УДК 528.4:332.3
DOI https://doi.org/10.32838/TNU-2663-5941/2020.3-2/27

Нестеренко С.Г.
Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова

Радзінська Ю.Б.
Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова

Доброходова О.В.
Харківський національний університет будівництва та архітектури

ПРИНЦИПИ ЕФЕКТИВНОГО ВИКОРИСТАННЯ ЗЕМЕЛЬ ПІДЗЕМНОЇ НЕРУХОМОСТІ В СТРУКТУРІ МЕГАПОЛІСІВ

Перспективність освоєння підземного простору підтверджується світовим досвідом. Проблема використання підземного простору міст найбільш актуальна в їх центральних, найбільш відвідуваних районах, де переважає капітальна опорна й історично цінна забудови, а також у різних спеціалізованих центрах і в суспільно-транспортних комплексах. При цьому підземні споруди можуть бути розташовані практично повсюдно, в тому числі під будівлями, вулицями і площами, а також під водою. Триваюча традиційна забудова територій об'єктами, якої можуть та повинні бути розміщені під землею, свідчить про відсутність єдиної стратегії комплексного використання підземного простору міст. Необхідність застосування методів цільового програмування і системного аналізу диктується комплексним, міжвідомчим характером проблеми, яка загалом пов'язана з тим, що рівень розвитку системи державного регулювання цієї діяльності, її ресурсного, правового та наукового забезпечення не відповідає складності керованої системи. Таким чином, метою статті є дослідження можливості та напрями використання підземного простору мегаполісів у системі регіонального розвитку земельних відносин.

У роботі досліджено можливості та напрями використання підземного простору мегаполісів у системі регіонального розвитку земельних відносин. Визначено правовий режим використання земель підземної нерухомості міст, вартісні складники розміщення споруд підземної нерухомості, їх доцільність та архітектурно-планувальні рішення. Систематизовано вимоги, які необхідно враховувати під час планування, проектування та будівництва підземних об'єктів міста. Запропоновано вирішення завдань містобудування в системі територіального розвитку використання земель підземної нерухомості шляхом визначення видів її ефективного використання. Представлено перелік основних видів міських об'єктів, потенційно придатних для розміщення підземної нерухомості міст, що забезпечить розвантаження міста та надасть можливість підвищити відсоток земель рекреації в структурі міста.

Ключові слова: *підземний простір, землі підземної нерухомості, архітектурно-планувальні рішення, підземна інфраструктура, використання земель міст, підземні споруди, законодавче регулювання.*

Постановка проблеми. Світовий досвід країн Європи, Північної Америки і Південно-Східної Азії показує [1], що зростання інтенсивності освоєння і комплексності використання підземного простору мегаполісів як один з основних напрямів їх територіального розвитку сприяє вирішенню ряду найскладніших соціальних, містобудівних, транспортних, екологічних та інших завдань. Під землею безпечно і взаємопов'язано розміщуються багато об'єктів інженерно-транспортної соціальної та виробничої інфраструктури, забезпечується інтеграція підземних і наземних споруд [2]. Все це дозволяє ефективно використовувати територіальний ресурс, істотно заощадити площі дефіцитних міських земель, сприяти охороні особливо цінних угідь і об'єктів, знизити загазованість і зашумленість територій.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Перспективність освоєння підземного простору підтверджується світовим досвідом [3]. Однією з перших країн підземного будівництва є Японія. Комерційне освоєння підземних просторів там почалося ще в 30-х роках минулого століття. Тоді в Токіо відкрився перший підземний торговий центр «Магазин-Метро», розрахований на пасажирів приміських електричок. На цей час у країні функціонує близько ста підземних «ярмарків» загальною площею близько 1 млн кв. м. У діловому районі Лондона Canary Warf багато будівель з'єднуються підземними торговими галереями. Найбільший торговий центр Парижа «Форум-дез-Аль»

на чотири рівні йде під землю [4]. У Норвегії зведений найбільший спортивний комплекс на глибині 18 м від поверхні землі, загальна площа якого дорівнює 7 тис. кв. м.

З розвитком технологій проекти у сфері освоєння підземного простору стають все масштабнішими [1; 5]. Триваюча традиційна забудова територій об'єктами, які можуть, а в історичному ракурсі і повинні бути розміщені під землею, свідчить про відсутність єдиної стратегії комплексного використання підземного простору. Необхідність застосування методів цільового програмування і системного аналізу диктується комплексним, міжвідомчим характером проблеми, яка пов'язана з тим, що рівень розвитку системи державного регулювання цієї діяльності, її ресурсного, правового та наукового забезпечення не відповідає складності керованої системи (понятійна складність і багатостадійність розвитку території, її зростаюча цінність). Проблема лежить на стику містобудування, землекористування та природокористування, тісно пов'язана з аспектом безпеки і вимагає організації зусиль різних фахівців. Водночас відповідні види законодавства вкрай не системно і без взаємної ув'язки регулюють розгляд подібних відносини [6].

Постановка завдання. Метою статті є дослідження можливості та напрями використання підземного простору мегаполісів у системі регіонального розвитку земельних відносин.

Для досягнення мети в статті вирішено такі завдання: дослідити міжнародний досвід у сфері використання земель підземної нерухомості; визначити правовий режим використання земель підземної нерухомості міст, вартісні складники розміщення споруд підземної нерухомості, їх доцільність та архітектурно-планувальні рішення; визначити найбільш ефективні споруди та їх можливість розміщення в підземному просторі для ефективного використання земель мегаполісу.

Виклад основного матеріалу. У зв'язку з тим, що підземні споруди є об'єктом капітального будівництва, пріоритетним є розгляд проблеми в рамках земельних та містобудівних відносин. Норми містобудівного законодавства в універсальному порядку повинні поширюватися і на створення підземних споруд з одночасним урахуванням специфіки підземного містобудування. На цей час зазначені питання регулюються на досить низькому рівні в межах земельного законодавства. Також відсутня достатня кількість технічних важелів регулювань використання підземної нерухомості [7].

При цьому враховано, що правовий режим земельної ділянки законодавчо закріплений нормативними документами. Як і при наземному будівництві, розвиток системи підземних споруд формується послідовно шляхом містобудівного планування, землевпорядного проектування і зонування, виконання інженерних вишукувань, архітектурно-будівельного проектування і власне будівництва. Тому важливим елементом у цьому аспекті є забезпечення технологічного зв'язку в галузі землекористування, правового режиму використання земель підземної нерухомості та нормами містобудівної діяльності.

Вартість підземного будівництва збільшується в геометричній прогресії зі зведенням кожного наступного підземного рівня. З кожним наступним рівнем підземної споруди вартість будівництва зростає на 30%, а за складних геологічних умов вона збільшується ще більш істотно. Особливо важкими та капіталомісткими передбачаються проєкти в місцях щільної існуючої забудови [8].

Зазвичай вартість підземного будівництва істотно дорожче наземного. В історичній частині міст неможливо побудувати багато наземних рівнів, тому сума будівництва може збільшуватися залежно від співвідношення кількості наземних і підземних рівнів. Вартість будівництва підземної частини може бути дорожче наземного будівництва на 50% і вище. Щодо термінів окупності проектів, то тут все залежить від багатьох факторів. Наприклад, якщо у підземного паркінгу вигідне місце розташування, то терміни окупності можуть бути порівняні з великими наземними об'єктами.

Найважливішу роль у комплексному освоєнні підземного простору міст України відіграють архітектурно-планувальні рішення підземних об'єктів. До теперішнього часу вже значною мірою визначилися загальні вимоги до міського підземного будівництва Європи. Зокрема, кращою визнана така його форма, за якої наземна і підземна частини міської забудови поєднуються на основі принципів їх максимального горизонтального і вертикального блокування.

Складність і високий рівень відповідальності підземних споруд, значний вплив їх зведення в умовах щільної міської забудови на наявні навколишні об'єкти висуває цілий ряд вимог, які необхідно враховувати під час планування, проектування та будівництва вказаних споруд. Основні з них зводяться до таких:

1) необхідність вивчення будови і властивостей ґрунтів на велику глибину, розробки прогнозів можливих змін стану навколишнього

ґрунтового масиву і гідрогеологічних умов, а також обстеження підстав наявної наземної забудови зумовлює значне збільшення площі, обсягу і детальності інженерно-геологічних вишукувань у порівнянні з вимогами діючих нормативних документів;

2) наявні конструктивні рішення і технології зведення підземних споруд повинні забезпечувати збереження і нормальні умови експлуатації навколишніх наземних і підземних об'єктів, особливо пам'яток історії та архітектури. Для вирішення цього завдання необхідно проводити математичне моделювання зміни напружено-деформованого стану ґрунтового масиву, що вміщає в себе саме підземна споруда, а також підстави наявних будівель, що потрапляють у зону впливу нового будівництва;

3) під час зведення та експлуатації підземних споруд першорядного значення набуває їх захист від підземних вод, особливо за наявності приміщень, де має бути абсолютно сухо. Це вимагає під час проєктування вирішувати питання водозниження, дренування ґрунтів і пристрої гідроізоляції;

4) під час проєктування підземних споруд необхідно також проектувати проведення геотехнічного моніторингу, здатного забезпечити як контроль у процесі виконання прийнятих проектних рішень, так і оперативне коригування цих рішень у разі потреби.

Донині науковими, проєктними та будівельними організаціями вже накопичений великий досвід успішної реалізації навіть найскладніших проєктів підземного будівництва. Створені нові прогресивні конструктивні і технологічні рішення підземних об'єктів, у тому числі для захисту навколишньої забудови, розроблені методи розрахунку і чисельного моделювання поведінки споруджуваного підземного об'єкта та об'єкта, що знаходяться в зоні його впливу наявних об'єктів, методи і засоби моніторингу. Головний акцент під час розробки проблеми комплексного освоєння підземного простору великих міст припадає сьогодні на пошук шляхів найбільш доцільного розміщення підземних об'єктів і найбільш раціонального застосування тих методів і засобів їх зведення, які напрацьовані. Тому великого значення набуває науково-технічний супровід міського підземного будівництва, яке останніми роками стало однією з головних складників системи забезпечення його безпеки і надійності. Фахівці в сфері раціонального використання земель зазначають [1; 3; 7], що особливо уважно потрібно ставитися до інженерно-геологічного обстеження ділянки. Під час будівництва будь-яких підземних споруд завжди є ризики обвалу породи і зрушень ґрунту. Тому, щоб отримати дозвіл на будівництво підземного об'єкта, потрібно пройти сотні різних погоджень. Проєкт повинен відповідати всім пред'явленим нормам.

Основні складнощі під час реалізації проєктів підземного будівництва пов'язані з тим, що найчастіше об'єкти будуються в центрі міста, в складній системі підземних комунікацій, у сформованій історичній забудові з непростими транспортними Умовами. Нерідко ці фактори змушують вести будівельно-монтажні роботи закритим способом, що дозволяє вносити мінімальні зміни у функціонування міської інфраструктури. Однак такий метод сильно збільшує вартість робіт, що ускладнює залучення приватного інвестора на прийнятних для нього умовах. Поки ці способи будівництва широко розвинені в західних країнах.

Основні принципи розвитку систем підземних споруд та їх взаємозв'язку в багатофункціональних комплексах різного призначення досить складні і потребують детального аналізу.

Освоєння підземного простору дозволяє вирішувати наступні завдання містобудування в системі територіального розвитку використання земель:

− гранично компактно розміщувати будівлі і споруди самого різного призначення в найбільш потрібних для міста місцях, в тому числі в умовах вкрай обмеженої забудови;

− удосконалювати транспортне обслуговування населення зі значним підвищенням швидкостей сполучення завдяки використанню підземних рейкових шляхів (електрифікованих залізниць, метрополітену традиційного і нового рейкового складу, а також завдяки організації на окремих ділянках магістральних вулиць і автомобільних доріг безперервного руху;

− забезпечувати оптимальні умови для розвитку, експлуатації та ремонту міських інженерних мереж;

− вирішувати проблему постійного і тимчасового зберігання безперервно зростаючого парку легкових автомобілів та інших видів транспорту;

− забезпечувати значну економію паливно-енергетичних ресурсів.

Міське підземне будівництво сприяє оздоровленню міського середовища: зменшується забрудненість повітряного простору, знижуються рівні шумів і вібрацій, з'являється можливість збільшення площ озеленених і обводнених територій.

Передусім доцільно розміщувати під землею об'єкти, в яких технологічні процеси повністю автоматизовані і ізольовані або навпаки, прості і не вимагають великої кількості обслуговуючого персоналу.

Підземні споруди не потребують будь-яких розривів між собою і в потрібних для міста місцях 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. Під час визначення зон найбільш активного підземного будівництва вирішальним фактором повинна бути соціальна і техніко-економічна доцільність використання тих чи інших ділянок і зон міста.

Проблема використання підземного простору міст найбільш актуальна в їх центральних, найбільш відвідуваних районах, де переважає капітальна опорна й історично цінна забудови, а також у різних спеціалізованих центрах і в суспільно-транспортних комплексах. При цьому підземні споруди можуть бути розташовані практично повсюдно, в тому числі під будівлями, вулицями і площами, а також під водою.

На характер і масштаби будівництва підземних споруд та їх конструктивно-планувальні рішення значний вплив робить сукупність конкретних природно-кліматичних і антропогенних факторів.

До природно-кліматичних факторів належать показники характерного температурно-вологісного і вітрового режиму місцевості, особливості рельєфу, геології та гідрогеології, наявність акваторій та інші. До антропогенних факторів належать всі інфраструктурні елементи, що були раніше створені в місті людиною.

У великих містах потенційно можливі значні обсяги підземного будівництва. Нижче рівня поверхні Землі може бути розміщено до 70% від загального обсягу паркінгів, до 80% складів, до 50% архівів і сховищ, до 30% підприємств сфери обслуговування та інших служб.

Перелік основних видів міських об'єктів, потенційно придатних для розміщення нижче рівня поверхні землі, включає:

− інженерно-транспортні споруди (автотранспортні та пішохідні тунелі; підземні ділянки шляхів рейкового транспорту – метрополітену; автомобільні стоянки та гаражі; приміщення автобусних і залізничних вокзалів та інші);

− підприємства торгівлі і громадського харчування (торгові центри і зали; магазини різного профілю і кіоски; допоміжні приміщення кафе, їдалень, ресторанів та інші);

− адміністративні, видовищні та спортивні споруди (конференц-зали, архіви, виставкові, презентаційні та концертні зали, кінотеатри, спортивні зали, плавальні басейни, ковзанки зі штучним льодом та інші);

− підприємства комунально-побутового обслуговування та зв'язку (ательє ремонту, хімчистки, пральні, лазні, перукарні, поштові та телеграфні відділення, автоматичні телефонні станції та інші);

− об'єкти складського господарства (продуктові та промтоварні склади, овочесховища, холодильники, резервуари для рідин і газів, склади паливно-мастильних матеріалів та інші);

− об'єкти промислового призначення та енергетики, в яких необхідний ретельний захист від пилу, вібрацій, перепадів температур та інших зовнішніх впливів;

− споруди та мережі інженерного обладнання (мережі водопроводу і каналізації, електропостачання та газопостачання, теплові мережі, котельні, насосні станції і резервуари, загальні прохідні колектори, трансформаторні станції, газорозподільні станції та інші).

Висновки. Таким чином, проаналізовано можливості та напрями використання підземного простору мегаполісів у системі регіонального розвитку земельних відносин.

Визначено правовий режим використання земель підземної нерухомості міст, вартісні складники розміщення споруд підземної нерухомості, їх доцільність та архітектурно-планувальні рішення. Встановлено можливість здійснення землевпорядного проектування та кадастрового забезпечення земель підземного простору. Систематизовано вимоги, які необхідно враховувати під час планування, проектування та будівництва підземних об'єктів міста.

Запропоновано вирішення завдань містобудування в системі територіального розвитку використання земель підземної нерухомості шляхом визначення видів її ефективного використання. Представлено перелік основних видів міських об'єктів, потенційно придатних для розміщення підземної нерухомості міст, що забезпечить розвантаження міста від промислових об'єктів, транспортних потоків, складських та інших територій та надасть можливість підвищити відсоток земель рекреації в структурі міста.

Список літератури:

1. Мамонов К.А., Нестеренко С.Г., Вяткін К.І. ГІС-забезпечення у раціональному використанні земельних ресурсів міської забудови. *Науковий вісник будівництва. Харківський національний університет будівництва та архітектури.* Харків. 2016. Том 86 №4. 323 с.

2. Мамонов К.А. Стейкхолдерно-интегрированный подход к оценке уровня инженерно-инфраструктурного обеспечения городов / К.А. Мамонов, С.Г. Нестеренко, Э.С. Штерндок, М.А. Грек, А.В. Рудомаха. *БНТУ. Минск. Наука и техника.* 2018. № 2. С. 130–141.

3. Нестеренко С.Г., Радзінська Ю.Б. Сучасний землеустрій та кадастр України: проблеми, перспективи та основні напрями. *Комунальне господарство міст. Серія : Технічні науки та архітектура.* 2017. Вип. 139. С. 88–92. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/.

4. Нестеренко С.Г., Радзінська Ю.Б., Шаульський Д.В. Механізми раціонального розподілу та використання земель України регіонального призначення. *Науковий журнал «Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського. Серія: Технічні науки».* Том 30 (69) № 1. Частина 2. 2019. С. 147–150.

5. Нестеренко С.Г. Дослідження земельного адміністрування та геоінформаційного забезпечення міського будівництва України. *Технологічний аудит та резерви виробництва.* Номер 1/4 (33), Березень 2017. С. 24–28.

6. Радзінська Ю.Б. Теоретичні підходи щодо визначення інвестиційної привабливості земель міст / *Комунальне господарство міст. Сер. Технічні науки та архітектура*. Харків. 2017. Вип. 137. С. 25–30.

7. Mamonov, K., Nesterenko, S., Radzinskaya, Y., & Dolia, O. City lands investment attractiveness calculation / Geodesy and Cartography. Vol. 68, No. 1, 2019, pp. 211–223. Accepted: 18 April 2019. DOI: https://doi.org/10.24425/gac.2019.126097

8. Nesterenko, S., W Mingming, E Shterndok. Modelling of the Parcel Pattern Impact / International science and technology conference "Earth science". IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 272 (2019) 032085, pp. 1–5. doi:10.1088/1755-1315/272/3/032085.

Nesterenko S.G., Radzinskaya Y.B., Dobrokhodova O.V. PRINCIPLES OF EFFICIENT USE OF UNDERGROUND REAL ESTATE IN THE STRUCTURE OF MEGACITIES

The prospects for the development of underground space are confirmed by world experience. The problem of using the underground space of cities is most relevant in their central, most visited areas, where capital support and historically valuable buildings predominate, as well as in various specialized centers and in public transport complexes. In this case, underground structures can be located almost anywhere, including under buildings, streets and squares, as well as under water. The ongoing traditional development of territories by objects, which can and should be located underground, indicates the lack of a single strategy for integrated use of underground space in cities. The need for targeted programming and systems analysis is dictated by the complex, interdepartmental nature of the problem, which is generally related to the fact that the level of development of the system of state regulation of this activity, its resources, legal and scientific support does not meet the complexity of the managed system. Thus, the purpose of this article is to study the possibilities and directions of using the underground space of megacities in the system of regional development of land relations.

The possibilities and directions of using the underground space of megacities in the system of regional development of land relations are investigated in the work. The legal regime of underground real estate uses of cities, cost components of placement of underground real estate structures, their expediency and architectural and planning decisions are determined. The requirements that must be taken into account in the planning, design and construction of underground facilities in the city are systematized. The solution of problems of town-planning in the system of territorial development of use of lands of underground real estate at the expense of definition of kinds of its effective use is offered. A list of the main types of urban facilities potentially suitable for underground real estate of cities is presented, which will ensure the unloading of the city and provide an opportunity to increase the percentage of recreational lands in the city structure.

Key words: *underground space, underground real estate lands, architectural and planning decisions, underground infrastructure, use of urban lands, underground structures, legislative regulation.*