

8. Коляда, Ю. Е. Возбуждение упругих импульсов мощными плазменными сгустками в акустическом волноводе [Текст] / Ю. Е. Коляда, В. И. Федун // Журн. Вопросы атомной науки и техники. Серия: Плазменная электроника и новые методы ускорения. - 2008. - № 4 (6). - С. 260 - 263.

9. Ризун, А. Р. Электроразрядная технология – перспективный путь создания водно-угольного топлива [Текст] / А. Р. Ризун, Ю. В. Голень, Т. Д. Денисюк, И. Р. Ризун // Журн. Наукові праці. Серія: Техногенна безпека. - 2011. - № 151 (163). - С. 20 - 23.

10. Краткий справочник физико-химических величин. Издание десятое, испр. И дополн. [Текст] / Под ред. А. А. Равделя и А. М. Пономаревой. – СПб. : «Иван Федоров», 2003. - 240 с., ил. ISBN 5-8194-0071-2.

11. Насонов, А. А. Элементы электрических цепей и основные методы их расчета: учебно-методическое пособие по курсу «Электрорадиотехника» для студентов физико-математического факультета специальностей «физика-математика», «математика-физика» [Текст] / А. А. Насонов. - Воронеж. : Воронежский государственный педагогический университет, 2010. - 56 с.

12. Иродов, И. Е. Квантовая физика. Основные законы. [Текст] / И. Е. Иродов. - М. : Высш. школа, 1985. – 271 с.

Стаття надійшла до редакції 18.11.2015 р.

УДК 622:624:550.82

Г.І. Гайко, д.т.н., проф., **В.Г. Кравець**, д.т.н., проф., **В.П. Булгаков**, асп. (НТУУ «КПІ»), **Ю.І. Гайко**, канд. техн. наук, доц. (Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова)

**ТРАНЗИТНООРІЄНТОВАНА ПРИРОДНИЧО-ТЕХНІЧНА
ГЕОСИСТЕМА «ГЕОУРБАНІСТИКА – ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГІЧНЕ
СЕРЕДОВИЩЕ»**

G. Gaiko, V. Kravets, V. Bulhakov (National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute»), **Yu. Gaiko** (O.M. Beketov National University of Urban Economic)

**TRANSIT ORIENTED NATURAL-TECHNICAL ECOSYSTEMS
«GEOURBANISTICS - GEOTECHNICAL ENVIRONMENT»**

З системних позицій розглянуті сучасні тенденції розвитку підземного простору мегаполісів; виділена комплексна природничо-технічна геосистема «геоурбаністика – інженерно-геологічне середовище», що відкриває можливості для впровадження системної методології освоєння підземного простору, збільшення об'ємів і оптимізації ризиків підземного будівництва.

Ключові слова: мегаполіс, геоурбаністика, підземний простір, системний підхід, геосистема, стратегічне планування, геобудівництво, геологічне середовище, підземне місто.

С системных позиций рассмотрены современные тенденции развития подземного пространства мегаполисов; выделена комплексная природно-техническая геосистема «геоурбанистики - инженерно-геологическую среду», что открывает возможности для внедрения системной методологии освоения подземного пространства, увеличение объемов и оптимизации рисков подземного строительства.

Ключевые слова: мегаполис, геоурбанистики, подземное пространство, системный подход, геосистема, стратегическое планирование, геостроительства, геологическую среду, подземный город.

With system positions are considered modern trends of underground space of cities; isolated complex natural-technical geosystem "geourbanistics - engineering geological environment", which opens the possibility for introducing systematic methodology development of underground space, increasing volumes and risk optimization of underground construction.

Keywords: metropolis, geourbanistics, underground space, system approach, geosystem, strategic planning, geobuilding, geological environment, underground city.

Вступ. Зростання великих міст є проявом сталих історичних закономірностей і веде не тільки до збільшення розмірів, але й до суттєвого ускладнення функціонально-просторової організації міста. Можливість цілеспрямованого впливу на розвиток мегаполісів значною мірою зумовлює вирішення низки гострих проблем, що повстають перед містами у зв'язку з їх інтенсивним зростанням протягом останніх десятиріч, а саме – територіальних, транспортних, енергетичних, водопостачальних, екологічних тощо. Інструментами такого впливу (управління) слугують генеральні плани, плани капітального будівництва, програми соціально-економічного розвитку й узгоджена з ними інвестиційно-будівельна діяльність приватних і державних компаній. Проте, велика складність, різноманітність, нестабільність, часом невизначений (або випадковий) характер взаємодій між структурними міськими компонентами суттєво корегують існуючі плани, потребують їх вдосконалення із застосуванням системного підходу [1, 2].

Значні резерви вирішення міських проблем знаходяться в площині розвитку підземної урбаністики, тобто розміщення в підземному просторі міста численних споруд транспортного, енергетичного, господарчого, комунального, соціального призначення і створення масштабної інженерної інфраструктури. Основною сучасною тенденцією розвитку мегаполісів є утворення великих «підземних міст» (Монреаль, Торонто, Токіо, Осака, Гельсінкі та ін.), в яких багатofункціональні підземні комплекси поєднуються мережею транспортних тунелів між собою й об'єктами на поверхні. Сучасне місто не може розвиватися лише вгору й вшир, основним резервом його розвитку стає підземний простір, причому площа підземної урбаністики в містах, що активно освоюють підземний простір, перевищує 25% від наземної (для порівняння, у Києві вона менше 5%) [3, 4]. Оскільки розв'язання виникаючих міських проблем при мінімальних техніко-економічних ризиках та раціональному використанні

георесурсів можливе лише при застосуванні стратегічного планування розвитку наземного й підземного простору мегаполісів, розглянемо його з позицій системного підходу.

Метою статті є обґрунтування природничо-технічної геосистеми та її підсистем як базису системного проектування підземного простору великих міст, створення майстер-планів стратегічного розвитку мегаполісів.

Виклад основного матеріалу. За масштабами й комплексністю міського геобудівництва великі міста України поки що значно відстають від світових лідерів. 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).

Проблему освоєння підземного простору сучасного 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 [5]. Саме тому вірно обрана для дослідження система здатна збільшити ефективність управлінських процесів і відкрити нові потенції науково-технічного пізнання. Академіком К.М. Трубецьким було 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 (у т.ч. – будівельного).

Для будівельних геотехнологій (проектування й будівництво підземних споруд) застосовувалась геосистема «гірський масив – підземна споруда» або, за А.В. Корчаком – «масив – технологія – підземна споруда» [6], що досить вдало відображує взаємозв'язки елементів для локальних об'єктів у більш-менш однорідних умовах. 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. Зазначені підходи стосуються будівництва окремих підземних споруд і не враховують системні взаємозв'язки з іншими підземними спорудами та об'єктами на поверхні.

На наш погляд проблема «масштабу» освоєння підземного простору повинна знайти відображення в новій базовій геосистемі. Найбільш доцільною для проектування розвитку сучасних мегаполісів бачиться комплексна природничо-технічна система «геоурбаністика – інженерно-геологічне середовище», яка складається з двох підсистем.

Підсистема «Геоурбаністика» включає дві взаємопов'язані складові – наземну та підземну забудову міста (з урахуванням транспортної та інженерної інфраструктури) й відображає просторову організацію міського життя як у горизонтальних, так і у вертикальних напрямках, а також розвиток та функціонування міських систем різного рівня. Завданням виділених підсистем є відображення й організація структурно-функціональних зв'язків наземних і підземних споруд міста між собою. При цьому основою для розвитку підсистеми «геоурбаністика» може бути транзитно-орієнтоване проектування (transit-oriented development (TOD)). Згідно з ним у центрах транзитно-орієнтованого проекту розташовуються транспортні вузли (станції метрополітену й наземного транспорту, підземні вокзали тощо) які оточуються відносно щільною підземною забудовою: багатофункціональні комплекси, торговельні й розважальні центри, склади, гаражі, парковки, спортивні споруди, об'єкти громадянської оборони тощо. При віддаленні від зазначених центрів щільність підземної забудови зменшується. Інженерна інфраструктура проектується у відповідності до щільності населення тих або інших районів міста (визначається наземною забудовою) і можливостей передавання частини функцій життєзабезпечення міста від наземних до підземних об'єктів.

В роботі [1] ці принципи розвиваються для наземної забудови міста у системній моделі, що включає «каркас» (головну структуротворчу частину системи, яка охоплює область зосередження найбільшої функціональної активності), та «тканину» (просторовий субстрат системи, що не потребує високої функціональної концентрації, структурно підпорядкований «каркасу»). При цьому каркас формують головні транспортні магістралі, комунікаційні вузли й пов'язані з ними будівельні комплекси, що привертають до себе потоки відвідувачів. Подібна модель може бути застосована і для проектування підземної забудови, особливо якщо враховувати стале обслуговування метрополітемом і автомобільними тунелями т. зв. «маятникових міграцій» (щоденних припливо-відливних рухів населення з периферії в центр і зворотно).

Оскільки освоєння підземного простору є пріоритетним для земельних ділянок з вартістю вищою від середньої за відповідним кадастровим районом, то центральна частина мегаполісу, або його окремих районів потенційно стають зоною суцільної підземної забудови (іноді багаторівневої), що доповнює транзитно-орієнтоване проектування підземного будівництва фактором середмістя, як ядра системи міського підземного простору.

Варто уваги, що в запропонованій природничо-технічній системі погляд на підземну складову «геоурбаністики» як на «підземне місто», на відміну від аналізу окремої підземної споруди або локалізованої групи підземних споруд,

які розглядалися 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. Даний підхід відкриває нову стратегію побудови генерального плану мегаполісу, з можливістю системної реконструкції центральної частини міста й розвитком геобудівництва на периферії. При цьому варіація підземних і наземних транспортних ліній передмістя може змінити сам характер забудови – від усебічної суцільної забудови до виникнення розділених пейзажними ландшафтами й лісовими масивами комфортних міських районів на місті сучасних окремих містечок і сіл.

Друга з аналізованих підсистем, «інженерно-геологічне середовище», характеризується теорією просторово-часової змінності [7] і визначає будівельні ризики освоєння підземного простору. 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.

Виявлення природи і властивостей геологічного середовища на території міста (склад і властивості ґрунтів на різних глибинах, гідрологічна ситуація, рельєф, вплив наземної забудови й існуючих підземних споруд) відкриває можливості для районування міста за якістю умов підземного будівництва (або будівельних ризиків) і відкриває нові можливості для планування підземної урбаністики.

Під час проектування, спорудження та експлуатації міських підземних споруд необхідно враховувати геотехнічні ризики, які визначаються сферою взаємодії комплексів інженерних об'єктів (узагальнено – «споруд», в інтегрованому вигляді – «підземного міста») з геологічним середовищем, в середині якої змінюється протікання геологічних процесів і розвиваються інженерно-геологічні процеси. Причому «споруди» розглядаються як зовнішній фактор по відношенню до геологічного середовища (у розглянутих раніше локальних геосистемах – це було навпаки). 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.

Для визначення величини кожного з геотехнічних ризиків R_i застосовують базову формулу:

$$R_i = P_i \times Y_i,$$

де P_i - імовірність появи несприятливої події (наприклад, замежеві деформації та руйнування споруд; збільшення строків будівництва; активізація небезпечних інженерно-геологічних процесів тощо); U_i - математичне очікування збитків від несприятливої події.

На відміну від розповсюдженої методики визначення імовірності появи несприятливої події за допомогою експертних оцінок, районування міста за якістю умов підземного будівництва дозволить вже на етапі планування розвитку геоурбаністики отримати кількісні оцінки ймовірностей, оцінити ризики й розглянути множину можливих розв'язків проектною задачі.

Таким чином, запропонована природничо-технічна 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

Розробка майстер-плану підземного міста є основою ефективного освоєння підземного простору мегаполіса й залучення інвестицій. 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 – інженерно-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 використаних джерел

1. Ресин, В.И. Развитие больших городов в условиях переходной экономики (системный подход) [Текст] / В.И. Ресин, Ю.С. Попков. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2013. – 328 с.
2. Гайко, Г.І. Проблеми системного планування підземного простору великих міст [Текст] / Г.І. Гайко // Вісник НТУУ «КПІ»: зб. наук. праць. – К.: ВПК «Політехніка», 2014. – Вип. 26. – С. 27 – 31. – (Серія «Гірництво»).
3. Голубев, Г.Е. Подземная урбанистика и город [Текст] / Г.Е. Голубев. – М.: ИПЦМИКХИС, 2005. – 124 с.
4. Самедов, А.М. Будівництво міських підземних споруд [Текст] / А.М. Самедов, В.Г. Кравець; НТУУ «КПІ». – К.: ВПК «Політехніка», 2011. – 400 с.

5. Згуровский, М.З. Системный анализ: проблемы, методология приложения [Текст] / М.З. Згуровский, Н.Д. Панкратова. – К.: Наукова думка, 2005. – 742.
6. Корчак, А.В. Методология проектирования строительства подземных сооружений [Текст] / А.В. Корчак. – М.: Недра, 2001. – 416 с.
7. Бондарик, Г.К. Общая теория инженерной (физической) геологии [Текст] / Г.К. Бондарик. – М.: Недра, 1981. – 256 с.

Стаття надійшла до редакції 23.10.2015 р.

УДК 622.235: 624.042.7

Н.С. Ремез, д. т. н., проф., **І.А. Іванова**, асп. (НТУУ «КПІ»)

ДИНАМІЧНА ВЗАЄМОДІЯ ГРУНТОВИХ ОСНОВ ТА БУДІВЕЛЬ ПІД ЧАС ДІЇ СЕЙСМОВИБУХОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ

N.S. Remez, I.A. Ivanova (National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute»)

DYNAMIC INTERACTION OF THE GROUND BASES AND BUILDINGS DURING THE SESIMIC BLASTING LOAD

Чисельно досліджено деформований стан ґрунтових основ та будівель під час дії сейсмовибухового навантаження з врахуванням геометричних, фізико-механічних та інерційних параметрів будівель, інтенсивності і напрямку падіння хвилі та фізико-механічних властивостей ґрунту.

Ключові слова: деформований стан; ґрунтова основа; суглинок; глина; загальна деформація; сейсмічне навантаження.

Численно исследовано деформированное состояние грунтовых оснований и зданий под действием сейсмовзрывной нагрузки с учетом геометрических, физико-механических и инерционных параметров зданий, интенсивности и направления падения волны, а также физико-механических свойств грунта.

Ключевые слова: деформированное состояние; грунтовая основа; суглинок; глина; общая деформация; сейсмическая нагрузка.

The strain state of the ground bases and buildings during the seismic blasting load was numerically investigated with taking into account of geometrical, physical, mechanical and inertial parameters of the buildings, the intensity and the fall direction of the wave and physical and mechanical properties of the soil.

Keywords: strain state; ground base; loam, clay; total deformation; seismic loading.

Вступ. На сьогодні внаслідок збільшення об'ємів видобутку корисних копалин на гірничо-видобувних підприємствах однією з головних проблем є сейсmobезпечна експлуатація будівель поблизу кар'єрних полів. Вибухові роботи є основним методом руйнування твердих середовищ вибухом при