

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Київський національний університет будівництва і архітектури

Р.М. Тригуб

ПІДЗЕМНА УРБАНІСТИКА

*Конспект лекцій
для студентів спеціальності
192 «Будівництво та цивільна інженерія»,
які навчаються за ОПП та ОНП «Міське будівництво
та господарство» другого (магістерського) рівня вищої освіти*

Київ 2022

УДК 711.1
Т67

Рецензент М.М. Осетрін, канд. техн. наук, професор

*Затверджено на засіданні науково-методичної ради
Київського національного університету будівництва і
архітектури, протокол № 8 від 23 квітня 2021 року.*

Тригуб Р.М.

Т67 Підземна урбаністика: конспект лекцій / Р.М. Тригуб. – Київ:
КНУБА, 2022. – 144 с.

Розглянуто містобудівні основи формування підземних просторів, проаналізовано досвід в цьому напрямі, виявлено проблеми галузі.

Призначено для студентів спеціальностей 192 «Будівництво та цивільна інженерія», які навчаються за ОПП та ОНП «Міське будівництво та господарство» другого (магістерського) рівня вищої освіти.

УДК 711.1

© Р.М. Тригуб, 2022

© КНУБА 2022

ЗМІСТ

Вступ	4
Змістовий модуль 1. Аналіз та оцінка, організація та функціонування міського підземного простору	6
<i>Лекція 1. Сучасний досвід великих міст у використанні підземних територіальних резервів для покращення якості міського середовища</i>	<i>6</i>
<i>Лекція 2. Підземні міста</i>	<i>12</i>
<i>Лекція 3. Вирішення проблеми зберігання автомобільного транспорт з використанням підземного простору</i>	<i>15</i>
<i>Лекція 4. Тенденції містобудівної політики освоєння підземного простору в містах України</i>	<i>19</i>
<i>Лекція 5. Наукові основи підземної урбаністики</i>	<i>30</i>
<i>Лекція 6. Типологія та класифікація функціональних зон підземної частини міста</i>	<i>33</i>
Змістовий модуль 2. Теоретичні основи та підходи до проєктування і будівництва об'єктів підземної інфраструктури	41
<i>Лекція 7. Формування підземних зон міста</i>	<i>41</i>
<i>Лекція 8. Облаштування комунікацій у підземному просторі</i>	<i>51</i>
<i>Лекція 9. Методологічні основи виявлення території міста з дефіцитом громадської функції</i>	<i>61</i>
<i>Лекція 10. Питання доцільного розміщення підземних об'єктів і раціонального використання методів та їх спорудження за сучасними технологіями</i>	<i>91</i>
<i>Лекція 11. Методологія територіального планування підземного простору</i>	<i>111</i>
<i>Лекція 12. Фактори, що впливають на комплексне освоєння підземного простору</i>	<i>121</i>
Теми розрахунково-графічних робіт	135
Теми рефератів	136
Список літератури	141

Вступ

У конспекті з дисципліни «Підземна урбаністика» приділено увагу таким питанням, як територіальне зонування підземної частини міста, формування класифікації зон підземного простору, виявлення територій з дефіцитом тих чи інших функцій, збереження образу міста та введення об'єктів, яких в містах функціонально не вистачає.

Ці та інші важливі питання мають велике значення у підготовці фахівців містобудівної галузі, тому що проблеми, які вирішуються в містах, стосуються не тільки сфери будівництва, а й усіх сфер життєдіяльності людини (правові відносини, соціологічний аспект, фінансові й економічні важелі впливу на містобудівну сферу тощо).

У процесі навчання студенти повинні засвоїти методи вирішення всіх питань в комплексі. Майбутні фахівці мають бездоганно орієнтуватися у виявленні потреб міста та знаходити шляхи їх задоволення.

Вивчення курсу «Підземної урбаністики» серед інших дисциплін дасть майбутнім фахівцям змогу системно підходити до вирішення комплексних проблем у місті, зокрема завдяки використанню підземного простору.

Студент повинен *знати*:

- базові категорії та поняття дисципліни «Підземна урбаністика»;
- теоретичні та організаційні основи формування підземної інфраструктури;
- загальні засади організації та здійснення будівництва підземних споруд у сучасних містах;
- нормативне і правове забезпечення в галузі містобудування з урахуванням підземних споруд;
- особливості фінансування підземних споруд.

Студент повинен *вміти*:

- володіти інструментарієм організації, оцінювання та діагностики інфраструктурного комплексу території;
- застосовувати здобуті в процесі навчання знання та практичні навички дослідження для організації підземної інфраструктури міста, використовуючи вітчизняний та зарубіжний досвід;

- ухвалювати ефективні рішення в галузі організації та функціонування суб'єктів господарювання, розміщених у підземній частині;
- аналізувати та критично оцінювати досвід вирішення містобудівних задач, брати участь в містобудівних дослідницьких роботах;
- розв'язувати різні ситуаційні завдання з проблем організації та функціонування міських підземних територій;
- володіти методами оцінювання містобудівних проєктів, зокрема розділів комплексного освоєння підземного простору; прийомами містобудівної реконструкції зон з особливими умовами використання, територій об'єктів культурної спадщини і цінної забудови.

Змістовий модуль 1. АНАЛІЗ, ОЦІНКА, ОРГАНІЗАЦІЯ ТА ФУНКЦІОНУВАННЯ МІСЬКОГО ПІДЗЕМНОГО ПРОСТОРУ

Лекція 1. Сучасний досвід великих міст у використанні підземних територіальних резервів для покращення якості міського середовища

Зміна функцій міських територій з використанням підземного простору. Світовий досвід використання підземного простору.

У сучасному глобальному світі з притаманною йому глобалізацією економіки зростає роль великих міст. Центрами сучасного світу стають не держави і країни, а «глобальні міста» – міста з багатомільйонним населенням, в яких зосереджено фінансові та політичні функції.

Містобудівна практика розвинених країн світу наочно демонструє, що одним з найбільш ефективних шляхів вирішення територіальних, отже, і транспортних проблем великих міст, особливо тих, що утворилися на місці історичних поселень, є комплексне освоєння підземного простору. Як правило, освоєння підземного простору у великих містах є метою формування комфортного середовища життєдіяльності людини.

На сьогоднішній день підземне будівництво ведеться у всіх великих містах, об'єкти будують безсистемно та не взаємопов'язано. Планування підземних територій має стати невід'ємною частиною містобудівного процесу.

Досі в жодному чинному документі з територіального планування в Україні немає перспективного функціонального зонування території міста нижче від рівня землі, як і немає ніяких інших документів про плани з її освоєння. У той же час ведеться будівництво безлічі підземних об'єктів різного призначення, у зв'язку з чим регулювання раціонального використання підземного простору у великих українських містах здійснюється неефективно. Підземні споруди належать різним відомствам й організаціям, інформація про них не узагальнена. Тобто в наш час підземні території освоюються методом точкової забудови.

Основною причиною окресленої ситуації з регулюванням раціонального використання міського підземного простору з цивільною

метою є недостатня методологічна забезпеченість містобудівної діяльності. Виконані дослідження у сфері оцінювання природних ресурсів, господарської діяльності та її екологічних наслідків недостатньою мірою відображають особливості використання міського підземного простору.

У професійній будівельній літературі описано чимало окремих підземних споруд і комплексів. Однак в містобудівних документах трапляються хіба що слушні тези про необхідність комплексного підходу до планування території нижче від рівня землі і зовсім не згадано про будь-які методики і науково обґрунтовані методи.

Людство накопичило значний досвід будівництва підземних споруд. Загалом спектр напрямів використання міського підземного простору практично необмежений. Найбільш розвиненим є будівництво споруд такого призначення: інженерно-транспортні (пішохідні і транспортні тунелі, автомобільні стоянки та гаражі, приміщення вокзалів та ін.); сфери обслуговування (магазини, кафе, кінотеатри, виставкові зали, книгосховища, архіви, холодильники, овочесховища тощо); промислового призначення й енергетики (окремі цехи, лабораторії, котельні, теплові станції та ін.); інженерні мережі та споруди (газо- і трубопроводи, бойлерні, калориферні, трансформаторні і газорозподільні станції та ін.); об'єкти цивільної оборони.

У фаховій літературі багато уваги приділено номенклатурі підземних об'єктів, що важливо для складання будівельної документації. Однак в містобудівній теорії і практиці, оснований на законодавстві, у всіх розвинених країнах світу, починаючи з кінця XIX ст., основним механізмом планування території є її поділ на зони. Зонування виконують з визначенням функції кожної зони і накладенням обмежень. Українські фахівці використовують поняття «функціональна зона» і «територіальна зона» як основний елемент містобудівного планування території.

Для формування типології підземних функціональних зон міста слід дослідити ситуацію, номенклатуру підземних об'єктів й об'єднати в групи зі схожою функцією. Далі з укрупнених типів функціональних зон виділити класи, сформувавши класифікацію підземних територіальних зон.

Типологія об'єктів, розміщених нижче від рівня землі, починається з поділу на цивільні і військові (оборонні). У конспекті лекцій

висвітлено цивільні цілі, тоді як об'єкти військового призначення не розглядаються, за винятком об'єктів, які пристосовують під цивільні цілі, й об'єктів подвійного призначення. До підземних об'єктів подвійного призначення належать цивільні об'єкти, які можна використовувати для цілей цивільної оборони в надзвичайних ситуаціях.

На відміну від поділу земель на категорії (функціональне зонування), спрямованого на обмеження на використання територій, наприклад, лісфонду або сільського господарства, територіальне зонування регламентує розвиток населеного пункту.

Функціональне зонування визначається генеральним планом розвитку міста, тоді як територіальне зонування формується в правилах землекористування і забудови.

Сучасні світові тенденції містобудівної політики свідчать про те, що міське середовище повинно бути соціально спрямованим. Місто – це перш за все люди, тому міські території повинні бути комфортними для містян і задовольняти всі запити жителів. У той же час за ринкової економіки неможливо планувати розвиток підземного простору тільки за кошти бюджету міста. Для втілення великомасштабних проєктів потрібно залучати приватні інвестиції, отже, проєкт повинен бути інвестиційно привабливим.

Вивчаючи світовий досвід, виділяючи в ньому позитивні приклади, перш ніж рекомендувати застосовувати їх на практиці в Україні, слід розглянути специфіку нашої країни.

Процеси урбанізації, що відбуваються в сучасному світі, призводять до збільшення густоти населення і щільності забудови міст. Дедалі більша густота населення потребує більшої площі, займаної транспортною інфраструктурою і громадськими просторами. Території сучасних міст забудовували протягом століть, вільних територій майже не залишилося. Дефіцит територій для розвитку транспорту і громадських просторів призводить до погіршення якості міського середовища. Єдина можливість розвитку транспортної інфраструктури та громадських просторів – це використання підземного простору.

Весь сучасний світовий досвід з розвитку міських функцій і підвищення якості міського середовища завдяки використанню підземного простору принципово можна розділити на два варіанти. У першому варіанті під землею розвивають транспортні шляхи, а в другому формують громадські простори на основі пішохідної

інфраструктури. Окремо треба виділити автомобільні стоянки, оскільки їх можна створювати як частину підземної автодороги і як частину громадського простору.

Останні світові тенденції свідчать про використання підземного простору вже не тільки для кількісного розвитку міських функцій, а й для поліпшення якості міського середовища. Зокрема, широкі автодорожні магістралі, що розрізають місто і погіршують екологію, прибирають під землю, а на їхньому місці влаштовують парки.

Унікальний досвід Мадрида полягає у формуванні міського парку на місці магістральної автомобільної дороги. Ресурсом для розвитку території слугує підземний простір. Проект називається MadridRio, він охоплює території траси М30, що проходить по берегах річки Мансанарес. До середини 70-х років минулого століття для вирішення транспортних проблем, спричинених бурхливою автомобілізацією, була побудована кільцева автомагістраль М30. Одну з ділянок магістралі прокладено на обох берегах річки Мансанарес, що протікає в західній частині міста. Багатосмугова автодорога мала розвантажити центр міста від автомобілів і поліпшити транспортну ситуацію в столиці Іспанії. Однак цього не сталося: транспортний попит перевищив пропускну спроможність магістралі, внаслідок чого почали утворюватися дорожні затори. Не можна не відзначити, що будівництво автомагістралі спричинило й негативні ефекти для міського середовища, дорога порушила цілісність міського простору і погіршила екологічну ситуацію в дельті річки.

Наприкінці минулого століття влада і люди в європейських містах вже прийшли до усвідомлення того, що зручне для життя місто не може бути орієнтоване на індивідуальний автотранспорт. Повсюди починають розвивати громадський транспорт й упорядковувати міське середовище для пішоходів. Треба відзначити й таку особливість європейських міст: населення не має другого, заміського житла (дачі), тому у вихідні дні відвідує зони рекреації неподалік будинку. Виняток становить Англія, де в деяких верств населення є друге, заміське житло. Зміна пріоритетів містобудівної політики і потреба в громадських місцях зумовили програму перебудови міської транспортної інфраструктури Мадрида. Частиною цієї програми, реалізованої від початку 2000-х років, є глобальна реконструкція дороги М30. Перш за все реконструкція торкнулася західної ділянки шосе, що проходить по берегах річки

Мансанарес. Першим кроком було розроблення концепції переміщення шосе на цій ділянці під землю з подальшим благоустроєм звільненого простору і прилеглих територій.

Роботи з реалізації проєкту почалися в 2003 році.

За словами Еміліо Мартінеса, містяни з розумінням поставилися до тимчасових незручностей, оскільки про очікуваний результат був докладно проінформований кожний житель Мадрида. Містяни схвалили концепцію, основу на розвитку різноманітних зелених просторів у поєднанні з розвитком мережі пішохідних маршрутів, реконструкцією історичних об'єктів, перетворенням наявних і будівництвом нових мостів через річку. Більш того, в розробленні концепції парку брали участь діти та молодь Мадрида, які пропонували свої ідеї в межах спеціального конкурсу.

Важливо відзначити: для того, щоби прибрати під землю 10 км автомагістралі, потрібно прорити 40 км тунелів з урахуванням прямого і зворотного ходу і всіх прилягань, у зв'язку з чим на реалізацію проєкту знадобився досить тривалий час.

Повністю роботи над проєктом завершилися в 2013 році. Реконструкції зазнали значні території – понад 650 га в шести округах Мадрида: Монклоа, Центр, Аргансуела, Латина, Карабанчель і Усера. Крім благоустрою місцевості були реконструйовані старі бійні і фруктовий ринок, оновлено фасади житлових будинків.

На звільнених від автомагістралі територіях створили великий сосновий парк; понад 30 км велосипедних шляхів; 11 нових ігрових майданчиків; шість спеціалізованих територій для літніх людей, 42 км доріг для пішоходів і людей, що займаються бігом; 14 кортів для занять великим тенісом; стіна для скелелазіння ROC30 з різними рівнями складності; дві спеціальні території для ковзанярів і скейтбордистів; два футбольних поля зі штучним покриттям для гри по сім чоловік і одне поле для гри по 11 чоловік; три поля для гри в баскетбол і футбольний зал; спортивний причал для веслярів і каноїстів, які можуть тренуватися на обводненій річці; навіть піщаний пляж зі зволожувачами, парасольками.

З метою підвищення пов'язаності території міста були побудовані додаткові пішохідні мости через річку, а мости, що збереглися, пристосували для більш комфортного руху пішоходів і велосипедистів.

У 50-х роках минулого століття в місті Бостон, штат Массачусетс, стикнулися зі значними транспортними проблемами. З метою збільшення пропускної спроможності вулично-дорожньої мережі міста в самому центрі була побудована автомагістраль, що повністю проходить естакадою. Магістраль складалася з шістьох смуг, по ній щодня рухалося 230 тисяч автомобілів. Для її будівництва понад 20 тис. містян були виселені зі своїх будинків. Однак транспортні проблеми це не вирішило – дорожні затори тривали до 14 годин на добу. Важко оцінити рівень погіршення екології Бостона після введення магістралі в експлуатацію.

У 1960 році містобудівниками був запропонований проєкт «Великий тунель», частиною якого стало переміщення автомагістралі на підземний рівень і продовження її до аеропорту. За проєктом підземний варіант на дві смуги є ширшим за надземний. Фінансування проєкт отримав тільки через 16 років. У 1976 році почалося проєктування і будівництво. За час втілення проєкту будівельники стикнулися з безліччю проблем і декількома аваріями. За всі роки на будівництво витрачено

14,4 млрд доларів.

У результаті в місті зафіксовано істотне поліпшення екологічної ситуації, зокрема рівень чадного газу в повітрі знизився на 12 відсотків.

Вивільнені території віддали під громадські функції, переважно пов'язані з відпочинком жителів. Зокрема, 161 га площі перетворили в гольф-клуб. Будівництво тривало до 2003 року, тобто більш як 27 років. Зате нині в центрі Бостона розкинувся великий парк.

У місті Сіетл в 2001 році землетрус пошкодив естакаду шосе «Аляска».

Міська влада планувала відновити естакаду, проте пізніше було ухвалене рішення щодо будівництва тунелю. В результаті чотирисмуговий тунель замінив естакаду, а на поверхні землі побудували парк. Таким чином, міська територія уздовж затоки Елліот стала єдиною з усім містом за допомогою нового пішохідного простору.

Збільшення інтенсивності транспортних потоків істотно ускладнює організацію пішохідного руху: зростає небезпека нещасних випадків, відбувається звуження пішохідних зон і подовження підземних переходів, збільшується забруднення повітря. Всі ці проблеми вирішує освоєння підземного простору: там, де це можливо, опускають

транспорт під землю, щоби пішоходи знову отримали місце на поверхні; в інших випадках пішоходам доводиться «пірнати» під землю, іноді навіть багаторазово на відносно коротких ділянках шляху.

Лекція 2. Підземні міста

Сучасний зарубіжний досвід великих міст світу у використанні підземних територіальних резервів для покращення якості міського середовища. Сучасний вітчизняний досвід використання підземних територіальних резервів для покращення якості міського середовища.

Ряд міст світу використовує підземний простір для розвитку громадських територій в комфортному середовищі зі штучним кліматом. Особливо інтенсивно розвивають підземні пішохідні території міста в несприятливому кліматі, наприклад Монреаль, Амстердам, Торонто, Токіо, Ганновер, Сінгапур тощо, де переважає або занадто холодна, або занадто спекотна погода і випадає велика кількість опадів.

У 1955 році у Відні був відкритий перший у Європі підземний пішохідний перехід, який не тільки дав змогу просторово розділити пішохідний й автомобільний рух, а й набув певного суспільного значення, оскільки в ньому розмістилися магазини, ресторани і кафе та інші соціально значущі об'єкти.

Але в середині ХХ ст. віденський досвід – це радше виняток, ніж правило. Перші підземні пішохідні переходи вирішували переважно тільки одне завдання, розділяючи потоки автотранспорту і пішоходів. Найбільш поширеним видом підземних пішохідних переходів є споруди лінійного типу.

Наступний крок на шляху розвитку громадських підземних просторів – розгалужений підземний перехід, який не тільки з'єднує дві протилежні сторони, але і забезпечує безперешкодний рух пішоходів в чотирьох головних напрямках в місці перетину магістральних вулиць.

Потім в підземних пішохідних переходах почали розміщувати невеликі магазини і кіоски, головним чином газетні та тютюнові. Звідси залишився тільки крок до заздалегідь запроєктованих торговельних рядів, до активного розміщення в підземних переходах підприємств

громадського харчування та інших торговельних організацій. Все це привело до збільшення площі підземних переходів й утворення їх розвинених систем.

Останнім часом в прогресивних країнах Сходу і Заходу використовують підземний простір для створення комфортного, екологічно чистого і безпечного середовища для руху пішоходів і навіть для організації дозвілля людей. У всьому світі сучасні підземні пішохідні переходи розростаються в підземні пішохідні зони, стають багатофункціональними. Разом з функцією руху торгівля також є певною підставою для їх створення й експлуатації, сприяючи загальній економії капітальних витрат.

Трансформація підземних переходів-коридорів в розвинені багатофункціональні підземні вулиці є наочним показником просторового розвитку міст. Освоєння територій, нижчих від рівня землі, створює нові можливості, без яких є нереальними завдання зі збереження і модернізації історично сформованих районів старих міст, а також задоволення нових, сучасних потреб, що швидко зростають.

Одним з яскравих прикладів перетворення пішохідних зон в підземне місто є Монреаль (Le Montreal souterrain), відоме також під назвою RESO. Це внутрішня пішохідна мережа протяжністю майже 32 км, що зв'язує 10 станцій метро, дві залізничні станції, дві автобусних термінали і 62 будівлі. Туди можна потрапити через 155 входів, розміщених на рівні вулиць, якими щодня користуються понад 500 000 чоловік.

Другий у світі за величиною підземний комплекс «РАТН» створено також в Канаді, в місті Торонто. Він з'єднує безліч офісних і торгових приміщень.

Підземне будівництво в Торонто розпочалося в 1900 році. Основний розвиток комплексу відбувся у 70 – 80-х роках минулого століття. У 1987-му підземне місто прийняло перших відвідувачів. Нині місто відвідують не менш ніж 100 тис. чоловік на день.

Загальна площа комплексу – 371 600 м², що дає змогу називати його підземним містом. Сумарна довжина пішохідних шляхів становить не менш як 28 км, з'єднаних між собою 60 підземними перехрестями. Підземне місто має 12 рівнів, з поверхні доступ організовано 125 входами / виходами. Місто занесене в Книгу рекордів Гіннеса, оскільки це найбільша унікальна і масштабна підземна споруда

громадського призначення. Систему формують п'ять станцій метрополітену, залізничний термінал і зв'язок з 50 великими будинками і великою кількістю автомобільних паркінгів. В комплексі розміщено близько півтори тисячі магазинів, два великих супермаркети, офіси, відділення банків, салони краси, шість готелів, зони відпочинку з парками і цілий ряд інших соціальних об'єктів.

Досвід експлуатації підземного міста виявився позитивним, тож планується подальший розвиток цього об'єкта.

Дефіцит території для розвитку столиці Нідерландів пропонується вирішити шляхом формування мініміста в підземному просторі. Проєкт дістав назву AMFORA. Це аббревіатура, яку адаптивно можна розшифрувати як «Альтернативний багатофункціональний підземний простір Амстердама». Ідею, що виникла в 2008 році, нині активно обговорюють в професійних колах і з жителями міста. Розпочато проєктні роботи в 2018 році.

Проєкт підземного міста вирішує просторові і транспортні проблеми Амстердама завдяки будівництву 50 км тунелів під каналами в центральній частині міста. З'їжджаючи з амстердамської кільцевої дороги A10 в бік центру, всі автомобілі будуть потрапляти в тунель, і подальший рух буде організований нижче від рівня землі. Жителі і гості міста діставатимуться центру Амстердама під землею.

Наведений приклад характерний тим, що, на відміну від Бостона і Мадрида, нідерландські містобудівники планують не тільки перемістити автомобільні дороги під землю, а й організовують в підземному просторі пішохідні дороги і громадські об'єкти. Зокрема, в підземному просторі центру Амстердама планується розмістити паркінги, кінотеатри, супермаркети, басейни, спортивні споруди та інші об'єкти, які не потребують денного світла.

Заплановане підземне місто буде розташовуватися під каналами, точно повторюючи їх контури. Таке планування дає змогу не зачіпати фундаменти будівель, інженерних комунікацій, уже наявних підземних об'єктів і розміщувати споруди в технічно і юридично вільному просторі. Крім того, повторення структури звичних городянам каналів спростить пішоходам орієнтування.

Таким чином, Амстердам використовує підземний простір для руху пішоходів і будівництва загальноміських спортивних та інших об'єктів, території для яких недостатньо на поверхні землі в центральній

частині міста. Не можна не відзначити, що високий рівень ґрунтових вод в Амстердамі зумовлює потребу в складних інженерно-технічних рішеннях проєкту і може призвести до здорожчання на етапі будівництва.

Лекція 3. Вирішення проблеми зберігання автомобільного транспорту з використанням підземного простору

Аналіз стану зберігання автомобільного транспорту в містах. Умови зберігання автомобільного транспорту біля будинків з поверховістю 12 і більше поверхів.

У наш час через підвищення рівня автомобілізації в сучасних містах від 350 до 800 машин на 1 000 жителів, розміщення автотранспорту та його зберігання потребує набагато більше територій, ніж будь-яка інша міська функція. В середньому кожен автомобіль проїжджає за день не більш як 20 км по місту і залишається без руху 23 години. Кожен автомобіль займає два місця: біля місця роботи або магазину і біля будинку, кожне з яких потребує не менш ніж 25 м². Стрімкий розвиток автомобілізації в поєднанні з дефіцитом вільних територій в містах призвело до необхідності розміщувати автотранспорт на зберігання в кількох рівнях, зокрема й у підземному просторі.

Залежно від поверховості гаража і його розміщення відносно поверхні землі, заощаджується площа наземних територій, яка припадає на одне машино-місце. Так, за організації зберігання автотранспорту в одному рівні на одне машино-місце потрібно 25 м² міських територій, у разі будівництва триповерхового наземного гаража кожен автомобіль займає 10 м² міських земель, а в разі будівництва підземного гаража на одну машину потрібно менш як метр території міста.

У 1941 р. в Сан-Франциско був побудований перший підземний гараж громадського користування. Поступово обсяги будівництва підземних стоянок збільшувалися. Це пов'язано з необхідністю звільнити міські вулиці від припаркованих автомобілів. Оскільки у великих містах більшість вулиць стала «парковкою», це ускладнювало пішохідний й автомобільний рух.

Наприклад, у Парижі восьму частину вулично-дорожньої мережі історично сформованого міста загальною довжиною 1 200 км (без

передмістя) в 1964 р займали припарковані автомобілі. Вони заповнили не тільки частину доріг, а й тротуари. Винятком не стали навіть тротуари Єлисейських Полів.

Генеральний план будівництва підземних стоянок у Парижі був розроблений в 1953 р. науковою і координаційною радою з підземної урбаністики. Згідно з проєктом було заплановане створення 41 підземної стоянки, що мали виконувати найрізноманітніші завдання: збереження міського вигляду, захист навколишнього середовища і практичні інтереси автомобілістів.

Паризькі підземні гаражі за територіальним розміщенням поділяються на три групи.

Паркінги, побудовані для обслуговування центральних районів. Для них характерні часта зміна автомобілів і нетривалий час для зупинок, тому виїзди і в'їзди мають велику пропускну здатність.

Гараж-стоянка типу «парк енд райд» (P + R) під землею. Обслуговує переважно службовий транспорт і покупців, розрахований на зберігання автомобілів на половину дня або на весь день.

Автостоянки в житлових кварталах, передусім в старих, де раніше не будували гаражів.

Крім цих типів підземних стоянок і гаражів в містах розвинених країн світу давно поширені паркінги, суміщені з метро або конструктивно пов'язані з ними. Подібні споруди успішно функціонують зазвичай на платній основі в багатьох європейських містах, зокрема і в не дуже великих, таких як Брюссель, Прага, Більбао та ін.

Будівництво метрополітену або автомобільних тунелів відкритим способом й особливості поздовжніх профілів часто пов'язані з вимушеним створенням просторів над спорудами, які можуть бути використані для найрізноманітніших цілей. Наприклад, у Брюсселі свідомо був створений простір над лініями метро з таким розрахунком, щоб ним користувалися не довільно, а за заздалегідь обумовленим призначенням, переважно для влаштування в них підземних гаражів.

У житлових будинках в більшості розвинених країн автостоянки будують найчастіше на рівні перших поверхів, а в багатьох випадках і під землею. І тільки в Азії поширені наземні гаражі, що займають перші 5-7 поверхів житлових будинків. Таке розміщення гаражів звичайно є дешевшим за підземне, але істотно псує вигляд міста.

Великі установи з обслуговування населення й об'єкти масового тяжіння не можуть успішно експлуатуватися без стоянок достатньої місткості, які в багатьох щільно забудованих районах міст все частіше розміщують під землею. Найчастіше власник торгового центру обирає варіант розміщення стоянки під землею не так заради ощадливого використання простору, як для створення комфортних, незалежних від погоди умов для відвідувачів [9].

Для зручності застосування у містобудівній практиці показник густоти населення, за яким ще можна організувати зберігання автотранспорту на поверхні землі, був зведений до поверховості забудови. Усереднений показник – шість поверхів. Тобто в разі зведення будівель заввишки понад шість поверхів зберігання автотранспорту на житлових територіях можна організувати тільки на декількох рівнях, зокрема використовуючи підземний простір.

Наприклад, у разі забудови мікрорайону житловими будинками заввишки від шести до 12 поверхів, за двоповерхового планування гаража можна розмістити весь автотранспорт під прибудинковою територією. У цьому випадку площа гаража в плані буде удвічі перевищувати площу кожного будинку [10].

У табл. 1 та 2 наведено оптимальні варіанти організації зберігання автотранспорту залежно від щільності забудови і рівня житла. Показники розділені за поверховістю на дві групи.

Таблиця 1

**Класифікація місць зберігання легкового автотранспорту
відносно поверхні землі в разі забудови до 12 поверхів**

Категорія житла, машино-місць на квартиру постій- ного (тимчасово- вого) зберігання	Група щільності забудови			
	А – дуже щільна (до 40 м ² /чол)	В – щільна (від 40 до 100 м ² /чол)	З – помірно щільна (від 100 до 500 м ² /чол)	Д – невисока щільність (понад 500 м ² /чол)
Висококомфортне (Елітне) 3 (0,75)	*	Підземне, пере- важно механізо- ване	Підземне, час- тина гостьових наземне	Гостьові парковки відкриті, гаражі напів- підземні і підземні
Престижне (бізнес-класу) 1,5 (0,63)	Підземне, переважно механізоване	Підземне, части- на гостьових відкрите	Гостьові стоян- ки відкриті, га- ражі напівпід- земні і підземні	Відкриті і в окремо розміщених багато- поверхових гаражах
Масове (економ- класу) 1,2 (0,24)	Підземне, час- тина гостьових відкритих	Гостьові стоян- ки відкриті, га- ражі напівпід- земні і підземні	Відкриті і в багатоповерхов их гаражах	Відкриті автостоянки

Соціальне (муніципальне житло) 0,8 (0,16)	Гостьові парковки відкриті, гаражі напівпідземні і багатоповерхові	Відкриті і в багатоповерхових гаражах, частина напівпідземні	Відкриті і в окремо розміщених одно- і багатоповерхових гаражах	Те саме
Спеціалізоване 1 (0,25)	Гостьові парковки відкриті, гаражі напівпідземні і підземні	Те саме	Відкриті і в багатоповерхових гаражах	-
* Варіант житлової забудови, за якого проблема зберігання автотранспорту не вирішується				

Таблиця 2

**Класифікація місць зберігання легкового автотранспорту
щодо поверхні землі стосовно забудови заввишки 12-22 поверхи**

Категорія житла / групи щільності забудови	А — дуже щільна (до 40 м ² / чол)	В — щільна (від 40 до 100 м ² / чол)
Висококомфортне (елітне) 3 (0,75)	*	*
Престижне (бізнес-класу) 1,5 (0,63)	*	Підземне, переважно механізоване
Масове (економ-класу) 1,2 (0,24)	підземне	Підземне, частина гостьових — відкрита
Соціальне (муніципальне житло) 0,8 (0,16)	Гостьові парковки відкриті, гаражі напівпідземні і багатоповерхові	Відкриті і в багатоповерхових гаражах, частина напівпідземна
Спеціалізоване 1 (0,25)	Те саме	Те саме
* Варіант житлової забудови, при якому проблема зберігання автотранспорту не наважується		

Практично будь-яка міська забудова понад шість поверхів потребує будівництва підземного гаража. У разі небажання забудовника визнати цю закономірність припаркованим автомобілям доведеться зайняти територію, призначену для інших функцій міського середовища. Найчастіше страждають пішохідні шляхи й озеленені ділянки.

Наочним прикладом може слугувати будь-яке українське місто.

Лекція 4. Тенденції містобудівної політики освоєння підземного простору в містах України

Тенденції містобудівної політики з питань освоєння підземного простору на прикладі Києва. Тенденції містобудівної політики з питань освоєння підземного простору на прикладі інших великих міст України.

Розвиток мегаполісів у теперішній час за щільної міської забудови та гострого дефіциту вільних територій для будівництва є неможливим без освоєння підземного простору. Зарубіжний досвід свідчить, що для забезпечення стійкої рівноваги і комфортного проживання в мегаполісі частка підземних споруд від загальної площі об'єктів, які вводять в експлуатацію, повинна становити 20...25%. Нині ця цифра не перевищує 8%, у Києві – не більше 6%.

Тимчасом під землею можна розміщувати близько 70% всіх гаражів, 80% складських приміщень, 50 % архівів і сховищ і 30% об'єктів сфери послуг. Провідні фахівці відзначають, що інтенсивне освоєння підземного простору буде основною тенденцією в ХХІ сторіччі за перенаселення великих міст і потреби у створенні нового середовища існування людей. Виник навіть спеціальний термін, який підкреслює масштабність підземного будівництва, – підземна урбаністика.

Раніше, коли йшлося про підземні міські об'єкти, мали на увазі метро, тепер мова про створення багатофункціональних підземних комплексів, що охоплюють паркінги, торгові комплекси, кінотеатри, розважальні центри, SPA салони, об'єкти адміністративного призначення, спортивні та культурні споруди, готелі й офіси, підприємства побутового обслуговування, комунікації всіх видів (транспорт, енергопостачання, каналізація).

У виробничих комплексах також є багато (майже 15% основної площі) підсобних і допоміжних приміщень, які доцільно розміщувати в підвальних поверхах або в заглиблених спорудах.

У нинішній час у великих містах Японії, Китаю, Англії, Італії, Франції, Швеції, Норвегії, США та інших країн підземний простір інтенсивно розвивається і вже накопичено значний досвід будівництва підземних об'єктів.

Складні проблеми міст на сучасному етапі можуть бути вирішені завдяки створенню багаторівневих і багатофункціональних об'єктів з

максимальним розвитком по вертикалі, з комплексним використанням підземного простору відповідно до генерального плану розвитку міста. Одночасно намічається зміна загальної стратегії містобудування: на заміну централізованої схеми забудови з найвищою щільністю в центрі міста пропонується основну частину обсягу багатоповерхового наземного будівництва розосередити в передмісті. Це дасть змогу зберегти центральну зону з густим озелененням і розвинутою підземною інфраструктурою транспортного та службового призначення як культурно-історичну. За такої концепції будівництва особливо актуальною стає проблема системного підходу до освоєння підземного простору на глибині 50...100 м.

Тому розглядають в перспективі розподіл міських підземних споруд за чотирма рівнями глибини:

- 4-й рівень (передповерхневий 0-10 м) – установи, магазини, культурнодозвільні центри та ін., що постійно експлуатується великою масою людей;

- 3-й рівень (10-30 м) – транспортні тунелі, автостоянки, склади і т. ін., що використовувані необмежено великою кількістю людей короткочасно;

- 2-й рівень (30-50 м) – підприємства промисловості й енергетики з постійною присутністю обмеженої кількості кваліфікованого персоналу;

- 1-й рівень (найбільш глибоко розміщений – 50-100 м) – інженерні комунікації, експлуатовані без постійної присутності людини.

З метою аналізу формування і розвитку підземного будівництва в містах України доцільно простежити тенденції в містобудуванні щодо поверхні землі за останні 100 років,

На початку ХХ ст. не було технологій підземного будівництва, тому що густота населення і щільність забудови давали змогу розмістити засоби реалізації всіх потреб міських жителів на поверхні землі, внаслідок чого міста розвивалися в одному рівні.

У ті часи міське населення було настільки незначним, що всі види транспорту поміщалися на одному рівні і ще залишалося місце для громадських просторів.

В історичному процесі урбанізації і розвитку великих міст України в ХХ ст. можна виділити кілька основних етапів.

1) Перший етап охоплює період від початку століття, роки індустріалізації, колективізації в СРСР, а також відновлення та реконструкції народного господарства в повоєнний час і триває аж до середини 1960-х років. Містобудівна ситуація в той період характеризується зруйнованими містами після революції і декількох воєн. Унікальність цього етапу розвитку міст полягає в тому, що містобудівникам часто доводилося починати, що називається, з чистого аркуша. Цей період вирізняє стрімка концентрація виробництва у великих містах, створення маси нових міст в регіонах інтенсивного освоєння.

У цей період містобудівна політика проводиться в інтересах держави загалом, а не кожної людини окремо, у зв'язку з чим перевагу віддано всім видам виробництва, видобутку корисних копалин і народному господарству.

Кількість міст і міські території зростають досить великими темпами. На першому етапі радянського містобудування, в період інтенсивної індустріалізації, велике значення мають місця прикладання праці, і місто сприймається як виробничо-господарський комбінат з налагодженими зв'язками між житлом і промисловістю. Тому його планувальна структура оптимізується з огляду на мінімізацію трудових переміщень.

Відповідно до містобудівної політики тих років підземні простори освоювалися для організації швидкісних транспортних зв'язків з метою скорочення часу на дорогу від дому до роботи. У СРСР, зокрема у Києві, будують лінії метрополітену.

Хронологія розвитку Київського метрополітену

Наводимо деталізовану хронологію будівництва, проєктування метро та технологічних введень.

1936. Київрадою розглянуто роботу Є. Папазова «Проєкт Київського метрополітену».

1946. Початок проєктно-пошукових робіт.

1949—1960. Заснування Київметробуду. Спорудження Київського метрополітену.

6 листопада 1960. Відкрито першу чергу Святошино-Броварської лінії завдовжки 5,2 км (станції «Вокзальна», «Університет», «Хрещатик», «Арсенальна», «Дніпро»).

1963. Ділянка «Вокзальна» – «Завод «Більшовик» (дві станції); другий вихід на станції «Хрещатик».

1965. Ділянка «Дніпро» – «Дарниця» (три станції), міст через Дніпро, електродепо «Дарниця»).

1968. Ділянка «Дарниця» – «Комсомольська» (одна станція).

1971. Ділянка «Завод «Більшовик» – «Святошине» (три станції).

23 серпня 1972. На станції «Арсенальна» був відмічений мільярдний пасажир – робітник заводу «Арсенал» В. Голіков. Пасажир прийняв поздоровлення від головного інженера метро Р. Заграничного й отримав безплатний річний проїзний квиток.

1976. Ділянка «Площа Калініна» – «Червона площа» (три станції).

1977. Київському метрополітену було надане ім'я В. І. Леніна. Станцію «Площа Калініна» перейменовано у «Площу Жовтневої революції».

1979. Ділянка «Комсомольська» – «Піонерська» (одна станція).

1980. Ділянка «Червона площа» – «Проспект Корнійчука» (три станції).

1981. Ділянка «Площа Жовтневої революції» – «Республіканський стадіон» (дві станції).

1982. Ділянка «Проспект Корнійчука» – «Героїв Дніпра».

1984. Ділянка «Республіканський стадіон» – «Либідська» (дві станції).

1985. Введено в експлуатацію завод з ремонту рухомого складу ОМ-2.

1986. Другий перехід «Хрещатик» – «Площа Жовтневої революції».

1986. Реконструкція колійного розгалуження ст. «Дарниця».

1987. Другий вихід на станції «Гідропарк».

1987. Станція «Ленінська» між станціями «Університет» і «Хрещатик» (одна станція).

1988. Електродепо «Оболонь».

1989. Споруджено ділянку «Золоті Ворота» – «Мечникова» (три станції).

1989. Станцію «Червона площа» Куренівсько-Червоноармійської лінії перейменовано у «Контрактову площу».

1991. Ділянка «Мечникова» – «Видубичі» (дві станції).

1992. Ділянка «Видубичі» – «Осокорки» (дві станції, міст через Дніпро).

1993. Перейменовано такі станції:
«Ленінську» Святошинсько-Броварської лінії на «Театральну»;
«Комсомольську» Святошинсько-Броварської лінії на «Чернігівську»;
«Піонерську» Святошинсько-Броварської лінії на «Лісову»;
«Жовтневу» Святошинсько-Броварської лінії на «Берестейську»;
«Завод «Більшовик» Святошинсько-Броварської лінії на «Шулявську»;
«Святошино» Святошинсько-Броварської лінії на «Святошин»;
«Проспект Корнійчука» Куренівсько-Червоноармійської лінії на «Оболонь»;
«Площу Жовтневої революції» Куренівсько-Червоноармійської лінії на «Майдан незалежності»;
«Червоноармійську» Куренівсько-Червоноармійської лінії на «Палац «Україна»»;
«Дзержинську» Куренівсько-Червоноармійської лінії на «Либідську»;
«Мечникова» Сирецько-Печерської лінії на «Кловську».

1994. Ділянка «Осокорки» – «Харківська» (дві станції).

1996. Ділянка «Золоті Ворота» – «Лук'янівська» (одна станція).

1997. Станція «Печерська» між станціями «Кловська» і «Дружби народів».

2000. Ділянка «Лук'янівська» – «Дорогожичі» (одна станція).

2003. Ділянка «Святошин» – «Академмістечко» (дві станції).

2004. Ділянка «Дорогожичі» – «Сирець» (одна станція).

2005. Ділянка «Харківська» – «Бориспільська» (одна станція), другий вихід на станції «Лісова».

2006. Станція «Вирлиця» між ст. «Харківська» та ст. «Бориспільська», другий вихід на станції «Дарниця».

23 серпня 2007. Електродепо «Харківське» (ТЧ-3) на Сирецько-Печерській лінії.

2008. Ділянка «Бориспільська» – «Червоний Хутір» (одна станція).

2010. Ділянка «Либідська» – «Васильківська» (три станції).

2011. Відкрито станцію «Виставковий центр».

2012. Відкрито станцію «Іподром».

2013. Відкрито станцію «Теремки».

2018. Перейменовано Куренівсько-Червоноармійську лінію в Оболонсько-Теремківську. Перейменовано станцію «Петрівка» Куренівсько-Червоноармійської лінії у «Почайну» Оболонсько-Теремківської лінії.

Процес перейменування станцій київського метрополітену не завершено.

Відлуння війни формували потребу вирішувати завдання оборонного характеру, на що також були спрямовані і містобудівні методи. Підземний простір відіграє особливу роль у реалізації військових цілей. На початку радянського періоду під землею будували бомбосховища, підземні секретні об'єкти і комунікації. Навіть метро проектували насамперед як укриття, а транспортна функція була вторинною, у зв'язку з чим перші станції і гілки були заглиблені більше, ніж потрібно для зручності пасажирів.

У період хрущовської «відлиги» було розгорнуте масове житлове будівництво. В цей час містобудівна політика не має чітко вираженої мети, крім збільшення обсягів будівництва. Повсюди спостерігається ущільнення міського середовища в забудованій частині міста та масштабне будівництво нових житлових районів на периферії. Розвиток нових периферійних територій спричинило формування нових інтенсивних транспортних зв'язків. Згодом це призвело до концентрації транспортних потоків, в основному поки що пішохідних, і потоків громадського транспорту. Зростання навантаження на транспортні шляхи зумовило необхідність поділу потоку пішоходів і автотранспорту. На цьому етапі починається освоєння підземного простору для зручності та безпеки пішоходів й автомобілів. З'являються перші підземні пішохідні переходи та автомобільні тунелі. Перший автомобільний тунель в СРСР був споруджений в Москві на Кутузовському проспекті в 1959 році.

Подальше будівництво підземних пішохідних переходів у СРСР було пов'язане з розвитком метрополітену

У 1960 рр. будівництво підземних пішохідних переходів стало масовим. Підземні пішохідні переходи побудовано у Харкові, Ташкенті, Тбілісі та інших містах СРСР. У першому київському підземному переході, відкритому в 1964 році, розмістили кафе і газетні кіоски.

2) З середини 1960-х починається другий етап, який характеризується поступовим переходом від екстенсивних форм управління розвитком системи міського розселення до інтенсивних. Цей перехід був зумовлений виснаженням ресурсів, потрібних для екстенсивного розміщення виробництва, розселення жителів, розвитку інфраструктури.

У цей період будували такі підземні об'єкти:

- 1) залізничні тунелі;
- 2) метрополітени;
- 3) автодорожні тунелі;
- 4) гідротехнічні тунелі гідроелектричних станцій і водогосподарських комплексів;
- 5) тунелі інженерних комунікаційних систем міст і підприємств;
- 6) підземні споруди спеціального призначення;
- 7) підземні споруди для цілей науки;
- 8) підземні склади;
- 9) підземні споруди оборонного призначення.

Загалом у період застою проведено величезне за масштабами житлове і дорожнє будівництво, побут людей в місті в основному вийшов на сучасний рівень. У цей період були зроблені великі капіталовкладення в гарантоване життєзабезпечення на довгу перспективу: створені єдині енергетичні та транспортні системи.

3) Від початку 1990-х років можна виділити третій (пострадянський) етап урбанізації. Соціально-економічні та політичні зміни в українському суспільстві спричинили значні корективи у розвитку міст. В Україні розвивається ринкова економіка. Основні зміни в розвитку міст після 1990-х років зумовлені ціною на землю. Серед проявів таких корективів можна назвати суттєве уповільнення динаміки зростання великих міст.

У цей період містобудівна політика має чітко виражену інвестиційну спрямованість.

Як на поверхні, так і під землею розгортається інвестиційний бум, який призводить до точкового освоєння наземного і підземного просторів з метою реалізації конкретного проєкту. Наприклад, починаючи з 90-х років минулого століття внаслідок «точкової» забудови в Києві, особливо в центральній частині, різко підвищилося містобудівне навантаження на територію, зникло багато площ і відкритих просторів. У всіх містах України житлове будівництво велося без урахування транспортного навантаження на вулично-дорожню мережу і з дуже високою щільністю. Під землею у великих містах України, крім незначного обсягу будівництва метрополітенів, в цей період будували гаражі, які обслуговують житлові та громадські будівлі.

Усе це призвело до відчутної нестачі транспортної та соціальної інфраструктур. Дефіцит територій стає все гострішим, а через збільшення населення великих міст все більше ускладнюються внутрішньоміські пересування.

У зв'язку з інтенсивним розвитком нових форм трудової діяльності і розширенням сфер обслуговування населення в Україні різко зросла інтенсивність пасажиро- і вантажопотоків та виникла потреба в будівництві об'єктів соціальної інфраструктури. У великих містах особливо гостро відчувається брак площ для постійного і тимчасового розміщення парку легкових і малотоннажних вантажних автомобілів, що лавиноподібно зростає. Це призводить до захоплення і без того недостатньої кількості смуг руху міських вулиць під стоянки та істотно знижує їх пропускну здатність.

Унаслідок тривалої практики екстенсивного освоєння територій під нову житлово-громадянську точкову забудову практично не залишилося земель, сприятливих для подальшого територіального розвитку міст, через що міста активно почали розвиватися під землею. Дефіцит території в поєднанні зі зростанням культурно-побутових потреб містян призводить до необхідності інтенсивного розвитку підземних територій.

Очевидно, що тенденції зростання міст нижче рівня землі збережуться в найближчому майбутньому.

Останніми десятиліттями у великих містах України спостерігається зростання обсягів і масштабів підземного будівництва. Триває будівництво великих підземних комплексів різного призначення, транспортних та комунікаційних тунелів, підземних стоянок та гаражів, виробничих та складських приміщень, зростає протяжність ліній метрополітену.

Проте в обсягах підземного будівництва Київ поки що відстає від багатьох великих міст світу. Київські лінії метрополітену давно вичерпали запас провізної здатності.

Понад 50% транспортних автомобільних тунелів Києва перевантажено. Забезпеченість підземними пішохідними переходами столиці становить 30 - 40% (наведені дані характеризують ситуацію кінця 2010-х рр.).

Слід зазначити брак системного підходу України у сфері освоєння підземного простору через ігнорування в містобудівній документації

цього питання. Для грамотного містобудівного планування, розрахованого на кілька десятиліть наперед, слід сформулювати теорію містобудівного зонування підземного простору й впровадити її в практику розроблення містобудівної документації.

Роль підземної урбанізації в Україні поки що недооцінена, зокрема в тому, що стосується проєктування нових міських районів і міст. Тимчасом розвинена підземна інфраструктура, розміщення під землею споруд, що не потребують денного світла, здатна разом з іншими чинниками досягти максимальної щільності міської забудови, зберігши при цьому високу якість навколишнього середовища.

Ведучи мову про масштабне освоєння підземного простору, треба наголосити, що будівництво різноманітних об'єктів нижче за рівень землі не призведе до позбавлення людей денного світла, а навпаки, звільнить територію на поверхні землі для створення парків, скверів та інших центрів відпочинку.

До теперішнього часу науковими, проєктними та будівельними організаціями вже накопичено великий досвід успішної реалізації навіть найскладніших проєктів підземного будівництва. Створено нові прогресивні конструктивні і технологічні вирішення підземних споруд, зокрема для захисту навколишньої забудови; розроблено методи розрахунку та чисельного моделювання поведінки зведеного підземного об'єкта, на об'єкти в зоні його впливу, методи і засоби моніторингу. Головне питання, яке стоїть перед містобудівниками в процесі планування комплексного освоєння підземного простору великих міст, це питання доцільного розміщення підземних об'єктів і найбільш раціонального застосування тих методів і засобів їх зведення, які допускають сучасні технології. Тому великого значення набуває науковий супровід довгострокового планування використання міського підземного ресурсу.

За своїм призначенням підземні споруди в межах міста поділяються таким чином. Максимального поширення набули автомобільні стоянки і технічні приміщення. На другому місці – розвантажувальні двори і склади, торгові підприємства (дрібні магазини, рідше супермаркети), підприємства громадського харчування. Особливе значення мають пішохідні зв'язки з громадським транспортом (переважно метро). Є варіанти розташування в підземному просторі видовищних, соціально-побутових й адміністративних установ. У будь-

якому разі призначення підземних споруд визначається їх розміщенням в структурі мегаполісу. У центральній зоні міста переважають багатофункціональні підземні комплекси. У міру віддалення від центру і в периферійній зоні будують переважно транспортні технічні підземні споруди (автостоянки, колектори інженерних комунікацій, склади) [3].

У наш час у Києві збільшуються обсяги будівництва підземних гаражів й автостоянок.

Побудовано або спроектовано ряд багатофункціональних і громадсько-торгових комплексів з підземною частиною. В основному вони концентруються в центральній зоні міста і характеризуються поліфункціональністю. Середина міста характеризується меншим використанням підземного простору, а для периферійної зони притаманне його часткове використання, що має характер підземної монофункціональності [4].

Коефіцієнт використання підземного простору становить від 4% до 88% (у середньому близько 30%) і збільшується від периферії до центру. У планувальному відношенні підземні комплекси розміщуються під міськими площами, транспортними магістралями або їх перехрестям.

На всій підземній території міста розмістилося тільки кілька торгових центрів, а решта об'єктів – це паркінги, метро й автодорожні тунелі.

З огляду на дефіцит вільних територій як на поверхні, так і нижче рівня землі і весь спектр міських проблем, про що йшлося раніше, у великих містах України видається доцільним перехід від будівництва систем окремих пішохідних тунелів до створення взаємопов'язаних пішохідних вулиць і зон – тобто створення цілих підземних пішохідних просторів і взаємопов'язаних систем обслуговування. Комплексне використання підземного будівництва потрібно здійснювати в усіх функціональних зонах міст. Ступінь і характер освоєння підземного простору тієї чи іншої території міста слід диференціювати. Розвиток багатофункціональних громадських підземних просторів дасть змогу розв'язати не тільки транспортні проблеми територій міст, а й удосконалювати та оновлювати міське середовище. Розміщення підприємств сфери обслуговування нижче від рівня землі покриє їх дефіцит.

На жаль, основною тенденцією підземного розвитку Києва в найближчі роки стане точкове будівництво автостоянок і небагатьох

інших об'єктів, оскільки в чинному Генеральному плані міста немає системного планування підземних територій [6].

Освоєння підземного простору розвивається і в інших великих містах України.

Освоєння підземного простору потребує залучення значних коштів, тому в містобудівних планах і планах фінансування підземного будівництва має бути передбачена раціональна черговість і комплексність заходів з введення підземних об'єктів в експлуатацію з огляду на інтеграцію муніципальних і приватних інтересів.

В усіх містах України містобудівна політика має ще й інвестиційну спрямованість, що відображається в точковому освоєнні підземного простору.

Очевидно, що настав час формування нової містобудівної політики, і тенденції до цього вже простежуються у всіх великих містах України.

Загальнодержавні проблеми (порушення територіальної цілісності країни, зміна соціально-економічних умов, екологія, енергозабезпечення тощо), зумовлюють формування нової моделі архітектурно-просторової організації середовища проживання людини. Виникає потреба в перегляді застарілої практики забудови міст, яка надзвичайно слабо адаптована до нових вимог щодо посилення соціальних аспектів міського розвитку на тлі демократизації суспільства в умовах здійснення реформ.

Таким чином, в новому столітті в усьому світі, а тепер і в Україні містобудівна політика є соціально спрямованою. Для всіх уже очевидно, що конкурентоспроможне місто має бути комфортним і зручним для життя. Отже, і використання підземного простору має бути спрямоване на підвищення комфортності міського середовища, тобто треба розставити відповідні пріоритети у функціональному зонуванні підземного простору.

Сучасна ринкова економіка – це соціально орієнтована економіка. Держава не тільки доповнює і коригує дії на ринку, а і є найважливішим механізмом, що забезпечує соціальну спрямованість розвитку ринкової економіки.

Місто – це люди, і сучасне завдання містобудівників полягає у формуванні комфортного і зручного для людей міського простору. Аналізуючи містобудівні тенденції, які вже намітились в Україні, можна

зауважити, що вони починають змінюватися від інвестиційно спрямованих до соціально спрямованих.

У зв'язку з цим потрібно визначити соціально спрямовані методи освоєння підземного простору для всіх цільових груп населення міста.

Соціальне планування – це новий і найбільш прогресивний підхід до вирішення містобудівних завдань, характерний для демократичних держав. Соціально кероване планування виходить з цілісного погляду на суспільство і людину і відмовляється від поділу на «економічну», «фізичну» і «соціальну» частини. Соціальне планування реєструє і регулює наявні конфлікти і зіткнення інтересів у суспільстві, а також висвітлює питання функціонального розподілу території. Соціально кероване планування починається не з того, що на планах розміщують об'єкти того або іншого призначення з прив'язкою до місцевості, а з того, що визначають соціальні проблеми, які потрібно розв'язати, і потреби, які треба задовольнити ще до того, як альтернативи планів наберуть якихось форм. Лише після цього розробляють конкретні плани об'єктів і територій, які пристосовують до потреб і можливостей людей. Отже, під час формування міських планів з освоєння підземного простору і розробленні генерального плану міста першочергове питання повинно полягати в тому, якої функції і на якій території потребує велика кількість містян.

Лекція 5. Наукові основи підземної урбаністики

Думки науковців та провідних спеціалістів з містобудування щодо розвитку підземної урбаністики. Практичне використання наукових праць з урбаністики в Україні.

Українським урбаністам й архітекторам в їх, поки що теоретичних, вишукуваннях треба схилитися не до окремих об'єктів, розміщених нижче від рівня землі, а до комплексних підземних міст.

Рекомендації фахівців не містять вимог до оформлення, масштабу і детальності розробки містобудівного плану, тобто має бути розроблений містобудівний план і схеми. Очевидно, схеми повинні бути

достатньо детальні і розроблені тематично на все місто або на окремі його частини. У документах також має бути зазначена необхідність «проводити різноманітне проєктування» з використанням багатокритеріальних оцінок альтернативних рішень, які повинні відображати:

- характер наявної і проєктованої забудови;
- архітектурно-стильові характеристики будівель;
- особливості конструктивних схем проєктованих підземних споруд і технології виробництва робіт для їх втілення;
- будівельні й експлуатаційні витрати та їх співвідношення.

Треба розробити плани та навчальні посібники, у яких буде детально висвітлено питання вирішення транспортних проблем завдяки використанню території нижче від рівня землі як для зберігання, так і для руху різних транспортних засобів; наведено зарубіжні приклади транспортно-пересадкових вузлів. У літературі має бути висвітлене питання прокладання інженерних комунікацій, а також проєктно-експериментальні пропозиції щодо формування багатофункціональних комплексів в міських центрах Києва та інших міст України. За узагальненим досвідом можна констатувати, що підземний простір сприймається як технічний поверх для інженерних і транспортних комунікацій, лише для машин і техніки, але аж ніяк не для людей. А якщо і для людей, то тільки на випадок надзвичайних ситуацій або потреб цивільної оборони.

Слід досить широко висвітлити юридичні питання, пов'язані з надрокористуванням, зокрема, практику нормативно-правового регулювання підземного будівництва в Україні. Докладно описати геологічну різноманітність й особливості ґрунтів, викласти адміністративно-управлінський досвід з підземного містооблаштування. Описати унікальні для нашої країни спроби створити тривимірну модель підземної частини території Києва, скориставшись зарубіжним досвідом комплексного освоєння підземного простору, зокрема «Мастерпланом» м. Гельсінкі.

З викладеного можна дійти загального висновку: досі з усього, що написано українськими вченими, зрозуміло, що уявлення про комплексне освоєння підземного простору зводяться до збільшення площі підземного об'єкта. Багато хто говорить про потребу в спеціалізованому розділі містобудівної документації з питань

підземного простору, але ніхто не запропонував жодної методики розроблення таких документів.

Якщо на початку ХХІ ст. вартість проєктів підземного будівництва, як і раніше, в кілька разів перевищувала номінальну вартість проєктів наземних, то нині завдяки вдосконаленню технології підземних робіт, з одного боку, а також збільшенню витрат на придбання земельної ділянки та її редевелопмент, з другого боку, привели до того, що вартість проєктів підземного і наземного будівництва вирівнюється, особливо у великих містах.

Треба визначити й обґрунтувати функціонально-типологічну ефективність організації багатофункціональних підземних просторів у місцях перетинів вулично-дорожньої мережі, разом з пішохідними переходами з пристроями для доступу людей з інвалідністю та маломобільних груп населення. Потрібно сформуванати основні методологічні підходи до визначення меж об'єктів капітального будівництва в підземному просторі шляхом послідовного аналізу передумов й обмежень. Так буде зроблений перший крок на шляху формування теорії перспективного функціонального зонування підземного простору великих міст.

Теоретичних підходів до виявлення потреби у формуванні багатофункціонального підземного простору немає, у зв'язку з чим для виконання конкретної проєктної задачі слід спочатку визначити загальні методичні підходи до виявлення потреби в розміщенні об'єктів багатофункціонального громадського простору в підземній частині сучасних міст. Як методичні підходи застосовують пофакторний багатокритерійний аналіз, комплексну оцінку передумов й обмежень і порівняльний аналіз економічної ефективності варіантів. Далі треба сформуванати методологію виявлення зон розміщення об'єктів багатофункціонального громадського простору як частини транспортної системи під час функціонального зонування підземної території великих міст. Наступним кроком треба визначити методику виявлення потреби в розвитку підземного простору громадської багатофункціональної зони для безперешкодного комфортного руху пішоходів на найбільш популярних маршрутах. Методика полягає в чіткому наборі критеріїв, які слід проаналізувати на різному масштабі, серед них передумови й обмеження як умовні, так і безумовні. Така методика – це покрокова інструкція для містобудівників, планувальників, що розробляють

документи територіального планування, в завдання яких входить планування підземного простору міста або його частини.

Лекція 6. Типологія та класифікація функціональних зон підземної частини міста

Формування типології підземних функціональних зон міста, зокрема на прикладі Києва. Виявлення допоміжних функцій підземних зон міста.

Вивчення прикладів типології і номенклатури підземних споруд, що трапляються у фаховій літературі, дасть уявлення про підземні об'єкти, які можна розмістити нижче від рівня землі. У деяких джерелах наведено й класифікацію підземних об'єктів.

Пропонується номенклатура і перелік основних видів об'єктів міських підземних споруд, імовірно придатних для розміщення нижче від рівня поверхні землі:

- інженерно-транспортні споруди (автотранспортні і пішохідні тунелі; підземні ділянки шляхів рейкового транспорту – метрополітену, мініметро, швидкісного трамвая; автомобільні стоянки та гаражі, приміщення автобусних і залізничних вокзалів та ін.);
- підприємства торгівлі та громадського харчування (торгові центри і зали; магазини різного профілю і кіоски; допоміжні приміщення кафе, їдалень, ресторанів та ін.);
- адміністративні, видовищні і спортивні споруди (конференц-зали, архіви, виставкові і концертні зали, кінотеатри, спортивні зали, плавальні басейни, ковзанки зі штучним льодом тощо);
- підприємства комунально-побутового обслуговування і зв'язку (ремонтні майстерні, хімчистки, пральні, лазні, перукарні, поштові та телеграфні відділення, автоматичні телефонні станції та ін.);

- об'єкти складського господарства (продуктові і промтоварні склади, овочесховища, холодильники, резервуари для рідин і газів, склади пально-мастильних матеріалів та ін.);

- об'єкти промислового призначення й енергетики, в яких потрібен ретельний захист від пилу, вібрацій, перепадів температури та інших зовнішніх впливів;

- споруди та мережі інженерного обладнання (мережі водопроводу і каналізації, електро- та газопостачання, теплові мережі, котельні, насосні станції та резервуари, загальні прохідні колектори, трансформаторні станції, газорозподільні станції та ін.).

Підземні споруди та їх комплекси, залежно від призначення, зв'язків з навколишньою забудовою й архітектурно-просторовими формами, можуть бути поділені на такі види:

- монофункціональні і багатофункціональні;
- розміщені окремо і вбудовані або прибудовані до будівель і споруд;

- дрібного (на відмітках до -15 м від рівня поверхні землі) і глибокого (нижче -15 м) закладення;

- однорівневі і багаторівневі.

У навчально-методичних посібниках також розглядалося питання типології та класифікації підземних споруд [9].

В опублікованих джерелах наведено класифікацію підземних споруд:

- транспортні (пішохідні, автотранспортні і залізничні тунелі, метрополітени, автостоянки тощо);
- промислові (корпуси первинного дроблення руди, скіпові ями доменних цехів, підземні частини бункерних естакад, установок грануляції шлаків, безперервного розливання стали та ін.);
- енергетичні (підземні комплекси ГЕС, ГІДЕС і АЕС, шинні і кабельні тунелі і шахти, енергетичні водоводи, низові басейни ГІДЕС та ін.); сховища (нафти і газу, шкідливих і радіоактивних відходів, холодильники);
- громадські (підприємства комунально-побутового обслуговування, торгівлі та громадського харчування, складські, спортивні та видовищні споруди тощо);
- інженерні (тунелі і колектори тепло-, газо-, електромереж і водопроводу, бензопроводи між автозаправними станціями, очисні,

перекачувальні і водозабірні споруди та ін.); спеціального і наукового призначення (прискорювачі заряджених частинок, тунелі для аеродинамічних випробувань, підземні заводи, оборонні об'єкти, споруди цивільної оборони та ін.).

Крім того, в літературі наведено класифікацію підземних споруд за типами та функціональними ознаками, складену В.М. Мостковим в 1988 р.:

- тунель (залізничний, перегінний метрополітену, станційний метрополітену, ескалаторний метрополітену, автодорожній магістральний, автодорожній міський, пішохідний, судноплавний, підводний гідротехнічний, колекторний каналізаційний, колекторний інженерний та ін.);
- шахта (будівельна, вентиляційна, ліфтова, вантажна, кабельна, напірного трубопроводу, зрівняльного резервуара, затворна, трубопроводів, сховище, склад, дренажна);
- камера (машинного залу електростанції, трансформаторна, насосної станції, очисної станції, затворів, грабельного залу, транспортна, з'їздів, станцій метрополітену, пересадкової станції, водовідливу, електродепо електропоїздів, спортивних і видовищних споруд, сховищ, складів, резервуарів спеціального призначення);
- споруди котловану типу (підприємства культурно-побутового призначення, гаражі, автостоянки, багатофункціональні комплекси, пішохідні зали).

У навчальному посібнику Г.Е. Голубєва «Підземна урбаністика і місто» (2005 р.) також наведено класифікацію підземних об'єктів залежно від їх функціонального призначення:

- інженерно-транспортні споруди – пішохідні й автотранспортні тунелі, станції і вестибюлі метрополітену, швидкісного трамвая і міських ділянок залізних доріг, автостоянки та гаражі, транспортні агентства, деякі приміщення, обладнання вокзалів;
- підприємства торгівлі та громадського харчування – торговельні зали і допоміжні приміщення кафе, буфетів, їдальнь, закусочних і ресторанів, торгові кіоски, продовольчі і промтоварні магазини, окремі секції універсальних магазинів, торгових центрів і ринків;
- видовищні, адміністративні та спортивні будівлі і споруди – кінотеатри, виставкові та спортивні зали, окремі приміщення театрів і цирків, зали засідань і конференц-зали, книгосховища, архіви,

запасники музеїв, стрілецькі тири, зали ігрових автоматів, плавательні басейни та спортивні зали;

- об'єкти комунально-побутового обслуговування і складського господарства – приймальні пункти, ательє і фабрики побутового обслуговування, перукарні, лазні та душові, механічні пральні, продуктові і промтоварні склади, овочесховища, холодильники і морозильники, ломбарди, резервуари для рідин і газів, склади паливно-мастильних та інших матеріалів;
- об'єкти промислового призначення і енергетики – деякі лабораторії, цехи і виробництва, особливо ті, в яких потрібен ретельний захист від пилу, шуму, вібрації, зміни температури, інших зовнішніх впливів, тепло- та гідроелектростанції, промислові склади і сховища;
- мережі й об'єкти інженерного обладнання – трубопроводи водопостачання, каналізації, тепло- і газопостачання, водостоки і зливостоки, кабелі різного призначення, загальні суміщені і прохідні колектори підземних мереж, трансформаторні підстанції, вентиляційні камери, бойлерні та котельні, газорозподільні станції, очисні і водозабірні споруди.

Беручи до уваги наукові напрацювання, можна рекомендувати виділення таких рівнів (ярусів) глибин підземного простору з погляду доцільності переважного розміщення в них основних міських підземних будівель і споруд (зверху вниз):

- перший рівень (предповерхневий, на відмітках, не глибших за 6 м): пішохідні зони тяжіють до установ, магазинів та підсобних приміщень;
- другий рівень (орієнтовно до глибини 15 м): транспортно-пересадкові вузли, гаражі та автостоянки, великі підсобно-складські приміщення, розвантажувальні двори, службові комунікації та ін. споруди;
- третій рівень (орієнтовно до глибини 50 м): транспортні тунелі і станції метро глибокого закладання;
- четвертий рівень (на максимально можливій глибині): інженерні та деякі енергетичні та інші комунікації (зокрема спеціального призначення).

У межах виконання науково-дослідної роботи з визначення й обґрунтування функціонально-типологічної ефективності організації багатофункціональних підземних просторів в місцях перетину вулично-дорожньої мережі, що включають пішохідні переходи з пристроями для

доступу людей з інвалідністю та маломобільних груп населення силами колективу майстерні, що працює під керівництвом доктора наук О.С. Глозман, розроблено типологію підземних споруд, утворених на основі пішохідних переходів (табл. 3).

Підземні споруди можуть відрізнятися за функціональним призначенням. Можна виокремити такі:

Н-1 - Пішохідні – ділянки міського середовища з різним ступенем функціонального насичення, але з основним пріоритетом – забезпечення зручного, комфортного пішохідного сполучення.

Н-2 - Пішохідно-транспортні – транспортно-пересадкові вузли.

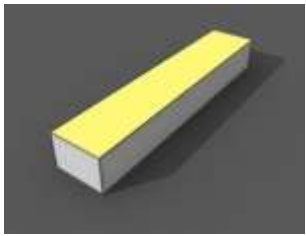
Н-3 - Паркувальні – забезпечення можливості паркування.

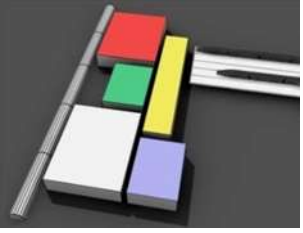
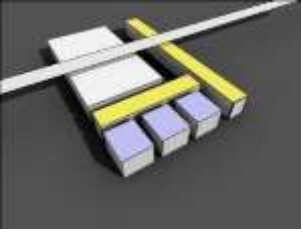
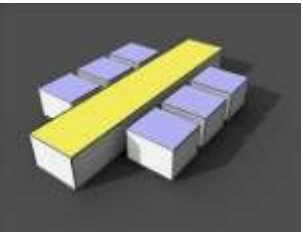
Н-4 - Соціальні (культурно-побутові) – в багатофункціональних підземних просторах розрізняють:

- підприємства торгівлі та громадського харчування (торгові центри і зали; магазини різного профілю і кіоски; допоміжні приміщення кафе, їдалень, ресторанів та ін.);
- адміністративні, видовищні і спортивні споруди (конференц-зали, архіви, бібліотеки, виставкові і концертні зали, кінотеатри, спортивні зали, плавальні басейни, ковзанки зі штучним льодом та ін.);
- підприємства комунально-побутового обслуговування і зв'язку (ательє ремонту, хімчистки, пральні, лазні, перукарні, поштові та телеграфні відділення, автоматичні телефонні станції та ін.);
- культурно-розважальні споруди, центри дозвілля і відпочинку, рекреаційні зони.

Таблиця 3

Типи підземних споруд, які обслуговують пішохідні потоки

Типи підземних споруд за функціональним призначенням			
1		Пішохідні	Н-1

2		Пішохідно-транспортні	Н-2
3		Паркувальні	Н-3
4		Соціальні (культурно-побутові)	Н-4

Узагальнюючи подану типологію об'єктів (рис. 1), розміщених нижче від рівня землі, можна дійти висновку про те, що вчені узагальнюють об'єкти за такими критеріями:

- функція;
- глибина закладення;
- монофункціональність і багатофункціональність;
- щодо наземної будови (окремо збудовані або вбудовані тощо);
- розмір (об'єм) споруди.



Рис. 1. Типологія підземних функціональних зон міста

З усіх наведених критеріїв для цілей містобудування важливим є тільки функціональне призначення. Отже, розглянемо номенклатуру підземних споруд, основу на функції тієї чи іншої споруди.

Узагальнюючи наукові знання з геоурбаністики щодо поділу підземних приміщень за функціональною ознакою, можна виділити такі групи: спеціального призначення (оборонні), промислові та наукові, багатофункціональні громадські, транспортні, інженерні.

З огляду на те, що територіальне планування визначають як планування розвитку територій, зокрема для встановлення функціональних зон, з метою планування розвитку підземних територій слід визначити перелік підземних функціональних зон.

Підземне функціональне зонування має ґрунтуватися на типології підземних зон, тому типологія підземних територій повинна бути пов'язана з наземним функціональним зонуванням. Далі наведено огляд сформованої практики наземного зонування, яка має бути закріплена на законодавчому рівні країни.

Функціональне зонування території визначається генеральними планами розвитку міста. До функціональних зон на поверхні землі можуть належати такі: суспільно-ділові, житлові, рекреаційні, виробничі і комунальні, зони інженерної та транспортної інфраструктур, сільсько-господарського використання, приміські та інші функціональні зони.

Для функціонального зонування підземної території міста вважають за потрібне сформувані типологію, в подальшому кожен тип буде відповідним функціональній зоні міста.

У табл. 4 наведено результати порівняльного аналізу й узагальнення теоретичних основ підземного будівництва, а також зіставлення їх з функціональним зонуванням наземної частини міст.

Таблиця 4

Класифікація підземних зон

Групи підземних об'єктів	Функціональні зони поверхні	Підземні зони
Спеціального призначення (Оборонні)	Спеціального призначення	Спеціального призначення
Промислові та наукові	Виробнича і комунальна	Науково-виробнича
Громадські (соціальні)	Суспільно-ділова	Громадська
Транспортні та інженерні	Інженерної та транспортної інфраструктур	Інфраструктурна
-	Житлова	Допоміжна
-	Сільськогосподарського використання	Допоміжна
-	Приміська	-
-	Рекреаційна	-
Складські		Допоміжна

Це зумовлює потребу в поділі підземних зон міста за функціональним використанням на основні типи: громадська, інфраструктурна, науково-виробнича й один допоміжний тип. В окремий допоміжний тип виділені об'єкти складського призначення, зокрема об'єкти зберігання автотранспорту. Необхідність допоміжного типу визначається потребою в розміщенні складських і гаражних об'єктів на землях сільськогосподарського призначення та в житлових районах і в усіх трьох підземних зонах міста.

У результаті проведеного аналізу сформульовано типологію підземних зон міста, розподілених на чотири типи. Типологія, складена за функціональним призначенням підземної території, повинна бути

застосована під час розроблення містобудівної документації на етапі формування генеральних планів розвитку міст.

Запитання для самоперевірки

1. Як завдяки використанню підземного простору можуть змінюватися функції міських територій?
2. Наведіть історичні данні про використання підземного простору.
3. Що вам відомо про зарубіжний досвід великих міст з використання підземних територіальних резервів для покращення якості міського середовища?
4. Охарактеризуйте стан зберігання автомобільного транспорту в містах.
5. Охарактеризуйте умови зберігання автомобільного транспорту біля будинків з поверховістю від 12 і більше поверхів.
6. Охарактеризуйте тенденції містобудівної політики з питань освоєння підземного простору на прикладі Києва.
7. Що вам відомо про тенденції містобудівної політики з питань освоєння підземного простору у великих містах України?
8. Де і коли обговорювались теми підземної урбаністики? Праці яких авторів використано в Україні?
9. Що вам відомо про формування типології підземних функціональних зон міста (взагалі та на прикладі Києва)?
10. У чому полягають допоміжні функції підземних зон міста?

Змістовий модуль 2. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ТА ПІДХОДИ ДО ПРОЄКТУВАННЯ ТА БУДІВНИЦТВА ОБ'ЄКТІВ ПІДЗЕМНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

Лекція 7. Формування підземних зон міста

Класифікація підземної інфраструктури зони міста. Класифікація підземних громадських зон. Класифікації науково-промислових зон. Допоміжні функції підземних зон міста.

За сформульованою типологією необхідно скласти класифікацію з метою подальшого застосування у містобудівній практиці для визначення територіальних зон і режимів їх використання.

У чинному законодавстві України, зокрема в державних будівельних нормах і проєкті містобудівного кодексу, зазначено, що у складі територіальних зон можуть бути такі::

- житлові;
- громадсько-ділові;
- виробничі;
- зони інженерної та транспортної інфраструктур;
- зони сільськогосподарського використання;
- зони рекреаційного призначення;
- зони територій, що особливо охороняються;
- зони спеціального призначення;
- зони розміщення військових об'єктів;
- інші види територіальних зон.

Таким чином, склад функціональних і територіальних зон практично однаковий. Для кожної територіальної зони визначають відповідні параметри розвитку і накладають обмеження шляхом встановлення містобудівних регламентів. У містобудівній практиці ще нікому не вдалося точно співвіднести зони функціональні і територіальні. Як правило, територіальні зони є істотно меншими за функціональні, а їх призначення більш чітко визначене.

Далі наведено розподіл кожного типу підземних зон на відповідні класи.

Виняток становить функціональна підземна зона спеціального призначення.

Класифікація підземної інфраструктурної зони міста

Усю міську інфраструктуру традиційно поділяють на два класи: транспортний та інженерний. Для цілей планування підземної території міста доцільно зберегти класифікацію, описавши більш детально види споруд, що належать до транспортного або інженерного класу.

Основні об'єкти транспортної інфраструктури, розміщені під землею, – це тунелі всіх видів транспорту за винятком авіаційного, а також пішохідні шляхи. У сучасній містобудівній практиці все частіше трапляються випадки облаштування в підземному просторі транспортно-пересадкових вузлів всіх видів транспорту, зокрема й залізничні вокзали. Наводимо стислий огляд кожного виду підземної транспортної споруди.

Найбільш поширений вид транспортного класу – тунель. В тунелях організовують рух трамваїв, метрополітену, автомобілів, залізничних поїздів і пішоходів.

Перший автодорожній тунель був відкритий для руху автомобілів в 1927 році в Сполучених Штатах. Тепер майже у всіх великих містах світу експлуатують і будують нові транспортні тунелі. Розміщення під землею окремих ділянок найважливіших транспортних магістралей, що перетинають місто або його частину, сприяє розвантаженню вулично-дорожній мережі міста і зменшує час поїздки, що зрештою позитивно впливає на середню швидкість пересування і покращує впорядкованість міста загалом. Оскільки шкідливі викиди від автотранспорту проходять фільтрацію перед тим, як потрапити з тунелю в повітряний простір міста, зростає рівень захисту навколишнього середовища від забруднювачів повітря. Використання тунелів істотно знижує шумове навантаження на місто.

У Європі з метою ощадливого використання міських земель і підвищення якості міського середовища часто вдаються до будівництва тунелів, особливо у Франції, Іспанії та Німеччині.

Чисельність жителів Ніцци – менш ніж 400 тис. чоловік; її площа – близько 80 км², за світовими мірками місто не надто велике. Через нього проходить швидкісна міжнародна автомобільна дорога східно-західного напрямку, значну частину якої прокладено в тунелі. Також й інші магістральні дороги, що проходять по місту, частково прокладені нижче від рівня землі. Загальна протяжність тунелів у місті – не менш ніж 5 км. Аналогічне за чисельністю населення іспанське місто Більбао має

площу, трохи більшу за 40 км², при цьому на території міста функціонує не менш ніж 15 автодорожніх тунелів.

Найбільші міста, як у Європі, так і в Азії, без автомобільних тунелів не впоралися б із транспортними проблемами. Основні автомобільні підземні дороги Парижа: спарений тунель Сент-Клу є частиною міської автомобільної дороги, заглиблення якої було виправдано величезним перевантаженням вулично-дорожньої мережі в цій частині міста; дворівневий тунель Duplex A86 дав змогу зберегти архітектурний вигляд міста й охоронні природні території.

Найбільшу кількість тунелів на одиницю площі побудовано в Англії.

Значного поширення у світі набули й залізничні тунелі. Переважну частину залізничної мережі великих міст розвинених країн побудовано в минулому столітті. Зростання міст, підвищення щільності забудови і розвиток залізниць, зокрема прокладання додаткових шляхів, привели до того, що в більшості великих міст уже вичерпався територіальний резерв на поверхні землі. Територія, зайнята залізницею, заважає зростанню міста, а вже забудована територія в свою чергу гальмує розвиток самої залізниці. До необхідності розміщення окремих ділянок залізниць під землею вже прийшли в багатьох великих містах, таких як Берлін, Мюнхен, Токіо.

Одна з найбільш масштабних реконструкцій з подовженням підземної приміської залізниці і створенням нового підземного залізничного діаметра була здійснена в Мюнхені. Приміська залізнична мережа, що забезпечує маятниковий рух, складається з 12 ліній, які відходять від міста приблизно на відстань 40 км. Одна частина цієї мережі закінчувалася біля Головного, інша – біля Східного вокзалу. Об'єднання цих двох частин мережі було запропоноване в 1911 р., а реалізоване тільки в олімпійському 1972 році.

Завдяки тунельному залізничному діаметру між Головним і Східним вокзалами була створена єдина приміська мережа міста, одночасно до цієї мережі був під'єднаний центр міста. П'ятикілометровий підземний залізничний діаметр перетинається з лінією метро «Північ – Південь».

Окремо варто виділити значну споруду мюнхенської залізниці – підземну залізничну станцію «Карлсплац». У цій п'ятиповерховій

підземній споруді крім станції приміської залізниці є поверх для пішоходів і магазинів; два підземні поверхи – гаражі і склади магазинів.

Сучасні залізниці пов'язують всі великі міста в Європі і Азії. Допустимі ухили полотна дороги дуже незначні, не більш ніж 0,4% (для порівняння: автомобільні дороги будують з ухилом до 15%), у зв'язку з чим в гірській місцевості залізниці доводиться прокладати в тунелях. Наприклад, від Генуї до Ніцци, на ділянці протяжністю близько 200 км, збудовано понад 40 залізничних тунелів.

У світі налічується понад 40 наддовгих тунелів, найдовший в Японії – тунель Сейкан протяжністю майже 574 км. У поперечному перерізі тунель має 74 м², безпосередньо в ньому розміщено дві підземні станції.

Системи позавуличного міського громадського транспорту, як правило, прокладено в тунелях, в підземному просторі.

Громадський транспорт – явище відносно «молоде», перші маршрути з'явилися тільки в другій половині XVII ст. в Парижі. Про позавуличний (організований окремо від дороги) транспорт замислилися в наприкінці XIX ст., коли на дорогах стало занадто тісно. До того часу міста вже були щільно забудовані, і єдиним можливим варіантом організації роботи громадського транспорту стало будівництво лінії метро в підземному просторі. На сьогоднішній день міський позавуличний громадський транспорт представлений метрополітенем, трамваєм, легким рейковим транспортом (ЛРТ). Метрополітен – найпоширеніший і масштабний вид позавуличного швидкісного громадського транспорту. Системи метрополітенів у всіх країнах переважно будують в тунелях під землею за рідкісним винятком невеликих наземних ділянок. Для порівняльного аналізу найбільші системи метрополітену світу наведено в табл. 5.

Як видно з таблиці, у світі є 14 метрополітенів, прокладених у тунелях, протяжністю понад 100 км. Цікаво в цьому контексті відзначити, що московський метрополітен має одну з найменших щільностей станцій. Щільність станцій московського метрополітену порівнянна тільки з Лондоном, Пекіном і Шанхаєм. Щільність Київського метрополітену є ще нижчою. Важливо відзначити, що метрополітени Шанхая і Пекіна мають загальну довжину і кількість ліній більшу, ніж у Києві, отже, щільність ліній метрополітену на території міста є вищою, що покриває «дефіцит» станцій. Цікавим є той факт, що багато станцій і ліній київського метрополітену будували

насамперед як бомбосховища, а транспортну функцію вважали вторинною. Це пояснює надмірне заглиблення центральних станцій.

Таблиця 5

Найбільші системи метрополітену світу

Місто	Протяжність ліній (км)	Кількість ліній (шт.)	Кількість станцій (шт.)	Щільність станцій (М / к-ть)
Барселона	157,5	9	165	954,55
Берлін	152,0	9	173	878,61
Делі	192,7	6	142	1357,04
Лондон	408,0	11	270	1511,11
Мадрид	296,0	13	326	907,98
Мехіко	225,9	12	195	1158,46
Нью-Йорк	375,0	36	472	794,49
Париж	219,9	16	302	728,15
Пекін	527,0	18	270	1951,85
Сеул	393,6	18	429	917,48
Стокгольм	106,0	3	100	1060,00
Токіо	310,0	13	290	1068,97
Чикаго	171,0	8	144	1187,50
Шанхай	548,0	14	329	1665,65

Сучасні лінії підземного трамвая успішно функціонують у багатьох містах світу, зокрема в Антверпені, Брюсселі (Бельгія), Гаазі (Нідерланди), Бостоні, Сан-Франциско (США), Відні (Австрія), Будапешті (Угорщина) та ін. В Україні підземні трамваї функціонують в Одесі, Львові, Кривому Розі.

Пішохідні шляхи, які перетинають природні і штучні перешкоди, часто облаштовують у тунелях. Перші підземні пішохідні переходи з'явилися на початку двадцятого століття. В теперішній час підземними пішохідними переходами пов'язані окремі корпуси лікарень, шкіл і спортивних центрів. Деякі приватні домовласники будують підземні пішохідні переходи від однієї будівлі до іншої в межах своєї ділянки.

Підземні пішохідні переходи з доступом до підземних або наземних зупинок або станцій громадського транспорту формують транспортно-пересадкові вузли. Подібні об'єкти почали формувати як виходи з підземних станцій метрополітену та залізниці.

Є ще один вид транспортних тунелів – водний. Однак до теперішнього часу потреби будувати водні тунелі в містах не виникало. Цей вид транспортного тунелю актуальний для проходження гірських масивів між затоками, наприклад, у Норвегії.

Другий клас інфраструктурного типу підземних зон міста – інженерний, він охоплює всі види інженерних мереж й об'єктів.

Прокладання в підземному просторі всіх видів інженерних мереж в наш час вже є правилом міського будівництва, а рідкісні винятки пов'язані з необхідністю скоротити терміни реалізації проєкту. Інженерні мережі розміщують під землею як окремо, так і в загальних колекторах. У великих містах України щільність підземних інженерних комунікацій настільки висока, що практично для будь-якого будівництва доводиться звільняти ділянку від наявних мереж шляхом їх перенесення. Від хаотично закопаних інженерних мереж встановлюють охоронні зони, що часто покривають всю територію. Під час будівництва підземних об'єктів іншого призначення наявні інженерні мережі поміщають в спеціальний технічний поверх. З метою впорядкування наявних і запланованих інженерних мереж і скорочення охоронних зон у містобудівній документації доцільно передбачати будівництво колекторів і технічних поверхів підземних об'єктів. Таке розміщення мереж спрощує і здешевлює експлуатацію.

Об'єкти енергетичного комплексу також можна і потрібно розміщувати цілком у підземному просторі. У районах індивідуальної житлової забудови всі об'єкти каналізації, водо- і газопостачання розміщено нижче від рівня землі перш за все з естетичних міркувань. У європейських й американських містах з малоповерховою забудовою, де водопостачання, опалення та каналізацію організовують автономно на один-два будинки, об'єкти цих систем, як правило, розміщують в підземному просторі. Більші об'єкти, які обслуговують багатоквартирну забудову, частіше залишають на поверхні, що псує вигляд міста і займає території, які можна було б використовувати більш ефективно, хоча і в зарубіжній, й у вітчизняній практиці є чимало вдалих прикладів розміщення досить великих електростанцій й об'єктів зв'язку.

Як транспортний, так й інженерний клас складаються з мережевих і вузлових елементів.

В результаті узагальнення теорії і практики містобудування, а також прикладів будівельного освоєння підземного простору в частині

облаштування міста інженерними та транспортними системами, сформульовано класифікацію інфраструктурної підземної зони міста (рис. 2).

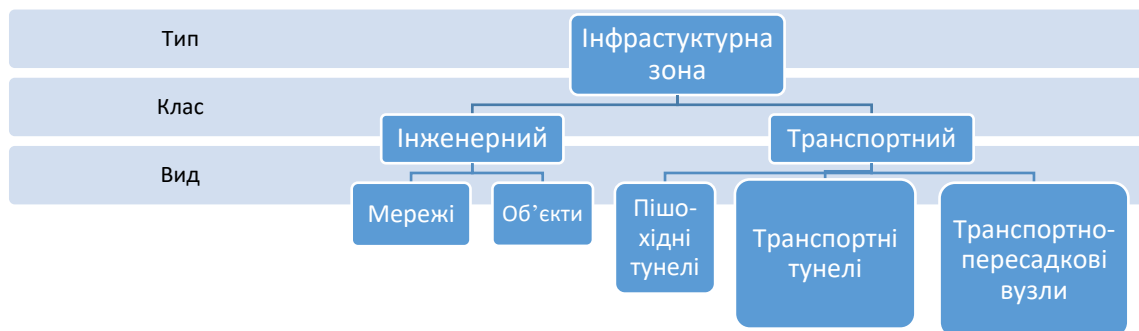


Рис. 2. Класифікація інфраструктурних підземних зон міста

Класифікація підземних громадських зон

Розгалужену мережу підземних пішохідних переходів, доповнених торговими та іншими об'єктами сфери послуг, зокрема й утворених на базі транспортно-пересадкових вузлів, логічно віднести до класу багатофункціональних громадських просторів.

Окремо варто виділити клас підземних соціальних об'єктів, таких як музеї, театри, сховища картинних галерей, фізкультурно-оздоровчі центри, концертні майданчики, релігійні споруди. Через брак територій і можливості реконструкції історичних будівель, розміщені в них музеї і картинні галереї змушені розширюватися в підземному просторі. Практично всі великі музеї світу нині мають підземні сховища і запасники. У Х'юстоні (США) є досвід розширення в підземний простір університету.

У зв'язку з тим, що офісні приміщення не регламентовані вимогами щодо інсоляції, допускається розміщувати їх в підземному просторі. Офісні приміщення під землею побудовані, наприклад, в Сеулі, Сінгапурі, Гонконгу, Торонто, Монреалі та інших великих містах. Найчастіше нижче рівня землі розміщують не офісні споруди, які стоять окремо, а підземні поверхи наземної будівлі.

Торгові та дозвільні об'єкти не потребують денного освітлення, через що останнім часом досить часто будують підземні торгово-розважальні центри або торгові вулиці. Торгова вулиця в Сінгапурі протяжністю понад 5 км займає три поверхи будівель: два наземних й один підземний.

Останні тенденції містобудування демонструють доцільність планування підземних просторів як багатофункціональних комплексів.

У результаті аналізу й узагальнення теорії і практики містобудування, а також прикладів будівництва в підземному просторі, в частині насичення міського середовища громадськими функціями і просторами сформульовано класифікацію громадської підземної зони міста (рис. 3).

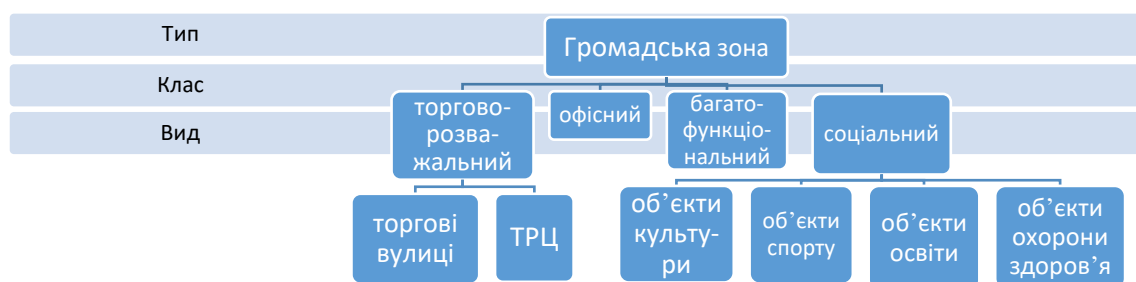


Рис. 3. Класифікація громадської підземної зони міста

Класифікація науково-виробничих зон

Розміщення у підземному просторі цехів деяких видів виробництва дає змогу зменшити вплив шуму на навколишнє середовище.

Наукові, особливо фізичні і хімічні лабораторії, доцільно розміщувати нижче від рівня землі. З одного боку, підземний простір захищений від сонячних променів, електромагнітних коливань, шумового впливу та інших поверхневих факторів, з другого боку, товща землі поглинає зайвий шумовий, світловий і вібраційний впливи, вироблені в підземних об'єктах. Отже, у підземному просторі доцільно розміщувати як лабораторії, що потребують особливих умов, так і лабораторії, які формують джерела несприятливого впливу на навколишнє середовище. Важливими чинниками для багатьох лабораторних процесів, переважно хімічних, є безпека і можливість

вжити ефективних заходів у разі виникнення позаштатної ситуації. Подібні лабораторії також доцільно розміщувати нижче від рівня землі, де значно простіше домогтися герметичності. У зарубіжній практиці вже трапляються підземні лабораторії, де проводять дослідження, які потребують високої точності вимірювань, сталості кліматичних факторів.

Виробничі цехи значної площі часто розміщують в підземному просторі з метою економії ресурсів, потрібних на підтримання оптимальної температури в приміщенні. У світовій практиці є приклади, коли закриті шахти добувної промисловості переобладнано під виробництва. У випадках, коли видобувне виробництво значно заглиблене, цехи з обслуговування техніки розміщують на тій самій глибині з метою заощадження часу і ресурсів, потрібних на піднімання великогабаритної техніки на поверхню. Слід зазначити, що видобувні виробництва вкрай рідко розміщуються в межах міста. Зазвичай це підприємства водопостачання, які в пропонованій класифікації віднесені до інфраструктурної зони.

Останнім часом в країнах пострадянського простору намітилася тенденція перепрофілювання військових (оборонних) об'єктів під цивільні функції. Уряд Києва продає або здає в оренду бомбосховища під виробництво або лабораторії.

У результаті аналізу й узагальнення теорії і практики містобудування, а також будівництва в підземному просторі, в частині організації наукових і виробничих процесів сформульовано класифікацію науково-виробничої підземної зони міста, представлена (рис. 4).

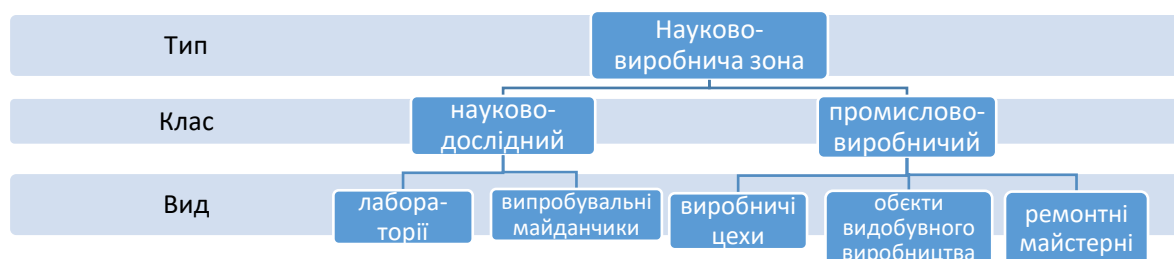


Рис. 4. Класифікація науково-виробничої підземної зони міста

Виявлення допоміжних функцій підземних зон міста

Однією з поширених функцій підземне простору міст в сучасному світі є зберігання.

Нижче від рівня землі розміщують склади всіх видів товарів. Доцільність обґрунтована необхідністю ощадливого використання наземних територій і можливістю заощадження ресурсів на постійне підтримання невисокої температури. Зберігати під землею продукти харчування люди почали в давні часи, коли не було електрики і холодильника, підвал – єдине місце, де постійна температура дає змогу зберігати свіжість продуктів протягом тривалого часу. У районах індивідуальної або малоповерхової житлової забудови досі будують підвали.

Промислове виробництво, особливо харчове, не може обійтися без підземних сховищ. Наприклад, у всьому світі поширені винні погреби і підвали на сироварнях і ряді інших сільськогосподарських виробництв. Під час планування міської підземної території треба мати на увазі, що на промислових підприємствах доцільним є розміщення складських об'єктів нижче від рівня землі.

Склади магазинів й архівні приміщення установ зазвичай розташовують нижче від рівня землі в підвальних приміщеннях. На громадських територіях часто в підземному просторі організовують гаражі для зберігання автотранспорту. Особливо це поширене в центральних, історичних частинах міста і при великих офісних або торгових центрах. Таким чином, всі типи громадської зони можуть містити підземні території як складського, так і гаражного призначення.

Інфраструктурні склади являють собою резервуари води, газу і нафтопродуктів, нафтосховища і склади вугілля тощо. У світовій практиці є чимало прикладів станцій громадського транспорту з підземними перехоплювальними паркінгами. Отже, всі типи інфраструктурної зони можуть містити об'єкти складського або гаражного призначення.

У деяких країнах Європи будують підземні гаражі подвійного призначення – військового і цивільного. В одних випадках весь гараж може бути пристосований під сховище, в інших – тільки його частина.

У результаті аналізу й узагальнення теорії і практики містобудування, а також будівництва в підземному просторі в частині виявлення додаткових до описаних раніше об'єктів, сформульовано класифікацію допоміжної підземної зони міста (рис. 5).

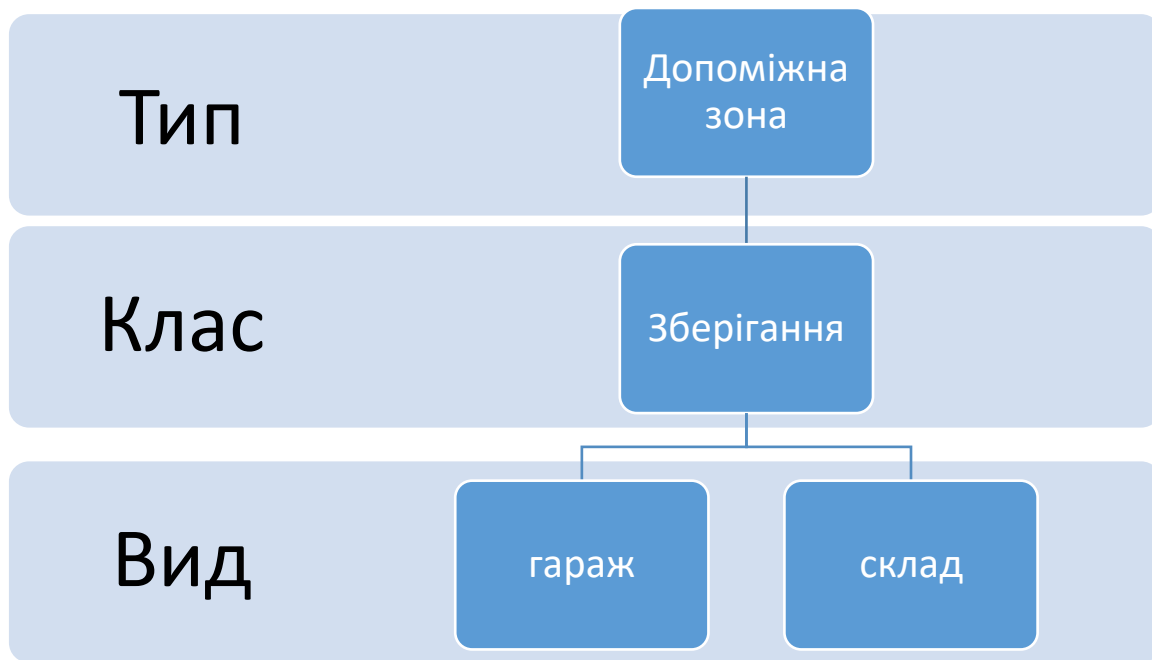


Рис. 5. Класифікація допоміжної підземної зони міста

Гаражі і склади як вид допоміжного типу можуть бути додані до будь-якої іншої підземної зони міста.

Лекція 8. Облаштування комунікацій у підземному просторі

Проектування штучного освітлення (схеми, методи) підземного простору. Проектування кондиціювання (схеми, методи) підземного простору.

Освітлення підземних переходів та тунелів

Транспортна інфраструктура складається з безлічі елементів, деякі з них губляться на тлі більш великих об'єктів, хоча й не надто сильно поступаються їм за значущістю. Автомобільні та пішохідні тунелі призначені для того, щоби частково зняти навантаження з наземних комунікацій та забезпечити людям комфортне пересування складними ділянками. Освітлення таких зон має свої особливості.

Серед найбільш важливих аспектів, пов'язаних з обладнанням і внутрішнім технічним оснащенням тунелів і переходів, згадаємо про психологічний комфорт людини. Перебуваючи у довгому закритому приміщенні, до того ж нерідко розташованому під шаром ґрунту, нам треба відчувати цілковиту безпеку. У темряві або напівтемряві це практично неможливо, а тому саме освітлення дає пішоходам й автомобілістам упевненість на шляху за заданим маршрутом.

Цілодобове освітлення та зонування тунелів

Зважаючи на розміщення розглядуваних транспортних комунікацій, неважко здогадатися, що природне світло до них не надходить. Це зумовлює щоденне та цілодобове функціонування приладів, постійне енергоспоживання та додаткове спрацювання. З огляду на ці чинники слід добирати освітлювальне обладнання – воно має бути надійним, економічно вигідним та мати тривалий термін служби без заміни. У наш час усі згадані вимоги найкраще задовольняють світлодіодні світильники. При забезпечуваному ними освітленні водії отримують достатній огляд дорожнього полотна попереду себе, що мало відрізняється від того, до якого вони звикли на відкритому шосе, а пішоходи вільно оцінюють безпеку підземного переходу та бачать усі об'єкти у себе під ногами.

Водії повинні мати можливість володіти максимально достовірною інформацією про стан дорожнього покриття та поведінку інших учасників руху. Швидкість реагування на надзвичайну ситуацію або перешкоду прямо пропорційна тому, наскільки добре проглядається простір. Найбільш технічно складними є зони в'їзду та виїзду з тунелю, адже у таких місцях дуже важливо не допустити перепаду за освітленістю. Якщо зробити це неправильно, автомобілісти будуть на кілька секунд дезорієнтовані, а поки органи зору налаштуються, може виникнути небезпечна ситуація. Таким чином, освітлення починає працювати вже на під'їзді до тунелю, ніби адаптуючи людину.

Перебуваючи на відкритій ділянці шосе, водій не здатен детально розрізнити об'єкти всередині тунелю, й лише в міру наближення він починає бачити їх більш ясно. Здалеку в'їзд сприймається людиною як «чорна діра». Якщо тунель має невелику протяжність, об'єкти всередині нього на просвіт можуть сприйматися інвертовано за кольором, з

негативною контрастністю. Це означає, що водій побачить округлу темну рамку зі сліпучою порожнечою.

Описані явища свідчать про необхідність освітлювати тунелі постійно – не тільки вночі, а й удень, щоб максимально підвищити ймовірність розпізнавання людиною ситуації попереду неї. Спосіб підсвічування визначають залежно від метражу переїзду, його геометрії, видимості виходу з точки входу, щільності транспортного потоку та інших параметрів. Для того щоби забезпечити належний рівень освітленості, загальну протяжність тунелю поділяють на п'ять зон, у кожній з них розміщують певний тип вуличних світильників. Згадані зони називають в'їзною, пороговою, перехідною, внутрішньою та виїзною. Вони можуть мати різний метраж залежно від особливостей конкретного переїзду, проте розмежовують їх за одними й тими самими правилами.

1. **В'їзна зона** фактично не є частиною тунелю, цим терміном називають простір на під'їзді до нього. Світло тут повинно бути організоване таким чином, щоб водій мав змогу розглядіти перешкоди всередині переїзду та в разі потреби натиснути на гальмо. У зв'язку з цим довжина цієї зони повинна щонайменше дорівнювати довжині гальмівного шляху автомобіля (зазвичай не менш ніж 20 м).

2. **Порогова зона** безпосередньо пов'язана з в'їзною. Тут може продовжитися гальмування автомобіля, а тому перепад за освітленістю повинен бути мінімізований. На самому її початку яскравість найбільша, порівнянна з яскравістю на відкритому просторі, а наприкінці знижується до 40% від максимуму. Цей відрізок шляху має незначну протяжність.

3. **Перехідна зона** призначена для плавного зниження яскравості до тієї межі, яка буде комфортною для водія на усьому шляху уздовж тунелю. Зазвичай правильного ефекту досягають, встановивши стельові світильники, у які вставлені лампи одного типорозміру, але різні за потужністю.

4. **Внутрішня зона** являє собою «серце» тунелю – це найдовша секція, яка не має додаткового поділу через зміни в освітленості.

5. **Виїзну зону** облаштовують так, що у ній відбувається досить швидке збільшення яскравості. Це потрібно для того, щоб водії більших транспортних засобів могли бачити легкові автомобілі, які їдуть позаду, у дзеркалі заднього огляду. Крім того, будь-який тунель повинен бути

пристосований до аварійних ситуацій, коли виїзд може бути використаний також як в'їзд (на невисокій швидкості).

Додатково всередині переїзду є система аварійного освітлення, що живиться від автономної мережі. Зазвичай вона являє собою набір великих настінних світильників, розміщених з однаковим інтервалом вздовж усього тунелю, та візуальних «маячків». Робота цієї мережі забезпечується комплексом з генератора й акумулятора, розрахованих на тривалу роботу у разі виникнення надзвичайної ситуації.

Принципи організації освітлення

Переважна частина довжини тунелів освітлюється рівномірно та симетрично, однак у цього правила є й винятки. Асиметрія може спостерігатися у в'їзній зоні, якщо потрібно підвищити її контрастність. Також можуть бути застосовані інверсні способи освітлення (проти напрямку руху транспорту) тоді, коли потрібна висока яскравість, особливо на відрізку, де відбувається гальмування.

Зазвичай як прилади тут застосовують довгасті лінійні світильники – така форма є найдоцільнішою і за зовнішнім виглядом, і за принципом розсіювання світла, і за раціональністю розміщення. У разі застосування методики поперечного освітлення, джерела розміщують так, щоби світло падало майже під прямим кутом до уявної осі тунелю. За таких умов водій добре орієнтується в просторі, ймовірність засліплення відблисками або прямим світлом є мінімальною, а також є можливість відстежувати стан дорожнього полотна у проміжках між автомобілями. Та якщо вдаються до методики осевого освітлення, світло поширюється вздовж осі переїзду. У такому разі вдається знизити загальну кількість приладів, збільшивши проміжки між ними. Проте за такого розміщення джерел світла можливі тіні та нерівномірність освітлення бічних стін тунелю.

Найбільш комфортним для водія є підсвічування дороги у напрямку руху. Так вдається уникнути прямих променів у кабіні, а також добре бачити ситуацію попереду. Підвищені контрасти додають руху транспорту безпеки та дають змогу без побоювання їхати з рівномірною швидкістю. Для реалізації цього способу застосовують спеціальні довгасті прожектори, які розміщують на склепінні тунелю дугоподібно.

Найбільш коректною з технічного погляду є така організація освітлення тунелів, коли передбачено наявність двох режимів – денного та нічного. Вони не просто вмикаються та вимикаються за спрацьовування датчиків освітленості навколишнього середовища (відповідно до часу доби або погодних умов), але і являють собою гнучку систему управління яскравістю. У більшості випадків освітлення на рівні автоматики підлаштовується під потрібні параметри. Таким чином досягається сталість перепаду за освітленістю на відкритих ділянках дороги та всередині тунелів, незалежно від будь-яких інших чинників.

Серед типорозмірів світлодіодних ламп, які застосовують у великих світильниках, виділяють моделі з цоколями T8 та E40. Перші придатні у довгих виробках, розрахованих на трубчасті лампи, а другі являють собою вироби, схожі на звичні побутові, але набагато більші. Колірну температуру світіння встановлюють відповідно до архітектури тунелів. Частіше за інші застосовують холодні і нейтральні тони, а теплий можна помітити тільки на дуже коротких переїздах – під мостами, у горах або над водоймами, оскільки на основній частині траси він може впливати на водія як снодійне.

У всіх використовуваних світильниках застосовують якісні відбивачі, виготовлені переважно з анодованого алюмінію підвищеної чистоти. Конструкцією пристрою передбачено, з одного боку, міцність корпусу, а з другого – можливість легкого розбирання електричної й оптичної частин з метою ремонту, обслуговування або заміни за допомогою мінімальної кількості спеціальних інструментів (рис. 6).



Рис. 6. Освітлення паркінгу

Усередині пішохідних переходів застосовують техніку дещо простішу. Найголовніша характеристика пристроїв – після яскравості – міцність «антивандального» корпусу. Такі вироби монтують під мостами, у переходах метро, у підземних пішохідних тунелях під проїзною частиною тощо. На жаль, у таких місцях нерідко збирається публіка, яка не звикла шанувати суспільне майно, тому його доводиться максимально убезпечувати від нищення. Крім того, застосовують вуличні світильники з IP65 або IP67, вони можуть мати міцний металевий корпус з заґратованим прозорим розсіювачем, який перешкоджає навмисному псуванню приладів.

Ще однією складністю, типовою для підземних переходів, є висока вологість навколишнього середовища, стін та стель, на яких закріплено прилади. З метою подовження терміну їх служби між склепінням і кріпильним кронштейном встановлюють спеціальні екранувальні прокладки або нейлонові шайби, які знижують ризик електрохімічної корозії. Безумовно, усі комунікації, що перебувають під напругою, мають бути захищені у кабелі-канали та по можливості втоплені в основу. Це убезпечить їх не тільки від зловмисних дій громадян, а й від стікання крапель конденсату по поверхні. За допомогою кріпильних кронштейнів, які виконують з нержавіючої сталі, можна коригувати кут нахилу світильника у межах до 30° або й до 60°.

Короб виробу виготовляють таким чином, щоб мінімізувати вітрові навантаження, компенсувати тиск з усіх боків та уникнути слабких місць конструкції. Корпус виконують з екструдованого алюмінію без зварних швів, стяжок та нарізових з'єднань. Торцеві кришки та скляний/полікарбонатний розсіювач надягають на бічні грані корпусу, ущільнюючи силіконовими прокладками, що дає змогу досягти максимального класу захисту виробів – від IP66 до IP68.

Висновки

Освітленість простору є основним фактором безпеки у будь-якій сфері, а в контексті дорожнього руху цей показник виходить на новий рівень. Навіть у світлий час доби, коли достатньо сонячного світла, трапляється дуже багато ДТП, а в нічний час й у місцях зі слабким освітленням їх ймовірність є ще більшою. Тому важливо під час спорудження тунелів грамотно спланувати освітлювальні конструкції та вирівняти яскравість так, щоби зір водіїв міг комфортно адаптуватися до нового оточення. Так само турбота про пішоходів виражається у встановленні надійних та високозахищених світильників всередині підземних переходів.

Вентиляція підземних споруд

Для того щоб створити належні умови збереження автотранспортної техніки, потрібні якісні, відповідні певним вимогам умови систем вентилявання.

- Система повинна підтримувати ідеальну вологість, температуру, видаляти шкідливі речовини, забезпечувати обмін повітря на високому рівні.
- Підземні стоянки, паркінги, великі гаражі обов'язково мають бути оснащені припливно-витяжною вентиляцією. Для гаража і підземної стоянки витяжна вентиляція є достатньою для забезпечення повітрообміну.
- На автостоянках підземного типу вентилявання також виконує завдання з повітряного опалення. На відміну від житлових приміщень площа автостоянок є досить великою, але умови для вентиляційних конструкцій більш лояльні – температури 5-8 градусів

тут цілком достатньо. Однак до повітрообміну підземної вентиляції вимоги досить високі – для одного автомобіля потрібна продуктивність близько 150 кубометрів повітря за годину.

У приміщенні, в якому зберігається автомобіль, допускається розміщення припливно-витяжних вентиляційних систем. Основними завданнями цих системи такі:

- розбавити повітря, що містить окис вуглецю;
- видалити шкідливі гази;
- забезпечити санітарні та гігієнічні норми.

Під час проєктування вентиляційної системи беруть у розрахунок загальну кількість шкідливих речовин і час, протягом якого всередині можуть перебувати люди. Саме з розрахунку на людину визначають гранично-допустимі концентрації чадного і вуглекислого газу відповідно до державних будівельних норм:

- 20 мг на м³, якщо стоянка індивідуальна (ця норма поширюється і на особисті гаражі).
- 50 мг на м³, якщо робота всередині триває не більш ніж годину. Це стосується стоянок, якими користуються короткочасно, таких як паркінги офісних центрів.
- 100 мг на м³, якщо робота всередині триватиме не довше, ніж півгодини.

Витрата витяжних повітряний мас під час вентиляції в підземному паркінгу повинна становити не менш ніж 150 м³ повітря за годину на 10 м² (середня – площа паркувального місця для одного автомобіля).

Система димовидалення

Чадний газ – вкрай шкідлива речовина. Але це далеко не єдиний вид газоподібної отрути, який викликає неабияку небезпеку для людини. Слід зазначити синильну кислоту, яка утворюється під час згорання речовин, що містять високий відсоток азоту. Вовна, шовк, нейлон, пінопласт, поліуретани – далеко не повний перелік речовин, під час згорання яких в повітрі в десятки разів зростає вміст синильних кислот.

Але це ще далеко не всі причини, через які люди не завжди, на жаль, встигають покинути автостоянку під час пожежі. Під час горіння автомобіля виділяються такі речовини, як соляна кислота і спонуки фтору. Обидві ці кислоти, разом з синильною, здатні вбити людину буквально після кількох вдихів. При цьому людина може несприятливо

після першого вдиху. Як відомо, автомобіль згоряє дуже швидко, причина не тільки в бензобаку, а й салоні, який містить таку кількість поліуретану та пластику, що являє собою фактично невелику хімічну лабораторію. Що буде з людьми, які перебувають на закритій стоянці, якщо почнуть горіти кілька автомобілів – страшно навіть уявити.

Що слід мати на увазі? Перш за все треба пам'ятати, що чадний газ, який утворюється під час горіння, під досить високим тиском витісняє кисень, потрібний людині для життєдіяльності.

Система видалення диму повинна не тільки з максимальною потужністю виводити шкідливі гази, а й вводити в приміщення кисень.

Що вищий тиск нагнітання свіжого повітря, то вищою є швидкість видалення шкідливих газів.

Для захисту від диму застосовують функціональну схему – так званий «сандвіч». Принцип її дії досить простий й ефективний – в приміщенні, в якому виник осередок займання, тиск знижується, при цьому на верхньому і нижньому поверхах він, навпаки, підвищується.

На стоянці повинні бути такі датчики і системи:

- датчик, який виявляє дим, вогонь і газ;
- система аварійної сигналізації;
- система автоматичного гасіння;
- система вентиляції автостоянок;
- система захисту стін, підлоги і стелі вогнестійкими речовинами;
- системи, що відводять дим і високі температури з приміщення;

Тільки повне поєднання систем безпеки здатне запобігти жахливим наслідкам отруєння димом і шкідливими газами.

Розрахунок вентиляції автостоянок

Одним з найважливіших параметрів вдалого проєктування систем вентиляції паркінгу є загальна кількість автомобілів, які одночасно пересуваються вздовж території автостоянки. Для прикладу розрахунку візьмемо різні значення:

- на стоянці торгового центру – близько 5% усіх автомобілів;
- на стоянці житлового будинку – близько 3% всіх автомобілів;
- зали, аеропорти, стадіони – близько 20-30% усіх авто.

Усі вентиляційні системи мають головне завдання – максимально знизити рівень вмісту чадного газу в приміщенні. У випадках, коли

потрібен повітрообмін особливо підвищеної потужності (а ми вже переконалися, що саме такий повітрообмін найчастіше і повинен бути), в розрахунок слід брати також рівень енергоспоживання. Адже крім датчиків і систем безпеки потрібно також, щоб працювали мотори вентиляторів; багато з них повинні працювати на підвищеній потужності – це означає, що потужності електромережі мають витримувати максимальні навантажувальні параметри вентиляторів. Реле напруги і стабілізатори не повинні вимикатися, коли всі двигуни вентиляторів одночасно вмикаються.

Вентиляція підземних автостоянок

Підземні автостоянки являють собою конструкції, розміщені, як правило, під торговими центрами або офісними приміщеннями. Підземний паркінг має або автономну систему вентилявання (що вкрай бажано), або вентиляцію, яка має загальні відгалуження каналів від головної наземної будівлі (що є грубим порушенням).

Проектування і монтаж повітроводів бажано виконувати на перших етапах будівництва під землею. При цьому потрібно дотримуватися ряду вимог.

- Система повітряного обміну повинна бути автономною, незалежною від головного приміщення.
- Усі припливні і витяжні системи повинні вмикатися в автоматичному режимі і бути оснащені датчиками, що реагують на шкідливі гази.
- У системі вентилявання мають бути застосовані особливо потужні промислові вентилятори.
- Система повинна мати протидимні зворотні клапани.

Системи вентилявання підземних стоянок і паркінгів повинні бути розраховані на забезпечення приміщення повітрям за схемою 220 м³ на годину (для одного автомобіля). Всі додаткові механізми і пристрої (сходи, ліфти, вбудовані пункти шиномонтажу або кафе) потрібно проектувати відповідно всіх норм, зокрема будівельних. Вентиляція має бути розрахована не тільки на автомобілі і людей, які періодично входять на стоянку, а й тих, хто постійно там працює – вахтери, охоронці та ін.

Кондиціювання

Опалювальна і вентиляційна системи підземних приміщень не можуть повністю створити мікроклімат відповідно до сучасних вимог, тому що підземні споруди відрізняються від наземних:

- більшим виділенням вологи та небезпекою її конденсації, особливо в літній період, на поверхнях встановленого обладнання, від надійності роботи якого залежить функціонування, наприклад, станцій метрополітену;

- неможливістю інфільтрації зовнішнього повітря крізь огороження, через що стан повітря в підземних приміщеннях цілком залежить від способу обробки і подачі повітря до робочої зони.

Системи кондиціювання повітря (СКП) є найбільш доцільним засобом автоматичної підтримки оптимальних параметрів повітряного середовища, що сприяє підвищенню працездатності людей і нормальному, безпечному функціонуванню обладнання за жорстоких вимог до ступеня сухості повітря.

У розрахунку СКП для підземних приміщень слід мати на увазі тепловіддачу від ґрунту до багатоповерхневої стінки огороження тунелю.

При цьому велику роль відіграє розміщення станції під землею, точніше глибина закладання.

Розрахунки, виконані під час проектування СКП для тягової понижувальної підстанції київського метрополітену, виявили: що більше заглиблення приміщення, то меншою є залежність від навколишнього середовища і меншою різниця температур ґрунту для літнього і зимнього періодів.

За глибини більш ніж чотири метри температура ґрунту практично однакова. За результатами розрахунків зроблено висновок, що підземне приміщення потребує меншої кількості зовнішнього повітря, ніж наземне за однакового навантаження на обладнання. Таким чином, є можливість установлювати кондиціонер з меншою продуктивністю, тобто з меншим споживанням електроенергії.

Лекція 9. Методологічні основи виявлення території міста з дефіцитом громадської функції

Пострадянський етап урбанізації на початку 1990-х років за умов ринкової економіки. Підземне будівництво в Києві, інших великих містах України. Пішохідні зв'язки з підземним громадським транспортом, зокрема метрополітеном.

У попередній лекції визначено, що доцільно виділяти три підземні зони міста: науково-виробничу, інфраструктурну і громадську.

Науково-виробнича підземна зона, як правило, співвідноситься з наземним функціональним зонуванням, визначеним на основі балансу місць праці і проживання, а також відповідно до містобудівних особливостей території.

Інфраструктурна підземна зона визначається планами з розвитку інженерної та транспортної інфраструктури і відображається в містобудівній документації всіх рівнів. Планування розвитку транспортної та інженерної інфраструктур міста висвітлено в посібниках і підручниках.

Для визначення потреб в резервуванні підземних територій під громадські функції необхідно розробити окрему методику, оскільки це питання в містобудівній теорії є недостатньо вивченим. Для підготовки методики слід дослідити всі аспекти формування громадських підземних просторів.

З метою підвищення комфорту міського середовища і задоволення дедалі більших потреб жителів міста в товарах і послугах доцільним є формування багатофункціональних громадських просторів. Багатофункціональність громадських зон – ознака останніх сучасних тенденцій у містобудуванні в частині поєднання функцій міської забудови.

Виявлення планувальних обмежень у розміщенні громадських підземних просторів

Почати визначення можливого розміщення підземних просторів і їх взаємодії зі сформованою забудовою потрібно з вивчення характеристик підземних об'єктів для виявлення планувальних обмежень.

Кожен підземний об'єкт відносно поверхні землі можна віднести до певного типу: А (А-1 і А-2), В (В-1 і В-2), С (С-1 і С-2). Більш наочно типологія представлена в табл. 6.

Важливим юридичним обмеженням є заглиблення понад 5 м. Відповідно до українського законодавства це вже надра, тобто державна власність, яка не може бути ні викуплена, ні оформлена у власність.

А-1 – Підземні споруди переважно з одним підземним поверхом із заглибленням, меншим за 5 м від поверхні землі.

А-2 – Може бути багатофункціональним громадським простором з кількістю підземних поверхів, більшою ніж два, або висота одного підземного поверху перевищує 5 м. Залежить від безлічі умов, зокрема від конкретних геологічних процесів. Підлягає обмеженню за законом про надра.

В-1 – До цього типу можна віднести підземні галереї з громадською функцією, що мають безпосередній зв'язок з поверхнею землі. Інтеграція наземного / підземного простору.

В-2 – Для цього типу характерною є кількість поверхів два і більше або висота одного заглибленого поверху, що перевищує 5 м. Підпадає під обмеження закону про надра.

С-1 – Підземні галереї / простори з громадською функцією мають непрямий зв'язок з поверхнею землі (тільки сходи, виходи, інші інженерні комунікації).

С-2 – Може бути окремим випадком підземної галереї / простору з суспільною функцією, розміщення якої зумовлене унікальним характером геологічних процесів або іншими планувальними рішеннями. Підлягає обмеженню за законом про надра.

Таблиця 6

Типологія підземних споруд щодо поверхні землі

	Наземно-підземна із заглибленням до 5 м		-1
	Наземно-підземна із заглибленням понад 5 м		-2
	З частковим заглибленням підшви вище за 5 м		-1
	З частковим заглибленням підшви понад 5 м		-2
	Цілком заглиблені вище за 5 м		-1
	Цілком заглиблені нижче за 5 м		-2

Громадський підземний простір щодо наземної частини споруди (якщо така є) може бути розміщеним: окремо, вбудованим, прибудованим, вбудовано-прибудованим. Вибір одного варіанта або комбінації залежить від умов розміщення, функціонального навантаження, розмірів простору. Більш наочно це представлено в табл. 7.

D – Окремі – в складі громадських споруд розміщуються в кроковій доступності.

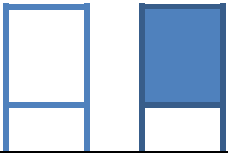
E – Вбудовані – розміщуються безпосередньо в підземних поверхах будівлі, мають загальну конструкційну основу і фундамент. Зовнішні контури не виступають за контури наземної частини.

F – Прибудовані – прилягають до основної будівлі в фундаментній частині. Можуть не мати безпосереднього зв'язку з основною будівлею.

G – Вбудовано-прибудовані – підземні поверхи будівлі із загальною конструкційною основою і фундаментом, але зовнішні контури підземних поверхів виступають за контури наземної частини споруди.

Таблиця 7

Типологія підземних споруд за модальними ознаками

	Окремо розміщені	D
	Вбудовані	E
	Прибудовані	F
	Вбудовано-прибудовані	G

Оскільки принципи організації обслуговування, його якісний рівень і широта охоплення населення всіма видами обслуговування впливають на соціальні процеси в суспільстві, побудова системи обслуговування повинна бути якнайповніше відповідною умовам організації життя людей в сучасному місті. Мережа торгово-побутового обслуговування має бути побудована у взаємозв'язку з функціональною, планувальною і транспортною організацією міста загалом. Розміщення магазинів й об'єктів торгово-побутового обслуговування в підземному просторі вирішує проблему раціональної організації системи торгово-побутового обслуговування в місті. Ця система повинна відображати перспективи розвитку суспільства і сприяти вирішенню основних соціально-економічних завдань.

Зростання мобільності населення, пов'язане з розширенням інтересів кожного члена суспільства, дає змогу перетворити систему торгово-побутового обслуговування на «супутню». Це означає, що немає потреби в спеціальних поїздках в магазини, оскільки все потрібне можна придбати, рухаючись звичайним маршрутом «дім–робота». Вибір місця для кожного підприємства обслуговування визначають за мінімальною витратою часу руху до цієї точки різних категорій споживачів за основними напрямками трудових і культурно-побутових потоків. Виявлення напрямків і величини цих потоків у структурі міста дає можливість визначити оптимальні точки розміщення підприємств

обслуговування і розрахувати їх місткість. Відповідно до цього, розміщуючи багатофункціональний підземний простір (БПП), слід мати на увазі його функціональне призначення [7].

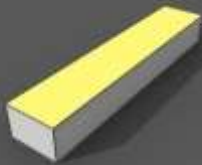
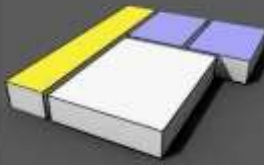
Об'єкти торгово-побутового обслуговування, призначені для наземного розміщення в місцях концентрації людей, в умовах гострого дефіциту територій в цих зонах міста потрібно розміщувати компактно на межі з активним використанням підземного простору. Компактно розмістити і розподілити рівномірно на території об'єкти обслуговування можна не тільки розміщуючи їх повністю в підземному просторі, а й поєднуючи з наземною частиною будівель і споруд. На підставі викладеного можна дійти висновку про доцільність організації багатофункціональних об'єктів на основних пішохідних шляхах.

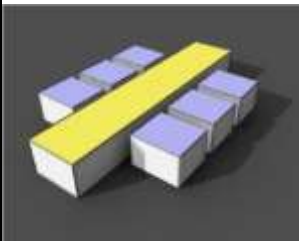
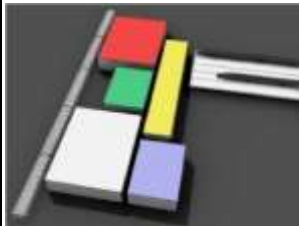
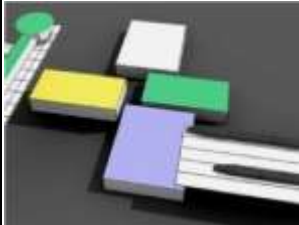
У результаті науково-дослідної роботи з визначення й обґрунтування функціонально-типологічної ефективності організації багатофункціональних підземних просторів в місцях перетину вулично-дорожньої мережі, що охоплюють пішохідні переходи з пристроями для доступу людей з інвалідністю та маломобільних груп населення, виконаної під керівництвом О.С. Глоzman, визначено типологію функціонально-планувальної організації багатофункціональних підземних просторів.

У табл. 8 наведено характеристики типів (найменування, призначення, перелік об'єктів, що входять до складу) і умовне об'ємно-графічне відображення типів БПП.

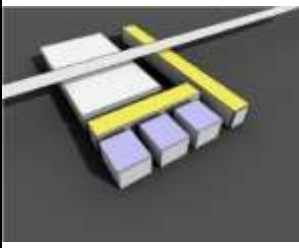
Таблиця 8

Характеристики типів БПП в місцях перетину ВДМ

	Модель	Тип	Призначення	Перелік об'єктів	Розмір
1		Підземний пішохідний перехід	Для безпечного перетину транспортних магістралей	Підземний пішохідний перехід, траволатори, реклама, покажчики	SM
2		Підземний пішохідний перехід + багатофункціональний громадський	Для розміщення багатофункціональних громадських просторів + безпечний перетин	Підземний пішохідний перехід, траволатори, реклама, покажчики, атріуми (торгові й офісні при-	SM ME

		простір	транспортних магістралей	міщення), рек- реаційні зони	
3		Підземний пішохідний перехід + су- путні товари/ мережа кому- нально-побу- тового обслу- говування	Для розміщення багатофункціо- нальних гро- мадських про- сторів і безпеч- ного перетину транспортних магістралей, створення тор- гово-пішохідних галерей	Підземний пішо- хідний перехід, траволатори, рек- лама, покажчики, атріуми (торгові та офісні примі- щення), примі- щення комуналь- ного обслугову- вання, об'єкти громадського харчування, рек- реаційні зони	SM ME
4		Підземний пішохідний перехід + тор- гова функція + паркінг + транспорт	Транспортно- пересадковий вузол (ТПВ) - логістика, без- печне сполу- чення транспорт- них і пішохідних зв'язків	Підземний пішо- хідний перехід, траволатори, реклама, покаж- чики, атріуми (торгові та офісні приміщення), об'єкти громадсь- кого харчування, паркінг	LA
5		Підземний пішохідний перехід + паркінг + транспортний вузол	Транспортно- комунікаційний вузол (ТКВ) - логістика, об'єд- нання декількох підземних об'єк- тів в одне ціле	Підземний пішо- хідний перехід, траволатори, рек- лама, покажчики, паркінг, основні об'єкти ТКВ	ME

Закінчення табл. 8

	Модель	Тип	Призначення	Перелік об'єктів	Розмір
6		Підземний пішохідний перехід + паркувальний простір + станції ТО	Паркувальні про- стори для без- печного пере- тину транспорт- них магістралей і організації пар- кувального простору	Підземний пішо- хідний перехід, траволатори, рек- лама, покажчики, станція техобслу- говування (ТО), паркінг	LA

Для визначення економічної ефективності БПП розділили на три типи за розміром:

- малий БПП (загальна площа – до 1 тис. м²);
- середній БПП (загальна площа від 1 до 10 тис. м²);
- великий БПП (загальна площа понад 10 тис. м²).

Типологія об'єктів підземного багатфункціонального простору може відрізнятися залежно від розміщення в межах міста або об'єктів, які належать до цієї зони.

Прикладом може слугувати типологія підземних комплексів у Японії.

У Японії типові підземні комплекси зазвичай з'єднують з прилеглими будівлями, розміщеними під наземними дорогами, що складаються з пішохідного переходу, магазину, громадського паркінгу, станції метро і тунелів утилітарного призначення (для систем життєзабезпечення). Відповідно до цілей і фізичних параметрів просторів в міських умовах їх класифікують за п'ятьма типами.

Тип № 1 – горизонтальний взаємозв'язок між основними станціями і сусідніми районами.

Площі великих станцій для транспортних пересадок, наприклад, з поїздів на автобуси або з поїздів на автомобілі, розміщені перед основними станціями терміналів, іноді являють собою своєрідні бар'єри між ними і сусідніми районами. Для взаємозв'язку між станціями і містом були побудовані підземні переходи, а для підвищення комфорту і зручності пасажирів – магазини, стоянки та інші місця громадського користування. Подібні підземні торгові комплекси не тільки підвищують пішохідну пропускну здатність, а й створюють комфортне середовище, не залежне від погодних умов.

Тип № 2 – вертикальний взаємозв'язок між станціями метро і сусідніми районами.

Особливістю цього типу є інтеграція станцій метро і наземних будівель за допомогою створення великомасштабного простору.

Такий громадський простір дає пасажиром поїздів можливість добре орієнтуватися і може бути використаний як покажчики міських маршрутів. Завдяки природному освітленню і вентиляції через простір

станції метро є більш комфортним місцем перебування, крім того, скорочується споживання енергії.

Тип №3 – створення пішохідних потоків між районами.

Основні дороги поділяють райони по обидва боки від них. Під дорогами споруджено пішохідні переходи для зв'язку з будівлями. Уздовж основних переходів розміщено магазини і входи в будівлі. На додаток до цього тут влаштовано переходи до залізничних станцій, паркувальних майданчиків і громадських місць, наприклад, до мерії міста. Всі переходи і коридори всередині будівель формують єдину підземну пішохідну структуру.

Тип № 4 – взаємозв'язок проєкту з реконструкцією міського середовища.

Під час реконструкції великих міст багато невеликих ділянок об'єднують в міські квартали, системи доріг та інші об'єкти нової інфраструктури з метою більш інтенсивного землекористування. Під основними дорогами створюють підземні простори для з'єднання міських кварталів і створення пішохідних переходів. Цей тип організації БПП дає змогу здійснювати інтегроване проєктування підземного простору і наземної території, що полегшує завдання зі створення більш досконалого середовища.

Тип № 5 – забудова з використанням підземних паркінгів. Багато розвинених міст стикаються з проблемою нестачі місць для паркування автомобілів. Для вирішення цієї проблеми були побудовані підземні паркінги. З метою заощадження коштів будівельні роботи в метро і підземних структурах іноді виконують одночасно.

З наведеної типології випливає висновок про те, що під час планування підземного простору як міського середовища слід мати на увазі тільки одне юридичне обмеження – заглиблення, нижче за 5 м. В усьому іншому – ні горизонтально в плані міста, ні в плануванні об'єкта по вертикалі – обмежень не виявлено.

Методика виявлення потреби в розміщенні об'єктів багатофункціонального підземного простору

Далі розглянемо методику виявлення потреби в розвитку підземного простору як громадської багатофункціональної зони для безперешкодного комфортного руху пішоходів на найбільш потрібних

маршрутах. Застосування такого підходу дає змогу на будь-якій стадії містобудівного проєктування – від генерального плану міста до проєкту планування території – виявити потребу і визначити підземну територію, функціональне призначення якої характеризується як багатофункціональне громадське.

У виділенні зон освоєння підземного простору міст з метою розміщення багатофункціональних громадських комплексів потрібно брати до уваги такі чинники:

1. Соціально-економічні: чисельність і густота постійного населення, концентрація «денного» населення, забезпеченість населення об'єктами обслуговування.

2. Транспортні: пасажирооборот станцій метрополітену, пасажирооборот залізничних станцій, наявність транспортно-пересадкових вузлів, наявність підземних і наземних пішохідних переходів, місця концентрації дорожньо-транспортних пригод за участі пішоходів, розвиток вулично-дорожньої мережі.

3. Економічні: вартість оренди землі, вартість оренди нежитлових приміщень, економічна доцільність освоєння підземного простору (з погляду здорожчання будівництва залежно від інженерно-геологічних умов).

4. Архітектурно-містобудівні: функціональне зонування території, зони планованого розвитку і розміщення об'єктів соціальної інфраструктури, об'єкти тяжіння, лінії містобудівного регулювання, що впливають на освоєння підземного простору, наявні і заплановані об'єкти підземного простору, підземні інженерні комунікації.

5. Інженерно-геологічні: геологічна будова місцевості і характер порід, з яких вона складається, рельєф, гідрогеологічні умови, умови мерзлоти, сучасні геологічні процеси.

6. Екологічні: забруднення повітря викидами автомобільного транспорту, шумове забруднення від автомобільних і залізничних доріг.

7. Природно-кліматичні: температура, вологість, атмосферний тиск.

Потрібно розділити наведені чинники на передумови та обмеження. Однак слід мати на увазі, що один фактор може бути як передумовою, так й обмеженням, наприклад, лінії містобудівного регулювання, наявні і заплановані об'єкти підземного простору та ін.

З метою виявлення зон міста, де є потреба і можливість розміщення об'єктів багатофункціонального громадського підземного простору, потрібно скласти комплексну оцінку всіх чинників.

Комплексній оцінці підлягають фактори, які є передумовами і / або обмеженнями, диференційовані залежно від масштабу території і потрібної деталізації. Оцінювання виконують поетапно, крок за кроком збільшуючи детальність розгляду території і додаючи чинники. Етапи застосування комплексного оцінювання факторів відображено на рис. 7. Деякі фактори за потреби можна аналізувати на декількох етапах з різною деталізацією.

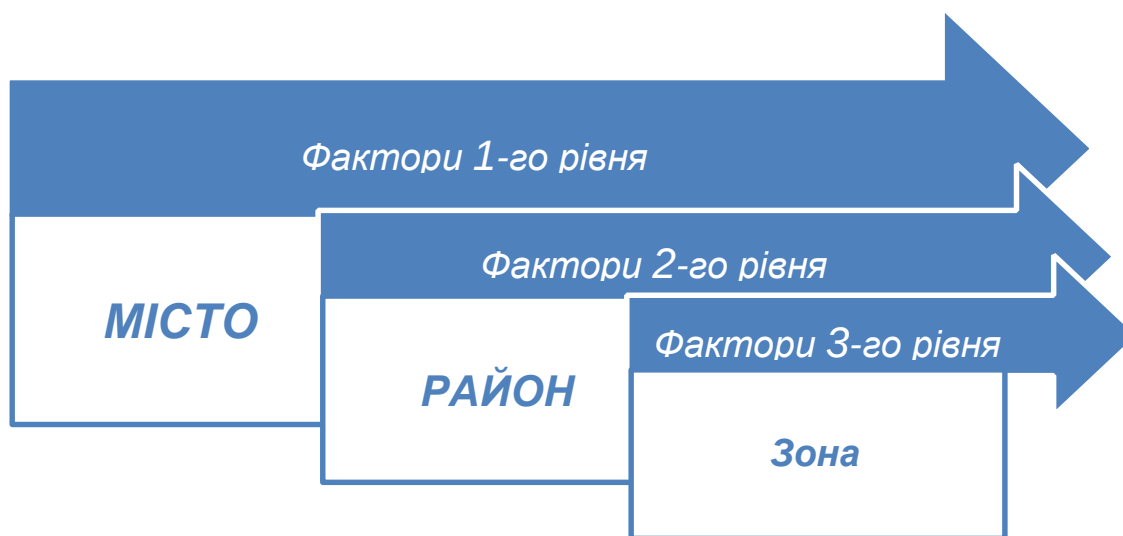


Рис. 7. Етапи оцінювання території міста

На рівні розгляду території міста з метою визначення адміністративних районів для необхідного і можливого розміщення підземного простору за цією методикою виділяють транспортні, економічні та соціальні передумови й економічні обмеження першого рівня (рис. 8, 9).

З метою виявлення потреби в розосередженні інтенсивних пішохідних потоків для збільшення комфорту пересування треба виявити території міста з найбільшою концентрацією пішоходів. В першу групу передумов увійшли транспортні фактори – найбільша величина пасажирообороту на станціях метрополітену та залізниці, заплановані транспортно-пересадкові вузли.

У плануванні території міста важливим аргументом є безпека. З метою формування безпечного середовища, що потребує освоєння

підземного простору, окремою передумовою виділяють осередки аварійності дорожньо-транспортних пригод з участю пішоходів.

Пішохідні потоки формуються також в районах з високою густотою населення і в районах, де сконцентровані місця прикладання праці, у зв'язку з чим в методиці виділено соціальні передумови: чисельність, густота постійного і денного населення та їх співвідношення.



Рис. 8. Економічні обмеження першого рівня

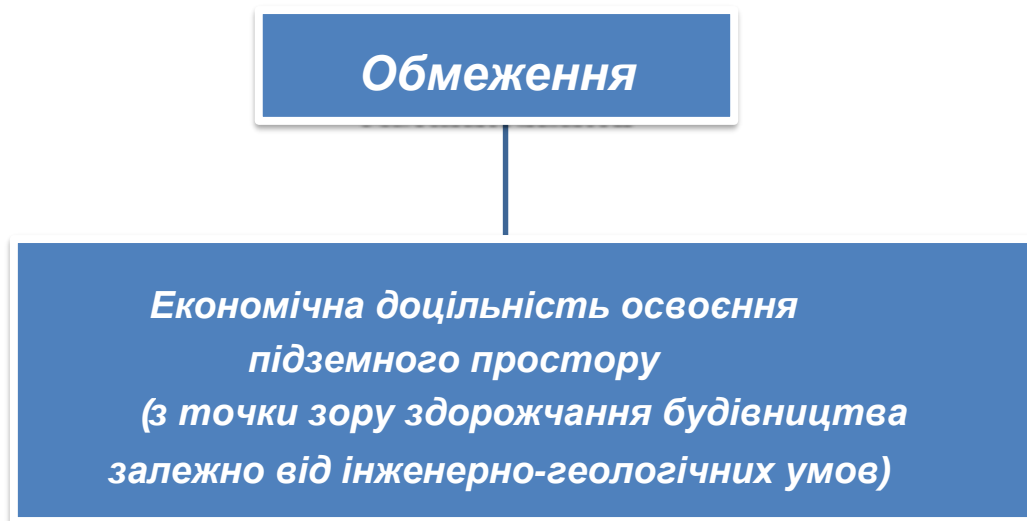


Рис. 9. Передумови і обмеження першого рівня

Аналіз зазначених передумов дає змогу виявити території міста, де пішохідні потоки є найбільш інтенсивними і потребують розосередження. Часто для розосередження пішохідних потоків достатньо збільшити пропускну здатність тротуарів або інших пішохідних шляхів методом розширення або організації руху в різних рівнях. З метою виявлення потреби в організації багатофункціонального простору слід проаналізувати забезпеченість населення торговими площами.

Однак не в кожному випадку концентрації пішохідних потоків і дефіциті торгових площ доцільно формувати багатофункціональний громадський підземний простір, у зв'язку з чим до обмежень першого рівня також належать показники економічної доцільності освоєння підземного простору і вартості оренди квартир. Доцільність проектних рішень про освоєння підземного простору може бути зумовлена не тільки ефективністю капітальних вкладень в будівництво, а й з огляду на отримання соціальних і бюджетних ефектів (вартість платежів до бюджету міста).

Проекти багатофункціональних громадських просторів можуть містити торгові, офісні, виробничі приміщення, паркінги, рекреаційні площі, об'єкти громадського харчування. Найбільший дохід від оренди формують торгові приміщення, тому для ранжування районів міста за можливим доходом від реалізації проектів збирають дані про вартість оренди торгових приміщень на всій території міста.

Економічну доцільність виявляють шляхом визначення дорожчання будівництва залежно від інженерно-геологічних умов.

Усі фактори мають чисельні показники, які характеризують або адміністративний район (наприклад, чисельність населення або вартість оренди), або конкретну територію (наприклад, пасажирооборот станції). У графічному вигляді всі фактори, числові значення яких представлені за адміністративними районами, відображають на карті міста в оцінних критеріях, тобто кожна схема – це графічна бальна оцінка району відносно середнього показника в місті загалом. За цією методикою районам, де показники вищі за середній у два рази і більше надано три бали; в півтора – два рази перевищують показники – два бали; не більш як у 1,5 рази перевищують середні показники – один бал; нижче середнього показника – 0 балів.

Фактори, числове значення яких визначено для конкретних територій, на цьому етапі відображають у вигляді ореола впливу, величина якого пропорційна числовому значенню і розділена на чотири градації, як і попередні чинники. Плановані показники оцінено в балах за перспективним пасажирооборотом. Тобто графічну бальну оцінку застосовано до частини території. На наступних етапах ці фактори будуть ітераційно проаналізовані на більших масштабах розгляду території з виділеннями конкретних шляхів руху пішоходів.

Далі фактори зводять в єдину схему для зіставлення, і райони оцінюють за числовою бальною системою. У разі розміщення на території району кількох станцій позавуличного транспорту бали за показниками пасажирообороту підсумовують.

Бальна оцінка за передумовами й обмеженнями представлена в табл. 9.

Таблиця 9

Бальна оцінка передумов і обмежень

Адміністративний район	Чисельність населення	Концентрація ДТП	Денне населення	Пасажирооборот станцій метрополітену	Пасажирооборот залізничних станцій	Орендна плата за нежитлове (торгове приміщення)	Економічна доцільність	Пасажирооборот (показники) (існуючих і планованих)	Сума балів
min 0 - max 3	min 0 - max 3	min 0 - max 3	min 0 - max 3	min 0 - max 3	min 0 - max 3	min 0 - max 3	min 0 - max 3	min 0 - max 3	-3 - 18

Для виявлення районів міст, де потрібно і доцільно розвивати громадські підземні простори, досить підсумувати бали чинників-передумов та відняти бали факторів-обмежень. Всі райони, сума балів яких перевищує середній показник, аналізують і ранжують за пріоритетними зонам освоєння підземного простору.

Далі виявлені райони потрібно розглянути більш докладно, оцінюючи передумови й обмеження другого порядку, виділивши в результаті зони перспективного освоєння підземного простору.

Для визначення зон освоєння підземного простору з метою розміщення багатофункціональних громадських об'єктів вирішальним фактором є соціально-економічна потреба і техніко-економічна доцільність використання тих чи інших ділянок міста.

Усі райони, відібрані на рівні розгляду території міста, аналізують на наступному рівні в масштабі території району за групами укрупнених факторів. Так само, як і на попередньому рівні, аналіз виконують, оцінюючи передумови і обмеження, зазначені на рис. 10.

Як і на попередньому рівні, в передумови включені данні генерального плану міста, зокрема щодо розміщення та розвитку системи суспільних центрів й об'єктів соціальної інфраструктури, які в подальшому стануть об'єктами тяжіння населення. З метою гармонійного розвитку підземного і наземного простору міста важливо також мати на увазі функціональне зонування наземної території – і наявне, і зазначене в документах територіального планування.

Сучасний рівень розвитку техніки і технології дає змогу будувати підземні об'єкти в будь-яких природних умовах, проте складні інженерно-геологічні умови призводять до здорожчання будівництва, у зв'язку з чим фактори, що мають економічний характер, винесені в блок обмежень.

На підставі сукупних даних складають карти районування території з погляду геологічного ризику, зонування небезпечних геологічних явищ, зонування за безпекою освоєння підземного простору для наземних і підземних споруд.

Багатокритеріальний аналіз виконують для порівняння важливості критеріїв.

Для точнішого аналізу території в обраних районах міста експертним шляхом виділяють можливі зони освоєння підземного простору. Визначають зони (розміри, контури і типологію), зважаючи на

місця максимального скупчення людей, точне розміщення ділянок доріг з вогнищами дорожньо-транспортних пригод за участі пішоходів, наявністю непереборних перешкод або незручностей для пішоходів на шляху від великих транспортних вузлів до місць тяжіння тощо.

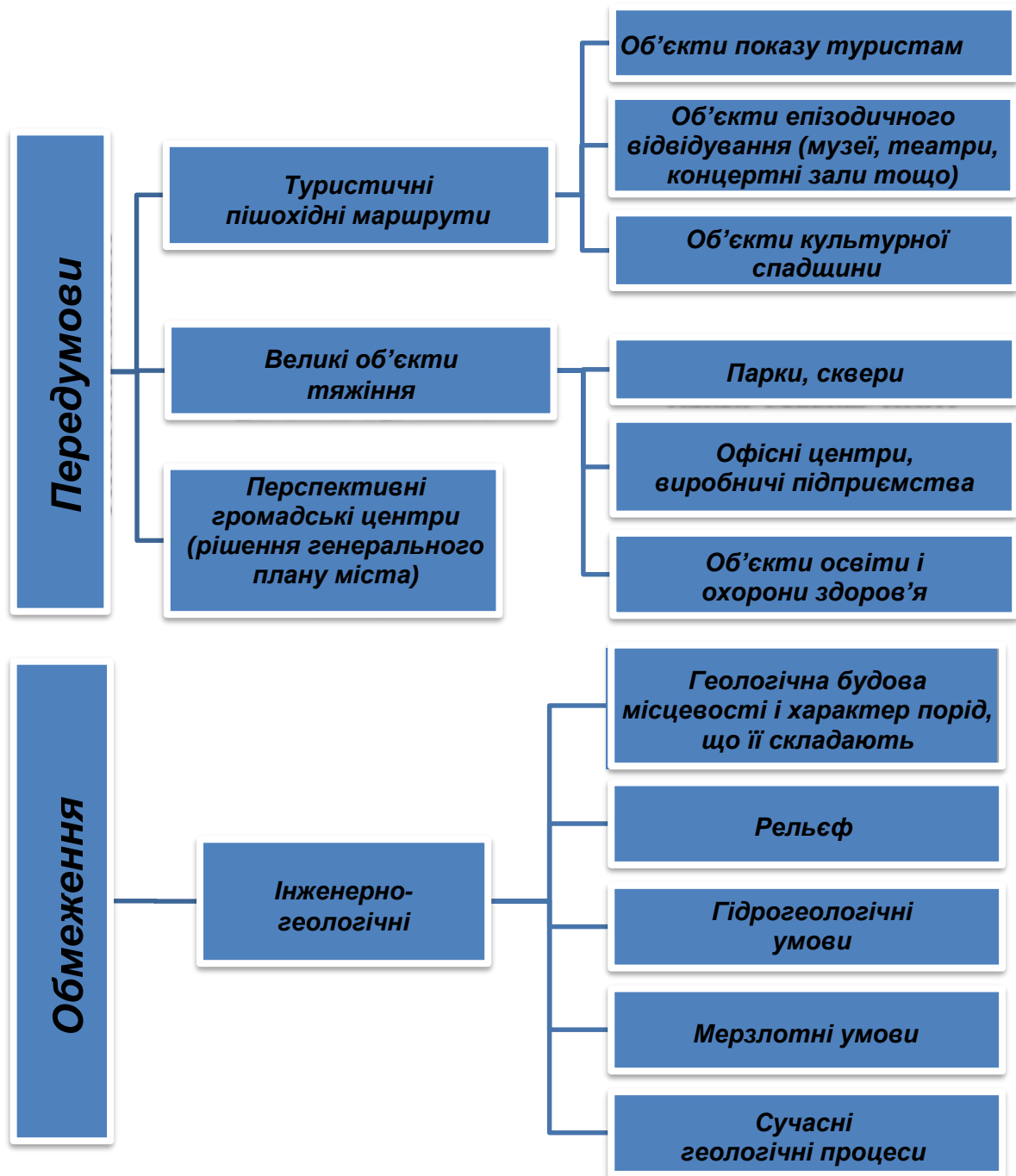


Рис. 10. Фактори другого рівня

Виявлені на цьому етапі зони підлягають ще більш ретельному аналізу на наступному рівні. Аналіз виконують, оцінюючи території

зони, як і на попередніх етапах. Методика полягає в зіставленні передумов і обмежень, але тепер вже третього рівня (рис. 11).

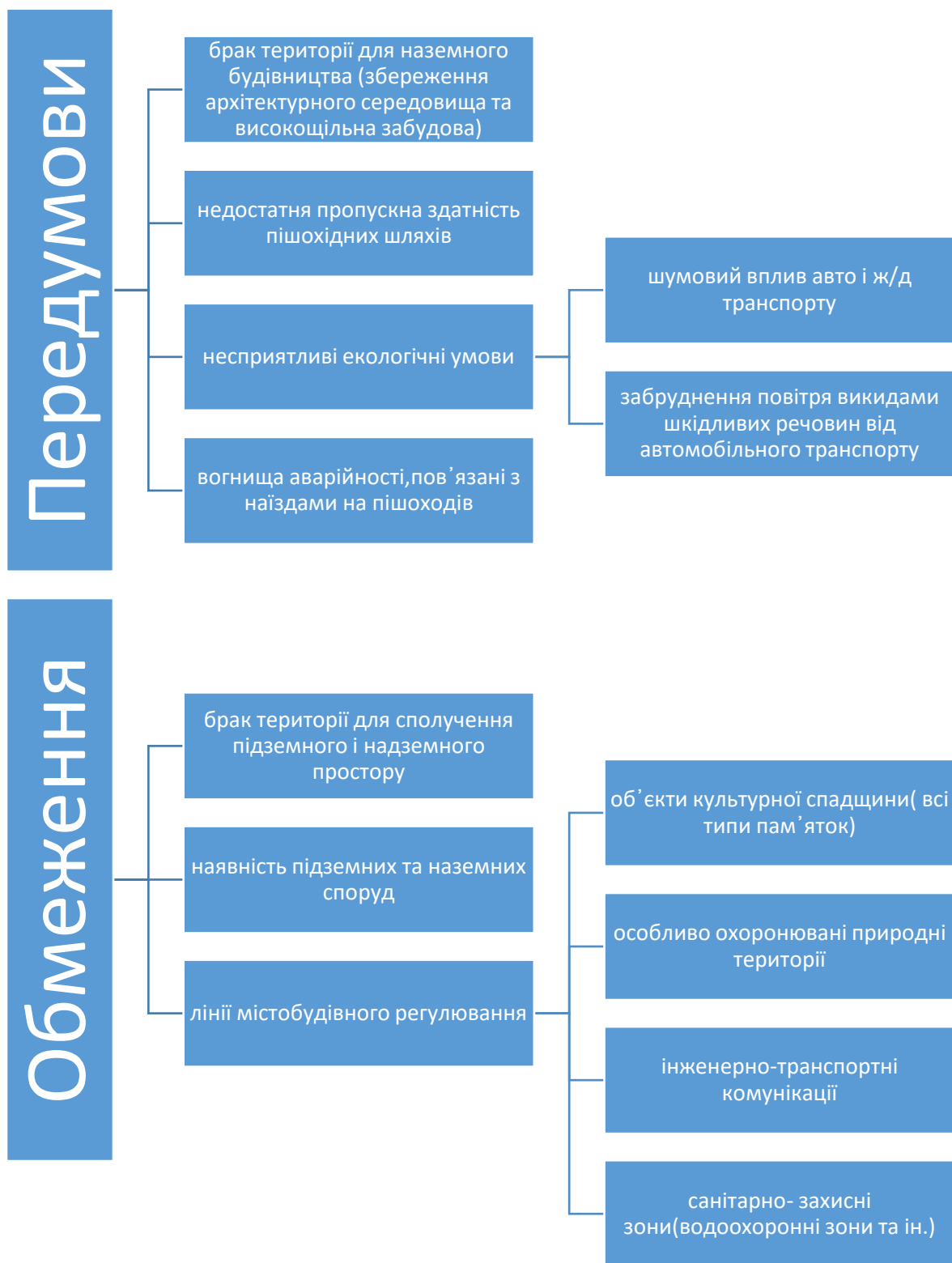


Рис. 11. Фактори третього рівня

З метою формування комфортного середовища виділяють групу екологічних передумов, що дають можливість виявити території, на яких

пішохід, що проходить по поверхні землі, зазнає шкідливого впливу екологічних факторів. До цієї групи належить концентрація шумового впливу від автомобільних і залізничних доріг, розподіл забруднень повітря від автотранспорту тощо, залежно від наявності інших забруднювальних об'єктів.

Як окрему передумову слід розглянути пішохідні туристичні маршрути, наявні і перспективні. У багатьох великих містах, особливо в їх історичній частині, з туристів і рекрутів формуються пішохідні потоки високої інтенсивності, а щільність забудови і клімат заважають створити комфортні умови для руху на поверхні землі. У подібних містобудівних умовах найбільш актуально облаштовувати пішохідний туристичний маршрут в підземному просторі з виходами безпосередньо до пам'яток. Передумовою для формування підземного громадського простору слід вважати ті частини туристичного маршруту, де потрібно долати перешкоди у вигляді транспортних комунікацій, або ті частини маршруту, де тривалі переходи від однієї пам'ятки до іншої прокладено по історично вузьких тротуарах.

Архітектурно-містобудівні фактори розглядають на третьому і четвертому рівні більш докладно. На цих етапах визначають межі розміщення об'єкта, які залежать від підземних інженерних комунікацій, розміщення станцій метрополітену. Розглядають можливість суміщення із збудованими і запроєктованими об'єктами підземного простору. За наявності ліній містобудівного регулювання розглядають регламенти використання території для розміщення об'єктів і можливість розміщення на цих територіях підземних споруд. Визначають також можливість сполучення підземних об'єктів з наземною частиною.

У результаті комплексного оцінювання виявляють території, сприятливі для освоєння підземного простору, і формують адресний перелік об'єктів підземного будівництва, карти-схеми загального переліку розміщення багатофункціональних громадських об'єктів підземного простору для подальшого долучення до генерального плану міста.

Розміщення підземних громадських просторів дасть можливість скоротити наземне будівництво громадських комплексів і зберегти озеленені території, міські парки.

З метою комфортного пересування пішоходів, безперешкодного пересування людей з інвалідністю та маломобільних груп населення потрібно розв'язати завдання з освоєння підземного простору, створення

підземних пішохідних зон, об'єднання громадських зон з основними пересадковими вузлами, створення умов для проходження пішоходів в екологічно безпечному середовищі.

Застосування методології в містобудівній документації міста Києва

Розглянуто і проаналізовано передумови та обмеження розміщення об'єктів багатофункціонального громадського підземного простору. Аналіз виконано за три етапи. На першому етапі проаналізовано всю територію міста Києва способом бального оцінювання і зіставлення передумов і обмежень. На другому етапі також виконано бальне оцінювання передумов й обмежень, але вже в більшому масштабі, розглянуто окремі райони. На третьому етапі більш ретельно розглянуто територію, прилеглу до планованої зони підземного простору. Виконано аналіз наземного і підземного рівнів в планувальних зонах розміщення підземних багатофункціональних комплексів.

Як основні передумови в комплексному оцінюванні території міста Києва на першому і другому етапах для вибору адміністративних районів й укрупнених зон з метою розміщення зон освоєння підземного простору були розглянуті такі передумови:

1. Чисельність і густота населення в адміністративних районах Києва.
2. Наявність станцій метрополітену та їх пасажиропотік.
3. Наявність залізничних станцій і їх пасажиропотік.
4. Ділянки концентрації дорожньо-транспортних пригод з участю пішоходів.
5. «Денне» населення.
6. Орендна плата за нежитлове (торгове) приміщення.
7. Забезпеченість населення торговими площами в адміністративних районах міста.

Пофакторний аналіз починається з бального оцінювання густоти населення, пасажирообороту станцій позавуличного транспорту і вогнищ аварійності дорожньо-транспортних пригод (ДТП). Іншими словами, визначено критерії виявлення територій міста Києва, де пішоходам тісно або небезпечно.

Чисельність і густота населення Києва постійно зростають унаслідок збільшення щільності забудови. Потреба в торгових і соціальних об'єктах зростатиме в міру збільшення густоти населення. За умови дефіциту вільних територій доцільно спланувати підземні простори для належного соціального обслуговування населення. Отже, чисельність і густота населення Києва є передумовою резервування підземного простору під суспільні потреби.

Для виявлення високої концентрації людей треба проаналізувати густоту населення.

Оцінюючи адміністративні райони, треба виконати аналіз статистичних даних, на підставі якого для кожного району буде визначений бал залежно від значення показника на загальному тлі міста. Для визначення балів треба розрахувати середні показники чисельності населення для міста Києва, середній пасажирооборот на станціях метрополітену, середній пасажирооборот залізничних станцій, вогнища аварійності, пов'язані з наїздами на пішоходів.

Зонам, де показники будуть вищі за середні в два рази, надано бал «3», нижче середнього – «1», від середнього показника до показника, в два рази вищого від середнього, – «2». Нуль балів отримають території, де немає станції метрополітену, залізничних станцій.

Нині щільність потоку пішоходів на тротуарах і переходах від вокзалів і станцій залізниці до станцій метрополітену та громадських зон часто перевищує нормативну. Вогнища аварійності та концентрація ДТП зосереджені переважно на магістральних вулицях міста.

Це є додатковою передумовою для розміщення підземних пішохідних переходів, які за потреби можуть виконувати функції багатофункціонального громадського простору.

Подальший аналіз дасть змогу виявити точки сполучення вогнищ аварійності з великими пересадковими вузлами, ділянками шумового забруднення і забруднення викидами автомобільного транспорту.

Важливими чинниками і критеріями, що визначають ефективність вжитих заходів з освоєння підземного простору, є такі:

- наявність високого споживчого попиту;
- переваги концентрації торговельної та ділової активності;
- вигідність положення відносно найважливіших транспортно-пересадкових вузлів і внутрішньоміських міграційних потоків.

Доцільність розвитку торгової, адміністративно-ділової, рекреаційної та інших функцій в місті залежить насамперед від рівня забезпеченості різними об'єктами і послугами постійного населення та додатково «денного» населення міста.

Для Києва, як і для інших найбільших столиць світу, характерним є суттєве перевищення чисельності населення, сконцентрованого в місті в денний час, над чисельністю постійних жителів.

«Денне» населення Києва складається з жителів, які постійно проживають у ньому, і населення, яке формується внаслідок:

- маятникової міграції (трудової, навчальної, культурно-побутової);
- транзитних пасажирів;
- сезонної міграції (туристів, відпочивальників);
- епізодичної міграції (ділових і приватних поїздок);
- імміграції (незаконної міграції, біженців, вимушених переселенців).

Чисельність «денного» населення районів міста визначають розрахунковим шляхом на підставі офіційних даних державної статистики про чисельність постійного населення, матеріалів спеціальних досліджень і вибірових даних статистики праці, транспортної статистики, даних пенсійного фонду про місце проживання і місце роботи працездатного населення.

«Денне» населення міста не є постійною величиною, воно залежить від часу доби, дня тижня (будні-вихідні), сезону року (зима-літо), а також має особливості та закономірності територіального розміщення.

Найзначніша група додаткового населення - це трудові маятникові мігранти з Київської та сусідніх областей України.

Була врахована чисельність додаткового населення, що приїжджає в місто з навчальною метою.

Обсяг міграційних потоків до Києва з культурно-побутовими цілями залежить від дня тижня (робочого, вихідного), пори року (зима, літо).

Значну частину тимчасового населення становлять транзитні пасажирів.

Тимчасове населення міста – це туристи, відряджені, люди, які приїжджають з діловими і приватними цілями.

Загальний обсяг сезонної міграції значно коливається залежно від пори року. Також треба враховувати загальний обсяг епізодичної міграції (як міжнародної, так і з інших регіонів України).

Крім того, в місті перебувають трудові мігранти тижневого циклу (або «короткострокові мігранти»), які приїжджають до Києва для роботи на будівництві, в приватному бізнесі, торгівлі, а також нелегальні мігранти. Оцінювання чисельності цих груп додаткового населення утруднене через брак офіційних даних і даних вибірових досліджень.

Аналіз досліджень чисельності додаткових груп «денного» київського населення вказує на її стійке зростання.

Диференціація розміщення місць прикладання праці на території міста загалом та історично сформовані диспропорції між розміщенням житлових мікрорайонів, виробничих і громадських територій визначають обсяги і спрямованість внутрішньоміських міграційних потоків населення з трудовими і культурно-побутовими цілями.

Протягом останнього десятиліття відбувається інтенсивне впровадження і розвиток ділових і торгово-розважальних функцій в серединній і периферійній частинах міста, що веде до деякого перерозподілу доцентрових потоків додаткового «денного» населення.

Відповідно до розрахункових даних про співвідношення чисельності «денного» населення і населення, що офіційно проживає в районах міста, районам треба надавати ранги від «0» до «3». Ранг «3» належить районам з максимальною концентрацією і перевищенням чисельності «денного» населення над постійним у в два і більше разів.

Основними місцями концентрації «денного» населення є центральна частина міста, де зосереджена значна частина адміністративно-ділових, виробничих, торгово-розважальних, освітніх, історико-культурних та рекреаційних об'єктів, об'єктів готельного господарства. Чисельність населення, яке перебуває в денний час доби в центрі міста, є більшою за чисельність населення, що офіційно проживає в середмісті.

Ранг «2» треба надавати районам, у яких чисельність «денного» населення є більшою за постійне в 1,5-2 рази. Це райони субцентральної зони міста, в яких розміщено великі транспортно-пересадкові об'єкти, виробничі території міста, торгові, історично сформовані адміністративно-ділові та суспільні, науково-дослідні й освітні кластери.

Ранг «1» треба надавати районам, де концентрація додаткового «денного» населення є незначною і перевищує чисельність постійного населення не більш ніж в 1,5 раза. В цьому випадку так само очевидно є концентрація додаткового «денного» населення в районах розміщення великих адміністративно-ділових об'єктів, виробничих територій, великих об'єктів вищої освіти й охорони здоров'я міського та районного рівнів.

Найменший ранг «0» треба надавати районам, в межах яких в денний час перебуває менше населення, ніж проживає: периферійні райони міста, забудовані переважно житловими кварталами й об'єктами соціальної інфраструктури.

Відповідно до просторового розподілу вартості оренди торгових площ райони міста треба ранжувати на чотири групи.

Максимальний попит і ціни на комерційну нерухомість зафіксовано в центральній зоні, до якої належать переважно Голосіївський і Печерський райони. У цій зоні середня вартість оренди 1 м² торгової нерухомості станом на 2021 р. перевищувала 80 тис. гривень, районам цієї зони надано ранг «3».

Наступною є зона, в якій вартість оренди 1 м² торгової нерухомості 70 тис. гривень на рік. Районам цієї зони надано ранг «2».

Ранг «1» надано районам серединної зони міста і деяким периферійним районам. Вартість оренди 1 м² торгової нерухомості в цих районах становить 55 тис. гривень на рік.

Ранг «0» надано периферійним районам і районам з переважанням промислової забудови. У них зафіксовано найменший в місті попит на комерційну нерухомість. Вартість оренди 1 м² торгової нерухомості в цих районах не перевищує 45 тис. гривень на рік.

Розміщення магазинів в столиці є нерівномірним, і не всі жителі міста мають однакові умови для здійснення покупок.

За абсолютною кількістю магазинів і торгових центрів лідером є центральна частина міста. Взагалі, на середмістя припадає близько половини всього обороту торгівлі в Києві. Незважаючи на високу забезпеченість об'єктами роздрібної торгівлі, у сфері торгівлі в центральній частині міста є істотна проблема. Це зумовлене структурою торгівлі – в центрі досить багато елітних магазинів, проте через дорожнечу оренди і особливості історично-архітектурної забудови

відчувається нестача господарських і недорогих продовольчих магазинів крокової доступності.

Друге місце в рейтингу належить частині центральних та серединних частин міста. Багато в чому високі позиції цих частин пов'язані з розвитком торгових центрів. За площею на 1 тис. жителів показники найдорожчих та найзабезпеченіших торговими об'єктами частини міста практично наближаються до центру, істотно перевищуючи рівні інших районів.

На третьому місці в рейтингу – серединні частини міста.

Розвиток мережі роздрібної торгівлі в багатофункціональних підземних просторах вирішує проблему забезпеченості населення продуктами харчування, що швидко псуються, і товарами повсякденного попиту.

Ще одна група передумов для Києва формується положеннями чинного генерального плану розвитку міста, зокрема:

1. Функціональне зонування території міста. Концентрація ділянок громадсько-ділової забудови.

2. Система громадських центрів.

3. Плановані транспортно-пересадкові вузли (ТПВ).

На схемі функціонального зонування території Києва видно, що більша частина міста – житлові, громадські і виробничі зони. Центральна частина і території уздовж основних магістралей зайняті громадськими і виробничими зонами. Нині щільність пішохідного потоку в громадських центрах і зонах перевищує нормативну.

Громадські території призначені для розміщення об'єктів органів влади, представництв та посольств, науково-дослідних і проектно-конструкторських організацій, об'єктів культури, освіти (вищі і середні спеціальні навчальні заклади, школи, установи дитячого дошкільного та позашкільного виховання), релігійних та торговельних організацій, об'єкти обслуговування, спорту, відпочинку, охорони здоров'я, готелі, об'єкти соціальної служби та ін.

Можливе збільшення житлових і громадських зон призводить до зменшення природного комплексу, озелених і паркових зон. Розміщення підземних громадських просторів дасть змогу скоротити наземне будівництво громадських комплексів і зберегти озеленені території, міські парки.

Громадські території формують систему загальноміських центрів у складі місцевих центрів й у вигляді ділянок розміщуються в житлових та інших функціональних зонах.

Основні пішохідні шляхи проходять по тротуарах уздовж магістралей, через що люди зазнають шкідливого впливу шуму і викидів забруднювальних речовин. Підземні простори захистять пішохода від щоденної небезпеки отруєння організму на шляху прямування. Використання підземного простору для розміщення транспортних та інших джерел інтенсивного зовнішнього шуму не завжди є можливим через обмеження (лінії метро, магістральні лінії інженерних комунікацій тощо), у зв'язку з чим екологічний аспект виділено в окрему групу передумов, зокрема:

1. Забруднення атмосферного повітря.
2. Шумове забруднення.

Високий рівень забруднення атмосферного повітря з більш ніж дворазовим перевищенням гранично допустимої концентрації шкідливих викидів спостерігається в центральній та серединній зонах міста, уздовж основних автомобільних магістралей міста.

Усі райони, розташовані в центральній зоні, опинилися в екологічно несприятливій ситуації. Райони, на території яких прокладено основні автодорожні магістралі, також залишаються в несприятливих умовах.

Основними джерелами шуму є потоки всіх видів міського транспорту на автомобільних і залізничних магістралях, літаки в зонах повітряного підльоту до аеропортів, виробничі, комунальні й енергетичні об'єкти та їх окремі установки, відкриті стадіони, внутрішньоквартальні джерела шуму (транспорт в місцях в'їзду в гаражі-стоянки; вентиляція та системи кондиціонування повітря цих об'єктів, центральні теплові пункти, господарські двори магазинів, спортивні та ігрові майданчики, будмайданчики та ін.).

Зони акустичного дискомфорту, зосереджені уздовж найбільших автомагістралей міста, мають значну площу.

Шум від залізничного транспорту справляє негативний вплив на зони уздовж залізничних колій. Найбільшим вплив шуму від залізничного транспорту є в серединній зоні.

У зв'язку з тим, що основний користувач підземного багатофункціонального простору – пішохід, окремою передумовою

визначено пішохідні потоки. Найбільше впливають на розподіл пішохідних потоків об'єкти тяжіння. До об'єктів тяжіння належать території природного комплексу (ПК), об'єкти культурної спадщини, основні туристичні маршрути, заклади охорони здоров'я, освіти, торгові центри і комплекси, місця прикладання праці, музеї, театри, кінотеатри, цирки, стадіони, зоопарки. Об'єкти тяжіння з огляду на їх невелику величину варто долучати до аналізу на другому етапі, коли розглядають території районів міста.

До додаткових об'єктів тяжіння належать також парки культури і відпочинку, об'єкти історико-культурної спадщини.

Освоєння підземного простору на шляху інтенсивних пішохідних потоків до об'єктів тяжіння дасть змогу об'єднати об'єкти різного призначення за найкоротшою відстанню, що скоротить час пішохода в дорозі.

Накладання обмежень на розміщення об'єктів багатофункціонального громадського підземного простору в місті Києві зумовлене наявністю таких чинників:

1. Об'єкти історико-культурної спадщини.
2. Особливо охоронювані природні території.
3. Зони поширення небезпечних геологічних процесів.
4. Зони підтоплення ґрунтовими водами.

На історичних територіях і на територіях зон охорони об'єктів культурної спадщини будь-яке підземне будівництво має починатися з розкопок, що істотно збільшує терміни будівництва об'єкта. Також під час планування підземних об'єктів слід завбачати наземні входи / виходи, що досить складно реалізувати на територіях пам'яток архітектури.

Простір особливо охоронюваних природних територій в місті Києві є підставою для обмежень. Ці обмеження є умовними, оскільки допускають будівництво підземних об'єктів, але ускладнюють процедуру узгодження і реалізації проєктів. Розміщення багатофункціональних підземних громадських просторів є можливим і на території, і під територією після узгодження з відповідними організаціями. Цей фактор розглядається як обмеження. Залежно від спрямованості підземних об'єктів можуть бути накладені відповідні обтяження і визначений напрямок діяльності об'єктів, що потребують

додаткових зусиль для залучення інвесторів, і не завжди будівництво підземних об'єктів буде окупатися в короткі терміни.

Основним обмеженням для розміщення підземних комплексів є результати оцінювання геологічного ризику освоєння підземного простору.

Підземний простір міста характеризуються певними геоморфологічними, літологічними, гідрогеологічними та інженерно-геологічними параметрами, що зумовлюють особливості будівництва й експлуатації підземних споруд.

Оцінюючи можливість використання підземного простору в містобудівних цілях, треба мати на увазі, що в зазначених умовах потрібне застосування різних засобів і заходів для охорони і захисту геологічного середовища.

Різні геологічні та інженерно-геологічні процеси, гідрометеорологічні явища, здатні негативно вплинути на стан інженерних споруд та інших господарських об'єктів, екосистем, на життєдіяльність людей, належать до небезпечних геологічних процесів. Найбільш поширеними типами небезпечних геологічних процесів є карстово-суфозійні процеси, підтоплення, схиліві й ерозійні процеси.

Складність геологічного середовища Києва пояснюється наявністю декількох чинників, а саме:

- досить потужна товща так званих пухких дисперсних відкладень. Це відносно слабкі ґрунти (досить сильно стискувані та не дуже високої міцності фільтрувальні ґрунти);

- підземні води. Територія столиці надзвичайно сильно обводнена. Є кілька водоносних горизонтів, зокрема, найбільш глибокі горизонти – це води артезіанські, питні. Це ресурс не тільки Києва, а й країни загалом. Тому наявність вод, з одного боку, заважає освоєнню підземного простору, а з другого, потребує уважного ставлення, щоби не забруднювати і зберігати ці води;

- у геологічному середовищі розвивається цілий ряд так званих небезпечних геологічних процесів, які потребують особливої уваги під час освоєння. Перш за все це закарстованість території, тому що нижні товщі геологічного середовища представлені вапняковими, карбонатними породами, які легко розчиняються й утворюють порожнечі.

Сучасні технології підземного будівництва дають змогу побудувати практично будь-який об'єкт в будь-яких інженерно-геологічних умовах. Сучасним будівництвом напрацьовано і накопичено значний досвід подолання негативних явищ.

У деяких районах під час освоєння підземного простору геологічні ризики здатні призвести до значного здорожчання будівництва.

Підтоплення – це комплексний процес, зумовлений дією техногенних і, частково, природних факторів, коли внаслідок порушення водного режиму і балансу території за розрахунковий період відбувається підвищення рівня підземних вод, що сягає критичних значень для цього типу території і функціонального призначення споруд.

Ще одну групу територій, на які накладають містобудівні обмеження, становлять:

1. Технічні зони метрополітену.
2. Охоронні зони питного водопостачання.
3. Смуги відведення залізниць.
4. Охоронні зони водних об'єктів.

Технічна зона метрополітену для будівництва – міська територія, відведена для подальшого спорудження ділянок лінії метрополітену, розміщення електродепо та інших наземних споруд під час будівництва об'єктів метрополітену.

Технічна зона метрополітену для експлуатації – ділянка міської території, що безпосередньо прилягає до об'єкта метрополітену і використовується для забезпечення нормального функціонування об'єкта (входу і виходу пасажирів, під'їзду і розміщення спеціалізованих машин, обладнання та матеріалів в період ремонтних робіт метрополітену, запобігання вібродинамічному впливу під час будівельних і реконструктивних робіт, виконуваних у місті).

Охоронна зона метрополітену – частина міської території над / під спорудами метрополітену, споруджуваними і запроєктованими лініями метрополітену, а також в безпосередній близькості від них у визначених параметрах. Охоронні зони встановлюють з метою запобігання небажаному впливу зовнішніх факторів на об'єкти метрополітену і об'єкти на прилеглих до них територіях.

Як обмеження на етапі аналізу міста загалом розглядають економічну доцільність освоєння підземного простору (з погляду здорожчання будівництва залежно від інженерно-геологічних умов).

Території з не надто складними економічними умовами не отримують негативного бала. Складні економічні умови отримують – один бал, невелике здорожчання буде оцінене в два бали, території зі значним подорожчанням будівництва отримують три бали.

Адміністративні райони Києва за результатами пофакторного оцінювання отримали бали з негативним значенням залежно від економічних умов, що вплинули на підсумковий бал районів в комплексній оцінці.

У результаті комплексного оцінювання території міста Києва за основними передумовами і обмеженнями будуть виявлені адміністративні райони, в яких освоєння підземного простору з метою розміщення багатофункціональних громадських об'єктів буде доцільним.

Багатокритеріальний порівняльний аналіз передумов треба виконувати шляхом накладення графічного відображення передумов на карту, що дає змогу виявити райони міста, де поєднуються кілька основних передумов.

Отже, підсумувавши бали чинників-передумов (чисельність населення, концентрація ДТП з участю пішоходів, «денне» населення, пасажирооборот станцій метро, пасажирооборот ж/д станцій й оренда торгових приміщень) і віднявши бали факторів обмеження (економічна доцільність), виявимо максимальну суму балів. Всі райони, сума балів яких (за передумовами / обмеженнями на рівні «місто») перевищує середній показник, далі мають бути проаналізовані і проранжовані за пріоритетними зонам освоєння підземного простору.

Таким чином, перша спроба оцінювання складності реалізації проєкту підземних об'єктів міста на глибині до 20 м дає змогу припустити таке:

- найменш витратними в будівництві виявляються ділянки вздовж великих магістралей, де підземний простір відносно менш завантажений;
- будівництво під землею в зонах вулиць середньої та невеликої ширини потребує значно більших витрат через більший комплекс непрямих вкладень (перекладання комунікацій, зміцнення будівель і

фундаментів тощо);

- геологічні умови підземного простору не домінують у вартісному оцінюванні реалізації проєкту.

Усі райони, відібрані на першому рівні аналізу «місто», переходять на наступний рівень аналізу – «район» за групами укрупнених факторів – знову до передумов й обмежень. Для більш точного оцінювання території в обраних районах міста експертним шляхом виділяють можливі зони освоєння підземного простору в межах обраних районів міста. Аналіз території району дає можливість виявити зону перспективного освоєння підземного простору.

У результаті комплексного оцінювання на цьому рівні виявляють заплановану територію об'єкта, формують адресний перелік і карти-схеми розміщення багатофункціональних громадських об'єктів підземного простору для можливого подальшого включення до генерального плану міста.

На другій стадії проєкту детально розглядають територію обраних районів з метою виявлення зон і вибору місця для об'єктів підземного простору.

На третьому етапі треба виконати аналіз наявних об'єктів соціальної інфраструктури та адміністративно-ділових і громадських об'єктів в зонах, в яких планують будівництво підземних споруд.

Розглядають об'єкти міського і районного значення на територіях, прилеглих до вузлів зон планованого розміщення підземних споруд.

Обирають територію об'єкта підземного простору з огляду на наявність підземних інженерно-транспортних комунікацій, зон обмеження забудови від об'єктів культурної спадщини й особливо охоронюваних природних територій.

Визначення зон (їх розміри, контури і типологія) має відбуватися, зважаючи на місця максимального скупчення людей, точне місце ділянок доріг з ДТП з участю пішоходів, наявність непереборних перешкод або незручностей для пішоходів на шляху від великих транспортних вузлів до місць тяжіння та ін.

Таким чином, на другому етапі аналізують ті самі передумови й обмеження, що й на першому, тільки більш докладно, в більшому масштабі, для визначення зон.

Обрані зони переходять на третій рівень аналізу території міста для освоєння підземного простору – рівень виявлення території об'єкта.

Планувальний параметр майбутнього підземного простору (його площа, геометричні характеристики та ін.), тобто тип, залежить від містобудівних, соціальних, екологічних і транспортних умов.

На третьому рівні обрану зону аналізують за кількома групами критеріїв.

1. Містобудівні

Функціональне призначення прилеглої території, об'єкти тяжіння;
об'єкти культурної спадщини на прилеглий території;
архітектурно-просторова характеристика прилеглої території;
наявність збудованих і проєктованих підземних споруд;
аналіз наявних об'єктів обслуговування.

2. Соціальні

Створення комфортного міського середовища;
умови дотримання безпеки руху транспорту і пішоходів;
планування заходів для маломобільних груп населення (МГН).

3. Екологічні

Рельєф території;
геологічна і гідрологічна характеристика розглянутої території;
озеленені території.

4. Транспортні і інженерні

Наявність об'єктів інженерної та транспортної інфраструктури;
види транспорту;
пасажиропотік;
особливості руху транспорту і пішоходів.

Функціональний склад, техніко-економічні характеристики багатофункціональних громадських підземних об'єктів, що будуть розміщені, залежать від їх типу і спеціалізації. Тип і спеціалізацію визначають на підставі аналізу дефіциту об'єктів того чи іншого призначення з тих, що можна розмістити в підземному просторі. На третьому етапі в цих зонах має бути визначена територія і конфігурація підземного об'єкта.

Більш докладно розглядають тільки об'єкти, обрані як першочергові, для них треба розробити архітектурно-містобудівні концепції з техніко-економічними обґрунтуваннями.

Лекція 10. Питання доцільного розміщення підземних об'єктів і раціонального використання методів та засобів їх спорудження за сучасними технологіями

Науковий супровід довгострокового планування використання міського підземного ресурсу. Автомобільні підземні паркінги в містах України. Підземні технічні приміщення в містах України. Підземні розвантажувальні двори, склади, торговельні підприємства, підприємства громадського харчування.

Автомобільні підземні паркінги в містах України

Пошуки місця для паркування кияни-автомобілісти вже давно почали закладати у свій щоденний графік. Інакше всюди запізнюватимешся на півгодини, а то й на годину. Розглянемо, чому маємо таку проблему у місті і як цьому можна зарадити.

Брак паркувальних місць – типова проблема великого міста. Ледь не найгостріше в Україні вона відчувається у Києві, де, за оцінкою Кабміну, живе 3,7 млн осіб. Чисельність жителів щороку зростає, зростає і кількість автомобілів, що паркуються на узбіччі чи газонах, а легкого розв'язання цієї проблеми поки що немає. На прикладі Києва розглянемо, де і чому виникають труднощі з паркуванням автомобілів та як цю проблему можна вирішити.

Спальні райони

Як і в усіх інших містах України, більшість будинків Києва, особливо у спальних районах, збудовано в радянські часи. У Києві багато таких районів мають високоповерхову забудову. Позняки, Оболонь, Троєщина, Борщагівка та безліч мікрорайонів міста складаються переважно з 9-, а то і з 16-поверхівок. На час проєктування

цих будинків та мікрорайонів кількість автомобілів у місті була значно меншою, та й навряд чи радянські містобудівники припускали, що колись ледь не кожна родина в державі матиме щонайменше одну автівку. Сьогодні ми відчуваємо наслідки такого планування – незважаючи на те, що автомобілями заставлені всі тротуари та клумби, паркомісць все одно не вистачає.

За прийнятими у 2018 році державними будівельними нормами, в периферійній зоні міста має бути щонайменше 0,5 паркомісця на одну двокімнатну (або більшу) квартиру. Для типової «хрущовки», яка має чотири під'їзди з чотирма квартирами на кожному з п'ятих поверхів, для нормативного паркування потрібно як мінімум 40 місць. Крім того, згідно з ДБН має бути і так звана «гостьова стоянка» – місця для автомобілів, що перебувають на прибудинковій території тимчасово [1]. Таких місць має бути «не менш ніж 15% від розрахункового автопарку району» [2]. Отже, крім постійних паркомісць, потрібно ще шість обов'язкових місць для автомобілів гостей. Таким чином, для типового 5-поверхового будинку в спальному районі має бути передбачена парковка на 46 місць. Очевидно, що таких умов у спальних районах немає, а там, де замість «хрущовок» домінують 9- або 16-поверхові будинки, ситуація є ще гіршою [8].

Грунтовне перепланування спальних районів – справа неймовірно складна та дорога. Ситуація тут навряд зміниться, але проблему можна хоча б не масштабувати у нових кварталах та житлових комплексах, які виростають у місті, мов гриби після дощу. Проте і тут картина далека від ідеальної. Невідповідність кількості наземних паркомісць будівельним нормам у нових ЖК помітна неозброєним оком. Земельні ділянки в Києві дуже дорогі, і забудовникам не вигідно відводити площу, на якій можна було б збудувати ще один будинок, під автомобільну стоянку.

Можливий вихід – підземні автостоянки. Але далеко не всі житлові комплекси їх проєктують – дослідження ЛУН «Місто» свідчить, що лише 37% київських новобудов облаштовані підземними паркінгами. І навіть ті комплекси, що мають підземний паркінг, нерідко будують їх занадто малими – у третині підземних паркінгів одне місце припадає на три і більше квартир.

Причина криється у вартості житла. «Безумовно, вартість підземного паркінгу впливає на загальну вартість квадратного метра в новобудові. І саме це є основною причиною відсутності такої опції у

багатьох нових ЖК. Можна зауважити певні тенденції: переважна більшість комплексів, які мають підземний паркінг, належать до бізнес- та преміум-класів житла. І розташовані вони переважно ближче до центру. ЖК в економ- та комфорт-класі, як правило, знаходяться далі від центру, й у Києві дуже часто їх будують фактично серед поля або на території колишніх промзон. Відповідно ні вартість землі, ні платоспроможність покупців не сприяють появі підземних паркінгів. Передусім – через ціну. Забудовник не будуватиме підземний паркінг, розуміючи, що відсоток покупців, які можуть придбати там місце, – критично низький», – пояснює директор ТзОВ «Укрдизайнгруп» Ігор Кузьмак.

Центр міста

Проте і поза спальними районами проблема з паркуванням не вирішена – скоріше, навпаки. Для центральних районів Києва характерним є великий потік автомобілів та вузькі вулички. Лише кілька великих вулиць в центрі має три і більше смуг, а через стихійне паркування один ряд постійно зникає під колесами припаркованих автомобілів. Чимало автівок паркується й на узбіччях чи тротуарах, перешкоджаючи не менш жвавому руху пішоходів.

У КМДА повідомляють, що паркувальних місць цілком достатньо – у Києві діє понад 1000 майданчиків, які надають 88 тис. паркувальних місць. Крім того, у місті є близько 300 тис. місць, де паркування не заборонене.

Та якщо взяти до уваги рівень автомобілізованості Києва, який становить вже 257 авто на тисячу осіб, вийде, що у Києві, де живе 3,7 млн людей, є також 950 тис. автомобілів. Це число – приблизне, але невідповідність кількості машин в місті заявленій кількості паркомісць є очевидною.

Проблема полягає також у тому, що лише незначна частина наявних у Києві паркувальних місць розміщена в центрі, а саме там найчастіше виникають проблеми з пошуком стоянки для автомобіля.

За кордоном цю проблему вирішують комплексом заходів: обмежують потік автомобілів і пропонують зручні альтернативи у вигляді громадського транспорту. Наприклад, у Берліні, який часто порівнюють з Києвом через схожу кількість населення та площу, діє

розгалужена система транспорту, складовими якої є автобуси, трамваї, метро та міська електричка. У німецькій столиці метро складається з дев'ятох ліній, що мають 170 станцій, а міська електричка обслуговує ще 15 ліній зі 166 станціями, тоді як у Києві функціонує лише три гілки метро з 52 станціями, та один маршрут міської електрички з 13 зупинками.

У багатьох європейських містах обмежено рух автомобілів в історичному центрі міста. Для людей, що прямують з передмість, створено зручні «стоянки перехоплення» – майданчики біля основних транспортних вузлів на периферії міста, де можна залишити свій автомобіль та продовжити поїздку у місто громадським транспортом.

Недавно в українські ДБН додали положення про будівництво перехоплювальних стоянок. Імовірно, вони будуть дешевшими за стоянки у місті чи взагалі безплатними. Вкладає кошти столична влада і в розвиток громадського транспорту – до 2023 року планують закупити 400 нових трамваїв, тролейбусів та автобусів. Проте для того, щоби знизити коефіцієнт використання автомобіля з 0,9 до 0,5, як зазначено в стратегії розвитку міста до 2025 року, цього буде замало – треба започатковувати нові транспортні маршрути і будувати нові лінії метро та міської електрички.

Тож сподіватися на швидкі зміни у ситуації з паркуваннями в Києві не варто.

Підземні гаражі й автостоянки економічно ефективні, їх широко застосовують у містах. Вони добре поєднуються з висотними будівлями. Об'ємнопланувальні схеми автостоянок і гаражів залежать від кількості автомобілів.

Підземні автостоянки та гаражі для постійного зберігання автомобілів зазвичай розміщують у місцях житлової забудови, під вулицями, проїздами, скверами або парками у вигляді окремо розміщених споруд (рис. 12, а).

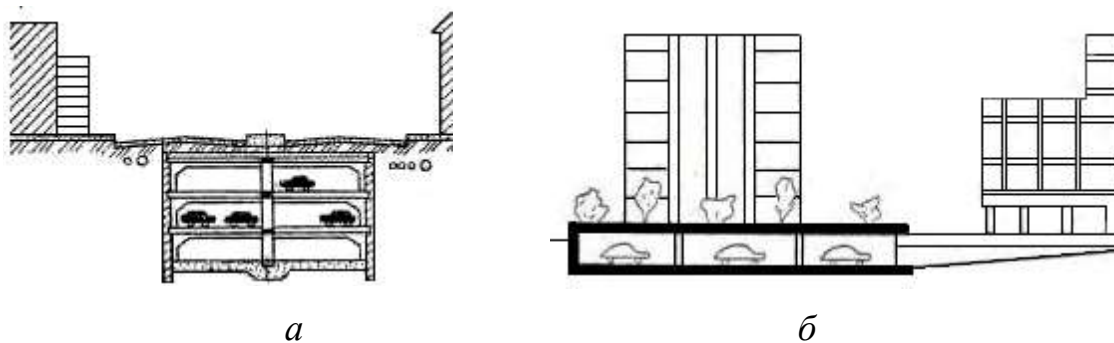


Рис. 12. Різновиди гаражів:
а – підземний, *б* – напівпідземний

При цьому вони повинні бути на певній відстані від житлової забудови, аби газовиділення автомобілів не проникали в будівлі. Розміщення стоянок та гаражів слід планувати так, щоби радіус їх доступності не перевищував 300...400 м. Найбільш доцільно розміщувати підземні стоянки та гаражі в підвальних і цокольних поверхах будинків. У ряді випадків влаштовують підземні гаражі у вигляді відрізків тунелів завдовжки 150...200 м, споруджуваних закритим способом практично без порушень поверхні землі.

Розрізняють підземні автостоянки та гаражі малої – до 60...75 автомобілів з площею приміщень $S_{\text{п}}$ до 1500 м², середньої – до 240 ... 300 автомобілів з площею до 6 000 м² та великої місткості – понад 300 автомобілів. У деяких випадках споруджують підземні об'єкти на 1 000, 2 000, 3 000 автомобілів.

Проектуючи підземні стоянки та гаражі, беруть до уваги інженерно-геологічні умови і технологію робіт. У разі будівництва об'єктів відкритим способом підземні конструкції виконують у вигляді одно- або багатоярусних, одно- або багатопрогінних рамних систем (рис. 13). Переріз окремо розміщених гаражів має прямокутну форму. Конструкція гаражів складається зі стін, перекриття і підлоги. Стіни можуть бути виготовлені із залізобетону або цегли на стрічковому або плитному фундаменті. Плити перекриття зазвичай виконують з ребристих панелей, пустотних настилів або монолітних гладких залізобетонних плит. У разі будівництва автостоянок і гаражів під висотним житловим будинком їх фундаменти виготовляють з паль і ростверків.

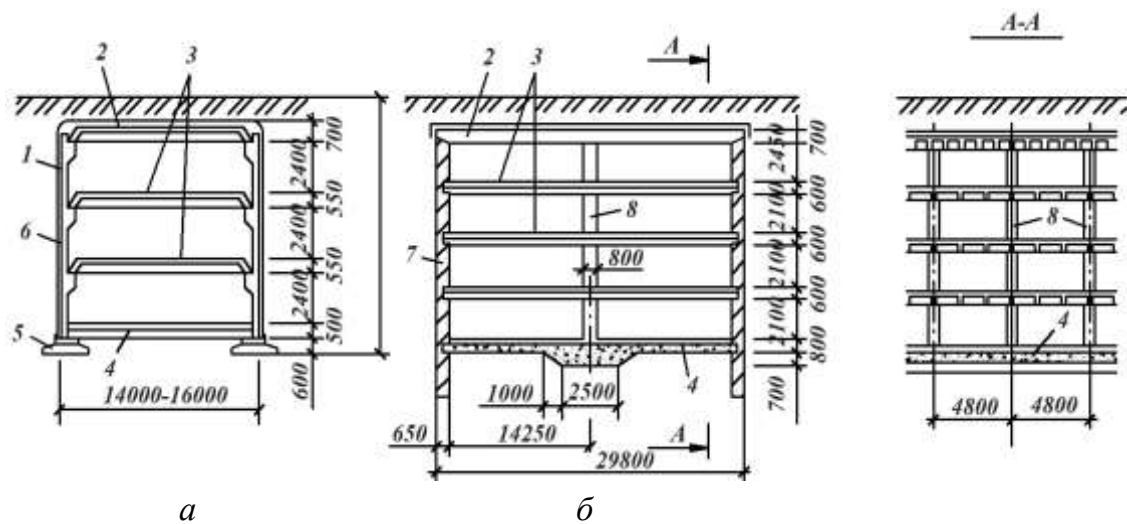


Рис. 13. Конструкції підземних гаражів: *а* – однопрогінні; *б* – двопрогінні; 1 – стіновий блок; 2 – верхнє покриття; 3 – між'ярусне покриття; 4 – лоток; 5 – фундамент; 6 – гідроізоляція; 7 – траншейна стіна; 8 – колони

У практиці будівництва набули поширення рампові та механізовані стоянки та гаражі. У рампових гаражах в'їзд і виїзд автомобілів, а також переміщення їх з яруса на ярус відбувається за прямими або спіральними рампами. У механізованих гаражах і стоянках рамп немає, і всі операції здійснюються без участі водія.

В'їзди і виїзди з гаража розміщують безпосередньо на прилеглих вулицях. Доцільно влаштовувати їх у напрямку другорядних вулиць, не порушуючи руху на головних магістралях. Безпосередньо перед в'їздом в підземний гараж влаштовують майданчики-накопичувачі для тимчасового розміщення в них 5...10 % загальної кількості автомобілів, призначених для зберігання в гаражі.

Механізовані підземні гаражі влаштовують прямокутного або кругового обрису в плані. У першому випадку їх обладнують спеціальними боксами з рухомими візками для прийому або видачі автомобілів. У гаражах кругової форми на кожному ярусі влаштовують поворотні платформи (рис. 14).

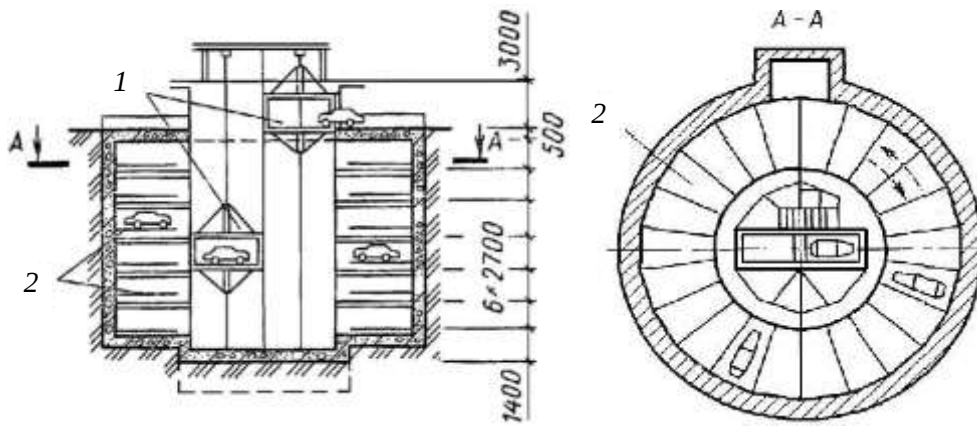


Рис. 14. Механізований підземний гараж з поворотними платформами:
1 – ліфтові підйомники; 2 – платформи

Класифікація підземних будівель і споруд

Нині визначилися три основних напрями використання підземного простору: системи підземного транспорту; будівництво підземних автостоянок і гаражів на урбанізованих територіях; зведення будівель у стиснутих або обмежених умовах, а також екологічне та енергоощадне будівництво заглибленого обвалованого житла за межами міста, що знижує тепловтрати приміщень і витрати на підтримку мікроклімату будівлі в регіонах як з холодним, так і з жарким кліматом.

Заглиблені (підземні) споруди є особливим типом будівель, що різко відрізняються від наземних будівель. Головна особливість полягає в тому, що їх завжди виконують з кам'яних матеріалів (частіше залізобетонних), вони мають суцільний фундамент і кругову гідроізоляцію; всі їх конструкції зазвичай рівноміцні та рівнодовговічні, крім гідроізоляції.

Підземні будівлі та споруди можна поділити на три великі групи: цивільного, виробничого та спеціального призначення. Проте їх величезна різноманітність (нині відомо понад 40 напрямів використання підземного простору) і постійне вдосконалення потребує більш детальної класифікації. Сучасні підземні об'єкти можна класифікувати так.

За призначенням:

- житлово-громадські – житлові будівлі, підземні поверхи і фундаменти житлових і громадських будівель, які закладають на глибину до 30 м, адміністративні будівлі та центри;
- підприємства торгівлі та громадського харчування –

торговельні зали та підсобно-допоміжні приміщення кафе, їдалень, ресторанів, торговельні кіоски, магазини, торговельні центри та ринки;

- культурно-розважальні та спортивні – кінотеатри, виставкові зали, музеї, клуби, спортзали, плавальні басейни, громадські центри;

- навчально-виховні споруди – школи, училища, вузи, навчальні та наукові центри;

- транспортні – підземні переходи під вулицями, станції та тунелі метрополітенів; підземні автомагістралі, гаражі та автостоянки, транспортні центри, вокзали та інші споруди, які закладають на глибині до 25...30 м;

- об'єкти комунально-побутового обслуговування та зв'язку – майстерні, лазні, пральні, пошта, телефонні станції, ощадкаси, ательє, комбінати побутового обслуговування, торгово-побутові центри;

- промислові – підземні поверхи і фундаменти промислових будівель, скіпові ями, колодязі для дробильних цехів збагачувальних комбінатів, бункерні ями; технологічні галереї, тунелі та ін.;

- об'єкти складського господарства і сховища – холодильники, продуктові та промислові склади, овоче- та книгосховища, резервуари, архіви;

- об'єкти інженерного обладнання – трубопроводи (тунелі) водопостачання, каналізації, теплопостачання, газопостачання, водозабори та насосні станції; підземні очисні споруди; дренажні колектори тощо.

За ступенем заглиблення (за О.Н. Тетіором):

- напівзаглиблені (обваловані);

- неглибокого (звичайно не нижче, ніж 10 м від денної поверхні) закладання;

- глибокого закладання (переважно глибше, ніж 10 м).

У заглибленій будівлі освітлення зазвичай повинно бути природним. Будинки проєктують з освітленням:

- природним боковим;

- природним, яке влаштовують крізь вікна з прямками, внутрішні дворики;

- з верхнім зенітним через прорізи або ліхтарі в покрівлі;

- з комбінованим природним, разом зі світловодами, розсіювачами;

- з повністю штучним.

За конфігурацією:

- лінійні, що складаються тільки з однієї протяжної стіни (підпірні стіни, стрічкові фундаменти глибокого закладання та ін.);

- лінійно-протяжні, що мають дві протяжні огорожувальні стіни, зазвичай паралельні одна одній (галереї, колектори для суміщеного прокладання інженерних мереж, тунелі з вертикальними стінами та ін.) ;

- споруди колодязного типу з вертикальними стінами – круглі, прямокутні і багатокутні в плані (підземні поверхи будівель, підвали, бункерні ями, насосні станції, станції метро та ін.).

За умовами розміщення підземні будівлі проєктують окремо розміщеними на незабудованих і під забудованими ділянками, а також у складі наземних будівель;

за конструктивними рішеннями – каркасні і безкаркасні, одно- і багатоповерхові, одно- і багатопрогінними.

За способом спорудження – відкритим, опускним, закритим і за допомогою спеціальних технологій та обладнання (заморожування, водозниження тощо) (рис. 15).

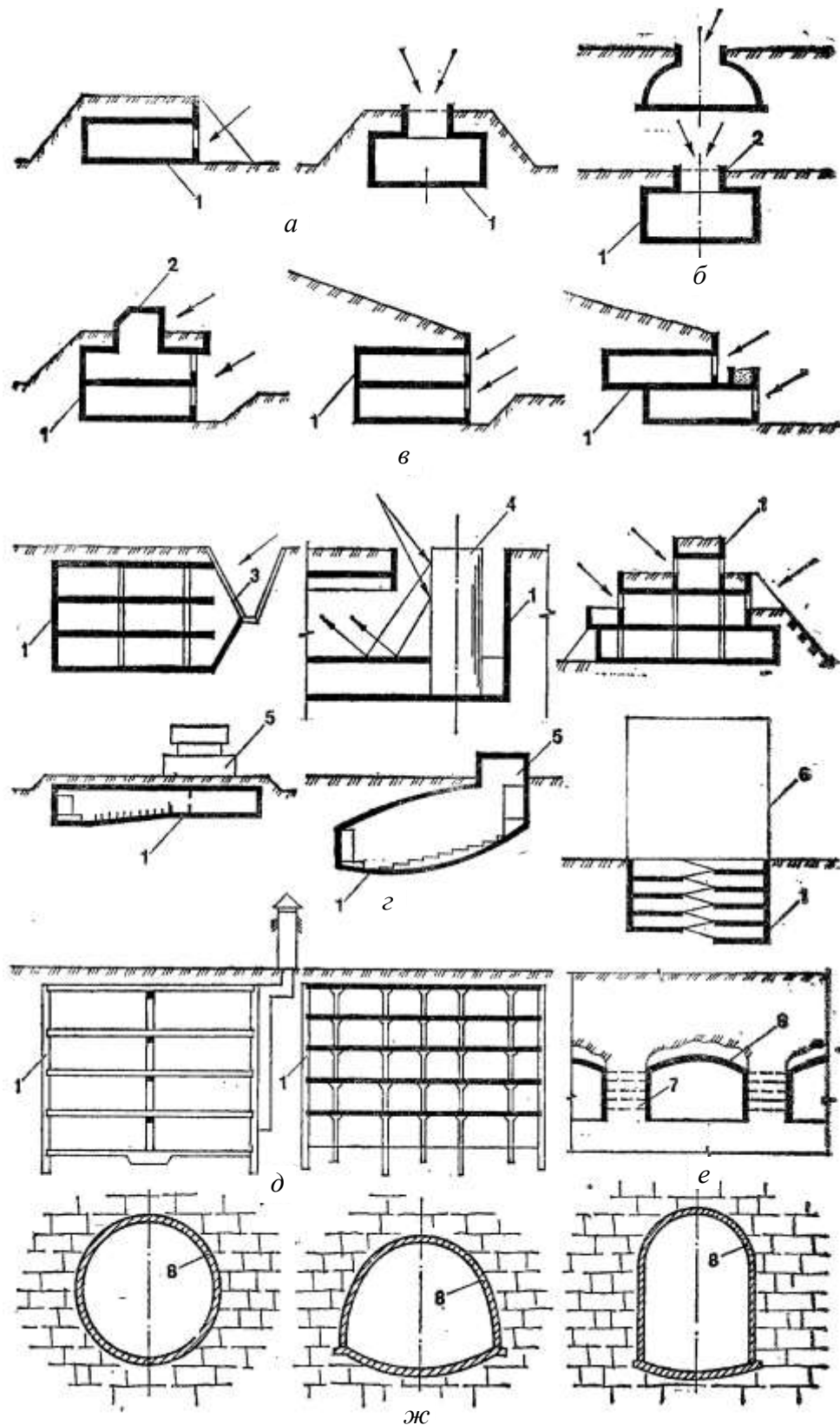


Рис. 15. Схеми житлових, громадських і виробничих будівель:
а ... в – житлові, відповідно напівзаглиблені, неглибокого закладання і на
схилах; *г* – громадські; *д* – виробничі багатоповерхові; *е, ж* – те саме,
відповідно в гірничій виробці й глибокого закладання; 1 – будівля, 2 – шахта
для введення освітлення; 3 – вікно; 4 – циліндр, що відображає денне світло;
5 – вхід у кінотеатр; 6 – наземна частина будівлі; 7 – армування цілика
породи; 8 – обробка

Загальна характеристика підземних об'єктів

Житлові і громадські будівлі. Дефіцит міської землі та її висока вартість, напружена екологічна ситуація в місті, необхідність ресурсо- і теплозбереження зробили перспективним використання підземних і напівпідземних житлових і громадських будівель.

Житлові будинки виконують неглибокого закладання або обваловані й тільки з природним освітленням. Аналогічно проєктують ті громадські споруди, функціонування в яких є неприпустимим без денного світла (дитячі установи та ін.).

У конструкціях житлових будівель успішно використовують монолітний і збірний залізобетон, цеглу, дерево, сталь; застосовують площинні та просторові конструкції. Частіше прагнуть створити просторову форму, що легше вписується в рельєф схилу та справляє враження легкості покриття.

Особливість конструктивних рішень заглиблених будівель – підвищений теплозахист завдяки обвалуванню ґрунтом. Тому на більшій частині їх зовнішньої поверхні не потрібна така сама товщина стін, як для наземних будівель, або така сама товщина шару теплоізоляції на покритті.

Житлові будинки на рівному рельєфі або на схилах проєктують одно- і двоповерховими, як правило, у вигляді індивідуальних окремо розміщених будівель. На схилі може бути виконана також і багатоповерхова терасна напівзаглиблена будівля.

За конфігурацією житлові будинки поділяють на піднесені, наскрізного типу, атріумні, а також будівлі на схилах (рис. 16).

Громадські будівлі відрізняються від житлових значно більшими об'ємами, розмірами в плані та глибиною (рис. 17). Вони можуть бути виконані зі збірного, збірно-монолітного або монолітного залізобетону, у відкритому котловані, способом «стіна в ґрунті», опускним колодязем, гірським. Зважаючи на їх більшу поверховість (порівняно з житловими) вдаються до введення денного світла крізь світловоди, розсіювачі сонячних променів у вигляді вертикальних циліндрів зі світловідбивальною поверхнею.

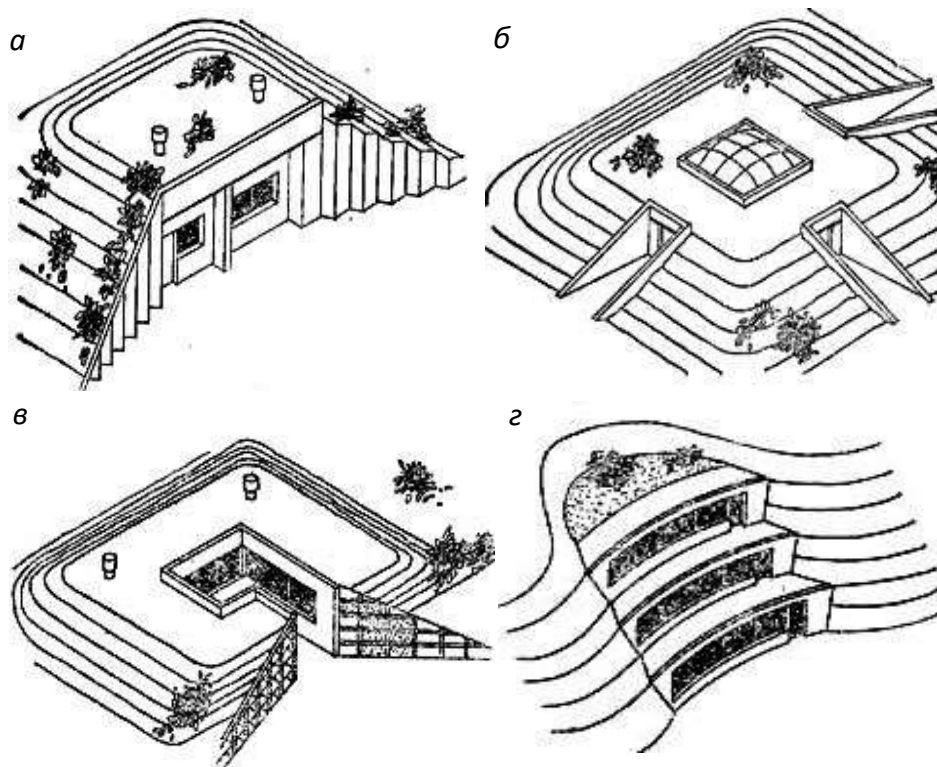


Рис. 16. Загальний вигляд житлових будівель:
а – піднесений; *б* – наскрізного типу; *в* – атриумний; *г* – будівля на схилах

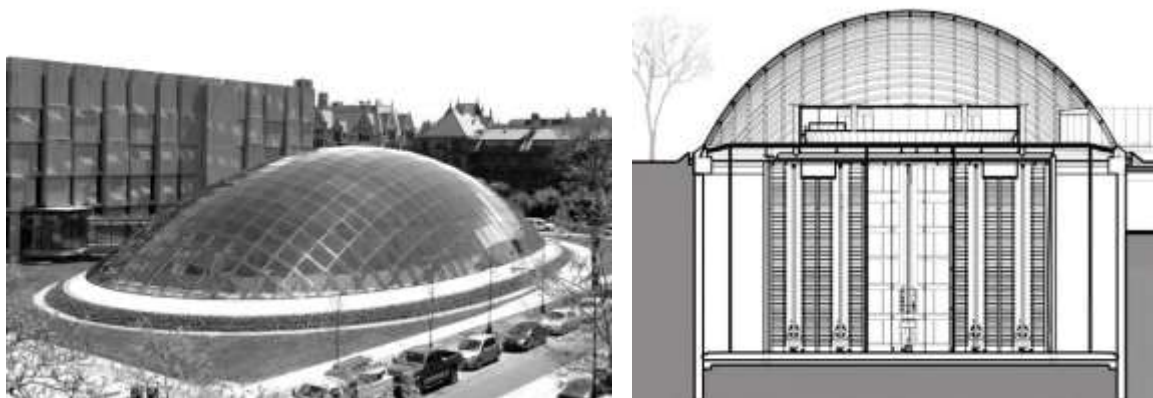


Рис. 17. Бібліотека Чиказького університету

Міські автотранспортні тунелі неглибокого закладання

Автотранспортні тунелі в містах споруджують для розв'язки руху в різних рівнях на перетинах, приляганнях або розгалуженнях магістралей, збільшення пропускної здатності магістралей, створення під'їзних шляхів до підземних автостоянок, торгових центрів, залізничних вокзалів та ін.

Розв'язки в різних рівнях (двох, трьох і більше) влаштовують у місцях перетину, прилягання або розгалуження швидкісних доріг, магістралей безперервного руху, а також у місцях перетину швидкісних доріг з магістральними. Іноді розв'язки споруджують в окремих вузлах районних магістралей. Створення розв'язок в різних рівнях є доцільним на перехрестях і площах з інтенсивністю руху понад 6-8 тисяч автомобілів на годину на підходах до вузла або за інтенсивності лівоповоротного руху більш як 1200 автомобілів на годину.

Тунелі для збільшення пропускної здатності мають порівняно прості планувальні схеми, зазвичай їх закладають в напрямку основних магістралей. Рампові ділянки можуть бути влаштовані на всю ширину тунелю і складатися з двох частин так, що над тунелем будуть вільно проходити транспортні потоки.

Автотранспортні тунелі неглибокого закладання незалежно від планувальної схеми складаються з закритої, власне тунельної частини і відкритих рампових ділянок. У деяких випадках для поліпшення провітрювання й освітлення тунелів значної довжини в місцях, де не планується пропуск наземного транспорту, залишають відкриті вгорі ділянки.

Поздовжній профіль автотранспортних тунелів проєктують з мінімальним закладанням перекриття тунелю під проїзною частиною вулиці для зменшення його повної довжини. Глибина закладання може бути збільшена, якщо над перекриттям тунелю планують прокладання підземних комунікацій, трамвайних ліній або пішохідних тунелів.

Повну довжину тунелю визначають як суму горизонтальних проєкцій рампових і закритих ділянок. Довжину рампи за горизонтальної поверхні вулиці (рис. 18, а) можна визначити з виразу:

$$L_p = \frac{\Delta H}{i} + i \cdot \frac{(R_1 + R_2)}{2}, \quad (10.1)$$

де ΔH – різниця відміток проїжджої частини вулиці і тунелю, м; i – ухил рампи; R_1, R_2 – радіуси опуклої й увігнутої кривих, м.

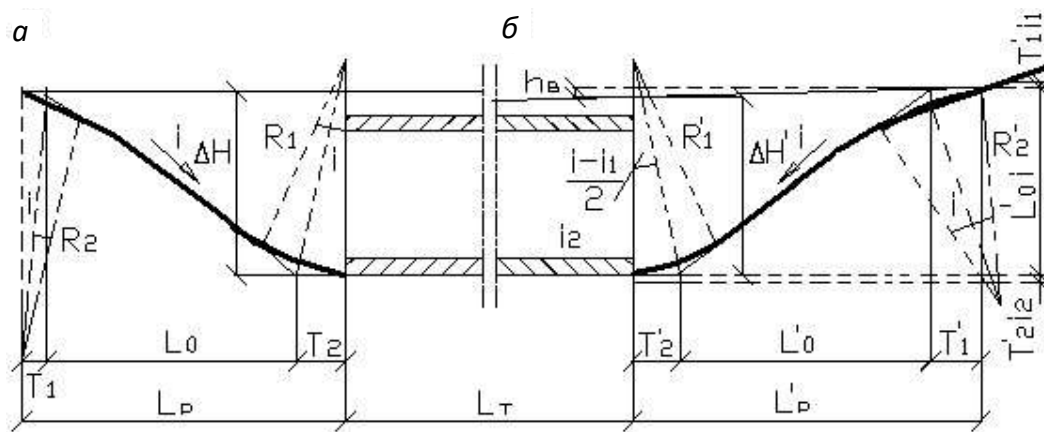


Рис. 18. Схема до визначення довжини рампової частини автотранспортного тунелю за горизонтальної (а) і похилої (б) поверхні проїзної частини вулиці

Автотранспортні тунелі неглибокого закладання влаштовують для пропуску в одному рівні дво-, три-, чотири- і шестисмугового руху. На великих розв'язках зазвичай влаштовують тунелі для двобічного руху, а за одностороннього вуличного руху проєктують тунелі для одностороннього руху.

Можливим є також будівництво багатоярусних автотранспортних тунелів з пропуском руху у двох або декількох рівнях (рис. 19). Розміри поперечного перерізу тунелів визначають з умов необхідної пропускної здатності з розрахунком на перспективу і габарити транспортних засобів.

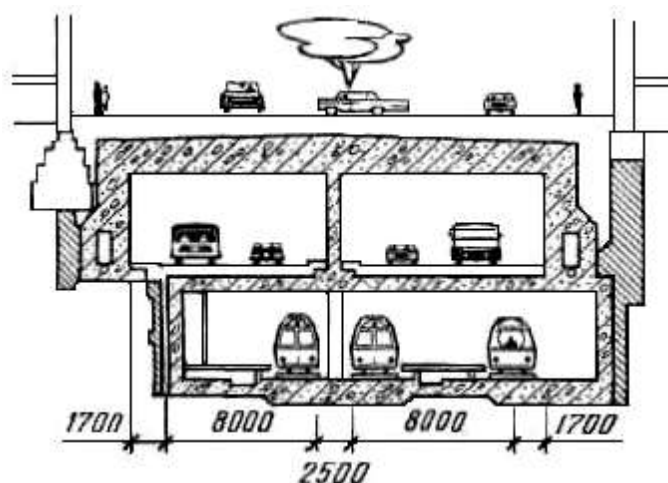


Рис. 19. Двоярусний транспортний тунель

Пропускна здатність автотранспортних тунелів залежить від швидкості руху автомобілів, інтервалів між ними, ширини проїзної частини, умов видимості, радіусів горизонтальних кривих, поздовжнього

ухилу, стану дорожнього покриття і змінюється від 300 до 25 000 автомобілів на годину за двосмугового руху.

Згідно з габаритом ширина проїзної частини для двох смуг руху становить 8 м, а для трьох смуг – 12 м (рис. 20), висота тунелю від рівня проїзної частини до низу перекриття повинна бути не менш ніж 5 м. На магістралях районного значення ширина проїзної частини може бути зменшена до 7,5 м при двосмугового і до 11,25 м за трисмугового руху.

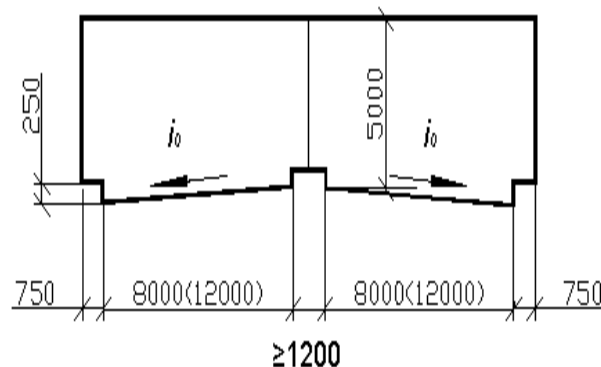


Рис. 20. Розміри поперечного перерізу автотранспортних тунелів

Підземні автомагістралі. Окремі відносно короткі автотранспортні тунелі неглибокого закладання не в змозі повністю вирішити транспортну проблему. У центральних районах міста доцільним є створення протяжних автотранспортних тунелів, довжина яких може становити кілька кілометрів і які дублюють основні вантажонапружені магістралі й одночасно слугують для розв'язку руху в різних рівнях на декількох вузлах.

Розвинена мережа досить протяжних тунелів здатна забезпечити транзит значних транспортних потоків через центральні райони міста, де концентрується велика кількість автомобілів і великі пішохідні потоки. За трасою магістральних тунелів і в місцях взаємного прилягання і перетину доцільно створювати великі підземні комплекси, що охоплюють автостоянки та гаражі.

Трасування підземних автомагістралей потрібно виконувати з огляду на особливості наземної дорожньо-вуличної мережі, розміщення великих наземних і підземних споруд, а також інженерно-геологічних умов. Залежно від цих умов підземні автомагістралі можуть бути як неглибокого, так і глибокого закладання. Застосування підземних магістралей неглибокого закладання обмежене малозабудованими

територіями в периферійних районах міста. У межах центральної частини міст найбільш доцільним є створення підземних магістралей глибокого закладання. У такому разі для магістральних тунелів раціональним є круглий поперечний переріз – це доцільно за умовами статичної роботи конструкції і дає змогу розмістити за межами габариту проїзду вентиляційні канали і відсіки для пропускання інженерних комунікацій (рис. 21).

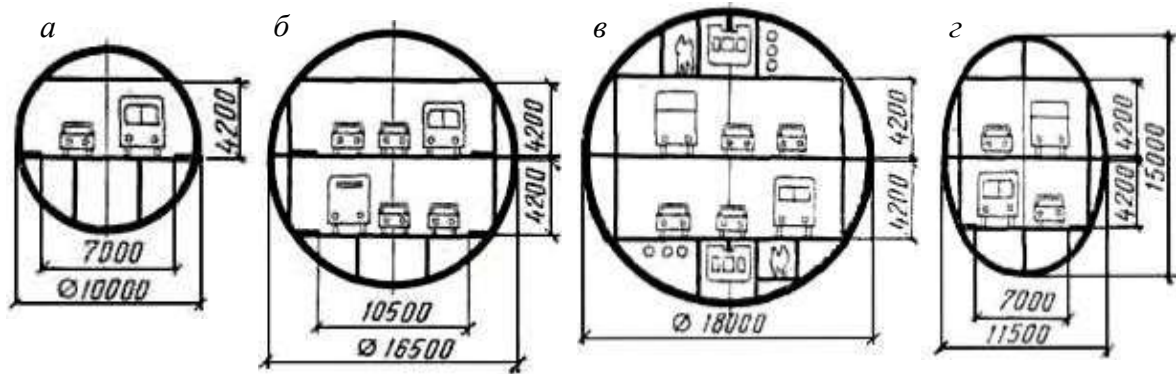


Рис. 21. Варіанти поперечного перерізу магістральних тунелів:
а – двосмугового; б – трисмугового; в – шестисмугового; г – чотирисмугового

Розміри поперечного перерізу магістральних тунелів залежать від інтенсивності автомобільного руху і габаритів транспортних засобів. Наприклад, для пропускання двосмугового руху (легкові, вантажні автомобілі й автобуси) тунель повинен мати діаметр близько 10...11 м, трисмугового в одному рівні і чотирисмугового у двох рівнях – 13...13,5 м, а шестисмугового у двох рівнях – 16...18 м. Оскільки чотири- і шестисмуговий тунелі є двоярусними, це призводить до ускладнення рішення в місцях перетину таких тунелів, потребує посилення тунельної обробки й ускладнює провітрювання.

Пішохідні тунелі. У містах широко застосовують позавуличні пішохідні переходи мостового або тунельного типу.

Будівництво позавуличного пішохідного переходу через автомагістраль є доцільним і виправданим, якщо пішоходи не встигають перейти дорогу наземним переходом за час циклу зеленого сигналу світлофора. Позавуличні пішохідні переходи слід будувати в першу чергу в таких транспортних вузлах, де протягом року відбувається п'ять і більше ДТП. Незважаючи на те, що вартість позавуличного пішохідного переходу в середньому в 10...20 разів вища від вартості

створення нерегульованого наземного переходу типу «зебра» і в 5...10 разів вища від вартості регульованого наземного переходу, йому часто віддають перевагу.

Економічної ефективності будівництва пішохідних тунелів досягають завдяки уникненню втрат часу транспорту біля світлофорів і убезпеченню від дорожньо-транспортних пригод, пов'язаних з пішоходами.

Планувальні рішення пішохідних тунелів вирізняються великою різноманітністю і залежать від топографічних і містобудівних умов (рис. 22).

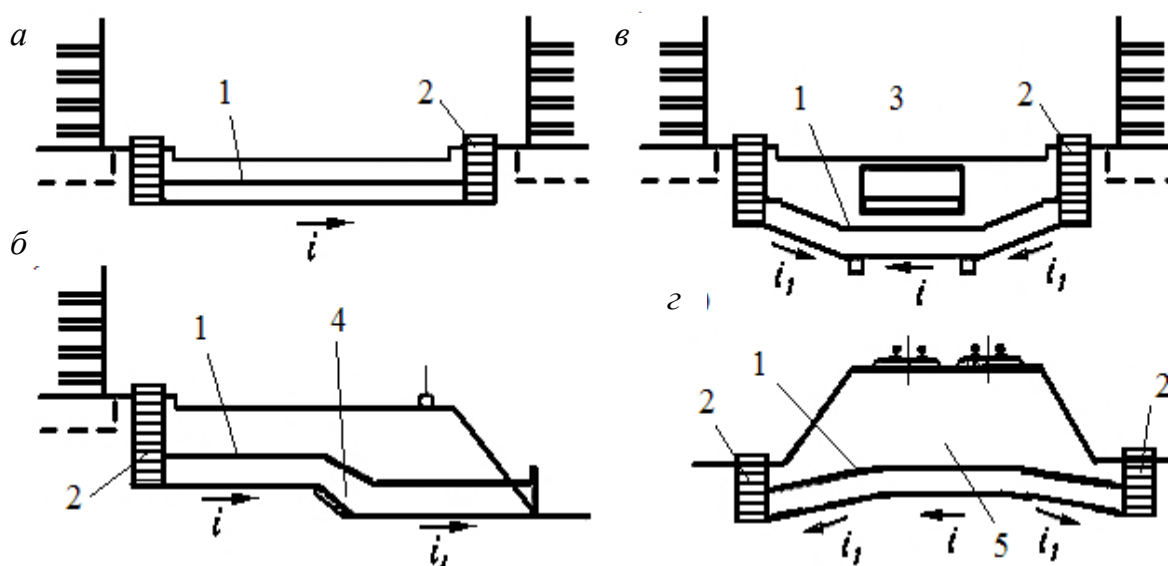


Рис. 22. Види поздовжнього профілю пішохідних тунелів:
 а – односхилий; б – ламаний; в – двосхилий увігнутий; г – двосхилий опуклий;
 1 – пішохідний тунель; 2 – сходи; 3 – транспортний тунель; 4 – сходи;
 5 – залізничний насип

Пішохідні тунелі можуть мати прямокутний, склепінчастий або круговий поперечний переріз. Ширину пішохідних тунелів призначають з огляду на перспективну інтенсивність пішохідних потоків і пропускну здатність 1 м тунелю. При цьому в розрахунок слід брати максимальну очікувану інтенсивність пішохідного потоку в години пік.

Визначаючи розміри пішохідних тунелів, треба мати на увазі, що ширина їх у просвіті повинна бути не меншою, ніж 3 м, а висота – 2,3 м. Якщо пішохідні потоки невеликі, ширину підземного переходу допускається зменшувати до 2,5 м, а в деяких випадках до 2 м. У двопрогінних тунелях висота від рівня чистої підлоги до низу прогону

повинна бути не меншою, ніж 2 м. Зазвичай пішохідні тунелі влаштовують завширшки 4, 6 або 8 м.

Підземні пішохідні переходи складаються з закритої частини (тунель) і відкритих східчастих, пандусних або ескалаторних входів і виходів.

Розроблено типові збірні залізобетонні конструкції однопрогінних і двопрогінних систем (рис. 23).

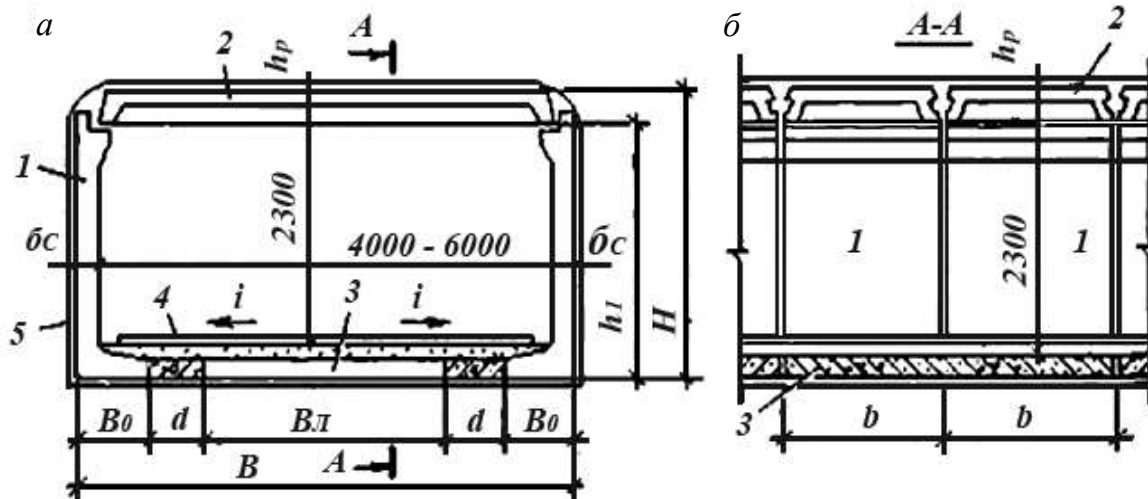


Рис. 23. Конструкція однопрогінного пішохідного тунелю: 1 – стіновий блок;
2 – блок перекриття; 3 – лотковий блок; 4 – покриття підлоги;
5 – гідроізоляція

Подальше вдосконалення збірних конструкцій пішохідних тунелів багато в чому пов'язане зі зменшенням кількості типів блоків та їх укрупненням. Наприклад, застосовують конструкції однопрогінних тунелів, що складаються з нижнього лоткового і верхнього П-подібного або двох U-подібних блоків, що утворюють замкнутий контур.

Багатофункціональні підземні комплекси

У багатьох великих містах підземні стоянки та гаражі часто споруджують у складі багатоярусних підземних комплексів багатоцільового призначення. Розміщують їх зазвичай поблизу великих транспортних вузлів, на привокзальних площах, в районі аеропортів, торгових центрів тощо. Оскільки в таких місцях в першу чергу виникає потреба в будівництві різноманітних транспортних споруд (станцій метрополітену і залізничних вокзалів, транспортних і пішохідних

тунелів, стоянок і гаражів), доцільно об'єднати їх в одному комплексі. У складі підземних комплексів можуть бути також підприємства торгівлі, громадського харчування, кінотеатри, підприємства побутового обслуговування та ін., що створює максимальні зручності відвідувачам. Залежно від конкретних умов підземні комплекси можуть мати 2...6 ярусів (рис. 24).

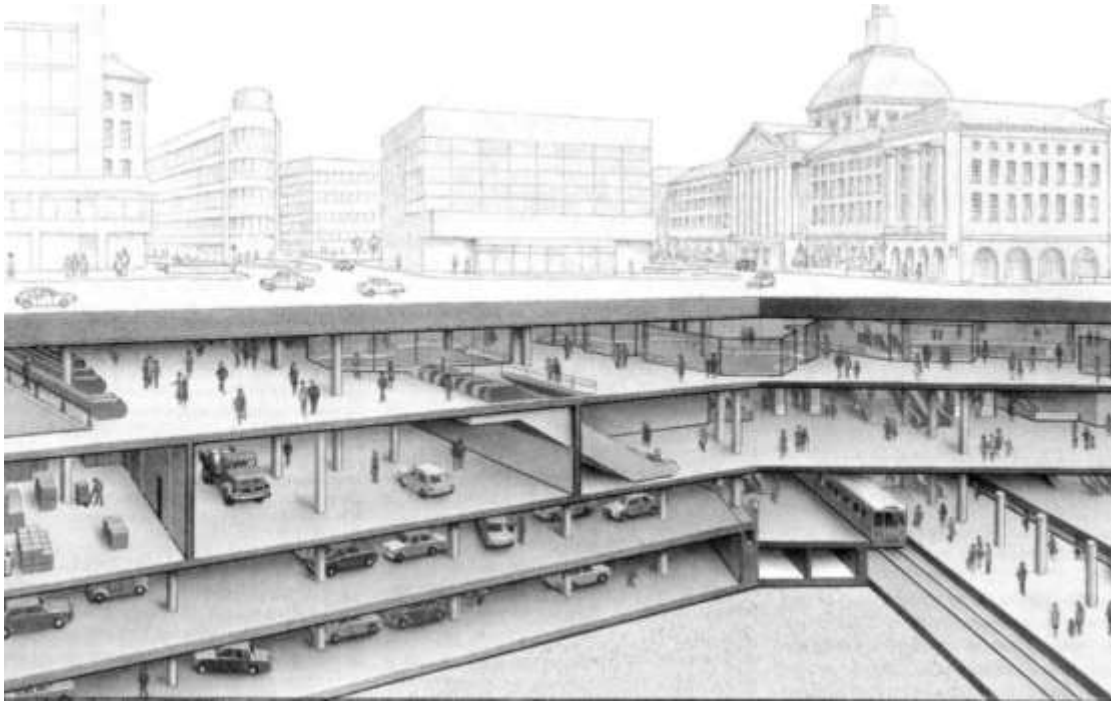


Рис. 24. Комплекс підземних споруд на Карлсплац, Мюнхен, Німеччина

Перший підземний ярус найчастіше призначають для пішохідного руху і з'єднують з прилеглими вулицями. На цьому ж ярусі розміщують невеликі магазини, кафе, кіоски та ін. На другому і третьому ярусах можуть бути стоянки автомобілів та станції технічного обслуговування. Нижні яруси зазвичай використовують для розміщення станцій метрополітену, залізничних вокзалів, виїздів в автотранспортні тунелі. Для зв'язку між окремими ярусами слугують ескалатори, ліфтові підйомники і сходи.

В Україні лідером за кількістю підземних об'єктів є Київ. Найвідоміший – підземний торговий центр «Глобус», розміщений під Майданом Незалежності. Його будівництво викликало чимало суперечок, однак плани забудови площі, тоді Жовтневої Революції, були ще в радянський час. Наприкінці 1970-х років був розроблений проєкт, що включав у себе кінотеатр, виставкові зали і ресторани в підземному ярусі. Це було б першим досвідом освоєння підземного простору в

комерційних цілях в Радянському Союзі, але спочатку роботи затягнулися, а потім, з розпадом СРСР, і зовсім припинилися. Проект був реалізований лише в 2001 році.

Об'ємно-планувальні рішення підземних комплексів багатофункціонального призначення розробляють відповідно до конкретних містобудівних і транспортних умов і характеру об'єктів, що входять до складу комплексу.

У більшості випадків підземні комплекси проєктують загального типу, надаючи їм в плані різний обрис: прямокутної, полігональної, кругової, еліптичної або неправильної форми. Площу окремих ярусів та їх висоту встановлюють залежно від призначення підземних об'єктів.

Заглиблені підземні споруди промислових підприємств

У багатьох випадках промислові підприємства повністю або частково заглиблюють в землю, наприклад, насосні станції, що мають в плані круглу форму. У сухих ґрунтах їх будують у відкритих котлованах, а за наявності ґрунтових вод – способом опускного колодезя з водовідливом. На рис. 25 зображено підземний комплекс для установки безперервного розливання сталі (УБРС) в мартенівському цеху Донецького металургійного заводу.

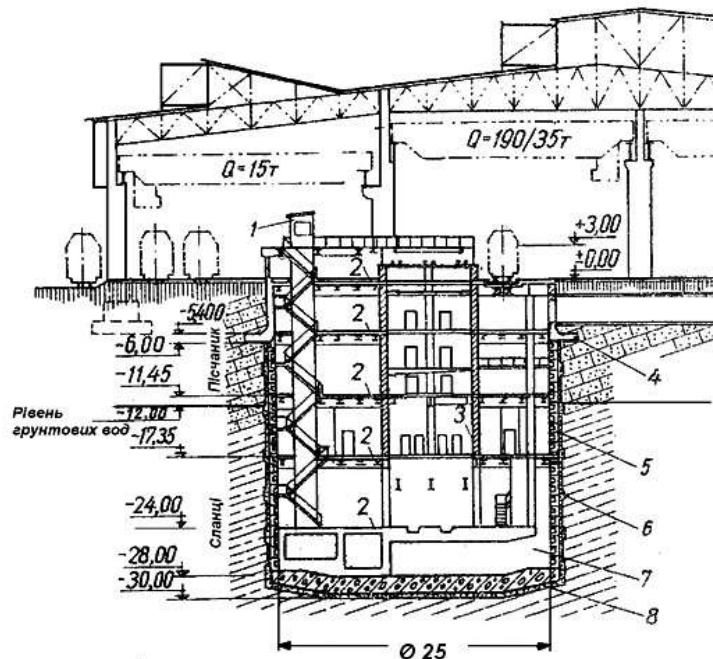


Рис. 25. Стакан установки безперервного розливання сталі Донецького металургійного заводу: 1 – ліфт; 2 – міжповерхові перекриття; 3 – внутрішня

камера; 4 – оголовок; 5 – тюбінги; 6 – тампонажний шар; 7 – монолітне днище; 8 – гідроізоляція

Стінку стакана підземного об'єкта виконано у вигляді оболонки, зібраної із залізобетонних тюбінгів. Міцні породи, в якій споруджували УБРС, руйнували вибуховим способом і в ємностях піднімали двома екскаваторами Е-5047. З'єднання міжповерхових перекриттів з циліндричними стінами стакана виконано шарнірно. Гідроізоляцію споруд влаштовано за допомогою тампонажного розчину з гідрофобними добавками. За наявності напірних ґрунтових вод виконано гідроізоляцію та внутрішню залізобетонну сорочку.

Підземні резервуари для нафти й газу належать до спеціальних споруд, проєктують їх стійкими до низькотемпературних впливів. Вони можуть бути виготовлені із залізобетону або сталі.

Одним з видів низькотемпературних резервуарів для зрідженого природного газу є залізобетонні заглиблені резервуари, конструкцію яких наведено на рис. 26. Застосування для будівництва резервуарів попередньо напруженого залізобетону дає змогу уникнути утворення тріщин і від термічних, і від гідростатичних навантажень.

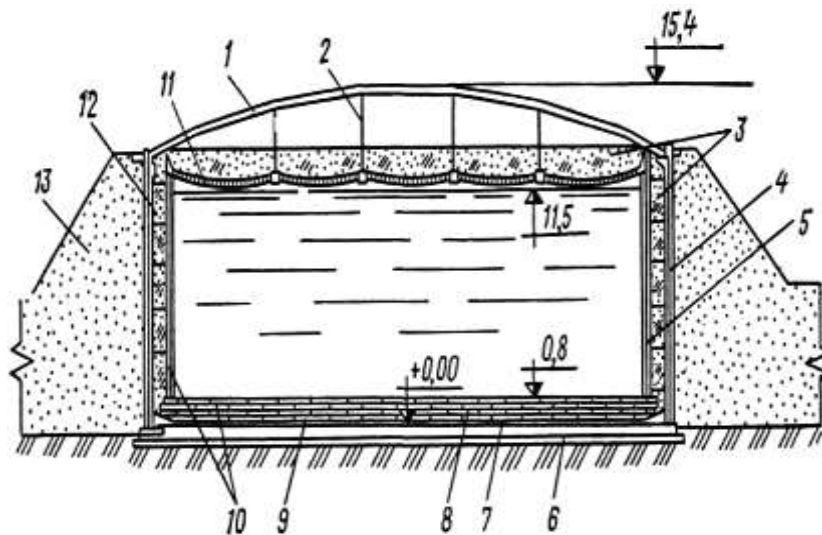


Рис. 26. Залізобетонний резервуар для пропану об'ємом 1 000 м³:
1 – збірний залізобетонний купол; 2 – підвіска; 3 – шар спученого перліту товщиною 1000 мм; 4 – зовнішня залізобетонна стінка; 5 – підпірна стінка з торкретбетону; 6 – труба підігрівача; 7 – гідроізоляція; 8 – днище з попередньо напруженого залізобетону; 9 – шар піноскла; 10 – внутрішні

стілки; 11 – додаткове навантаження з керамзитобетону; 12 – сталева розтяжка; 13 – піщаний ґрунт

Крім того, проєктуючи резервуари, слід брати до уваги проникність бетону для рідкої і газоподібної фаз, коефіцієнт тертя бетону по піску та ін. Нафта і більшість нафтопродуктів мають специфічні властивості, котрі суттєво впливають на процес їх зберігання. Основними з них є висока випаровуваність, вогне- і вибухонебезпечність і здатність до електризації.

Сталеві резервуари для зберігання нафти можна класифікувати за кількома ознаками. Так, за величиною робочого тиску в газовому просторі розрізняють резервуари низького тиску (до 2 000 Па), з підвищеним тиском (до 7 000 Па) і атмосферні (для зберігання важких продуктів – оливи, мазуту та ін.). За конструкцією сталеві резервуари поділяють на вертикальні циліндричні, горизонтальні циліндричні, краплеподібні та траншейні.

Найбільш поширеним типом резервуарів для зберігання нафти і нафтопродуктів є вертикальні сталеві циліндричні резервуари. Типові циліндричні резервуари можуть мати об'єм 100 ... 400; 500; 700; 1000; 2 000; 3 000; 5 000; 10 000; 20 000; 30 000 і 50 000 м³.

Лекція 11. Методологія територіального планування підземних територій у містобудівній документації України

Побудова карт з підземними цивільними об'єктами. Побудова карт з підземними військовими та науковими об'єктами. Історичні катакомби в містах України. Побудова тунелів в Україні.

Генеральні плани міст

У всіх містах України будівництво ведеться відповідно до генерального плану розвитку міста, який є основним документом територіального планування. До сьогодення ні в одному документі територіального планування нашої країни не визначені перспективи розвитку підземного простору.

У столичній містобудівній практиці вже з початку 2000-х років почали перейматися питанням систематизації використання підземного простору.

Серед цілей і завдань чинного генерального плану міста Києва визначено підвищення ефективності використання накопиченого потенціалу і ресурсів міста. У цьому контексті в документі йдеться про доцільність ефективного використання земельних і майнових ресурсів, зокрема про таке:

- оптимізація функціональної структури землекористування міста відповідно до пріоритетів соціально-економічного розвитку і рентних потенціалів територій;
- забезпечення комплексності забудови міських територій об'єктами міської інфраструктури (соціальної, інженерної і транспортної) для підвищення вартості єдиного об'єкта нерухомості;
- розміщення об'єктів капітального будівництва відповідно до пріоритетів галузевого розвитку міста.

Таким чином, відповідно до земельного та містобудівного законодавства України і генерального плану розвитку міста Києва функціональне зонування території має формувати зони з метою найбільш ефективного, соціально спрямованого розвитку територіальних ресурсів міста.

На схемі функціонального зонування чинного генерального плану розвитку Києва видно, що територію міста поділено на досить велику кількість зон, однак, якщо зіставити ці зони з щільністю забудови, що склалася, стає очевидним, що функція визначена, а територіального ресурсу для розвитку практично не залишилося.

До теперішнього часу територіальні ресурси міста розглядали тільки вище від поверхні землі. Однак очевидно, що часто єдиним територіальним ресурсом для розвитку міста, особливо такого великого, як Київ, залишається підземний простір.

Раніше містобудівники в Києві замислювалися про раціональне і доцільний використанні територіального ресурсу, розміщеного нижче від рівня землі. Зокрема, в деяких рекомендаціях обґрунтовано необхідність використання підземного простору в крупних транспортно-пересадкових вузлах для створення багатофункціональних об'єктів, які суміщають транспортні функції із супутнім торгово-побутовим обслуговуванням пасажирів. Однак в наш час забудова підземних

територій міста набула «точкового», безсистемного характеру і спрямована на задоволення інтересів інвестора одного об'єкта (наприклад, гаража) або однієї функції міста (наприклад, торгівлі).

Досі триває обговорення чергової актуалізації генерального плану Києва. За інформацією архітектурного ради при головному архітекторі Києва одним із завдань оновленого документа визначено підвищення доступності (зокрема пішохідної) об'єктів праці і відпочинку, освіти, культурного дозвілля й обслуговування. Резервів на поверхні землі для розвитку комфортних пішохідних шляхів на щільно забудованій території міста практично не залишилося. Комфортні пішохідні пересування в кліматичних умовах Києва можна створити тільки в закритому просторі. Таким чином, влада в столиці має розглянути необхідність резервувати в генеральному плані міста підземний простір під пішохідні шляхи.

В оновленій редакції генерального плану мають бути позначені межі перспективних зон освоєння підземного простору. Включення в функціональне зонування в складі генерального плану міста Києва зони розвитку багатофункціонального підземного простору дасть змогу виконати поставлене перед розробниками завдання із збільшення пішохідної доступності робочих місць й об'єктів соціального значення. Підвищення пішохідної доступності досягають двома містобудівними методами: формуванням нижче рівня землі комфортних пішохідних вулиць найкоротшим шляхом від об'єкта до об'єкта; будівництво соціально значущих об'єктів в підземному просторі в пішохідній доступності від місць проживання або прикладання праці.

Підземні зони в Генеральному плані розвитку Києва – це ще не підземне функціональне зонування, але вже черговий крок в напрямку містобудівного планування підземних територій столиці України.

За попередньою актуалізацією Генерального плану Києва має бути здійснена перша спроба закріпити принципи розвитку підземних територій. Визначено, що поліпшення рівня життя киян і створення нового середовища існування можна досягти шляхом будівництва масштабних підземних споруд нового покоління за допомогою високих технологій, нових об'ємно-планувальних, конструктивних й архітектурних рішень для забезпечення різних, зокрема соціальних, функцій.

З огляду на викладене видається доцільним у процесі виконання наступної актуалізації генерального плану міста Києва, так само як і генеральних планів інших міст України, визначити перспективне функціональне зонування підземного простору. Визначення функціональних підземних зон міста доцільно виконати згідно з сформульованою типологією (спеціального, науково-виробничого, громадського, інфраструктурного призначення).

Генеральні плани міст розробляють в масштабі від 1: 100 000 до 1: 10 000 залежно від розміру населеного пункту. Наприклад, для міста з населенням від 500 000 до 1 млн осіб доцільно розробляти генеральний план розвитку в масштабі 1: 25 000.

Зони транспорту визначають заходами, передбаченими генеральним планом, з розвитку транспортної інфраструктури в частині будівництва автодорожніх тунелів та інфраструктури метрополітену. Зонування в частині інженерної інфраструктури визначають на основі заходів, передбачених документом, у міру розвитку відповідних об'єктів і мереж. Методологію виявлення територій, які доцільно зарезервувати для формування пішохідних зон і багатофункціональних підземних просторів, докладно висвітлено в попередніх лекціях.

Території міста, де використання підземного простору ускладнене археологічними, природними або іншими факторами, запропоновано визначити в генеральному плані як зони з особливими умовами використання підземного простору. Потребу у виділенні спеціальної зони зумовлено тим, що не всі лінії містобудівного регулювання регламентують використання підземного простору. Точні вказівки щодо ліній містобудівного регулювання в чинному законодавстві поширюються лише на червоні лінії.

Важливою особливістю функціонального зонування підземних територій є можливість будівництва об'єктів різного функціонального призначення одного під іншим.

Для того щоби відповідно до особливостей функціонального зонування підземного простору відобразити всі зони в плані однієї схеми, слід в кожній зоні вказувати глибину, на яку вона поширюється.

Правила землекористування і забудови

Згідно з українським містобудівним законодавством відповідно до генерального плану повинні бути розроблені правила землекористування і забудови, в яких визначено містобудівні регламенти. Має бути розроблений містобудівний кодекс.

При цьому положення містобудівного кодексу України про зонування територій тісно пов'язані з нормами про розподіл земель на категорії, визначеними земельним кодексом України з метою встановлення правового режиму використання земель (територій, земельних ділянок). У законодавстві має бути закріплено, що містобудівний регламент повинен визначати види дозволеного використання земельних ділянок так само, як і все, що знаходиться над і під їх поверхнею.

При цьому використання наземних і підземних ділянок може відрізнятися. Наприклад, під землею може бути автодорожній тунель, а над ним парк. Отже, має бути дозвіл на використання підземної частини – розміщення об'єктів капітального будівництва транспортної інфраструктури, а наземної – благоустрій з метою формування території рекреації.

Оскільки містобудівні регламенти мають бути встановлені на кожну із зон, визначених у територіальному зонуванні, очевидно, що територіальне зонування повинно бути виконане для підземного простору окремо від наземного.

Основне завдання правил землекористування і забудови – визначити гранично допустимі параметри розвитку території. Однак в нинішній час всі територіальні зони, визначені правилами землекористування і забудови міст України, містять тільки параметри розвитку наземної території. Столиця України – найбільше і важкоорганізоване місто, отже, вивчення правил землекористування і забудови Києва дасть найбільш повну картину можливого територіального зонування.

У документі для більш точного визначення параметрів розвитку міста вся наземна територія міста Києва має бути розділена на зони і підзони. Містобудівні регламенти мають бути встановлені на кожну зону і підзону, окреслюючи граничні параметри дозволеного будівництва, реконструкції об'єктів капітального будівництва, а також обмеження на використання земельних ділянок і планованих або реконструйованих об'єктів капітального будівництва.

Правила землекористування і забудови Києва як документ містобудівного зонування мають містити:

- 1) порядок застосування правил та внесення в них змін;
- 2) містобудівні регламенти;
- 3) карти містобудівного, зокрема територіального, зонування.

Як вже зазначено, містобудівне зонування має складатися з функціональних і територіальних зон. В правилах землекористування і забудови функціональні зони мають транслюватися з Генерального плану міста Києва.

У текстовій частині документа має бути визначене, що містобудівним регламентом встановлюється правовий режим земельних ділянок так само, як і все, що знаходиться над і під поверхнею земельних ділянок, і використовуватися в процесі їх забудови та подальшої експлуатації об'єктів капітального будівництва. Документ має встановлювати також єдиний регламент на територію, не виділяючи наземну і підземну частини. Це потребує вивчення розміщених в правилах землекористування і забудови містобудівних регламентів для виявлення в них правових режимів використання підземної частини території міста Києва.

Містобудівними регламентами для Києва мають бути встановлені граничні (мінімальні) розміри земельних ділянок і граничні параметри дозволеного будівництва і реконструкції об'єктів капітального будівництва. Вивчаючи документи, не вдалося виявити досить вагомих аргументів для введення регламенту гранично мінімального розміру земельної ділянки.

Однак, зважаючи на те, що під земельною ділянкою слід розуміти поверхню землі, очевидно, що цей регламент не стосується підземних просторів, отже, для цілей цієї роботи не має значення. Наступні містобудівні регламенти полягають в граничних параметрах дозволеного будівництва і реконструкції об'єктів капітального будівництва. Правилами землекористування і забудови мають бути визначені три граничних параметри:

1. Гранична кількість поверхів або гранична висота будинків, будівель, споруд.
2. Щільність забудови земельної ділянки.
3. Максимальний відсоток забудови в межах земельної ділянки.

Уже з формулювання першого параметра «гранична кількість поверхів або гранична висота будинків, будівель, споруд» очевидно, що цей регламент не може бути застосований до підземного простору, тим більше, що в поясненнях до параметра немає вказівки враховувати і підземні поверхи. Традиційно в усьому світі підземні поверхи будівель і споруд частіше називають рівнями.

Другий граничний параметр – щільність забудови земельної ділянки, що означає відношення сумарної поверховій площі всіх об'єктів капітального будівництва, які розміщені та / або можуть бути розміщені на земельній ділянці, до площі земельної ділянки. Під сумарною поверховою площею об'єкта капітального будівництва розуміють сумарну площу всіх наземних поверхів об'єкта. Таким чином, другий граничний параметр так само, як і перший, регламентує містобудівну діяльність на поверхні землі.

І останній гранично допустимий параметр розвитку території Києва, який має бути затверджений правилами землекористування і забудови – максимальний відсоток забудови в межах земельної ділянки. Документом має бути визначено, що максимальним відсотком забудови є відношення площі забудови до всієї площі земельної ділянки. Оскільки площу забудови визначають на поверхні ділянки, цей містобудівний регламент також анітрохи не регулює будівництва підземних об'єктів.

З аналізу проєктів правил землекористування і забудови Києва можна дійти висновку про те, що документом не встановлено містобудівні регламенти для підземних територій. З огляду на факт, що технічних обмежень для підземного будівництва за сучасного розвитку техніки і технології немає, а в містобудівній документації не визначено юридичні обмеження підземного розвитку, логічно припустити, що підземний простір Києва і надалі забудовуватимуть безсистемно і нераціонально.

Для гармонійного розвитку міст, що відображає інтереси всіх містян, а не тільки одиничного інвестора, в правила землекористування і забудови необхідно включити зонування підземної частини міста.

Зони правил землекористування і забудови мають бути відповідні функціональним зонам генерального плану міста. Окремо мають бути сформовані підзони, із більш точним зазначенням функції, щоби в подальшому можна було визначити допустимі параметри розвитку (встановити регламенти). В результаті будуть визначені види територіальних підземних підзон міста відповідно до класифікації

функціональних зон: інженерна, транспортна, офісна, торговельно-розважальна, громадська багатофункціональна, соціальна, науково-дослідна, промислово-виробнича, допоміжна. Допоміжна функція означає розвиток в підземній підзоні складських комплексів або об'єктів зберігання автотранспорту.

З огляду на те, що в підземному просторі можуть розміщуватися будь-які об'єкти тимчасового перебування людей (зокрема робочі місця) з метою уникнення переущільнення міської забудови та збереження допустимого навантаження на територію, слід включати в містобудівні регламенти гранично допустимі параметри підземних об'єктів.

Проекти планування

Під час підготовки документації з планування території у пропозиціях щодо встановлення функціонального призначення ділянок, щільності і параметрів їх забудови, інших характеристик планованого розвитку території мають бути дотримані вимоги відповідності:

- 1) параметрам функціональних зон, встановленим генеральним планом міста;
- 2) розрахунковим показникам мінімально допустимого рівня забезпеченості території об'єктами комунальної, транспортної, соціальної інфраструктур і розрахунковим показникам максимально допустимого рівня територіальної доступності таких об'єктів для населення, встановленим правилами землекористування і забудови.

Таким чином, основа для проекту планування території має бути викладена в містобудівних документах. Принципи містобудівного планування підземного простору в генеральних планах міст і правилах землекористування і забудови докладно описано.

Як вже було сказано раніше, ні в проєктах генеральних планів, ні в проєктах правил землекористування і забудови міст України не відображено розвитку підземного простору, як і не накладено обмежень. Отже, на етапі розроблення проєкту планування території в підземному просторі можливим є планування об'єктів будь-якого розміру і призначення. Будь-який проєкт планування території починається з вивчення поточного стану.

Міську територію інтенсивно використовують і в наземній, і в підземній частині. На наземній частині розміщуються об'єкти

суспільно-ділового, житлового, виробничого призначення, вулично-дорожня мережа, значна частина зайнята природним комплексом і залізничними комунікаціями.

У підземній частині розміщують інженерні комунікації, лінії метрополітену, об'єкти ЦО і НС, підземні пішохідні переходи, гаражі та ін.

Підземні зони інженерних мереж і позавуличного транспорту потребують особливої уваги в проектуванні підземних об'єктів. В цих зонах на різній глибині вже побудовано об'єкти. Проектування в них треба виконувати, зважаючи на можливу глибину розміщення нового об'єкта. Через те що розміщення нового об'єкта підземного будівництва в технічній зоні ускладнює питання проектування, узгодження і будівництва, втілення проєкту може бути істотно дорожчим, ніж на вільних підземних територіях.

Проектуючи підземні об'єкти громадського простору, слід брати до уваги глибину закладання ліній метрополітену. Якщо на території глибина закладання ліній метрополітену становить орієнтовно 15-20 метрів, тоді проектувати нові об'єкти можна на глибині 5-15 м або нижче, ніж 20 м, не порушуючи відповідних технічних вимог експлуатації метрополітену. Найчастіше будівництво нових об'єктів в безпосередній близькості від інфраструктури метрополітену потребує посилення її конструкції.

Далі в проєкті планування території має бути застосована методика, докладно описана раніше. Застосування методики виділення зон розміщення об'єктів багатофункціонального підземного простору дало змогу сформувати межі планованих об'єктів. Мають бути виділені два варіанти. Пріоритетний варіант – це зона, в якій очевидно є необхідність й економічна доцільність будівництва підземного громадського об'єкта. Друга зона визначає межі можливого підземного будівництва, але економічна доцільність видається не такою очевидною, як у першому варіанті.

Інтенсивні пішохідні потоки в обмежених міських умовах актуалізують освоєння підземного простору сучасних міст з метою розміщення, зокрема, і пішохідних підземних вулиць. У зв'язку з чим у плануванні підземного простору Києва пріоритет був відданий території вздовж магістральних вулиць, де пішохідні потоки є найбільш інтенсивними. Проте підземні споруди можуть бути розміщені

практично всюди – під будівлями, вулицями і площами, а також під водою.

Підземні споруди не потребують будь-яких розривів між собою і за належного техніко-економічного обґрунтування можуть поширюватися на великі площі. На просторову організацію підземних споруд майже не впливає рельєф, а завдяки створенню підземних транспортних і пішохідних шляхів можуть бути забезпечені найзручніші умови руху з мінімальною висотою переміщень по вертикалі. Всі згадані переваги підземного простору формують соціальний ефект для міста Києва та киян.

Будівництво в підземному просторі об'єктів обслуговування населення, таких як магазини і підприємства сфери послуг, дають можливість організувати супутнє обслуговування населення, з одного боку, з другого – забезпечити об'єкти постійним припливом відвідувачів, отже їх рентабельність. Основною функцією громадського підземного простору є комфортний рух пішоходів між об'єктами тяжіння.

Архітектурно-планувальним рішенням передбачено створення багатофункціонального простору, що дає змогу в комфортному середовищі розмістити торгові площі, підприємства громадського харчування та пішохідні зони.

Таке вирішення організації простору спрямоване на створення додаткових пішохідних ділянок в умовах дефіциту наземних територій.

Форма плану має бути продиктована оптимальними планувальними рішеннями для найбільш раціонального використання площ і необхідністю створити взаємопов'язану систему пішохідного руху.

Розробляючи проєкти планування багатофункціональних підземних просторів, важливо пам'ятати, що соціально-економічного ефекту досягають тільки тоді, коли кожен із запланованих підземних об'єктів складається з підприємств і соціального, і комерційного призначення. Розподіл площ є індивідуальним для кожного об'єкта відповідно до його функціонального призначення і виявленого дефіциту торгових і соціально значущих підприємств і організацій в певному районі міста.

При цьому планувальне рішення підземних просторів повинно бути розроблене таким чином, щоби підземні пішохідні переходи в напрямках основного руху пасажиропотоків не були стиснуті

підприємствами супутнього обслуговування населення, такими як підприємства торгівлі, обслуговування і громадського харчування.

Розробляючи проекти планування багатофункціональних підземних просторів, доцільно спланувати додаткові площі для організації місць стоянок, зокрема для компенсації дефіциту паркувального простору на поверхні міських територій.

Лекція 12. Фактори, що впливають на комплексне освоєння підземного простору

Схема чисельності постійного населення в районах Києва. Схема густоти населення міста Києва. Поділ території Києва залежно від вартості житла. Схема зон планового розвитку і розміщення об'єктів соціальної інфраструктури до 2025 -2035 років згідно з генпланом міста Києва.

Соціально-економічний ефект

Під соціальним ефектом розуміють створення комфортного, сприятливого для проживання середовища і розвиток соціально значущого обслуговування населення. Створення комфортного міського середовища зачіпає всі аспекти життєдіяльності містянина. Основні види життєдіяльності містянина – це праця, відпочинок і побутові аспекти. Таким чином, для того щоби людині, яка живе в місті, було комфортно, в першу чергу необхідно сформувані зручні транспортні шляхи на дорозі від будинку до роботи і до місць відпочинку та побутового обслуговування. Якщо людина не досягла працездатного віку, все сказане залишається справедливим, за винятком того, що замість роботи йдеться про навчання. У разі, коли житель міста досяг пенсійного віку, цілей для його пересування стає менше, але вимоги до комфорту зростають з огляду на фізичні особливості організму. Аналізуючи соціальні аспекти міського середовища, слід окремо звернути увагу на групу маломобільних людей. За узагальненими статистичними даними, можна стверджувати, що маломобільних жителів в Україні не менш ніж 10%.

Аналізуючи підземні об'єкти в контексті створення комфортного міського середовища, можна відзначити ряд їх переваг перед наземними. До переваг підземних об'єктів можна віднести стабільний мікроклімат; ізольованість від різного роду поверхневих несприятливих впливів, таких як шум, опади, вітер, вібрації, радіоактивність, забруднене повітря.

З другого боку, у міру розвитку суспільства потреби жителів міста у сфері послуг і культурно-побутового обслуговування безперервно зростають, а резервів території у великих містах практично не залишилося. За останні десятиліття неухильно зростає попит на підприємства громадського харчування. Сфера дозвілля та розважальна сфера міського життя, реагуючи на запит містян, інтенсивно розвиваються і практично вичерпали територіальний ресурс. Особливо гостро ця проблема стоїть в історичній частині міст. У цьому контексті розвиток підземного простору формує передумови для розвитку культурно-дозвільного сектора міського середовища.

Використання підземного простору для облаштування руху пішоходів або автомобілів слугує запобіганню соціальним конфліктам. Зіткнення автомобілів і пішоходів, які змушені боротися за простір в обмеженому міському середовищі, провокує конфліктні ситуації і в разі системного регулярного повторення призводить до психологічного дискомфорту як водіїв, так і пішоходів. Житель мегаполісу, переміщаючись по місту, зазнає неабиякого стресу незалежно від виду транспорту.

Як автомобільний, так і пішохідний рух по місту є важливим і для людей, і для міста як системи, тобто неможливо виділити пріоритети. Обидві системи повинні розвиватися. Пішоходів і автомобілістів можна умовно віднести до різних соціальних груп. І якщо розвиваючи міський простір не надати комфортних і безпечних умов для переміщень, то соціальні конфлікти стануть неминучими. Отже, треба визначити архітектурні методи запобігання конфліктам і механізми узгодження інтересів двох соціальних груп.

Якщо місто розглядати як відносини різного характеру і рівня, як життєве середовище проживання різних груп населення, то стає очевидною необхідність пристосування різних елементів соціального простору під потреби групи містян, якій ця територія більш потрібна.

Соціальна ефективність практично не підлягає вартісній оцінці, оскільки визначається через показники забезпеченості населення природними й озелениними територіями, які беруть до уваги в розрахунках рейтингів якості середовища та ін.

Визначати соціальну ефективність багатофункціонального підземного простору слід стосовно конкретних проєктів з огляду на особливості сформованої забудови.

Види діяльності для конкретного багатофункціонального підземного простору визначають віковим і професійним складом пішоходів-споживачів, рівнем доходу, метою поїздки, тому потребують індивідуальної оцінки для конкретного місця на території міста. На території виробничих зон, ВНЗ і студентських містечок, офісних центрів, житлових кварталів, транспортно-пересадкових вузлів, вокзалів споживчі запити пішоходів можуть відрізнятися.

Соціальний ефект проєктів для міста у вартісних показниках не визначають, оскільки він складається з багатьох чинників:

- безпека дорожнього руху пішоходів, громадського транспорту і автомобілістів в місцях перетину вулично-дорожньої мережі (ВДМ), зокрема кількість аварій і травм в місцях перетину ВДМ;
- забезпеченість території об'єктами соціальної інфраструктури;
- забезпеченість території автостоянками та іншими об'єктами транспорту;
- забезпеченість території «відкритими громадськими просторами»;
- забезпеченість спортивними майданчиками, виставковими залами, мінікінотеатрами та ін.;
- створення умов для розвитку малого бізнесу: будівництво об'єктів нерухомості, приміщень для розвитку;
- збільшення місць прикладання праці.

Треба уважно оцінювати показники співвідношення витрат і доходів, соціально-економічної ефективності за проєктами.

Люди в Україні не дуже охоче йдуть під землю. Для введення нового підземного пішохідного переходу доводиться встановлювати бар'єри на проїжджій частині, щоби унеможливити перетин дороги на поверхні і «змусити» людей користуватися пішохідним переходом. Пояснюється це двома групами причин – конструктивних та експлуатаційних.

До конструктивних недоліків можна віднести:

- різкий перехід між відкритою і закритою ділянкою. У багатьох країнах світу велике значення приділяють «плавності» переходу для згладжування психологічного ефекту;

- круті сходи і брак альтернативи комфортного спуску, наприклад, з дитячою коляскою або валізою;

- просочування ґрунтових вод і, як наслідок, вологість;

- неестетичне середовище.

Досі пішохідні переходи переважно сірі і похмурі. Наприклад, в Парижі для того, щоби «умовити» людей користуватися першим метро, були запрошені найкращі дизайнери для оформлення наземної частини вестибюлів.

До експлуатаційних недоліків можна віднести:

- низький рівень комфорту (до теперішнього часу деякі пішохідні переходи в Україні експлуатувалися в антисанітарному стані та за поганого освітлення);

- небезпечне середовище (часто під землею ховаються від несприятливих природних умов маргінальні верстви суспільства).

Інвестори також скептично налаштовані з приводу доцільності освоєння підземного простору. Викликано це малою вивченістю ґрунтів і накопиченим негативним досвідом в період будівельного буму, коли проекти будинків з великими підземними частинами розробляли без достатньої кількості досліджень в дуже стислі терміни, отже, на низькому професійному рівні. Реалізовували подібні проекти також поспіхом і нізкопрофесійними будівельниками або просто працівниками без мінімальних знань з професії, що призвело до серйозних помилок. Досвід помилок минулих років, що розійшовся на легенди, лякає інвесторів. З метою подолання негативного ставлення інвестора до підземних об'єктів потрібне ґрунтовне опрацювання можливих ризиків ще на стадії попереднього проєкту, тобто, висловлюючись містобудівною мовою, обмежень, які можуть призвести до неможливості або до подорожчання реалізації проєкту. Перш за все треба проаналізувати стан ґрунтів і проходження інженерних мереж і надати інвестору детальну переконливу інформацію.

Узагальнення й аналіз вітчизняного і зарубіжного досвіду проєктування, будівництва й експлуатації підземних підприємств торгово-побутового обслуговування дає змогу:

- підтвердити можливість і доцільність використання підземного

простору для розміщення підприємств торгово-побутового обслуговування;

- виділити види підприємств та визначити типи комплексів обслуговування, розміщення яких є технічно можливим й економічно доцільним у підземному просторі в складі різних пішохідних зон: при підземних переходах і пішохідних зонах транспортних вузлів, в складі торгових будівель і центрів, підземні поверхи яких також пов'язані з пішохідними зонами.

До сьогоднішнього дня в нашій країні під землею в основному розміщували або об'єкти автодорожньої інфраструктури, або торговельні центри, що зумовлено високою вартістю будівництва. Але якщо раніше такі проекти були в кілька разів дорожчі за наземні, то тепер вдосконалення технології підземних робіт, а також збільшення витрат на придбання земельної ділянки та її редевелопмент привели до вирівнювання вартості проектів, особливо в зонах високощільної забудови.

Також економічна доцільність підземного будівництва пояснюється:

- здатністю ґрунтів утримувати теплову та інші види енергії;
- зменшенням впливу на навколишнє середовище, яке простіше, отже, і дешевше контролювати;
- відсутністю витрат на зовнішню обробку й експлуатацію фасадів і покрівель;
- неможливістю вплинути на зовнішню забудову, непотрібністю витрат на адаптацію до архітектурного вигляду;
- значним скороченням витрат будівельних (утеплювальних) і ізоляційних матеріалів;
- терміном експлуатації від 200 до 500 років.

Втілення інвестиційних проектів тісно пов'язане з таким поняттям, як інвестиційні ризики. Загалом під інвестиційними ризиками розуміють імовірність виникнення непередбачених фінансових втрат (зниження прибутку, доходів, втрати капіталу і т. п.) в ситуації невизначеності умов інвестиційної діяльності. У практиці інвестиційного аналізу використовують таку класифікацію:

- за сферами прояву – економічні, політичні, соціальні, екологічні та інші;
- за формами інвестування – реальне інвестування і фінансове інвестування;

- за джерелами виникнення – систематичний (або ринковий) і несистематичний (специфічний), пов'язаний з конкретним об'єктом інвестування.

Інвестиційний ризик характеризує ймовірність виникнення непередбачених фінансових втрат, його рівень в оцінці визначають як відхилення очікуваних доходів від середньої або розрахункової величини. Оцінювання інвестиційних ризиків завжди пов'язане з оцінкою очікуваних доходів та втрат.

Основою методики є розуміння того, що інвестиційні ризики проєкту індивідуальні для кожного грошового потоку протягом життєвого циклу проєкту. Це означає, що для оцінювання інвестиційних ризиків проєкту треба кожен грошовий потік приводити в поточну вартість за ставкою дисконтування з відповідними ризиками.

Для розрахунку вартості витрат на будівництво багатофункціональних громадських підземних просторів були виділені чотири категорії заходів:

- будівництво підземного тунелю в місцях перетину ВДМ, що унеможливилює пішохідні переходи з пристроями для доступу людей з інвалідністю та маломобільних груп населення (зокрема й пішохідні зони підземного переходу та інші простори – торгові, офісні тощо);
- спеціальні заходи з організації торгових, офісних, рекреаційних просторів, об'єктів громадського харчування в складі багатофункціональних громадських підземних просторів;
- спеціальні заходи для організації станції технічного обслуговування (ТО) в складі багатофункціональних громадських підземних просторів;
- спеціальні заходи для організації рекреаційних зон у складі багатофункціональних громадських підземних просторів.

Витрати на будівництво підземного тунелю складаються з витрат на інженерне обладнання й об'єкти цивільної оборони та надзвичайних ситуацій.

До складу витрат має бути включена вартість передпроектної та проектної підготовки території, зокрема вартість робочої документації на будівництво об'єктів.

Питомі показники вартості витрат на спеціальні заходи з організації торгових, офісних, рекреаційних просторів в складі багатофункціональних громадських підземних просторів мають бути

визначені разом з витратами на будівництво окремих будівель відповідного призначення.

Інвестиційні витрати за проектом треба визначати в розмірі капітальних вкладень без фінансових витрат, пов'язаних з кредитуванням і компенсаційними витратами.

Оцінка ймовірних доходів від організації багатофункціональних громадських підземних просторів має бути розрахована на підставі оцінки доходів від здачі в оренду об'єктів нерухомості, визначену на підставі інформації, наданої агентствами нерухомості та аналітичними компаніями, зокрема інформаційно-аналітичними агентствами.

У складі ринку нерухомості виділяють кілька основних сегментів за функціональним використанням – ринок житла, ринок торговельної, офісної та складської нерухомості.

Вартість оренди офісних, торгових та виробничо-складських приміщень в межах Києва значно відрізняється залежно від районів і сегментів.

Основними факторами, що формують ціну на об'єкти нерухомості, є такі:

- відношення до центру, місць праці, близькість до станцій метрополітену, а також техніко-економічні характеристики власне об'єктів;
- економічні;
- соціальні;
- зонування.

У перспективі до 2023-2028 рр. в Києві вірогідним є підвищення цін на нерухомість громадського призначення, проте, з огляду на насиченість великими торговельними, офісними центрами, можна прогнозувати, що вартість оренди на торгові і офісні приміщення залишатиметься стабільною або незначно зростатиме. Не варто також відкидати впливу на цінову політику в столиці економічних, безпекових, епідеміологічних чинників у країні. При цьому ціновий розрив залежно від району міста не змінюватиметься.

На вартість оренди приміщень у складі багатофункціональних громадських підземних просторів впливатимуть два чинники, що компенсуватимуть один одного: неможливість вільної організації простору зменшуватиме ринкову привабливість об'єктів, а великий потік відвідувачів буде збільшувати чисельність потенційних споживачів. У

зв'язку з цим для попередніх розрахунків ефективності багатофункціональних громадських підземних просторів різного типу треба брати середньоміську вартість оренди таких приміщень.

Для оцінювання потенційного доходу треба виділити кілька категорій:

- дохід від оренди торгового приміщення і приміщення культурно-побутового призначення, об'єктів громадського харчування;
- дохід від оренди паркінгу;
- дохід від реклами.

На підставі прогнозу ринку нерухомості треба визначити питому прогнозовану вартість оренди об'єктів нерухомості.

Нині інвестори розглядають інвестиційні проекти з терміном будівництва до двох років, окупності – до п'ятих років і внутрішньою нормою рентабельності не менш ніж 20%. Термін життя проектів багатофункціональних громадських підземних просторів розрахований на 10-15 років.

Треба виконати аналіз ефективності формування багатофункціональних комплексів, що розміщуються в підземному просторі. Для кожного проекту треба розглянути три варіанти організації підземного простору:

- 50×50%, за якого площа комерційного освоєння (розміщення багатофункціональних комерційних об'єктів) дорівнює площі громадського простору, що не припускає комерційного використання (пішохідні переходи, рекреаційні зони);
- 90×10%, за якого площа комерційного освоєння має максимально можливий розмір, а площа громадського простору – мінімальний, що означає лише наявність пішохідних переходів;
- 70×30%, за якого площа громадського простору є максимальною для інвестиційної привабливості проекту.

Усі проекти багатофункціональних підземних просторів, які потрібно проаналізувати, мають бути призначені для безпечного перетину транспортних магістралей, а також для розміщення багатофункціональних громадських просторів і створення торговельно-пішохідних галерей. Вони охоплюють приміщення торгового, офісного, культурно-побутового призначення, об'єкти громадського харчування, рекреаційні зони.

Для більшості типів проєктують паркінг, який також буде використаний в комерційних цілях.

Вартість земельних ділянок в центральних районах великих міст безперервно зростає. Отже, збільшується вартість будівництва і використання об'єктів капітального будівництва, розміщених в наземних центральних частинах міста. Зниження вартості паркування, наприклад, також вирішується завдяки розміщенню підземних стоянок і паркінгів.

Основною перевагою підземного будівництва для інвестора є скорочення витрат на придбання земельної ділянки (придбання у власність або придбання права оренди) та завдяки подальшому заощадженню коштів на сплату орендних платежів за земельну ділянку.

В освоєнні підземного простору слід брати до уваги чинники, які впливають як на збільшення, так і на зменшення питомих показників вартості будівництва.

Зокрема, підземне будівництво дає можливість скоротити також витрати на фундаменти, покрівлю, відмовитися від ряду конструктивних елементів наземних будівель (зовнішні віконні блоки, внутрішні водостоки, оздоблення фасадів та ін.).

До факторів, які здорожчують підземне будівництво, належать:

- складність інженерно-конструктивних рішень підземних споруд;
- додаткові обсяги земляних робіт;
- посилення несучих та огорожувальних конструкцій;
- ускладнення робіт з гідроізоляції об'єктів;
- ускладнення пристроїв санітарно-технічного обладнання;
- складність виконання робіт у сформованих масивах забудови.

Практика засвідчує, що взаємовплив цих чинників дає підстави вважати, що в звичайних геологічних і гідрогеологічних умовах подорожчання кошторисної вартості об'єктів в підземному виконанні порівняно з наземним становить 1,5-1,6 рази.

При цьому організація підземних об'єктів може забезпечити інвестору додатковий приріст доходів завдяки забезпеченню гарантованого потоку пішоходів-відвідувачів і збільшенню торгового прибутку, а також скороченню експлуатаційних та рекламних витрат.

На економічну ефективність підземного будівництва впливає також конкретне розміщення на території міста, оскільки розмір можливого доходу від створених об'єктів нерухомості залежить від їх місцезнаходження. Крім того, економічна ефективність значно залежить

від об'ємно-планувальних, інженерних, функціонально-технологічних і архітектурно-художніх особливостей проєкту.

Низькорентабельні проєкти, розміщені в периферійних районах міста, можуть бути втілені на умовах приватно-державного партнерства із залученням коштів міста.

За умови фінансування витрат на будівництво інвестором слід випрацювати ряд заходів державної підтримки, спрямованих на збільшення рівня рентабельності проєкту. До таких заходів можуть бути віднесені фінансування і розроблення передпроєктної та проєктної документації, страхування різних ризиків, затвердження низької вартості оренди побудованих приміщень багатофункціональних громадських підземних просторів для інвестора, забезпечення завантаженості деяких орендних площ завдяки розміщенню об'єктів соціальної інфраструктури, що залучають відвідувачів. Наприклад, приміщення в підземному просторі можуть бути використані містом для розміщення цілого ряду соціальних об'єктів – від спеціальних аптек до центрів дозвілля для літніх людей.

Тривалий термін окупності проєктів збільшує ризики інвестора. Заходи державної підтримки можуть знизити ці ризики, тим самим збільшивши їх привабливість для інвестора.

Інвестиційна привабливість проєкту багато в чому залежить від того, наскільки пропозиція торгових, офісних площ є відповідною попиту з боку відвідувачів (жителів, студентів, службовців, працівників). У зв'язку з цим необхідним є створення приватно-державного партнерства за участі не тільки інвестора-забудовника, а й передбачуваних резидентів – орендарів побудованих приміщень. Це дасть змогу забезпечити гарантований найвищий попит на приміщення.

За умови застосування середньоміської вартості оренди на нерухомість всі проєкти є прибутковим напрямом інвестицій в довгостроковій перспективі (понад 10 років), проте їх інвестиційна привабливість, як і раніше, є незначною.

Податкові надходження від комерційної діяльності об'єктів, розміщених в підземному просторі, дадуть змогу за 10-річний період покрити витрати міста на реалізацію приватно-державного партнерства під час будівництва багатофункціональних громадських підземних просторів.

Таким чином, проекти багатофункціональних громадських підземних просторів потрібно розробляти на умовах приватно-державного партнерства, а відбір найбільш пріоритетних проєктів слід виконувати як на основі визначення економічної ефективності, так і на підставі якісного аналізу соціальних і містобудівних ефектів.

Юридичні аспекти

Законодавча база України є важливим аспектом містобудування та підземного розвитку територій, що потребує ретельного аналізу.

Як впливає з викладеного, освоєння підземного простору безпосередньо пов'язане з містобудівним плануванням території. Сферу містобудування регламентує цілий ряд нормативно-правових актів, зокрема тих, що мають статус законів України.

Перш за все відносини, що виникають у процесі використання територій, регулюються цивільним законодавством, зокрема Конституцією України і Цивільним кодексом, де серед іншого закріплено права власності.

Наступним важливим рівнем, який регламентує розвиток території України, є земельне законодавство, основну частину якого формує Земельний кодекс України. Земельне право регламентує питання охорони власності на землю та права й обов'язки власників. Земельне законодавство тісно пов'язане з містобудівним законодавством.

Далі кожна галузь містобудування регламентується окремим законодавством: природоохоронним, водним, лісовим, законодавством про державний кадастровий облік, державної реєстрації майнових прав на нерухомість та ін.

На розміщення підземних об'єктів, крім згаданого, поширюється законодавство про надра, яке регламентує використання частини України, розташованої нижче земної поверхні. Закон про надра в основному регламентує вилучення з надр корисних копалин, проте він також зачіпає питання будівництва в підземному просторі.

Формально до надр належить все, що нижче ґрунтового шару, загалом все, що нижче земної поверхні і дна водойм і водотоків, що тягнеться до глибин, доступних для геологічного вивчення й освоєння. У законі немає поділу підземної територій на міську та інші. Отже,

підземний простір під усіма містами, зокрема й такими великими, як Київ, – це надра.

Надра в межах території України – підземний простір, який містить корисні копалини, енергетичні та інші ресурси, є державною власністю, тому питання володіння, користування і розпоряджання надрами підпорядковані державі.

Ще зовсім недавно підземні території міст, законодавчо віднесені до надр, розглядалися як технічний простір, в якому прокладають інженерні та транспортні комунікації, зазвичай перебувають у державній власності. Нині ринкова економіка сформувала запит на приватні комерційні об'єкти в підземному просторі.

У законі про надра та надрокористування чітко визначено, що ділянки надр не можуть бути предметом купівлі, продажу, дарування, успадкування, внеску, застави або відчужуватися в іншій формі. Ділянки надр – це геометризовані блоки надр, які можуть бути надані в користування на підставі ліцензії. Таким чином, використовувати підземний простір під містами можна тільки на підставі ліцензії на користування надрами.

Як ділянку надр, так і капітальну споруду, заглиблену нижче від рівня ґрунтового шару, поки що неможливо оформити в приватну власність. Брак законного механізму оформлення приватної власності на об'єкти підземного простору є найдієвішим обмеженням розвитку підземної території міст України.

З огляду на той факт, що права користування надрами можуть відчужуватися або переходити від однієї особи до іншої, умовно можна говорити про те, що отримані права на користування надрами можуть бути прирівняні з погляду інвестицій до довгострокової оренди. У містобудівній практиці відомі приклади, коли приватні інвестиційні проекти розвивалися на орендованих земельних ділянках, отже, неможливість оформити в приватну власність ділянки надр знижує, але не повністю заперечує інвестиційну привабливість підземних просторів.

Використовувану в містобудівній практиці державну систему кадастрового обліку та реєстрації прав на нерухомість в законодавстві про надра замінено на ліцензування. Ліцензією визначаються межі ділянки надр і права власника ліцензії на користування такою ділянкою.

У законах містяться вказівки на можливість передавати ділянку надр в оренду. Однак механізм і специфіка реєстрації орендних прав остаточно не визначені досі.

Далі необхідно проаналізувати узгодження містобудівного законодавства та законодавства про надра.

У Законі України «Про надра» визначено, що проєктування і будівництво населених пунктів, промислових комплексів та інших об'єктів є можливим тільки після отримання висновку про те, що корисних копалин в надрах під ділянкою майбутньої забудови немає. Проте практика будівництва в містах виявляє повну зневагу до цієї вимоги закону про надра.

Містобудівний кодекс країни повинен мати вичерпний перелік документів, потрібних для отримання дозволу на будівництво, без узгодження з законом про надра в частині висновку про відсутність корисних копалин. Таким чином, містобудівне законодавство дасть змогу ігнорувати законодавство про надра.

У містобудівному законодавстві підземні об'єкти капітального будівництва не виділені як окремі об'єкти нерухомості. У документах кадастрового обліку на підземні об'єкти встановлена можливість вказати кількість підземних поверхів і глибину конструктивних елементів. На практиці під час реєстрації прав на підземний об'єкт, наприклад, торговий центр площею понад 100 тис. м², як об'єкт реєструють вхід або в'їзд, тобто наземну частину площею 100 м², а основну, підземну, частину описують як абстрактні «підземні поверхи». Тобто фактично реєструвати змушені одну тисячну частину споруди, на яку згодом і нараховуються податки. Згідно із законом про надра розміщення підземних споруд починається з надання ділянок надр у попередніх межах, а про необхідні земельні ділянки для цілей надрокористування йдеться після уточнення меж ділянки надр, погодження та затвердження технічного проєкту або проєктної документації.

За майбутнім містобудівним кодексом має бути спочатку створена і надана земельна ділянка, а в разі якщо підземна споруда в проєкції її меж буде розміщуватися нижче від 5-метрової позначки, потрібно створити ділянку надр з отриманням відповідної ліцензії.

Отже, для отримання ліцензії потрібно встановлювати тільки попередні межі гірничого відводу, тобто ділянки надр. А встановлення його уточнених меж потребує розроблення технічного проєкту, у якому

згідно із затвердженою урядом країни постановою зазначають заходи щодо безпечного ведення робіт, раціонального використання надр, охорони навколишнього середовища, типи і методи будівництва, оптимальні режими експлуатації.

Для отримання дозволу на будівництво потрібно подати проєктну документацію, складену на підставі результатів інженерних вишукувань і дослідження природних умов, впливу на навколишнє середовище. Вона повинна містити також обґрунтування конструктивних рішень, виконання земляних робіт тощо. Безпечність виконання робіт підтверджують результатами експертизи проєктної документації та інженерних вишукувань.

Таким чином, під час будівництва підземних споруд, не пов'язаних з видобуванням корисних копалин, інвестору треба двічі виконувати дослідження, оформлюючи при цьому два комплекти документів на різних стадіях підготовки проєкту. Узгодження цих комплектів документів здійснюється не в одному, а в різних органах влади.

Неузгодженість законодавчої бази на практиці призводить до вимушеного порушення окремих законів і до зниження інвестиційної привабливості об'єктів капітального будівництва в підземному просторі.

Виявлено ряд положень з коригування законодавства, представлених у формі концепції про освоєння підземного простору з метою розміщення підземних об'єктів капітального будівництва місцевого і регіонального значення, не пов'язаних з видобуванням корисних копалин, в ділянках надр місцевого значення.

Концепцією передбачено, зокрема:

- відмову від ліцензування надкористування з метою будівництва підземних об'єктів, не пов'язаних з видобуванням корисних копалин;
- встановлення особливостей проведення досліджень, проєктування, будівництва і подальшої експлуатації підземних споруд, в тому числі на територіях об'єктів історичної або культурної спадщини, а також в зонах їх охорони;
- встановлення обов'язковості долучення до складу документів територіального планування карт, на яких зазначено розміщення підземних споруд;
- надання права на складання проєктної документації підземної споруди користувачу надр;

- встановлення єдності частки ділянки надр і підземної споруди: дотримання права користування такою ділянкою за правом власності на підземну споруду;

- встановлення єдиних правил державного кадастрового обліку та державної реєстрації прав на ділянки надр і підземні споруди таких самих, як і для інших об'єктів нерухомості.

У частині підготовки пропозицій має бути передбачене таке.

На період до ухвалення зазначених змін у законодавстві слід підготувати проєкт документа, що дав би змогу в межах нинішнього законодавства впровадити окремі елементи, потрібні для створення сприятливих умов щодо залучення приватних інвестицій в підземне будівництво.

Серед елементів можуть бути такі:

- планування розміщення і формування ділянок надр місцевого значення;

- підходи до утворення і надання користувачеві ділянки надр потрібних земельних ділянок відповідно до технологічних процесів і подальшої експлуатації підземних споруд в умовах наявної міської забудови.

Запитання для самоперевірки

1. Наведіть класифікацію підземної інфраструктури зони міста.
2. Наведіть класифікацію підземних громадських зон.
3. Наведіть класифікацію науково-промислових зон.
4. Охарактеризуйте допоміжні функції підземних зон міста.
5. Яким має бути штучне освітлення в підземному просторі?
6. Яким має бути кондиціонування в підземному просторі?
7. Охарактеризуйте пострадянський етап урбанізації (на початку 1990-х років) в умовах розвитку ринкової економіки в підземному будівництві в Києві.
8. Охарактеризуйте пострадянський етап урбанізації (на початку 1990-х років) в рамках розвитку ринкової економіки в підземному будівництві в інших великих містах України.
9. Розкажіть про зв'язок пішохідних шляхів з підземним громадським транспортом (переважно з метрополітеном).

10. Що вам відомо про автомобільні підземні паркінги в містах України?

11. Що вам відомо про підземні технічні приміщення в містах України?

12. Що вам відомо про підземні розвантажувальні двори, склади, торгівельні підприємства, підприємства громадського харчування в містах України?

Теми розрахунково-графічних робіт

Опрацювання лекційного матеріалу, робота з додатковою літературою, виконання рефератів.

Теми рефератів

1.* Сучасний досвід великих міст світу з використанням підземних територіальних резервів для покращення якості міського середовища:

- а) Мадрид;
- б) Бостон;
- в) Сієтл;
- г) Торонто;
- д) Амстердам;
- е) Норвезька підводна магістраль;
- ж) Київ.

2. Зміни функції міських територій, зумовлені використанням підземного простору (на прикладі Києва).

3. Вирішення проблеми зберігання автотранспорту з використанням підземного простору (на прикладі міста Києва).

4. Тенденції містобудівної політики з питань освоєння підземного простору в містах України (на прикладі Києва та інших міст України).

5. Наукові основи підземної урбаністики (погляди науковців та провідних фахівців з містобудування, висвітлення проблем підземної урбаністики, практичне застосування провідних ідей в Україні).

6. Формування типології підземних функціональних зон міста (на прикладі Києва).

7. Формування класифікації підземних зон міста (загалом та на прикладі Києва, сучасна номенклатура).

8. Класифікація підземної інфраструктурної зони міста (на прикладі Києва).

9. Класифікація підземних громадських зон (загалом та на прикладі Києва).

10. Класифікація науково-виробничих зон (взагалі та на прикладі Києва).

11. Виявлення допоміжних функцій підземних зон міста (загалом та на прикладі Києва).

12. Зонування з визначенням функцій для кожної зони та накладення обмежень (загалом та на прикладі Києва).

13. Розподіл потоків пішоходів й автотранспорту на різні рівні (зокрема, під землею). Питання безпеки (на прикладі Києва).

14. Пострадянський етап урбанізації (на початку 1990-х років) в умовах розвитку ринкової економіки (підземне будівництво в Києві та інших містах України).

15+. Розрахунок сучасного підземного пішохідного переходу через дорогу загально міського значення (чотири смуги руху транспорту в кожному напрямку) з огляду на склад населення.

16. Проєкт штучного освітлення (схеми, методи) підземного простору.

17. Проєкт кондиціювання (схеми, методи) підземного простору.

18*. Створення парків і скверів у центральних частинах міст України завдяки звільненню наземного простору: досвід і актуальні пропозиції. Застосування зарубіжного досвіду.

19+. Нові прогресивні конструктивні та технологічні вирішення підземних споруд, зокрема для захисту навколишньої забудови. Методи їх моніторингу.

20+. Питання доцільного розміщення підземних об'єктів та найбільш раціонального використання тих методів та засобів зведення, які допускають сучасні технології. Науковий супровід довгострокового планування використання міського підземного ресурсу.

21*. Автомобільні підземні паркінги в містах України.

22*. Підземні технічні приміщення в містах України.

23*+. Підземні розвантажувальні двори, склади, торгівельні підприємства, підприємства громадського харчування в містах України.

24.* Зв'язок пішохідних маршрутів з підземним громадським транспортом (переважно з метрополітеном).

25. Приклади розрахунку підземного торговельного центру на 500 осіб в містах України. Маршрути евакуації.

26*. Етажність підземних забудов (на прикладах із зарубіжного і вітчизняного досвіду).

27*. Карта Києва з підземними цивільними об'єктами.

28*. Карта Києва з підземними військовими та науковими об'єктами.

29*. Карта Харкова з підземними цивільними об'єктами.

30*. Карта Харкова з підземними військовими та науковими об'єктами.

31*. Карта Одеси з підземними цивільними об'єктами.

32*. Карта Одеси з підземними військовими та науковими об'єктами.

33*. Карта Дніпра з підземними цивільними об'єктами.

34*. Карта Дніпра з підземними військовими та науковими об'єктами.

35*. Історичні підземні тунелі в містах Житомир, Рівне та інших.

36*. Китайське підземне місто Ченду.

37*. Бункер Бермонгтон (Велика Британія).

38*. Каппадокія (Туреччина).

39*. Портленд (Сполучені Штати Америки).

40*. Соляна шахта «Величка» (Польща).

41*. Підземний Пекін (Китай).

42*. Одеські катакомби, катакомби в Керчі, Харкові, катакомби під Єрусалимом.

43*. Розкопки Суренжа в центрі Рівного, перший підземний маршрут у Львові, Лаврські печери у Києві .

44*. Підземний Севастополь.

45*. Тунелі в Україні.

46. Будівельні й експлуатаційні витрати та їх співвідношення в підземному будівництві.

47*. Тунелі міст Європи.

48*. Тунелі міст Азії.

49*. Залізничні тунелі Мюнхена.

50*. Залізничний тунель до Ніцци (Франція).

51*. Системи позавуличного міського громадського транспорту (метрополітен, трамвай, легкий рельсовий транспорт). Класифікація, приклади.

52*. Офісні приміщення під землею (світовий досвід).

53*. Офісні приміщення та торгово-розважальні центри, торговельні вулиці під землею в Україні.

54*. Торгово-розважальні центри, торговельні вулиці під землею (світовий досвід).

55*. Науково-виробничі підземні зони в Україні.

56*. Науково-виробничі підземні зони (світовий досвід).

57. Допоміжні функції підземних зон у містах (зберігання). Світовий досвід та досвід України.

58+. Транспортні фактори: схема розміщення транспортно-пересадкових вузлів для міста Києва, схема добового пасажирообороту станцій метрополітену та залізничних доріг (типова та виняткова). Вогнища аварійності з участю пішоходів.

59. Схема чисельності постійного населення в районах міста (для Києва). Порівняльний аналіз сучасних даних та даних за часів СРСР.

60. Схема густоти населення міста Києва. Порівняльний аналіз сучасних даних і даних СРСР.

61. Схема співвідношення чисельності «денного» і постійного населення в районах міста Київ.

62. Схема забезпечення населення торговими площами за адміністративними районами Києва.

63+. Схема розподілу вартості орендної плати за торгові приміщення в місті Києві. Схема економічної доцільності освоєння підземного простору.

64+. Принципова схема зон планового розвитку та розміщення об'єктів соціальної інфраструктури для міста Києва. Схема функціонального зонування для міста Київ.

65+. Інженерно-геологічні, гідрогеологічні умови на схемі міста Києва (приділити увагу зонам концентрації громадської забудови). Ступінь небезпеки освоєння підземного простору для підземних споруд у місті Києві.

66. Схема зон небезпечних геологічних процесів для міста Києва.

67. Схема зон підтоплення ґрунтовими водами в місті Києві.

68. Схема зон забруднення атмосферного повітря викидами автомобільного транспорту (концентрація діоксиду азоту) для міста Київ.

69. Схема зон шуму від автомобільного транспорту міста Києва.

70. Схема зон шуму від залізничного транспорту міста Києва.

71. Схема розміщення великих об'єктів тяжіння населення в Києві.

72. Схема зон обмеження освоєння підземного простору за даними ліній містобудівного регулювання в місті Києві.

73. Схема розміщення об'єктів підземного простору із вказаною глибиною; обмеження щодо глибини в місті Києві.

74+. Градація територій міста Києва за вартістю житла. Схема розміщення житла залежно від вартості. Порівняти пострадянський і радянський періоди.

75+. Схема функціонального зонування міста Києва за адміністративними районами (житлові, виробничі, громадські). Щільність пішохідного потоку в громадських місцях і в інших зонах, де щільність перевищує нормативну (на схемі міста Києва).

76. Схема зон планового розвитку і розміщення об'єктів соціальної інфраструктури на період 2025 - 2035 років згідно з генпланом міста Києва.

77. Схема розміщення наявних та проєктованих транспортно-пересадкових вузлів у місті Києві. Основні пішохідні шляхи, які проходять тротуарами вздовж магістралей.

78. Схема об'єктів історико-культурної спадщини в місті Києві.

79. Схема містобудівних обмежень: технічні зони метрополітену в місті Києві.

80. Схема містобудівних обмежень: охоронні зони питного водопостачання для міста Києва.

81. Схема містобудівних обмежень: смуги відведення залізничних доріг в місті Києві.

82. Схема містобудівних обмежень: охоронні зони водних об'єктів в місті Києві.

83. Схема міста Києва та Київської області з природними територіями, які охороняються особливо. Зони небезпечних геологічних процесів в Києві та Київській області. Сейсмонебезпечність цих районів. Сейсмічна карта Києва та області за весь період спостережень. Карта

підтоплення ґрунтовими водами Києва та області за весь період спостережень.

84. Правила землекористування і забудови відповідно до генплану міста Києва. Розподіл земель на категорії з метою встановлення правового режиму користування землею.

85. Дозволене використання підземної частини – це розміщення об'єктів капітального будівництва транспортної інфраструктури, а наземна частина упорядковується з метою формування рекреаційної території. Які параметри земельної ділянки використано? А які, на вашу думку, треба ввести?

Примітки. 1. Запитання для студентів, котрі мають освіту бакалавра не технічної спеціальності – *.

2. Запитання, яке можуть готувати двоє студентів разом (колективна робота) – +.

3. Запитання для студентів, котрі мають освіту бакалавра не будівельної спеціальності, яке можуть готувати двоє студентів разом (колективна робота) – +*.

4. Запитання для студентів, котрі мають освіту бакалавра технічної спеціальності – без позначки.

Список літератури

1. Планування і забудова територій: ДБН Б.2.2-12:2019 [Чинні від 2019-10-01 на заміну ДБН Б. 2.2.-12:2018].

2. Вулиці та дороги населених пунктів: ДБН В.2.3-5:2018 [Чинні від 2018-09-01].

3. Гайко Г.І. Проблеми системного планування підземного простору великих міст / Г.І. Гайко // Вісник НТУУ «КПІ». – 2014. – Вип. 25. – С. 35 – 40. – Серія «Гірництво».

4. Захарченко П.В. Прогноз розвитку інфраструктури Києва в короткотерміновій перспективі / П.В. Захарченко, Г.І. Гайко // Перша міжнародна науково-практична конференція «Регіональна політика: законодавча політика і практична реалізація». – Київ: КНУБА, 2015. – С. 25 – 33.

5. Захарченко П.В. Реалізація перспектив проектів підземної урбаністики на засадах співпраці державного та приватного секторів / П.В. Захарченко, Г.І. Гайко // Третя міжнародна науково-практична

конференція «Регіональна політика: історія, політико-правові засади, архітектура, урбаністика». – Київ: КНУБА, 2017. – С. 28 – 29.

6. Сердюк О.Ю. [Єдиний оціночний показник комп'ютерного тестування] 311-315; Гайко Г.І., Булгаков В.П. [Мегаполіс як система наземної й підземної геоурбаністики] 315-321.

7. Гайко Г.І. Транспортно орієнтована природничо-технічна геосистема «геоурбаністика – геологічне середовище» / Г.І. Гайко, В.Г. Кравець, В.П. Булгаков, Ю.І. Гайко // Вісник НТУ «КП». – Вип. 29. – С. 18-24. – 2015. – Серія «Гірництво».

8. Гайко Г.І. Типізація геологічного середовища урбанізованих територій при освоєнні підземного простору/ Г.І. Гайко, Т.В. Кріль // XIV міжнародна науково-практична конференція «Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях». – Київ, 2015. – С. 173 - 180.

9. Цимбал С.Й. Підземне будівництво: навч. посіб. для студентів вищих навч. закладів. – Київ: КНУБА, 2004. – 147 с.

Інформаційні ресурси

1. Подземная Урбанистика – Лекции – Открытые курсы МАРХИ
Режим доступа: <http://www.open-marhi.ru/courses/architecture/detail/lectures.php?ID=4708>

Звернення на 31.03.2021: Подземная урбанистика

www.mining-enc.ru/p/podzemnaya-urbanistika

Подземная урбанистика: определение понятия, главная цель, описание технологии ...

2. Подземная урбанистика – Горная энциклопедия

Режим доступа: <http://www.mining-enc.ru/p/podzemnaya-urbanistika/>
Звернення на 31.03.2021: Подземная урбанистика
www.mining-enc.ru/p/podzemnaya-urbanistika

Подземная урбанистика: определение понятия, главная цель, описание технологии.

ДЛЯ ПОДАТОК

Навчальне видання

ТРИГУБ Руслана Миколаївна

ПІДЗЕМНА УРБАНІСТИКА

Конспект лекцій

Редагування та коректура *Г.В. Кобриної*

Комп'ютерне верстання *Т.І. Кукарєвої*

Підписано до друку 02.08.2022. Формат 60 × 84 ^{1/16}

Ум. друк. арк. 8,37. Обл.-вид. арк 9,0.

Електронний документ. Вид. № 18/І–21.

Видавець і виготовлювач

Київський національний університет будівництва і архітектури

Повітрофлотський проспект, 31, Київ, Україна, 03037

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єктів
видавничої справи ДК № 808 від 13.02.2002 р.