

## МЕГАПОЛІС ЯК СИСТЕМА НАЗЕМНОЇ Й ПІДЗЕМНОЇ ГЕОУРБАНІСТИКИ

*З системних позицій розглянуті сучасні тенденції розвитку підземного будівництва мегаполісів; відзначені проблеми, пов'язані з відсутністю стратегічного планування підземного простору великих міст України; виділена комплексна природничо-технічна система «геоурбаністика – геологічне середовище», що відкриває можливості для впровадження системної методології освоєння підземного простору.*

*С системных позиций рассмотрены современные тенденции развития подземного строительства мегаполисов; указаны проблемы, связанные с отсутствием стратегического планирования подземного пространства крупных городов Украины; выделена комплексная природно-техническая система «геоурбанистика – геологическая среда», которая открывает возможности использования системной методологии освоения подземного пространства.*

*On system approach considered modern trends in underground construction of mega-cities; The problems associated with the lack of strategic planning of underground space large cities of Ukraine; highlighted the complex natural-technical system "geourbanistika - geological environment", which opens the possibility of using a systematic methodology of development of underground space.*

**Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями.** Вирішення низки гострих проблем, що збільшуються пропорційно зростанню міст (територіальних, транспортних, енергетичних, екологічних, водопостачальних) можливе лише завдяки розвитку підземної урбаністики, тобто розміщення в підземному просторі міста численних споруд господарчого, комунального, транспортного призначення – масштабної інженерної інфраструктури. Сучасний досвід вказує, що лише забезпечення системного підходу до комплексного планування розвитку наземного й підземного простору мегаполісів, здатне ефективно розв'язувати означені міські проблеми, гарантуючи при цьому мінімальні техніко-економічні ризики та раціональне використання георесурсів [1, 2].

**Аналіз досліджень та публікацій.** Основною сучасною тенденцією розвитку мегаполісів є утворенням великих «підземних міст» (Монреаль, Торонто, Токіо, Осака), причому багатofункціональні підземні комплекси поєднуються мережею транспортно-пішохідних тунелів між собою й будинками на поверхні. Сучасне місто не може розвиватися лише вгору й вшир, основним резервом його розвитку стає підземний простір. Іншою важливою тенденцією є зростання рівня планування та системності

освоєння підземних територій міст у відповідності до розвитку наземної забудови. Найбільш вдалий приклад – розробка майстер-плану розвитку підземного простору міста Гельсінкі, планова розбудова якого утворила зразковий тип сучасного підземного міста [2].

**Постановка завдання.** Метою статті є обґрунтування необхідності формування майстер-планів освоєння підземного простору великих міст України із застосуванням системної методології, а також виділення й аналіз основної природничо-технічної системи та її підсистем як базису системного проектування.

**Викладення матеріалу та результати.** За масштабами й комплексністю міського геобудівництва великі міста України поки що значно відстають від світових лідерів, де площа підземної урбаністики перевищує 25% від наземної (у Києві вона менше 5%). Нижче рівня поверхні землі може бути розміщено до 70% від загальної кількості гаражів і парковок, до 80% складів, до 50% сховищ і архівів, до 30% підприємств сфери обслуговування (торгівельно-розважальні, спортивні комплекси тощо) та інших служб, а також значна частина важливих транспортних (у т.ч. вокзали) і інженерних комунікацій. Відсутність «геобудівельного буму» в містах України пов'язана не тільки з питаннями інвестицій, але, значним чином, з відсутністю «якісних пропозицій», тобто майстер-планів розвитку підземної інфраструктури відповідного рівня, узгоджених з генеральними планами забудови міст. Такі плани не можуть бути «запозичені» у вигляді зарубіжних аналогів, оскільки спираються на завжди виняткове інженерно-геологічне середовище, індивідуальний характер забудови, своєрідний рельєф, гідрологію тощо (особливо це стосується Києва). Крім того, кожне велике історичне місто має свою «філософію майбутнього», яка повинна отримати адекватну структурно-функціональну модель розвитку (в т.ч. підземного простору).

Слід зазначити, що вітчизняні мегаполіси, зокрема Київ, Харків, Дніпропетровськ, Одеса активно розвивають будівництво сучасних підземних об'єктів, проте містобудівельний потенціал підземного простору використовується недостатньо. Підземні об'єкти проектують і споруджують окремі, не пов'язані між собою організації, які орієнтуються здебільшого на осібні вимоги замовників тих або інших об'єктів. Велике розмаїття підземних споруд і їх функцій, техніки й технологій їх спорудження, а також конкуренція відповідних проектних і будівельних організацій не сприяють узагальненню та координації міського підземного будівництва. Навіть наукові й освітні кадри з геобудівництва зосереджені в різних за профілем університетах і НДІ (гірничих, будівельних, транспортних), що зумовлює дещо відмінні методологічні підходи до проблем підземного будівництва [3]. Це додатково підкреслює важливість узгодженого стратегічного плану розвитку підземного простору міста.

Інформація про підземні об'єкти великих міст зосереджена в різних відомствах та організаціях і поки що не має загального інформаційного банку даних існуючих і запроектованих підземних споруд, бракує узагальненої карти-схеми підземного простору міст і перспективних планів його розвитку (за винятком метрополітенів). Це вже призводило до аварійних ситуацій, коли спорудження нового підземного об'єкту наштовхувалось на інший, вже існуючий об'єкт. Крім того, бракує чіткого розмежування й узгодження таких видів діяльності як «містобудування» та «надрокористування», що ускладнює раціональне використання георесурсів. Усе це свідчить, що на сьогодні відсутній системний підхід до розвитку підземного простору великих міст, не обґрунтовані способи комплексного використання георесурсів мегаполісів, в існуючих генеральних планах забудови міст не узгоджені функції й структура об'єктів міста, які можуть переходити «нижче нульової відмітки».

Проблему освоєння підземного простору міста слід розуміти, не як сукупність випадків разового будівництва окремих підземних споруд, а як реалізацію системного підходу й комплексного майстер-плану розвитку підземної урбаністики мегаполіса у відповідності до тенденцій розвитку міста в майбутньому.

Системний підхід, як принцип обґрунтування методології системного аналізу й синтезу, спирається на поняття системи, через яку конкретизується сутність управління [4]. Саме тому вірно обрана для дослідження система здатна збільшити ефективність управлінських процесів і відкрити нові потенції науково-технічного пізнання. Академіком К.М. Трубецьким введено узагальнене поняття «геосистеми», яким відображується сукупність природних і штучно створених об'єктів, що мають властивості системи, яку створюють або використовують з метою освоєння надр.

Для будівельних геотехнологій (проектування й будівництво підземних споруд) застосовувалась геосистема «гірський масив – підземна споруда» або, за А.В. Корчаком – «масив – технологія – підземна споруда» [5], що досить вдало відображує взаємозв'язки елементів для локальних об'єктів у більш-менш однорідних масивах. Проте, із збільшенням протяжності підземних об'єктів або поєднанням їх у комплекси, властивості вміщуючого масиву гірських порід можуть зазнавати значних змін. Це створює суттєву відмінність розглянутих випадків, причому їх опис тією ж самою геосистемою «гірський масив – підземна споруда» наштовхується на зримі протиріччя. Їх вирішення шляхом застосування імовірнісних методів, або залученням двохстадійного проектування, з корегуванням технологічних параметрів у відповідності до виявлених під час спорудження об'єктів змін властивостей масиву (Новоавстрійський спосіб спорудження тунелів, кріплення регульованого опору, резервування надійності кріплення [6]), можуть лише частково задовольнити

проектувальників. Усі зазначені підходи стосуються будівництва окремих підземних споруд і не враховують взаємозв'язки з об'єктами на поверхні.

На наш погляд проблема «масштабного ефекту» освоєння підземного простору повинна знайти відображення в новій базовій геосистемі. Найбільш доцільною для проектування розвитку сучасних мегаполісів бачиться комплексна природничо-технічна система «геоурбаністика – геологічне середовище», яка включає кілька складових (підсистем).

Складова «геоурбаністика» складається з двох підсистем – наземної та підземної забудови міста й відображає просторову організацію міського життя (як у горизонтальних, так і у вертикальних напрямках), а також еволюцію та функціонування міських систем різного рівня. Завданням виділених підсистем є відображення структурно-функціональних зв'язків наземних і підземних споруд міста між собою. При цьому основою для розвитку складової «геоурбаністика» може бути транзитно-орієнтоване проектування (transit-oriented development (TOD)). Згідно з ним у центрах транзитно-орієнтованого проекту розташовуються станції метрополітену й підземні вокзали, які оточуються відносно щільною підземною забудовою: багатофункціональні комплекси, торгівельні й розважальні центри, склади, гаражі, парковки, спортивні споруди, об'єкти громадянської оборони тощо. При віддаленні від зазначених центрів щільність забудови зменшується. Інженерна інфраструктура проектується у відповідності до щільності населення тих або інших районів міста (визначається наземною забудовою) і можливостей передавання функцій життєзабезпечення міста від наземних до підземних об'єктів.

Підземна частина «геоурбаністики» (тобто – підземне місто), на відміну від окремої підземної споруди або локалізованої групи підземних споруд, які використовувалися як системні об'єкти попередніми дослідниками, дозволяє визначити масштаби та щільність освоєння підземного простору, функції й загальні параметри комплексів підземних споруд, їх взаємозв'язки між собою та наземною забудовою, пріоритетність освоєння, а також структуру з високим ступенем концептуалізації об'єктів.

Більш детально зупинимось на підсистемі «геологічне середовище», що характеризується теорією просторово-часової змінності [7]. На відміну від локального масиву порід, вона первісно передбачає змінність умов будівництва й експлуатації комплексів підземних споруд, дозволяє прогнозувати ці умови в межах мегаполісу, обирати найбільш доцільні терени для розміщення підземних об'єктів з позицій стійкості й безпеки споруд. Важливою рисою є уявлення про сферу взаємодії комплексів підземних споруд (підземного міста) з геологічним середовищем, в середині якої змінюється протікання геологічних процесів і розвиваються інженерно-геологічні процеси. Це передбачає розподіл цієї підсистеми на дві складові: «комплекси підземних споруд» – «сфера взаємодії». Причому перша є зовнішнім середовищем по відношенню до сфери взаємодії (у

розглянутих раніше локальних геосистемах – це було навпаки [5]). Таким чином, підземне місто впливає на геологічне середовище в межах сфери взаємодії, зумовлюючи процеси його руху (інженерно-геологічні процеси). Завдяки зворотним зв'язкам сфера взаємодії впливає на конструкції підземних споруд, утворюючи системи навантажень, зміщень, деформацій. Даний підхід здатен оптимізувати управляючі взаємодії системного проектування підземного міста. Слід зазначити, що означені процеси відбуваються також між наземними спорудами й геологічним середовищем, що свідчить про достатню повноту та замкненість обраної системи.

Як бачимо, запропонована геосистема здатна поєднати сукупність взаємодії природничих і техногенних факторів з факторами структурно-функціонального характеру освоєння підземного простору, відкриваючи нові можливості як для стратегічного планування, створення техніко-економічних обґрунтувань, так і для вдосконалення технологій і конструкцій міського підземного будівництва.

**Висновки та напрямок подальших досліджень.** Розробка майстер-плану підземного міста є основою ефективного освоєння підземного простору мегаполіса. Наукові засади системного планування підземного міста з урахуванням геологічних та ландшафтних особливостей, генерального плану забудови, інженерної інфраструктури та тенденцій майбутніх змін можуть достатньо коректно спиратися на природничо-технічну систему «геоурбаністика – геологічне середовище» та її підсистеми. Застосування системної методології дозволить вийти на якісно новий етап проектування та розвитку підземного простору, забезпечить ресурсозбереження й значне збільшення обсягів підземного будівництва у відповідності до зростаючих потреб і допоможе створити розгалужену багатофункціональну мережу підземного міста – невід'ємну складову майбутніх мегаполісів.

#### *Список літератури.*

1. Голубев Г.Е. Подземная урбанистика и город. –М.: ИПЦМИК-ХиС, 2005. –124 с.
2. Гайко Г.І. Проблеми системного планування підземного простору великих міст// Вісник НТУУ «КПІ». Серія «Гірництво». Вип. 26. –Київ: НТУУ «КПІ», 2014. –С. 27–31.
3. Картозия Б.А. Введение в горную науку «строительная геотехнология» и проблему «освоения подземного пространства». –М.: МГГУ, 2008. –171 с.
4. Згуровский М.З., Панкратова Н.Д. Системный анализ: проблемы, методология приложения. – К.: Наукова думка, 2005. –742 с.
5. Корчак А.В. Методология проектирования строительства подземных сооружений. –М.: Недра, 2001. –416 с.
6. Гайко Г.І. Конструкції кріплення підземних споруд. –Алчевськ: ДонДТУ, 2006. –133 с.