної та адаптивної житлової забудови середньої поверховості.

Тип 3 - Розширений підземний рівень із вбудовано-прибудованими приміщеннями

Третій варіант передбачає формування підземного рівня, площа якого перевищує периметр наземної забудови. Основний обсяг підземних приміщень розташовується під житловими будинками та вздовж їх периметру, тоді як центральна частина під внутрішніми майданчиками або не використовується, або використовується мінімально.

Ключовою особливістю цього варіанту є організація автомобільних боксів уздовж периметру підземного рівня. Такі бокси виконують подвійну функцію: у повсякденному режимі — як індивідуальні паркомісця, у надзвичайних ситуаціях — як локальні укриття. Кожен бокс обладнується воротами з підвищеною вогнестійкістю, автономною вентиляцією, системами димовидалення та спринклерного пожежогасіння.

Між рядами автомобільних боксів розташовується зона проїзду, яка також має подвійне призначення і може використовуватись як загальна захисна зона для мешканців та гостей комплексу. У цьому варіанті передбачено максимальну кількість розосереджених виходів, що не перекриваються у разі локальних руйнувань будівель.

Такий тип підземного простору є найбільш гнучким з точки зору безпеки та адаптивності, але потребує високого рівня координації архітектурних, конструктивних та інженерних рішень.

В таблиці 6 наведена порівняльна характеристика всіх трьох типологічних варіантів організації підземного простору.

Табл. 6. Порівняльна характеристика типологічних варіантів організації підземного простору

Критерій	Тип 1 Централізований паркінг + вбудовані укриття	Тип 2 Підземка під будинками + винесені укриття	Тип 3 Розширений підземний рівень з автобоксами
Площа підземної забудови	Найбільша серед усіх варіантів	Найменша серед варіантів	Середня / збільшена по периметру
Розміщення паркінгу	Централізовано під двором	Під будинками, орієнтація назовні	Індивідуальні бокси по периметру
Тип паркомісць / паркінгу	Стандартні	Пазл-паркінг	Індивідуальні автобоксы
Організація укриттів	Вбудовані в підземні частини будинків	Окремі прибудовані укриття	Індивідуальні та загальні укриття
Подвійне призначення	Середній рівень (фітнес, сервіси)	Обмежене (окремі зони)	Максимальне (боксы + проїзди)
Безпека та стійкість	Частково залежить від цілісності будівель	Висока автономність укриттів	Найвища, розосереджені укриття
Евакуаційні маршрути	Через будівлі та пандуси	Незалежні, зовнішні виходи	Через будівлі та пандуси
Інженерна складність	Висока (велика площа)	Низька–середня	Висока (локальні системи)
Гнучкість планування (на весь будинок)	Середньо-висока	Середня	Середньо-висока
Вплив на внутрішній двір	Повністю без авто	Повністю без авто	Повністю без авто
Пронозована	Середня	Найнижча	Найвища

Критерій	Тип 1 Централізований паркінг + вбудовані укриття	Тип 2 Підземка під будинками + винесені укриття	Тип 3 Розширений підземний рівень з автобоксами
вартість реалізації			
Експлуатаційна ефективність	Висока при активному використанні	Висока через компактність	Висока в довгостроковій перспективі
Доцільність для середньої поверховості	Висока	Середньо-висока	Висока
Основні переваги	Функціональна інтеграція, відносна простота реалізації	Простота, компактність автономність укриттів	Максимальна безпека, адаптивність, індивідуальність
Основні недоліки	Велика площа забудови	Менша інтеграція функцій	Складність реалізації, складна інженерія

Ключові висновки з порівняння

- **Тип 1** доцільний для щільних житлових груп, де важлива компактність і активне використання підземного простору, але потребує складних інженерних рішень.
- **Тип 2** прогнозовано є найбільш економічним у реалізації, проте має обмежений потенціал інтеграції підземних функцій.
- **Тип 3** забезпечує найвищий рівень безпеки та адаптивності, а також індивідуальність, що робить його перспективним для сучасних житлових комплексів, однак потребує високого рівня технічної координації.

Усі три типологічні варіанти базуються на принципі відокремлення автомобільного руху від внутрішнього житлового простору та передбачають розосереджену систему евакуації і автономність зон укриття. Вибір конкретного варіанту визначається містобудівними умовами ділянки, економічними обмеженнями, вимогами безпеки та характером функціонального наповнення комплексу.

Перший поверх

Перший поверх сформований як напівпублічний рівень, що забезпечує активну взаємодію комплексу з міським середовищем. Тут розміщені комерційні та сервісні приміщення (торгівля, послуги, локальні громадські функції), орієнтовані переважно на пішохідні потоки з боку вулиць.

Планувальна структура першого поверху забезпечує прямий функціональний і комунікаційний зв'язок з підземним рівнем, зокрема в частині використання приміщень подвійного призначення. При цьому житлові входи чітко відокремлені від комерційних, що зберігає приватність мешканців і підвищує комфорт експлуатації будівлі.

В табл. 6 наведена типологія приміщень першого та підземного рівнів житлового комплексу.

Табл. 6. Типологія приміщень першого та підземного рівнів житлового комплексу

№	Тип приміщення	Функціональна група	Підземний рівень	1 поверх	Подвійне призначення / трансформація
1	Кав'ярні	Комерційні локального обслуговування	+	+	У мирний час — заклад харчування; у НС — простір збору або укриття
2	Заклади	Комерційні	+	+	Можлива

№	Тип приміщення	Функціональна група	Підземний рівень	1 поверх	Подвійне призначення / трансформація
	громадського харчування	локального обслуговування			трансформація у пункт обігріву / укриття
3	Пекарні	Комерційні локального обслуговування	+	+	Виробнича частина в підземці, торговельна — на 1 поверсі
4	Магазини повсякденного попиту	Комерційні	+	+	Складські зони можуть працювати як укриття
5	Аптеки	Комерційні / медичні	+	+	Запас медикаментів + укриття
6	Пункти видачі онлайн-замовлень	Комерційні	+	+	Логістичні приміщення → укриття
7	Коворкінги	Громадські	+	+	У мирний час — робота, у НС — пункт збору
8	Клуби	Громадські	+	+	Соціальний простір → укриття
9	Багатофункціональні зали	Громадські	+	+	Зал заходів → укриття
10	Лекційні зали	Освітні	+	+	Навчання → укриття
11	Дитячі гуртки	Освітні	+	+	Дитячий простір → укриття
12	Молодіжні	Громадські	+	+	Соціальна

№	Тип приміщення	Функціональна група	Підземний рівень	1 поверх	Подвійне призначення / трансформація
	центри				інтеграція → укриття
13	Виставкові простори	Культурні	+	+	Експозиція → укриття
14	Культурні хаби	Культурні	+	+	Громадський простір → укриття
15	Фітнес-зали	Спортивні	+	+	Спорт → укриття
16	Йога / пілатес студії	Спортивні	+	+	Спокійні практики → укриття
17	Реабілітаційні центри	Медико-оздоровчі	+	+	Лікування → укриття
18	Масажні кабінети	Медико-оздоровчі	+	+	Сервіс → укриття
19	Wellness-зони	Оздоровчі	+	+	Релакс → укриття
20	Медитаційні кімнати	Оздоровчі	+	+	Тихий простір → укриття
21	Пральні самообслуговування вань	Побутові	+	+	Побут → допоміжна зона укриття
22	Сушильні кімнати	Побутові	+	+	Побут → технічна зона
23	Камери зберігання	Побутові	+	+	Зберігання → укриття
24	Комори мешканців	Побутові	+	+	Індивідуальні зони → укриття
25	Велокімнати	Побутові	+	+	Зберігання →

№	Тип приміщення	Функціональна група	Підземний рівень	1 поверх	Подвійне призначення / трансформація
					укриття
26	Колясочні	Побутові	+	+	Зберігання → укриття
27	Пункти дрібного ремонту	Сервісні	+	+	Сервіс → допоміжна функція
28	Сервісні кімнати мешканців	Сервісні	+	+	Побут → укриття
29	Офіси управляючої компанії	Адміністративні	+	+	Адміністрація → штаб
30	Консьерж-служби	Адміністративні	+	+	Контроль → штаб
31	Адміністративні кабінети	Адміністративні	+	+	Офіс → штаб
32	Стартап-офіси	Офісні	+	+	Робота → укриття
33	Склади обслуговування	Технічні	+	+	Зберігання → укриття
34	Технічні приміщення	Технічні	+	+	Інженерія
35	Венткамери	Інженерні	+	+	Забезпечення укриття
36	ІТП	Інженерні	+	+	Забезпечення укриття
37	Електрощитові	Інженерні	+	+	Забезпечення укриття
38	Диспетчерські	Інженерні	+	+	Управління →

№	Тип приміщення	Функціональна група	Підземний рівень	1 поверх	Подвійне призначення / трансформація
					штаб
39	Громадські холи	Комунікаційні	+	+	Хол → укриття
40	Евакуаційні коридори, тамбур-шлюзи	Безпекові	+	+	Евакуація / укриття
41	Приміщення ЦЗ, укриття, в т.ч. приміщення подвійного призначення	Захисні	+	—	Основне укриття → Громадська функція
42	Паркінг	Транспортні	+	—	Паркінг → укриття
43	Пазл-паркінг	Транспортні	+	—	—
44	Автобокси	Транспортні	+	—	Паркінг → індивідуальне укриття

Житлові поверхи (2–6)

Житлові поверхи мають секційну планувальну структуру з чітко організованими вертикальними комунікаціями. Кожна сходові клітка має безпосередній зв'язок із підземним рівнем через ізольовані тамбур-шлюзи та протипожежні розсічки, що відповідає вимогам пожежної безпеки та цивільного захисту. Ліфтові вузли забезпечують сполучення житлових поверхів із першим поверхом, а також першого поверху і підземного рівня: з першого поверху до підземного рівня передбачені окремі ліфтові комунікації, виходи з яких організовані через ізольовані тамбур-шлюзи.

Планування квартир орієнтоване на інсоляцію, природне освітлення та наскрізного провітрювання. Внутрішній двір житлової групи повністю вільний від автомобільного руху, що дозволяє використовувати його як безпечний рекреаційний простір для мешканців.

Вертикальні та горизонтальні зв'язки

Композиція вертикальних комунікацій побудована за принципом розосередження: сходові клітки та ліфти рівномірно розподілені по периметру будівель, що підвищує рівень безпеки у разі надзвичайних ситуацій та зменшує довжину шляхів евакуації. Горизонтальні зв'язки підземного рівня забезпечують безперервний доступ між зонами паркінгу, укриття та технічних приміщень без перетину з житловими маршрутами.

Таким чином, планувальна структура комплексу базується на поєднанні функціональної чіткості та просторової гнучкості. Чітке зонування по вертикалі, ізоляція потоків, інтеграція підземного рівня як активного функціонального елементу та можливість трансформації приміщень подвійного призначення забезпечують високу експлуатаційну ефективність і адаптивність житлового комплексу до сучасних містобудівних і безпекових викликів.

4.4. Конструктивно-технічні рішення

Конструктивне рішення житлового комплексу базується на застосуванні **збірно-монолітної системи**, що поєднує переваги індустріального будівництва з високою просторовою жорсткістю та експлуатаційною надійністю. Такий підхід є доцільним для житлових комплексів середньої поверховості з підземним рівнем, який виконує одночасно функції паркінгу та укриття цивільного захисту.

Конструктивна схема підземної частини

Підземний рівень запроєктований у вигляді жорсткого просторового блоку з регулярною сіткою несучих елементів, що забезпечує рівномірний

розподіл навантажень від надземної частини будівлі, а також адаптується в залежності від типу архітектурно-планувального рішення. Основними несучими елементами підземної частини є:

- залізобетонні колони;
- стіни жорсткості та діафрагми;
- монолітна фундаментна плита;
- збірні або збірно-монолітні перекриття.

Застосування збірних конструктивних елементів (колон, ригелів, плит перекриття) дозволяє виготовляти значну частину конструкцій у заводських умовах, що забезпечує:

- стабільну якість бетонних та арматурних робіт;
- скорочення термінів будівництва;
- зниження вартості за рахунок серійності виробництва;
- зменшення обсягів «мокрих» процесів на будівельному майданчику.

Роль монолітних елементів і вузлів

Монолітні конструкції застосовуються у ключових зонах — передусім у вузлах з'єднання збірних елементів, у зонах підвищених навантажень та в елементах, що забезпечують просторову жорсткість будівлі. Саме монолітні вставки та замонолічування стиків формують єдину просторову систему, здатну працювати як цілісний конструктивний блок.

Особливе значення має монолітне виконання:

- фундаментної плити;
- вузлів примикання колон і стін;
- стиків перекриттів;
- зон переходу між підземним і надземними рівнями

- укриттів.

Такий підхід дозволяє забезпечити надійний зв'язок підземної частини з житловими поверхами, мінімізувати деформації та підвищити довговічність конструкцій.

Захист від прогресуючого обвалення

Одним із ключових завдань конструктивного вирішення є захист будівлі від прогресуючого обвалення, що є особливо актуальним для об'єктів з підземними укриттями та в умовах підвищених техногенних і воєнних ризиків.

У проєкті передбачено комплекс заходів, спрямованих на локалізацію можливих пошкоджень та запобігання ланцюговому руйнуванню конструкцій:

- формування надлишкової несучої здатності конструктивної системи;
- резервування шляхів передачі навантажень;
- використання жорстких діафрагм і замкнених контурів жорсткості;
- підсилення вузлів з'єднання несучих елементів.

Збірно-монолітна система дозволяє реалізувати принцип альтернативних шляхів навантаження, коли у разі локального руйнування окремого елемента навантаження перерозподіляється на сусідні конструкції без втрати загальної стійкості будівлі. Особливо важливу роль у цьому відіграють монолітні пояси, жорсткі ядра та замонолічені стики, які працюють як єдиний просторовий каркас.

Підземний рівень, запроектований як масивна залізобетонна структура, додатково виконує функцію стабілізуючої основи для надземної частини, зменшуючи ризик глобального обвалення навіть у разі часткових руйнувань.

Протисейсмічні та демпфуючі заходи

З метою підвищення стійкості будівлі до динамічних навантажень передбачено застосування протисейсмічних та демпфуючих рішень. До таких заходів належать:

- підвищена пластичність вузлів з'єднання;
- використання конструктивних елементів із здатністю до контрольованих деформацій;
- можливість застосування демпфуючих вставок або елементів енергопоглинання у ключових вузлах.

Такі рішення дозволяють зменшити передачу динамічних впливів між підземною та надземною частинами будівлі, знизити пікові напруження в конструкціях і підвищити загальну надійність об'єкта.

Роль модульних технологій у конструктивному вирішенні житлового комплексу

Окремим напрямом удосконалення конструктивного рішення житлових комплексів середньої поверховості є використання модульних технологій будівництва, які поєднуються зі збірно-монолітною системою та доповнюють її на рівні окремих функціональних блоків. У межах даного проекту модульний підхід розглядається не як повна заміна традиційних конструктивних схем, а як інструмент підвищення ефективності, гнучкості та адаптивності будівлі.

Модульні елементи можуть застосовуватися:

- у підземному рівні — для формування технічних, сервісних або допоміжних приміщень;
- на першому поверсі — у складі комерційних та громадських функцій;
- у надземній частині — для окремих житлових або громадських блоків.

Конструктивно модулі являють собою просторово жорсткі об'ємні елементи заводського виготовлення, що інтегруються у загальну несучу систему будівлі. Їх застосування дозволяє суттєво скоротити строки будівництва та підвищити якість виконання за рахунок контрольованих умов виробництва.

Поєднання модульних елементів зі збірно-монолітною системою

У проєкті модульні блоки можуть використовуватися у поєднанні з монолітними ядрами жорсткості, сходово-ліфтовими вузлами та фундаментною плитою. Таке поєднання забезпечує:

- чітку передачу вертикальних і горизонтальних навантажень;
- просторову стабільність конструктивної системи;
- можливість поетапного зведення будівлі.

Модульні елементи встановлюються на підготовлені несучі конструкції та фіксуються через монолітні стики або спеціальні з'єднання, що забезпечують спільну роботу всіх елементів каркаса. Монолітні пояси та замонолічування стиків виконують роль інтегруючого елемента, який перетворює сукупність модулів у єдину просторову систему.

Вплив модульного підходу на безпеку та стійкість

Застосування модульних технологій у поєднанні зі збірно-монолітною схемою позитивно впливає на стійкість будівлі до аварійних впливів. Просторово жорсткі модулі мають власну несучу здатність і можуть локально сприймати навантаження, що знижує ризик прогресуючого обвалення у разі пошкодження окремих конструктивних елементів.

Крім того, модульний підхід дозволяє:

- резервувати несучі елементи;
- формувати незалежні конструктивні блоки;

- підвищувати контрольованість деформацій у критичних вузлах.

Це особливо важливо для підземних рівнів та приміщень подвійного призначення, де вимоги до надійності та безпеки є підвищеними.

Адаптивність і трансформація

Використання модульних елементів створює передумови для функціональної трансформації будівлі впродовж її життєвого циклу. Окремі модулі можуть бути перепрофільовані або замінені без втручання у загальну несучу систему, що підвищує експлуатаційну гнучкість комплексу.

У контексті житлових комплексів із підземними рівнями це дозволяє:

- адаптувати комерційні та громадські приміщення до змін попиту;
- модернізувати інженерні системи;
- розширювати або трансформувати простори подвійного призначення.

Таким чином, конструктивне вирішення житлового комплексу ґрунтується на поєднанні індустріальних збірних елементів та монолітних конструкцій, що забезпечує оптимальний баланс між економічною доцільністю, швидкістю зведення та високими показниками міцності й безпеки. Збірно-монолітна система створює передумови для формування стійкої, адаптивної та захищеної будівлі, здатної ефективно функціонувати в умовах сучасних експлуатаційних і безпекових викликів. А інтеграція модульних технологій у конструктивне вирішення житлового комплексу доповнює збірно-монолітну систему та підсилює її переваги. Модульний підхід сприяє підвищенню індустріалізації будівництва, скороченню термінів зведення, покращенню якості конструкцій і формуванню адаптивної, безпечної та довговічної архітектурної структури.

Інженерні системи

Інженерні рішення житлового комплексу середньої поверховості з підземним простором формуються як багаторівнева, резервована та

сценарно-адаптивна система, здатна забезпечувати безперервну експлуатацію об'єкта як у повсякденному режимі, так і в умовах надзвичайних ситуацій. Особливістю проєкту є поєднання підземних просторів різного функціонального призначення (паркінг, приміщення подвійного використання, укриття, комерційні та технічні зони) в єдину інженерну інфраструктуру з можливістю автономної роботи окремих блоків.

Системи вентиляції та димовидалення

Вентиляція підземного рівня запроєктована за принципом зонування з урахуванням різних сценаріїв використання простору. Для зон паркінгу, укриття та багатофункціональних приміщень передбачаються незалежні вентиляційні контури, які можуть працювати як окремо, так і в комбінованому режимі.

Ключовим інженерним рішенням є застосування імпульсних систем димовидалення, що дозволяють:

- відмовитися від розгалуженої мережі повітропроводів;
- зберегти вільну висоту приміщень;
- забезпечити гнучке перепланування підземного простору;
- ефективно керувати повітряними потоками залежно від конфігурації зон.

У режимі укриття вентиляційні системи можуть переводитися у режим контрольованого повітрообміну з фільтрацією та обмеженим припливом повітря, що відповідає вимогам цивільного захисту. Вентиляційні шахти запроєктовані з резервними трасами та можливістю перепідключення, що дозволяє змінювати конфігурацію систем без капітального втручання в конструкції.

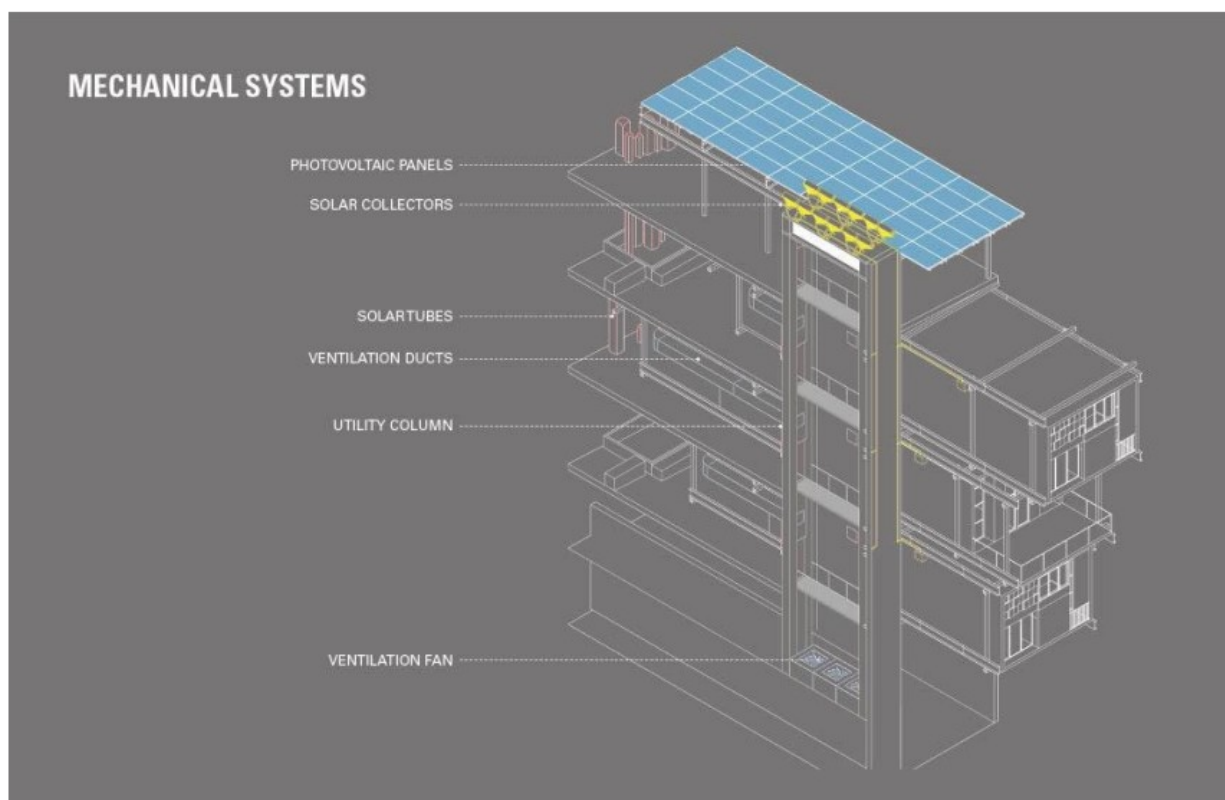


Рис. 14. Механічні та інші інженерні системи

Системи водопостачання та водовідведення (ВК)

Система водопостачання підземного рівня передбачає розділення на:

- побутові потреби (санітарні вузли, технічні приміщення);
- пожежне водопостачання;
- резервне водозабезпечення зон укриття.

У підземному рівні передбачені резервуари запасу води, які можуть використовуватись як для пожежогасіння, так і для забезпечення мінімальних побутових потреб у режимі автономної експлуатації. Водовідведення організовується з урахуванням можливих підтоплень та включає локальні насосні станції з аварійним живленням.

Електротехнічні рішення та резервування енергоживлення

Електропостачання комплексу проєктується за принципом багаторівневого резервування. Основними елементами системи є:

- підключення до міських електромереж;
- дизель-генераторна установка для аварійного живлення;
- системи акумуляції енергії (Battery Storage).

Резервне електроживлення забезпечує безперебійну роботу:

- вентиляції та димовидалення;
- аварійного освітлення;
- систем зв'язку;
- ліфтових вузлів, що забезпечують доступ до підземного рівня;
- критичних систем зон укриття.

Системи акумуляції енергії дозволяють згладжувати пікові навантаження та підвищувати енергоефективність комплексу, а також забезпечувати тимчасову автономну роботу без запуску генератора.

Слаботочні системи, зв'язок та автоматизація

Підземний рівень і перший поверх інтегровані в єдину систему автоматизації та диспетчеризації, що включає:

- системи пожежної сигналізації та оповіщення;
- контроль доступу;
- відеоспостереження;
- системи управління інженерними мережами (BMS).

Централізоване управління дозволяє оперативно змінювати режими роботи інженерних систем залежно від функціонального сценарію: повсякденна експлуатація, підвищене навантаження, надзвичайна ситуація, режим укриття.

Альтернативні джерела енергії та енергоефективність

Проектом передбачене використання теплових насосів, ефективність яких підвищується завдяки стабільному температурному режиму ґрунту. Підземний простір використовується як елемент енергетичної інфраструктури будівлі, що дозволяє:

- зменшити споживання традиційних енергоресурсів;
- знизити експлуатаційні витрати;
- підвищити екологічну стійкість комплексу.

Таким чином, інженерні рішення житлового комплексу формують багатосценарну, резервовану та адаптивну систему, яка забезпечує функціональну гнучкість підземного простору, його безпечну експлуатацію та можливість трансформації відповідно до сучасних безпекових, енергетичних і соціальних викликів.

4.5. Архітектурно-художні рішення

Архітектурно-художній образ житлового комплексу сформовано на основі принципів чіткої візуальної ієрархії, об'ємно-просторової динаміки та екологічної інтеграції. Композиційне рішення спрямоване на створення впізнаваного, масштабно врівноваженого середовища, яке поєднує житлову, громадську та природну складові в єдину просторову систему.

Візуальна ієрархія та читабельність функцій

Ключовим прийомом формування архітектурного образу є візуальне відокремлення першого поверху, який виконує комерційно-громадську функцію. Цей рівень трактовано як «активний перший поверх будівлі», що взаємодіє з пішохідним простором і формує міський фронт забудови.

Візуальне відокремлення першого поверху досягається за рахунок:

- іншого масштабу прорізів;

- відмінної фактури та матеріалів фасаду;
- більшої прозорості та відкритості;
- горизонтального членування.

Надкомерційні житлові поверхи, навпаки, мають стриманіше архітектурне вирішення, що підкреслює їх приватний характер і забезпечує комфортне сприйняття з рівня пішохода.

Об'ємно-просторова динаміка та пластичність забудови

Об'ємно-просторове вирішення будівель базується на принципі ритмічної модуляції фасадів, що відповідає внутрішній планувальній та конструктивній логіці об'єкта. Фасад розчленовано на повторювані модулі, які формують впорядкований, але не монотонний ритм.

Пластичність архітектурного образу досягається за рахунок:

- чергування виступаючих і западаючих об'ємів;
- використання лоджій, балконів і терас;
- варіативності глибини фасадної площини.

Таке рішення дозволяє уникнути «плоского» сприйняття забудови, створює гру світлотіні та підсилює просторову виразність середньоповерхової архітектури.

Екологічна інтеграція та біофільний дизайн

Важливою складовою архітектурно-художнього образу є інтеграція озеленення у структуру будівель, що відповідає принципам біофільного дизайну та сталого розвитку. Озеленення розглядається не як декоративний елемент, а як повноцінний просторовий і функціональний компонент архітектури.

Вертикальне озеленення фасадів

Вертикальне озеленення застосовується на окремих ділянках фасадів, зокрема у зонах лоджій, терас та міжсекційних простінків. Зелені насадження:

- знижують теплове навантаження на огорожувальні конструкції;
- покращують мікроклімат прилеглого простору;
- формують візуальний зв'язок між будівлею та ландшафтом.

Експлуатовані зелені дахи та тераси

Експлуатовані зелені дахи та тераси розглядаються як продовження житлового і громадського простору комплексу. Вони виконують рекреаційну, екологічну та компенсаторну функції, частково повертаючи природний ландшафт, зайнятий забудовою.

Такі рішення сприяють:

- зменшенню ефекту «міського теплового острова»;
- покращенню акустичного комфорту;
- підвищенню якості середовища для мешканців.

Інкрустація озеленення (Green Niches)

Особливим прийомом є інкрустація озеленення у структуру фасаду — так звані *Green Niches*. Це локальні заглиблення або просторові ніші, в яких розміщуються рослини, малі дерева або кущі.

Такі елементи:

- підсилюють пластичність фасаду;
- створюють «зелені акценти» на рівні вікон і балконів;
- формують індивідуальний характер житлових одиниць.

Green Niches також сприяють психологічному комфорту мешканців, забезпечуючи постійний візуальний контакт з природними елементами навіть у щільному міському середовищі.

Архітектурно-художній образ житлового комплексу формується як багаторівнева система, в якій функціональна доцільність поєднується з пластичною виразністю та екологічною орієнтованістю. Чітка візуальна ієрархія, динамічне об'ємно-просторове рішення та інтеграція біофільних елементів створюють комфортне, впізнаване і стійке житлове середовище, адаптоване до сучасних умов міського розвитку.

Висновки до розділу 4

У межах розділу було розроблено та обґрунтовано проєктне рішення житлового комплексу середньої поверховості з багатофункціональним підземним рівнем, яке демонструє можливості практичної реалізації сформованих у попередніх розділах теоретичних принципів архітектурно-планувальної організації.

Аналіз вихідних умов та особливостей ділянки дозволив сформувавши містобудівно доцільну структуру житлової групи, інтегровану в існуючий контекст і орієнтовану на мінімізацію внутрішнього автомобільного руху. Запропоноване планувальне рішення передбачає чітке зонування території, формування безпечного внутрішнього простору для мешканців та оптимальне розміщення транспортної і сервісної інфраструктури по периметру забудови.

Планувальна структура комплексу базується на принципі вертикального функціонального розшарування, що дозволило ефективно поєднати підземний рівень (паркінг, укриття, технічні та допоміжні приміщення), перший поверх із громадсько-комерційними функціями та житлові поверхи. Такий підхід забезпечує логічний розподіл потоків,

зменшує конфлікти між різними видами використання та підвищує експлуатаційний комфорт.

Особливу увагу приділено організації підземного простору як активного елемента житлового середовища. У межах проєктного рішення розглянуто три типологічні варіанти формування підземного рівня, які відрізняються характером розміщення паркінгів, укриттів та громадських функцій. Перший тип передбачає централізований підземний паркінг у межах житлової групи з вбудованими укриттями у підземних частинах будинків; другий тип орієнтований на мінімізацію підземної забудови за рахунок розміщення «пазл-паркінгу» і комерційних приміщень як під будівлями, так і на першому поверсі та винесення укриттів у прибудовані автономні об'єми; третій тип базується на формуванні розширеного підземного рівня з індивідуальними автомобільними боксами подвійного призначення та загальними захисними зонами.

Запропоновані типологічні рішення, зокрема використання пазл-паркінгу, приміщень подвійного призначення та індивідуальних автомобільних боксів, демонструють можливість зменшення глибини закопування будівлі в землю, підвищення безпеки та адаптивності комплексу. Усі три варіанти орієнтовані на виключення транзитного автомобільного руху у внутрішніх просторах житлових груп і забезпечують розосереджену систему евакуації та автономність зон укриття. Підземний рівень розглядається не лише як інженерна або транспортна зона, а як багатофункціональний простір із потенціалом трансформації залежно від сценаріїв експлуатації.

Конструктивне вирішення комплексу, засноване на збірно-монолітній системі з елементами модульного будівництва, забезпечує поєднання індустріальності, просторової жорсткості та гнучкості планувальних рішень. Реалізація заходів із захисту від прогресуючого обвалення, резервування

інженерних систем і використання альтернативних джерел енергії підвищує надійність і стійкість об'єкта в умовах надзвичайних ситуацій.

Архітектурно-художній образ комплексу сформовано на основі принципів візуальної ієрархії, об'ємно-просторової динаміки та біофільного дизайну. Чітке відокремлення першого поверху, ритмічна модуляція фасадів, використання виступаючих і западаючих об'ємів, а також інтеграція вертикального озеленення, зелених дахів і локальних «green niches» створюють впізнаваний і екологічно орієнтований архітектурний образ, що відповідає сучасним вимогам сталого розвитку.

Загалом розроблене проєктне рішення підтверджує доцільність інтеграції підземного простору в структуру житлових комплексів середньої поверховості як інструменту підвищення функціональної насиченості, безпеки та просторової ефективності забудови. Запропонована модель може бути адаптована до різних містобудівних умов і використана як основа для подальшого впровадження подібних рішень у практику сучасного житлового будівництва.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ

У ході магістерського дослідження було комплексно розглянуто архітектурно-планувальну організацію житлових комплексів середньої поверховості з використанням підземного простору як одного з ключових резервів розвитку сучасного житлового середовища. Проведений аналіз теоретичних джерел, вітчизняного та закордонного досвіду, а також власне проєктне опрацювання дозволили сформуванню цілісного уявлення про потенціал підземного рівня як активного, багатофункціонального елемента житлової структури.

Одним із базових висновків є те, що **поєднання підземного простору з модульними та збірно-монолітними технологіями будівництва** формує новий рівень ефективності житлових комплексів середньої поверховості. Підземний рівень у такій моделі перестає бути виключно допоміжною або

технічною зоною й перетворюється на повноцінний просторовий ресурс, здатний виконувати транспортні, громадські, інженерні та захисні функції. Модульний принцип у поєднанні з регулярною конструктивною сіткою дозволяє:

- зменшити терміни будівництва;
- підвищити якість виконання конструкцій за рахунок заводського виготовлення елементів;
- забезпечити можливість трансформації планувальних рішень протягом життєвого циклу будівлі;
- адаптувати підземний простір до сценаріїв подвійного або змінного використання.

Таким чином, підземний простір розглядається не як фіксована інфраструктура, а як **гнучка система**, інтегрована у загальну архітектурно-планувальну логіку житлового комплексу.

У результаті проведеного дослідження було систематизовано основні **принципи архітектурно-планувальної організації житлових комплексів середньої поверховості з використанням підземного простору**, які визначають логіку формування просторової структури та функціонального наповнення таких об'єктів. До ключових принципів належать:

- **принцип багаторівневої просторової організації**, що передбачає раціональний розподіл функцій між наземними та підземними рівнями;
- **принцип функціональної інтеграції підземного і наземного простору**, спрямований на формування єдиної взаємопов'язаної системи житлових, громадських і технічних функцій;
- **принцип зонування з урахуванням вимог безпеки та цивільного захисту**, який забезпечує можливість автономної роботи окремих зон у надзвичайних ситуаціях;

- **принцип адаптивності та трансформації**, що дозволяє змінювати функціональне призначення приміщень залежно від сценарію експлуатації;
- **принцип комбінування функцій**, зокрема реалізацію приміщень подвійного призначення;
- **принцип мінімізації транзитного автомобільного руху у межах житлових груп**, із пріоритетом пішохідних і рекреаційних просторів.

Зазначені принципи реалізуються через систему **архітектурно-планувальних прийомів**, серед яких основними є:

- винесення автомобільного руху та паркування у підземний рівень;
- організація підземних громадських просторів у зоні безпосередньої доступності з житлових секцій;
- мультифункціональне використання приміщень із можливістю їх трансформації;
- формування безмашинних внутрішніх дворів житлових груп;
- застосування універсальних просторових модулів і сценаріїв використання приміщень у режимах «мирний час / надзвичайна ситуація».

Важливим результатом роботи є **розробка та порівняльний аналіз трьох типологічних варіантів організації підземного простору**, кожен з яких має власну сферу доцільного застосування.

Тип 1 характеризується наявністю централізованого підземного простору між будинками, переважно орієнтованого на паркінг, із вбудованими укриттями та частковим включенням громадських або комерційних функцій у підземні частини будинків. Цей варіант забезпечує найбільшу місткість, але потребує найбільшої площі підземної забудови та підвищених вимог до організації інженерних систем.

Тип 2 базується на мінімізації підземної забудови: підземні рівні формуються під окремими будівлями для розміщення комерційних приміщень і механізованих «пазл-паркінгів», тоді як зони укриття виконуються у вигляді прибудованих автономних підземних об'ємів. Цей тип є найбільш компактним за площею забудови та доцільним у щільних міських умовах.

Тип 3 передбачає формування розширеного підземного рівня під житловими будинками з вбудовано-прибудованими приміщеннями, де по периметру розміщуються індивідуальні автомобільні бокси подвійного призначення, а центральна зона використовується як спільний проїзд та захисний простір. Цей варіант поєднує високу функціональну гнучкість із підвищеним рівнем безпеки та автономності.

Усі три типи передбачають розосереджену систему евакуаційних виходів, незалежних від можливого руйнування наземних конструкцій, що є принципово важливим у сучасних безпекових умовах.

Окрему увагу в роботі приділено **приміщенням подвійного призначення**, які у мирний час функціонують як громадські, комерційні або сервісні простори, а у надзвичайних ситуаціях — як укриття або захисні приміщення. Такий підхід дозволяє:

- підвищити ефективність використання площі;
- уникнути створення «мертвих» захисних об'ємів;
- забезпечити постійну експлуатаційну готовність укриттів.

Функціональна інтеграція укриттів у структуру житлового комплексу супроводжується чітким розділенням потоків, використанням тамбур-шлюзів, автономних інженерних систем та резервного енергозабезпечення.

Запропонована модель житлового комплексу орієнтована на **максимальне збереження та розвиток зелених зон** на наземному рівні за

рахунок винесення автомобільної інфраструктури під землю. Це дозволяє формувати:

- безпечні пішохідні двори без транзитного руху;
- рекреаційні простори для різних вікових груп;
- систему озеленення, що позитивно впливає на мікроклімат і психологічний комфорт мешканців.

Застосування біофільних прийомів, вертикального озеленення, експлуатованих зелених дахів і терас підсилює зв'язок архітектури з природним середовищем та відповідає принципам сталого розвитку.

У роботі обґрунтовано доцільність використання **гнучких інженерних рішень**, зокрема:

- імпульсних систем димовидалення, що мінімізують жорстку прив'язку планування до повітропроводів;
- секційного зонування інженерних систем;
- резервування електроживлення (дизель-генераторні установки, акумуляторні системи зберігання енергії);
- використання теплових насосів як альтернативного джерела енергії з урахуванням стабільної температури ґрунту.

Інтеграція цих систем у єдину диспетчеризовану інфраструктуру підвищує надійність, енергоефективність та експлуатаційну стійкість житлового комплексу.

Оцінка запропонованої архітектурно-планувальної моделі

Запропонована універсальна архітектурно-планувальна модель житлового комплексу середньої поверховості з підземним простором демонструє високий рівень адаптивності, функціональної насиченості та відповідності сучасним містобудівним, соціальним і безпековим викликам. Її

апробація у проектному рішенні підтвердила можливість практичної реалізації в умовах реальної ділянки з урахуванням нормативних, технічних та економічних обмежень.

Узагальнюючи, можна стверджувати, що використання підземного простору в поєднанні з сучасними конструктивними, інженерними та екологічними підходами дозволяє формувати стійкі, безпечні та комфортні житлові комплекси, здатні адаптуватися до змінних умов експлуатації та майбутніх викликів розвитку міського середовища.

Рекомендації до впровадження

На основі отриманих результатів дослідження та апробації запропонованої архітектурно-планувальної моделі доцільно сформулювати низку практичних рекомендацій, орієнтованих на впровадження житлових комплексів середньої поверховості з використанням підземного простору в сучасних містобудівних умовах України.

По-перше, підземний простір доцільно розглядати як багатофункціональний просторовий шар, інтегрований із наземною частиною житлового комплексу на рівні функцій, комунікацій та інженерних систем. Проектування підземних рівнів має передбачати не лише транспортні або технічні функції, а й громадські, сервісні та захисні приміщення з можливістю подвійного використання. Такий підхід дозволяє підвищити ефективність використання території, зменшити щільність наземної забудови та сформувати безпечне, адаптивне житлове середовище.

По-друге, застосування цифрових технологій проектування та управління є необхідною умовою реалізації багаторівневих і функціонально насичених житлових комплексів. Використання BIM як єдиного інформаційного середовища забезпечує координацію архітектурних, конструктивних і інженерних рішень на всіх етапах життєвого циклу об'єкта. Інтеграція BIM із системами IoT та елементами концепції «розумного міста» створює можливість моніторингу стану інженерних систем, управління

енергоспоживанням, безпекою та експлуатаційними процесами, що особливо актуально для підземних просторів із підвищеними вимогами до надійності.

По-третє, модульні та збірно-монолітні технології будівництва рекомендовано використовувати як ефективний інструмент швидкого зведення житлових комплексів, а також реконструкції та адаптації існуючої забудови. У контексті післявоєнного відновлення України такі технології дозволяють скоротити строки реалізації проєктів, знизити витрати та забезпечити стабільну якість будівельних робіт. Особливо перспективним є використання модульних рішень для підземних громадських просторів, укриттів і технічних приміщень, що потребують високого рівня стандартизації та безпеки.

Окрему увагу доцільно приділяти інженерним та енергетичним рішенням, зокрема використанню альтернативних джерел енергії (теплові насоси, системи акумуляції енергії), резервуванню електроживлення та впровадженню гнучких систем вентиляції і димовидалення. Це підвищує енергоефективність житлових комплексів і забезпечує їхню стійкість у надзвичайних ситуаціях.

З урахуванням специфіки українських міст, рекомендовано адаптувати запропоновану архітектурно-планувальну модель до локальних умов — містобудівного контексту, геології, клімату, щільності забудови та нормативних обмежень. Особливої актуальності набуває інтеграція підземних укриттів у житлові комплекси як обов'язкового елемента безпеки, що має бути органічно поєднаний із повсякденними функціями будівлі.

Таким чином, впровадження запропонованих підходів сприятиме формуванню стійких, безпечних і функціонально насичених житлових комплексів, здатних відповідати сучасним викликам урбаністичного розвитку України та перспективам її відновлення і трансформації.

Подальші дослідження

Подальші дослідження доцільно спрямувати на поглиблення та розвиток адаптивних архітектурно-планувальних рішень, пов'язаних із використанням підземного простору в житлових комплексах середньої поверховості. Зокрема перспективним є вивчення систем подвійного використання, що базуються на застосуванні розсувних, мобільних або трансформованих конструкцій. Такі рішення дозволяють оперативно змінювати функціональне призначення приміщень залежно від режиму експлуатації — мирного або надзвичайного — без суттєвого втручання у несучі конструкції.

Окремим напрямком подальших досліджень є соціальні аспекти функціонування підземних громадських просторів. Доцільним є аналіз поведінкових сценаріїв користувачів, рівня психологічного комфорту, прийнятності підземних просторів для різних вікових і соціальних груп, а також їх впливу на формування локальних спільнот у межах житлових комплексів.

Перспективним є також поглиблене дослідження екологічного ефекту та енергоефективності житлових комплексів із підземним простором, зокрема з використанням кількісних показників. Це може включати аналіз скорочення енергоспоживання, зменшення теплових втрат, впливу зелених зон і підземних об'ємів на мікроклімат, а також оцінку життєвого циклу будівель з урахуванням різних конструктивних і інженерних рішень.

Окрему увагу доцільно приділити розвитку модульних систем у контексті кризової адаптації житла, зокрема в умовах післявоєнного відновлення. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на інтеграцію нових будівельних матеріалів, цифрових технологій управління, автономних інженерних систем і сценарного моделювання експлуатації житлових комплексів у надзвичайних ситуаціях.

Таким чином, подальший розвиток теми відкриває широкі можливості для міждисциплінарних досліджень на перетині архітектури, містобудування, інженерії та соціальних наук і може стати основою для формування нових типологій житлових комплексів, адаптованих до сучасних і майбутніх викликів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Асмоловська Т. А. Підземна урбаністика / Т. А. Асмоловська // Архітектурне та технічне об'єктування: збірник наукових праць. – Київ: КНУБА, 2020. – № 8. – С. 9–15.
2. Бабіч О. М. (ред.) Підземна урбаністика: збірник наукових праць. – Харків: ХНАДУ, 2020. – 210 с.
3. Білоконь Ю. О. Основи геоурбаністики: навчальний посібник. – Житомир: ЖДУ ім. І. Франка, 2020. – 144 с.
4. Білоконь М. М. та ін. (ред.) Сучасні проблеми архітектури та містобудування: збірник наукових праць. – Київ: КНУБА, 2021. – Вип. 60. – 280 с.
5. Гетун Г. В., Плоский В. О. Архітектура будівель та споруд. Книга 2: Житлові будинки: навчальний посібник. – Київ: Ліра-К, 2022. – 348 с.
6. Гожий О. П. Інтелектуальні технології в керуванні гібридними енергетичними системами: монографія. – Київ: ДЕАУ, 2023. – 230 с.
7. Книш В. І. Функціонально-конструктивні та об'ємно-просторові пріоритети формування підземних паркінгів у житлових комплексах. – КНУБА, 2016.
8. Колмаков Є. О. Принцип концентрації громадських функцій у багаторівневих міських структурах. – КНУБА, 2018.
9. Кононенко О. В., Гнатюк О. П. Методи урбаністичних досліджень: навчальний посібник. – Київ: КНУ ім. Т. Шевченка, 2021. – 160 с.

10. Король В. П. Архітектурне проєктування житла: навчальний посібник. – Львів: Видавництво ЛНАМ, 2020. – 256 с.
11. Кур'ят П. П., Соколовський О. А. Функціональна організація підземних громадських просторів у житлових комплексах середньої поверховості // Архітектурно-будівельна освіта – 2025: матеріали науково-практичної конференції. – Київ: ДУ «Київський Авіаційний Інститут», 2025. – 4 с.
12. Новітні технології та інновації в архітектурі та будівництві : матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції (Київ, 26 березня 2024 р.) / за ред. В. І. Мащенко. – Київ: НАУ, 2024. – 115 с.
13. Підземна урбаністика: методичні рекомендації / уклад.: Р. М. Тригуб, Т. О. Шилова. – Київ: КНУБА, 2025.
14. Петрусь Н. І. Особливості формування модульних містечок: магістерська робота. – Львів: Національний університет «Львівська політехніка», 2022. – 88 с.
15. Проблеми та перспективи розвитку житлового середовища: матеріали студентської науково-практичної конференції. – Київ: КНУБА, 2024. – 85 с.
16. Проєкт Національної політики енергоефективності на 2025–2030 роки (НПЕК). – Київ, 2024. – 85 с.
17. Просторове планування територій: матеріали науково-практичної конференції. Частина 1. – Київ: КНУБА, 2021. – 160 с.
18. Сім Д. М'яке місто: Щільність забудови для щоденного життя / пер. Я. Осетрової та ін. – Київ: ArtHuss, 2023. – 256 с.
19. Abramiuk I., Oliynyk O., Hubanishchev O. Underground Spaces as Part of Sustainable Urban Development: Functional and Spatial Analysis // Civil and Environmental Engineering Reports. 2025. Vol. 35, No. 3. P. 33–47.

20. Ahrentzen S. Hybrid Housing: A Contemporary Building Type for Multiple Residential & Business Use. Milwaukee, Wisconsin: Center for Architectural and Planning Research, University of Wisconsin–Milwaukee, 1992. 143 p.
21. Bobylev N. Integrating Underground Space into the Groundscape Resilience Concept. Sustainability. 2023. Vol. 15, No. 12. P. 1–20.
22. Ediale B. Y., Seidu R. D., Thayaparan M., Appiah-Kubi J. Modular Construction Innovation in the UK: The Case of Residential Buildings. Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management. Dubai, UAE: IEOM Society International, 2020. P. 806–816.
23. Gehl J. Life Between Buildings: Using Public Space. Island Press, 2011. 208 p.
24. Jing W., Zhang C., Zhou C. Non-autoregressive Transformer with Fine-grained Optimization for User-specified Indoor Layout. arXiv. 2023. arXiv:2305.04435. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0952197624001829> (дата звернення: 16.10.2025).
25. Labs K. W. The Architectural Use of Underground Space. Illinois Institute of Technology, Chicago. Prepared for the U.S. Department of Housing and Urban Development. Washington: National Technical Information Service, 1970. 106 p.
26. Labs K. The Architectural Underground. Underground Space. 1976. Vol. 1. P. 135–156.
27. Lan D., Chen K., Xu Z. Underground Parking Layout Generation Based on the WaveFunctionCollapse Algorithm. Buildings. 2023. Vol. 13, No. 11. Article 2898.

28. Lee M.-Ch., Bapat M. Second Life of Great American Parking Garages: Exploring the Potential of Adaptive Reuse of Urban Parking Structures in the American Cities. City and Territory in the Globalization Age: Conference Proceedings. Valencia: Universitat Politècnica de València, 2017. P. 823–831. URL: https://www.researchgate.net/publication/326153568_Second_life_of_great_American_parking_garages_Exploring_the_potential_of_adaptive_reuse_of_urban_parking_structures_in_the_American_cities (дата звернення: 03.12.2025).
29. Marino F. P. R., Lembo F. Artificiality and Naturalness: Semi-underground Houses and Their Role in the Construction of a Sustainable Urban Landscape. Journal of Civil Engineering and Architecture. 2022. Vol. 16, No. 7. P. 331–343.
30. Mora T. Transforming Parking Garages into Affordable Housing: Undergraduate Honors Thesis. University of Arkansas, Fayetteville. Fayetteville: ScholarWorks@UARK, 2019. 29 p. URL: <https://scholarworks.uark.edu/archuht/36> (дата звернення: 20.11.2025).
31. Nezhnikova E. The Use of Underground City Space for the Construction of Civil Residential Buildings. Procedia Engineering. 2016. URL: https://www.researchgate.net/publication/311941566_The_Use_of_Underground_City_Space_for_the_Construction_of_Civil_Residential_Buildings (дата звернення: 05.12.2025).
32. Omićević N. et al. Integrating Underground Space into the Groundscape: Design for Resilience. Buildings. 2024. URL: <https://www.mdpi.com/2075-5309/14/8/2406> (дата звернення: 05.12.2025).
33. Pan W., Gibb A., Dainty A. Innovative Prefabricated Modular Structures: An Overview and Life Cycle Energy Analysis. Sustainable Cities and Society. 2012. Vol. 2, Issue 3. P. 69–78.

34. Parking by Design. Urban Land Institute. Washington, D.C.: Urban Land Institute, 1983. 94 p.
35. Rizal S., Yoke-Loong J., Wu J. Characteristics of Modular Construction: Meeting the Needs of Sustainability and Innovation. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2022. Vol. 1102, No. 1.
36. Rosenthal S., Gray E. Increasing Affordable Housing Stock Through Modular Building. Center for American Progress, 2022. URL: <https://www.americanprogress.org/article/increasing-affordable-housing-stock-through-modular-building/> (дата звернення: 16.10.2025).
37. Sardroud J. M., Azizi A., Heyrani R. Developing a BIM Single Source of Truth Prototype Using Blockchain Technology. Journal of Construction Engineering and Management (ASCE). 2023.
38. Sterling R. L. Minimizing Problems and Maximizing Benefits from Underground Space Use. Underground Space. 2025. Vol. 23. P. 3–22.
39. Ukrainian Smart Territories. Стратегічні проєкти в Україні: інфраструктура, архітектура, середовище. – Київ: UST, 2023. – 52 с.
40. Underground Spaces as Part of Sustainable Urban Development – Functional and Spatial Analysis. URL: https://www.researchgate.net/publication/392577546_Underground_Spaces_as_Part_of_Sustainable_Urban_Development_-_Functional_and_Spatial_Analysis (дата звернення: 05.12.2025).
41. Yao Q. et al. Underground Spaces as Part of Sustainable Urban Development. Buildings. 2025.
42. Zakrewsky B. Retrofitting Parking Structures into Residential Using Modular Units. Housing Technology. 2022. No. 1. URL: <https://www.housingtechnology.com/retrofitting-parking-structures-into-residential-using-modular-units/> (дата звернення: 16.10.2025).

43. Zhang C., Jing W., Zhou C. Non-autoregressive Transformer with Fine-grained Optimization for User-specified Indoor Layout. arXiv. 2023.

Структура задатка

Визуальное описание

Матрица функциональных зон

Зона	Функциональное назначение	Плотность застройки	Высота этажности	Тип застройки
Жилая	Жилая застройка	0,8-1,2	4-6	Многоэтажная
Общественная	Общественные здания	0,4-0,6	3-4	Многоэтажная
Специальная	Специальные здания	0,2-0,4	2-3	Многоэтажная

Универсальный почтовый ящик

Универсальный почтовый ящик	Универсальный почтовый ящик	Универсальный почтовый ящик	Универсальный почтовый ящик	Универсальный почтовый ящик
1. Универсальный почтовый ящик	2. Универсальный почтовый ящик	3. Универсальный почтовый ящик	4. Универсальный почтовый ящик	5. Универсальный почтовый ящик

МАГИСТЕРСКАЯ РАБОТА

Университетская архитектурно-строительная организация «ИТМО»

