

DOI: <https://doi.org/10.30836/igs.2522-9753.2024.321737>

УДК 624.13.1.627.8(477)

E-mail:

[kotkotmag@gmail.com](mailto:kotkotmag@gmail.com)

<https://orcid.org/0000-0002-4324-9231>

[lithconference14@gmail.com](mailto:lithconference14@gmail.com)

<https://orcid.org/0000-0002-2581-4727>

## ПІДЗЕМНИЙ ПРОСТІР ЯК РЕСУРС ПІСЛЯВОЄННОЇ РЕКОНСТРУКЦІЇ МІСЬКОЇ ЗАБУДОВИ: ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ

### UNDERGROUND SPACE AS A RESOURCE FOR POST-WAR URBAN RECOVERY: ENGINEERING-GEOLOGICAL PERSPECTIVES

**Т. В. Криль<sup>1</sup>, У. М. Селівачова<sup>2</sup>**  
**Tetiana V. Kril, Uliana M. Selivachova**

Institute of Geological Sciences, NAS of Ukraine, 55-b O. Honchara Str.,  
Kyiv, Ukraine, 01601

У статті підземний простір урбанізованих територій розглянуто як стратегічний просторовий та інженерний ресурс післявоєнної реконструкції міст України. Проаналізовано сучасний стан його освоєння у найбільших містах і зіставлено з міжнародним досвідом підземної урбанізації. Узагальнено нормативно-правові передумови розвитку підземного будівництва в умовах відновлення інфраструктури. Запропоновано глибинно-функціональну типізацію підземних споруд з урахуванням їх конструктивних особливостей, глибини розміщення, а також несприятливих інженерно-геологічних процесів і компенсуючих заходів. Дослідження ґрунтується на аналізі генеральних планів міст, даних щодо міської інфраструктури та чисельності населення, карт геологічної будови, а також інформації про ракетні обстріли й руйнування будівель і споруд. Просторові та статистичні показники (площі міст і забудови) визначено із застосуванням засобів геоінформаційного моделювання; контури об'єктів побудовано за даними з відкритих джерел. Враховано особливості точності краудсорсингових даних щодо будівель і споруд. Визначено ключові інженерно-геологічні передумови й ризики освоєння підземного простору, зокрема підтоплення, порушення гідрогеологічного режиму та деформаційні процеси. Обґрунтовано пріоритетні типи територій для першочергового підземного освоєння у процесі післявоєнної відбудови. Показано необхідність комплексного інженерно-геологічного обґрунтування та впровадження ризик-орієнтованого підходу до планування й проектування. Результати слугують науковим підґрунтям для стратегічного планування підземної інфраструктури в період відновлення, з акцентом на забезпечення інженерно-геологічної безпеки, мінімізацію інженерно-геологічних ризиків, збереження стійкості геологічного середовища та підвищення надійності й довговічності підземних споруд.

**Ключові слова:** підземний простір, підземні споруди, міські території, інженерно-геологічні умови, післявоєнне відновлення, глибинно-функціональна типізація.

**Keywords:** underground space, underground structures, urban areas, engineering-geological conditions, post-war reconstruction, depth-functional typology.

Underground space in urbanized areas represents a strategic spatial and engineering resource for the post-war reconstruction of Ukrainian cities. The current level of underground space development in Ukraine's largest cities is analyzed and compared with international practices of underground urbanization. The regulatory and institutional framework for the expansion of underground construction during infrastructure recovery is summarized. A depth- and function-based typology of underground structures is proposed, considering structural characteristics, depth of placement, adverse engineering-geological processes, and corresponding mitigation measures. The study draws on city master plans, data on urban infrastructure and population size, geological structure maps, and information on missile strikes and damage to buildings and infrastructure. Spatial and statistical indicators

© Видавець Інститут геологічних наук НАН України, 2024. Стаття опублікована за умовами відкритого доступу за ліцензією CC BY-NC-ND (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

© Publisher Institute of Geological Sciences of the National Academy of Sciences of Ukraine, 2024. This is an Open Access article under the CC BY-NC-ND license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

**Цитування:** Криль Т. В., Селівачова У. М. Підземний простір як ресурс післявоєнної реконструкції міської забудови: інженерно-геологічні аспекти. Збірник наукових праць Інституту геологічних наук НАН України. 2024. Том 17. Вип. 2. С. 155–172. <https://doi.org/10.30836/igs.2522-9753.2024.321737>.

**Citation:** Kril T. V., Selivachova U. M., 2024. Underground space as a resource for post-war urban recovery: engineering-geological perspectives. Collection of Scientific Works of the Institute of Geological Sciences NAS of Ukraine. Vol. 17. Iss. 2. Pp. 155–172. <https://doi.org/10.30836/igs.2522-9753.2024.321737>.

(city area and built-up area) were derived using geoinformation modeling tools, while the boundaries of built structures were delineated using open-source spatial data. The accuracy of crowdsourced datasets describing buildings and infrastructure was also assessed. Key engineering-geological conditions and constraints affecting underground space development are identified, including flooding hazards, disturbance of the hydrogeological regime, and deformation processes. Priority types of territories for initial underground development within post-war reconstruction programs are substantiated. The study demonstrates the need for comprehensive engineering-geological assessment and the implementation of a risk-oriented approach to planning and design. The results provide a scientific basis for the strategic planning of underground infrastructure during the recovery phase, with emphasis on engineering-geological safety, mitigation of geotechnical risks, maintaining the stability of the geological environment, and enhancing the reliability and durability of underground structures.

## ВСТУП

В Україні дедалі гостріше постає проблема реорганізації просторової структури урбанізованих територій. Це зумовлено розширенням застарілого житлового фонду, деіндустріалізацією, зміною функціонального призначення територій промислових об'єктів та відновленням будівель і споруд, пошкоджених під час воєнних дій.

Розширення міст за рахунок приміських територій призводить до того, що промислові об'єкти поступово опиняються в центральних районах. Це спричиняє погіршення екологічної безпеки, порушення містобудівних норм і створює попит на житлову забудову, адміністративні, комерційні та ділові центри на територіях колишніх промислових підприємств.

Після економічної кризи 1990-х років деякі промислові підприємства збанкрутували та припинили діяльність, перетворивши промзони на занедбані території. В останні десятиліття колишні виробничі приміщення фабрик і заводів усе частіше переоблаштовуються під об'єкти громадського та культурного призначення.

У Києві житлові квартали «Комфорт Таун» створено на місці колишнього заводу «Вулкан», «Альфавіто Готель Київ» — замість корпусу № 22 заводу «Радар», галерея «Loft House Podol» займає територію колишнього деревооброблювального заводу ПАТ «ДОК-3». У Харкові було схвалено план забудови кварталу з умовною назвою «Смарагдова долина» на території колишнього промислового гіганта — заводу «Серп і молот». На майбутні 5–10 років у генеральних планах передбачено переоснащення промислово-складських зон Києва і Харкова.

Від 24 лютого 2022 р. — початку російської військової агресії, внаслідок ракетних ударів руйнації зазнали десятки міст і селищ у всій країні. Пошкоджені й у кращому випадку потребують капітального ремонту, а то й демонтажу не тільки індивідуальні будинки, багатоповерхівки, виробничі приміщення, адмінбудівлі, а й мости та дороги. Серед неокупованих територій най-

більш постраждалими є міста та населені пункти Київської, Харківської, Чернігівської та інших областей, а саме Харків, Чернігів, Суми, Ірпінь, Миколаїв та ін.

Подальша розбудова, реконструкція та відновлення об'єктів критичної інфраструктури, промисловості, житлового фонду тощо потребують удосконалених підходів до оцінки інженерно-геологічних загроз, що мають не лише забезпечувати конструктивну надійність, виробничу функціональність, а й виконувати подвійні захисні функції у зв'язку з імовірними воєнними діями.

Відповідно до постанови Верховної Ради (Про прийняття..., 2022), нові будівлі зі значним (СС3) і середнім (СС2) класами наслідків, у яких постійно перебуватимуть понад 50 осіб або періодично перебувають понад 100 осіб, а також інші об'єкти будівництва відповідно до переліку, визначеного Кабінетом Міністрів України, обов'язково матимуть: захисні споруди цивільного захисту (сховища й протирадіаційне укриття); споруди подвійного призначення (наземні або підземні будівлі/споруди чи їх окремі частини, що спроектовані або пристосовані для використання за основним функціональним призначенням, зокрема для захисту населення, та в яких створені умови для тимчасового перебування людей).

Інженерно-геологічні умови (ІГУ), а саме характеристики і властивості рельєфу, гірських порід, ґрунтових та підземних вод, наявність небезпечних екзогенних геологічних процесів, геодинамічно активних зон визначають особливості просторового планування та містобудівної діяльності.

Оптимізація просторової організації урбанізованих територій, забезпечення надійного функціонування об'єктів і безпечного проживання потребують системного підходу до інженерно-геологічної оцінки стану геологічного середовища. Особливу увагу слід приділяти розвитку небезпечних геологічних процесів. У містах, розташованих у долинах річок та на узбережжях морів, найпоширенішими та найруйнівнішими є схилі ерозійно-

гравітаційні процеси, а також процеси, пов'язані з освоєнням підземного простору. Додатковими чинниками ризику є техногенні порушення умов поверхневого та підземного стоку, зміни рослинного покриву, перезволоження та перевантаження ґрунтів у фундаментних основах споруд.

Основною метою даного дослідження є визначення інженерно-геологічних передумов та ризиків ефективного освоєння підземного простору урбанізованих територій України в умовах післявоєнної відбудови на підставі аналізу сучасного стану, глибинно-функціональної типізації споруд та виділення пріоритетних типів ділянок для їх розміщення.

При цьому виконано такі завдання: аналіз попередніх досліджень щодо використання геологічного середовища під підземне будівництво; аналіз сучасного стану освоєння підземного простору в найбільших містах України та порівняння його з міжнародним досвідом; узагальнення нормативно-правової бази, що регулює підземне будівництво та реконструкцію; типізація підземних споруд за глибиною розміщення, функціональним призначенням та супутніми інженерно-геологічними процесами й ризиками; визначення основних інженерно-геологічних ризиків і небезпечних процесів, що супроводжують освоєння різних ярусів підземного простору в умовах урбанізованих територій; виділення перспективних типів територій для першочергового підземного освоєння.

#### АНАЛІЗ ПОПЕРЕДНІХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Серед науковців й інженерів-геологів Інститут геологічних наук НАН України та інших науково-виробничих установ дослідженням небезпечних гравітаційних процесів і розробкою протизсувних заходів у різний час займались І. М. Киричко, Л. С. Лічков, М. Ф. Погребов, А. М. Дранніков, М. Г. Демчишин, С. Б. Шехунова, І. А. Черевко та ін. Вплив техногенних чинників, зокрема динамічного характеру, на зміни інженерно-геологічних умов і на розвиток небезпечних інженерно-геологічних процесів розроблено у працях таких вітчизняних та іноземних дослідників: В. М. Шестопалова, Є. О. Яковлева, М. Г. Демчишина, А. В. Кендзери, Г. І. Чорного, В. Ф. Котлова, Г. Л. Коффа, М. Л. Зоценка, В. Д. Ломтадзе та ін.

Зміни, що відбуваються у геологічному середовищі, включають:

— активізацію екзогенних геологічних процесів, спричинену порушенням режимів поверх-

невого та підземного стоків, зміною вологісного та температурного режимів, нищенням рослинного покриву;

— осідання території під впливом статичних і динамічних навантажень, освоєння підземного простору, інтенсивного забору підземних вод;

— підтоплення території через витік вод із мереж водогону, теплопостачання та каналізації;

— нагромадження значних обсягів порушених порід, твердих і рідких відходів;

— радикальна зміна в геологічному середовищі міста різноманітних фізичних полів (вібраційного, теплового, електричного, гравітаційного).

Технологічні та конструктивні рішення щодо підземного будівництва, моделювання стійкості підземних гірничих виробок та розв'язання проблеми поведінки нестійких порід під час підземного будівництва в межах великих міст висвітлені у роботах В. П. Пустовойтенка, П. П. Личова, А. М. Самедова, В. Г. Кравця, В. І. Снісаренка, Л. В. Гембарського, С. Й. Цимбала, В. І. Петренка та ін. Приклади проєктування будівництва підземних споруд в Україні наведені у монографіях (Цимбал, 2004; Пустовойтенко, 1999).

Міжнародний досвід свідчить, що в мегаполісах підземний простір стає дедалі важливішим ресурсом: у багатьох випадках його використовують все інтенсивніше для транспорту, комерції, паркінгу, інженерних систем, комунікацій, а іноді і житлових або промислових потреб. При цьому характерно, що ця «нижня міська інфраструктура» часто зростає за принципом «хто перший прийшов, перший обслужений» (*first come first served rule*), тобто без чіткого стратегічного планування чи централізованого управління (Takayuki Kishii, 2016; Loretta von der Tann et al., 2022). Це веде до фрагментованості, дублювання проєктів, нерівномірного доступу об'єктів, потенційно до конфліктів щодо прав користування. Саме тому дедалі частіше усвідомлюється потреба не лише будувати підземні елементи там, де є можливість, а й планувати, координувати та керувати підземним простором як інтегрованою складною системою з урахуванням багатомірних функцій, взаємозв'язків з поверхнею, з інженерною, екологічною та соціальною складовими.

#### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

У дослідженнях використано генеральні плани міст, дані щодо інфраструктури міст, кількості населення (Чисельність..., 2021), карти геологічної

будови, дані про ракетні обстріли та руйнування будівель і споруд.

Статистичні дані, зокрема площі міст, площі забудови, визначено за допомогою засобів геоінформаційного моделювання; контури об'єктів завантажено з відкритих джерел (Ukraine..., 2023). Дані стосовно будівель та споруд для України на платформі Humanitarian Data Exchange (HDX) надані командою Humanitarian OpenStreetMap Team (HOT), які зібрані на підставі краудсорсингових даних OpenStreetMap (OSM). Точність розрахунків залежить від методик і джерел збору для кожної будівлі: якості космічного знімка, точності її обрисовування, точності моделі машинного навчання. Загалом контури будівель в OSM мають високу позиційну точність, часто в межах кількох метрів від реального розташування.

## ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ

### *Правові аспекти підземного освоєння та розбудови міст*

Чинне законодавство України про надра передбачає користування надрами з метою будівництва та експлуатації підземних споруд, не пов'язаних із видобуванням корисних копалин (Кірін, 2017; Кодекс..., 1994). Проте бракує чіткого розмежування й узгодження видів діяльності, зокрема «містобудування» та «надрокористування» у Земельному кодексі України та Законі України «Про регулювання містобудівної діяльності» (Про регулювання..., 2011), що ускладнює раціональне використання георесурсів (Ігнатенко, 2015). Відсутність основоположних документів щодо встановлення перспективи розвитку підземного будівництва вказує на брак системного підходу до розвинення підземного простору великих міст, обґрунтування способів комплексного використання геологічного середовища та ускладнює виконання євроінтеграційних вимог (Ігнатенко, 2015; Білоус, 2010; Кірін, 2017; Сурілова, 2016; Шемяков, Хохлова, 2010).

У післявоєнний період ця проблема набуває особливої актуальності через потребу масового будівництва захисних споруд подвійного призначення. Ключовим нормативним документом є ДБН В.2.2–5:2023 «Захисні споруди цивільного захисту» (Захисні..., 2023), який регулює проектування підземних укриттів, зокрема їх інтеграцію в освітні, комерційні та транспортні об'єкти (наприклад, підземні школи). Іншим документом є План відновлення України (План...,

2023), який репрезентує національну стратегію, що включає інфраструктурні проекти з підземними елементами.

Розбудова міст як один із ключових видів територіальної діяльності регулюється законами України (Про регулювання..., 2011) та системою нормативних документів, на підставі яких розробляються містобудівні документи різних рівнів, зокрема Генеральна схема планування території України та генеральні плани населених пунктів. Забудова територій, необхідність організації інженерного захисту визначаються державними будівельними нормами України щодо планування і забудови територій (ДБН Б.2.2–12:2019), проектування будівель і споруд у складних інженерно-геологічних умовах (ДБН В.1.1–45:2017), улаштування основ і фундаментів будівель і споруд (ДБН В.2.1–10:2018), інженерного захисту від небезпечних інженерно-геологічних процесів (ДБН В.1.1–46:2017) та ін.

Окрему галузеву нормативну базу має транспортна інфраструктура підземного типу. Метрополітен є одним з найбільших і найскладніших видів підземної інфраструктури, що поєднує транспортні, захисні та комунікаційні функції. У воєнний та післявоєнний періоди його роль посилюється як бомбосховища (наприклад, станції Київського, Харківського та Дніпровського метрополітенів слугують укриттями під час обстрілів). Регулювання будівництва, реконструкції та експлуатації метрополітенів здійснюється на підставі ДБН В.2.3–7:2018 (Метрополітени..., 2018). Разом з тим, для інших типів підземних інженерних споруд, таких як тунелі на автомобільних дорогах та залізницях, діють **нові** ДБН В.2.3–27:2023 (Тунелі..., 2023), що встановлюють вимоги до їх технічного рішення, безпеки та проектних параметрів.

Регулювання методів і способів відновлення (реновації) застарілих житлових кварталів здійснюється відповідно до Закону України (Про комплексну..., 2007), що створює нормативні передумови для залучення підземного простору у процеси оновлення міської забудови.

Науковою основою формування будівельних норм і проектних рішень у сфері підземного будівництва є результати досліджень з інженерної геології, гідрогеології, геотехніки, будівельної справи та суміжних галузей науки. Саме ці дослідження забезпечують обґрунтування безпечного й сталого освоєння підземного простору міст, особливо в умовах підвищених геодинамічних і техногенних

навантажень, характерних для післявоєнного періоду відновлення.

У контексті євроінтеграції України, передбаченої Угодою про асоціацію з Європейським союзом (ЄС), відбувається поступова адаптація європейських стандартів будівництва, зокрема єврокодів (Eurocodes) — серії європейських стандартів EN 1990–EN 1999, розроблених Європейським комітетом зі стандартизації (CEN). Ці стандарти забезпечують єдиний підхід до проєктування будівель та інженерних споруд у ЄС з вимогами безпеки, надійності та стійкості. Станом на 2023 р. Україна активно готувалась до впровадження єврокодів як частини реформ відновлення, з метою підвищення якості інфраструктури та відповідності європейським нормам.

Ключову роль у проєктуванні підземних споруд відіграє Eurocode 7 (EN 1997: Geotechnical design), який регламентує принципи інженерно-геологічних вишукувань, оцінки взаємодії «споруда–грунтовий масив», аналізу граничних станів і контролю ризиків, пов'язаних із деформаціями, осіданнями та стійкістю підземних конструкцій. Положення Єврокоду 7 широко застосовуються при проєктуванні тунелів, підземних станцій метрополітену, камер і колекторів, що забезпечує уніфікований підхід до геотехнічної безпеки.

Не менш важливими для підземного будівництва є Eurocode 0 (EN 1990: Basis of structural design) та Eurocode 1 (EN 1991: Actions on structures), які визначають принципи надійності, комбінації навантажень і впливів, зокрема від ґрунтового тиску, гідростатичних навантажень і динамічних впливів транспорту. Eurocode 2 (EN 1992: Design of concrete structures) регулює проєктування бетонних конструкцій, включаючи підземні (наприклад, бомбосховища, метро), інтегрується з Eurocode 7 для забезпечення стійкості. Eurocode 8 (EN 1998: Design of structures for earthquake resistance) важливий для сейсмостійкості підземних об'єктів у сейсмоактивних зонах України (наприклад, південь).

Практика застосування Єврокодів у країнах ЄС передбачає тісну інтеграцію геотехнічних розрахунків, моніторингу деформацій та адаптивного управління будівництвом, що є особливо актуальним для складних геологічних умов і багатофункціонального використання підземного простору. В цьому контексті єврокоди слугують не лише нормативною базою, а й інструментом реалізації ризик-орієнтованого підходу до проєктування підземного будівництва, викладеного у єврокодах

і рекомендаціях ITA-AITES та PIARC (Guidelines..., 2019; The Observational..., 2019; Road..., 2016).

#### *Стан освоєння підземного простору міст України*

Підземна урбанізація є дуже актуальною для великих міст України, де швидка урбанізація та обмежена наземна територія створюють потребу в комплексному використанні підземного простору. За оцінками наукових джерел та історичними даними (Гайко, Кріль, 2015), рівень освоєння підземного простору в українських містах становить менше 1% від загальної площі міста (за площовими метриками), що значно нижче, ніж у багатьох столицях Європи та світу, де цей показник сягає 5–20% у мегаполісах (наприклад, у Монреалі чи Токіо — до 10–15%, за обсягом). У світовій практиці частіше використовують об'ємні метрики (1 м<sup>3</sup> підземного простору на 1 м<sup>2</sup> поверхні або на особу), де середній показник для розвинених міст — до 0,05 м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup> або 10 м<sup>3</sup> на особу (Admiraal & Cornaro, 2016, 2018; Vähäaho, 2014; Song et al., 2013; Duffaut, 2007; Liu et al., 2024). У табл. 1 оцінено стан освоєння підземного простору за відсотковим відношенням забудованої площі міста до площі підземних споруд у горизонтальній проєкції.

В Україні до основних типів підземних споруд відносять такі об'єкти: культові та історичні — печерні комплекси (Києво-Печерська лавра, печери в Чернігові, Чернівцях і Львові); транспортна інфраструктура — метрополітени в Києві (3 лінії, 52 станції, загальна довжина ~70 км), Харкові та Дніпрі; підземні переходи (Київ — лідер з понад сотнею об'єктів); інженерні мережі — дренажні системи глибокого та середнього закладання, каналізація, комунікації; споруди з підземною частиною — багатоповерхові будівлі з паркінгами та технічними поверхами; захисні споруди — у воєнний період заплановано масове будівництво підземних укриттів, зокрема підземних шкіл (станом на 2024 р. на етапі активного спорудження 79 підземних шкіл-укриттів, у тому числі в Запоріжжі — 12 шкіл, Харкові та інших прифронтових регіонах) (Українська..., 2024; Міністерство..., 2024); комерційні об'єкти — підземні торгові центри та проходи (наприклад, переходи біля станцій метро в Києві з торговими зонами, як у торговельних центрах «Ocean Plaza» чи «Globus» з підземними рівнями).

Обмеження розвитку підземного простору в Україні пов'язані з історичними чинниками (радянська спадщина, фокус на наземній забудові),

**Таблиця 1.** Освоєння підземного простору великих міст України та Світу**Table 1.** Utilization of underground space in large cities of Ukraine and worldwide

Місто, країна	Площа/площа забудови, км <sup>2</sup>	Кількість населення станом на 01.01.2022, осіб	Площа підземного освоєння, %	Враховані підземні об'єкти*
Україна				
Київ	847,7/46,26	2 952 301	2,15	М, ПП, ДШС, ПК, П
Харків	350/30,36	1 421 125	1,70	М, ПП, ДШС, ПК, П
Дніпро	405/28,84	968 502	0,29	М, ПП
Одеса	162,4/17,4	1 010 537	0,25	ПП, ДШС, ПК, П, К
Львів	149/13,2	717 273	0,12	ПП, ДШС, П
Чернігів	79/6,35	276 927	0,06	ПП, ДШС, ПК, П
міста Світу**				
Сеул, Південна Корея	605/292	9 976 000	1,9	М, ПП
Шанхай, Китай	6341/548	24 871 000	5,45	М, ПП, ДШС
Париж, Франція	105,4/32	2 138 000	7,93	М, ПП, ДШС, К
Монреаль, Канада	365,1/240	1 762 949	18,8	М, ПП, підземне місто RESO

\*М — метро; ПП — підземні переходи; ДШС — дренажно-штовльові системи; ПК — печерні комплекси; П — паркінги; К — катакомби.

\*\*Дані та розрахунки для міст обмежено даними з відкритих джерел.

браком інвестицій, регуляторними прогалинами та геологічними ризиками (грунтові води, зсуви). Війна посилила фокус на захисних функціях, але також відкрила потенціал для мультифункціонального використання (укриття та освіта/торгівля).

Міжнародний досвід, наприклад, у Сеулі (Південна Корея) демонструє інтеграцію підземних комплексів для транспорту та торгівлі, що звільняє наземний простір для зелених зон і підвищує стійкість міста. В Україні подібний потенціал є високим для післявоєнного відновлення: розширення метро як укриттів, створення підземних хабів (торгівля разом із паркінгами) та систем захисту від кліматичних ризиків. Це дасть змогу реалізувати принципи «Build Back Better» — стійкого та зеленого розвитку (Modrzyńska et al., 2024; Oriol et al., 2024).

#### *Глибинно-функціональна типізація підземних споруд*

Розміщення підземних споруд у межах міських територій характеризується певною ярусністю, зумовленою функціональним призначенням об'єктів, інженерно-геологічними умовами та містобудівними обмеженнями. Залежно від глибини залягання підземні споруди можуть розташовувати на різних рівнях — від перших метрів від денної поверхні до десятків і сотень метрів (Кріль, 2019). Така стратифікація дає змогу планувати раціональне використання геологічного середовища, мінімізувати взаємні впливи споруд і забезпечувати їх безпечну експлуатацію (Кріль, 2019; Admiraal & Cornaro, 2018).

У світовій практиці виділяють 4–5 основних ярусів (рівнів) підземного простору:

— верхній ярус (0–10 м): інженерні комунікації (водопровід, каналізація, тепломережі, кабельні

лінії), заглиблені контейнери для твердих побутових відходів (ТПВ), стрічкові та плитні фундаменти будівель;

— середній ярус (10–30 м): підземні переходи, паркінги, торговельно-побутові об'єкти, санітарно-гігієнічні споруди, транспортні тунелі мілкового закладання;

— глибокий ярус (30–100 м і більше): станції та тунелі метрополітену глибокого закладання, колектори, насосні станції, деякі захисні споруди;

— найглибший ярус: експлуатація підземних вод, геотермальна енергія (в Україні поки що мало розвинено).

В Україні така ярусність яскраво виражена в Києві, Харкові та Дніпрі завдяки метрополітенам глибокого закладання (до 80–105 м у київському метро) та підземним водозаборам питних вод. Узагальнену типізацію підземних споруд із зазначенням глибин їх розміщення, конструктивних особливостей та супутніх інженерно-геологічних процесів наведено у табл. 2.

Глибини розміщення підземних об'єктів (табл. 2) орієнтовні та можуть варіюватися залежно від міста та геологічних умов. У воєнний та післявоєнний періоди активно розвивається тип 4 — захисні споруди подвійного призначення (укриття та освітні/комерційні об'єкти).

Перспективний напрям — глибокі багатоярусні паркінги та торговельно-розважальні центри (ТРЦ) (як у проєктах реконструкції центральних районів Києва).

#### *Інженерно-геологічні ризики та обмеження*

Освоєння підземного простору в межах міських територій супроводжується комплексом інженерно-геологічних і техногенних ризиків, інтенсивність яких зростає зі збільшенням глибини закладання підземних споруд. До основних ризиків належать підтоплення та обводнення підземних об'єктів, зміни напружено-деформованого стану ґрунтового масиву, нерівномірні осідання поверхні та негативний вплив на існуючу забудову (табл. 2).

Особливу небезпекою є порушення гідрологічного режиму, зокрема перерозподіл фільтраційних потоків і зміни рівня ґрунтових вод, що може призводити до активізації зсувних процесів, суфозії та деградації основ споруд. У містах зі складними інженерно-геологічними умовами (лесові ґрунти, водонасичені піски, карст) ці процеси набувають системного характеру (Кріль, 2019). Із несприятливих інженерно-геологічних чинників, що впливають на освоєння території та

потребують інженерної підготовки, поширені підтоплення, місцями заболоченість, заторфованість (потужність торфів можлива до 3–4 м), на піщаних ґрунтах — вітрова ерозія. Під час проєктування слід враховувати наявні інженерно-геологічні умови та складність інженерно-будівельного освоєння території.

Для глибоких рівнів підземного простору характерні ризики регіонального масштабу, що пов'язані з перерозподілом напружень у геологічному середовищі, впливом динамічних навантажень транспорту та загрозами збереженню історичних підземних об'єктів, зокрема, в зонах історичних ареалів міст. У післявоєнний період додатковими чинниками ризику є пошкодження інженерних мереж, порушення дренажних систем і зміна гідрологічних умов унаслідок воєнних дій, руйнування ґрунтового масиву, забруднення ґрунтових вод, наявність мін. За даними стратегічних екологічних оцінок війна посилила проблеми підтоплення та забруднення, що потребує посиленого моніторингу та адаптації норм (ДБН В.1.1–45:2017).

Таким чином, освоєння підземного простору міст України потребує обов'язкового застосування комплексних інженерно-геологічних досліджень, прогностичного моделювання та системного геоінженерного моніторингу на всіх етапах життєвого циклу підземних споруд.

#### *Площі, перспективні для освоєння підземного простору (застарілий житловий фонд)*

Загальна площа застарілого житлового фонду за даними Державної служби статистики України на 01.01.2020 становила 4,88 млн м<sup>2</sup>. До нього належить велика кількість об'єктів житлового фонду, термін експлуатації яких закінчився або збігає. Генеральними планами міст Києва, Харкова, Дніпра та інших передбачається реконструкція так званих «хрущовок», збудованих у 1950–1980 рр. У деяких районах міст існують будинки, які збудовані ще у 30-ті роки минулого століття. Продовження їх експлуатації несе в собі не лише некомфортне існування мешканців таких об'єктів, а й пряму загрозу для їх життєвого середовища. Саме такі квартали та мікрорайони є об'єктом реконструкції і інвестування відповідно до Закону України «Про комплексну реконструкцію кварталів (мікрорайонів) застарілого житлового фонду» 525-V від 16.10.2020 р. Будівлі, що мають історико-архітектурну цінність, не включені до них через неможливість застосування загальних підходів до реконструкції.

**Таблиця 2.** Типи підземних споруд та супутні інженерно-геологічні процеси**Table 2.** Types of underground structures and associated engineering-geological processes

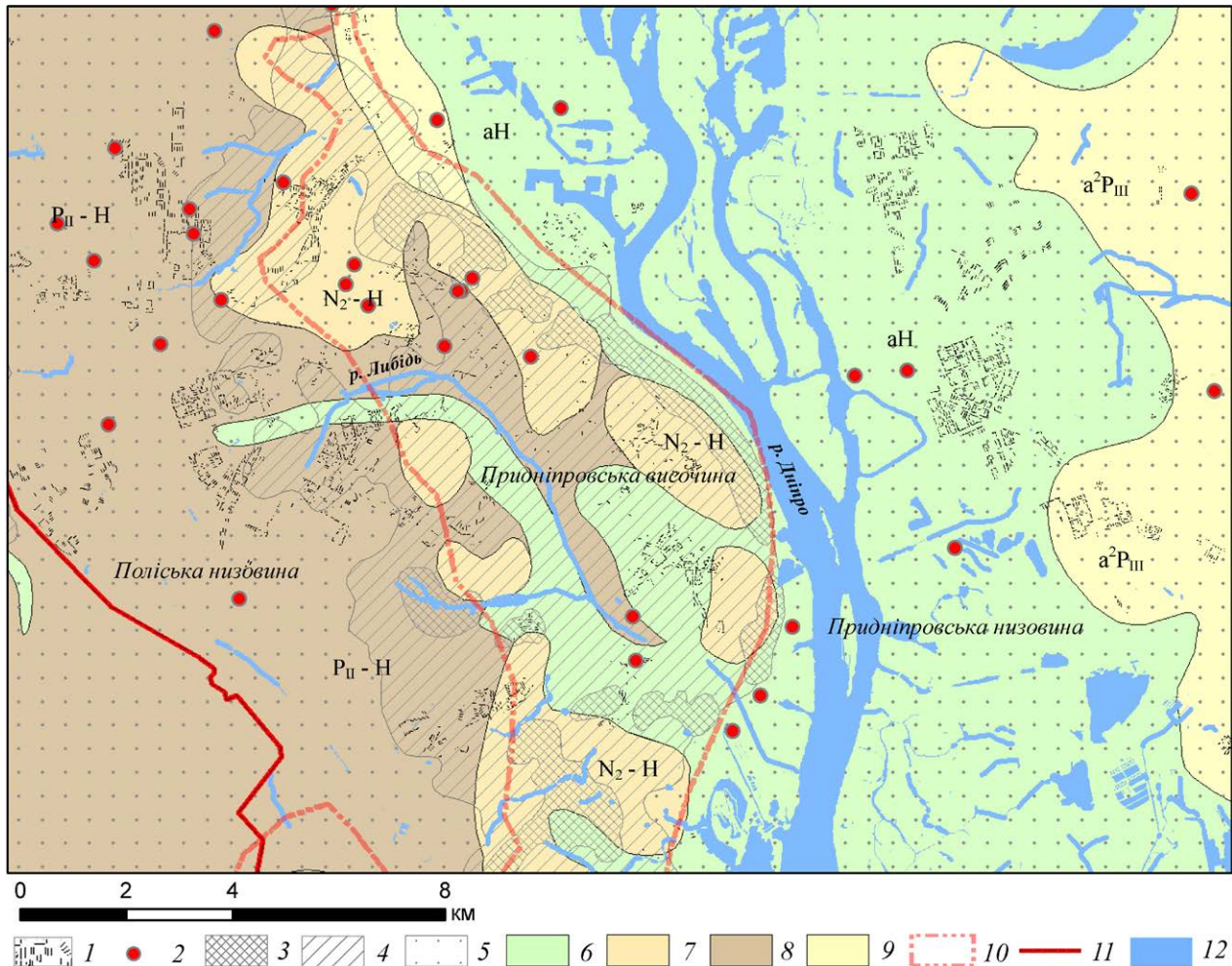
Об'єкти підземного простору	Глибина, м	Конструктивні особливості	Несприятливі інженерно-геологічні умови та впливи	Заходи захисту
Комунальні мережі (водопровід, каналізація, тепlopостачання); кабельні лінії зв'язку та електропостачання; стрічкові/плитні фундаменти; заглиблені контейнери твердих побутових відходів	0–5 (до 10)	Лінійні, протяжні, трубчасті	Витоки води, підтоплення, підвищення температурного поля, промерзання, пошкодження труб, суфозія, карст, осідання, просідання	Підпірні стінки, гідроізоляція, дренажні системи, захисні кожухи, моніторинг витоків
Підземні пішохідні переходи; санітарно-гігієнічні об'єкти (громадські вбиральні); транспортні розв'язки з тунелями; паркінги; торговельно-побутові об'єкти (підземні торговельно-розважальні центри, склади)	5–20	Об'ємні (просторові), коробчатого перерізу, залізобетонні, монолітні	Підтоплення, зміна напружено-деформованого стану ґрунтового масиву, динамічні навантаження від транспорту, осідання, просідання	Гідроізоляція, дренажні насоси, анкерне кріплення, компенсаційні заходи в разі осідання
Дренажні системи; тунелі та станції метрополітену мілкового закладання; каналізаційні колектори; насосні станції	10–30	Лінійні, протяжні, збірні залізобетонні або монолітні	Обводнення, суфозія, осідання, просідання, зсуви, динамічні впливи від вібрації поїздів	Глибинний дренаж, ін'єкційне закріплення ґрунтів, водознижувальні свердловини, віброізоляція
Тунелі та станції метрополітену глибокого закладання; глибокі колектори; захисні споруди цивільного захисту (в тому числі підземні школи)	30–100 та більше	Чавунні тьюбінги, монолітний залізобетон, щитова проходка	Високий гідростатичний тиск, мульди осідання, приплив ґрунтових вод, геологічні розломи, можливі карстові порожнини	Заморожування ґрунтів, тампонаж, спеціальна гідроізоляція, постійний моніторинг деформацій
Історичні об'єкти (печерні комплекси Києво-Печерської лаври, монастирі у Львові та Чернівцях), глибокі паркінги та торговельно-розважальні центри (перспективні проекти)	Різна (від 5 і більше)	Природні або комбіновані	Карст, осідання, просідання, обвали, високий рівень ґрунтових вод, мікрокліматичні зміни	Консервація, вентиляція, кріплення, обмеження навантажень

Серед таких споруд найбільше «хрущовок» — це каркасні п'ятиповерхові багатосекційні будівлі, фундамент стрічковий, складений із збірних бетонних або залізобетонних блоків (Шулькевич, Дмитренко, 1978). Проектний термін служби для панельних будівель зазвичай становить 50, а для цегляних — 75 років. За офіційними даними, лише

близько 1% «хрущовок» перебуває в аварійному стані. Проте ця цифра може зростати більш швидкими темпами, оскільки значна частина цих будинків наближається до кінця свого проектного терміну або вже перевищила його. На сьогодні 15–20% «хрущовок» знаходяться у передаварійному стані. У більшості випадків до цього призводять

самовільне перепланування, знесення опорних стін, індивідуальне утеплення, крім природного зношення будівельних матеріалів. У Києві подібні будівлі переважно розташовані у районах Дарниці, Печерська, Чоколівки, Дорогожичей, Нивок, Святошина. Це території

На території Києва виділено застарілі будівлі – панельні або цегляні «хрущовки», будівлі барачного типу, а також ті, що знаходяться в аварійному стані (рис. 1). Сумарна їх площа становить 2,79 км<sup>2</sup>.



**Рис. 1.** Ділянки, перспективні для реноваційної забудови в межах міської території, геоморфологічні умови за даними (Колот та ін., 1984; Барщевський та ін., 1989; Барщевський, Купраш, 1991; Кріль, 2015).

1 – будівлі та споруди в аварійному стані, «хрущовки», споруди барачного типу; 2 – руйнування через повітряні удари; 3 – щільність розчленування рельєфу 3–4 км/км<sup>2</sup>, глибина розчленування рельєфу >60 м, кути нахилу поверхні >8°; 4 – розчленування розчленування рельєфу 2–3 км/км<sup>2</sup>, глибина розчленування рельєфу 20–60 м, кути нахилу поверхні 4–8°; 5 – щільність розчленування рельєфу 0–1 км/км<sup>2</sup>, глибина розчленування рельєфу <20 м, кути нахилу поверхні <4°; 6 – моренно-зандрові денудаційно-аккумулятивні форми – P<sub>II</sub>-H; 7 – лесові аккумулятивно-денудаційні форми – N<sub>2</sub>-H; 8 – алювіальні денудаційно-аккумулятивні форми; 9 – друга надзаплавна тераса – a<sup>2</sup>P<sub>III</sub>; 10 – межі орографічних областей; 11 – адміністративні межі Києва; 12 – гідрографічна мережа.

**Fig. 1.** Areas prospective for redevelopment within the urban territory, geomorphological conditions. Compiled from geomorphological data (geomorphological conditions) after: Kolot et al. (1984); Barshchevsky et al. (1989); Barshchevsky and Kuprash (1991); Kril (2015).

1 – buildings and structures in аварійний (dilapidated) condition, Khrushchev-era apartment blocks, barrack-type buildings; 2 – damage caused by airstrikes; 3 – terrain dissection density 3–4 km/km<sup>2</sup>, dissection depth >60 m, slope angles >8°; 4 – terrain dissection density 2–3 km/km<sup>2</sup>, dissection depth 20–60 m, slope angles 4–8°;

5 – terrain dissection density 0–1 km/km<sup>2</sup>, dissection depth <20 m, slope angles <4°; 6 – moraine–outwash (glaciofluvial) denudational–accumulative landforms (PII–H); 7 – loess accumulative–denudational landforms (N2–H); 8 – alluvial denudational–accumulative landforms; 9 – second above-floodplain terrace (a2PIII); 10 – boundaries of orographic regions; 11 – administrative boundaries of Kyiv; 12 – hydrographic network.

Диференціація ділянок з потребою реконструкції за сприятливості інженерно-геологічних умов до підземного освоєння дасть змогу виділити на цих площах ділянки, де будівництво підземних укриттів та іншого призначення підземних споруд буде найсприятливішим, а для інших ділянок треба розробляти споруди з внутрішньо квартирними укриттями.

Типізація інженерно-геологічних умов за сприятливістю до підземного освоєння дасть змогу диференціювати дані території (під реконструкцію) на такі:

- з підземними спорудами, у тому числі укриттями;
- з реконструкцією підземної частини;
- із спорудами з внутрішньоквартирними укриттями.

#### *Відновлення житлових кварталів, пошкоджених внаслідок воєнних дій*

Воєнні дії з 2022 р. спричинили масштабні руйнування житлової та соціальної інфраструктури в багатьох регіонах України, що потребує комплексного відновлення з урахуванням інженерно-геологічних умов і потенціалу підземного простору для створення споруд подвійного призначення (наприклад, укриттів у складі нових житлових комплексів). Однак станом на 2024–2025 рр. більшість державних і донорських програм відновлення житла орієнтована саме на швидкі аварійні та часткові ремонти – заміну пошкоджених вікон, фанерування прорізів, ремонт дахів, фасадів і місць загального користування, – а не на капітальну реконструкцію з інтеграцією підземних частин (паркінгів, укриттів, інженерних систем глибокого закладання). Це підтверджується діяльністю ключових фондів і програм: за програмою «ВідновиДІМ» Фонду енергоефективності (за підтримки ЄС та уряду Німеччини) реалізовано понад 900 завершених проєктів, виплачено понад 1,7 млрд грн грантів; за державною програмою «ЄВідновлення» (через застосунок «Дія» та реєстр пошкодженого майна) існують компенсації за пошкоджене/зруйноване житло (до 350–500 тис. грн на ремонт, житлові сертифікати до 2 млн грн); План відновлення України та Ukraine Facility (ЄС, 50 млрд євро на 2024–2027 рр.) – включає пілотні проєкти в Ірпені, Бучі, Чернігові зі спрямуванням на енергоефективність та швидке

відновлення, але без масового фінансування глибоких підземних елементів.

Відновлення триває за цими програмами, але для переходу до капітальної реконструкції з підземним освоєнням (як передбачено ДБН В.2.2–5:2023 щодо захисних споруд) потрібні додаткові інвестиції та інженерно-геологічні обґрунтування. Це відкриває перспективи для раціонального освоєння підземного простору в зруйнованих районах, де геологічні ризики (підтоплення, зсуви) потребують посиленого моніторингу.

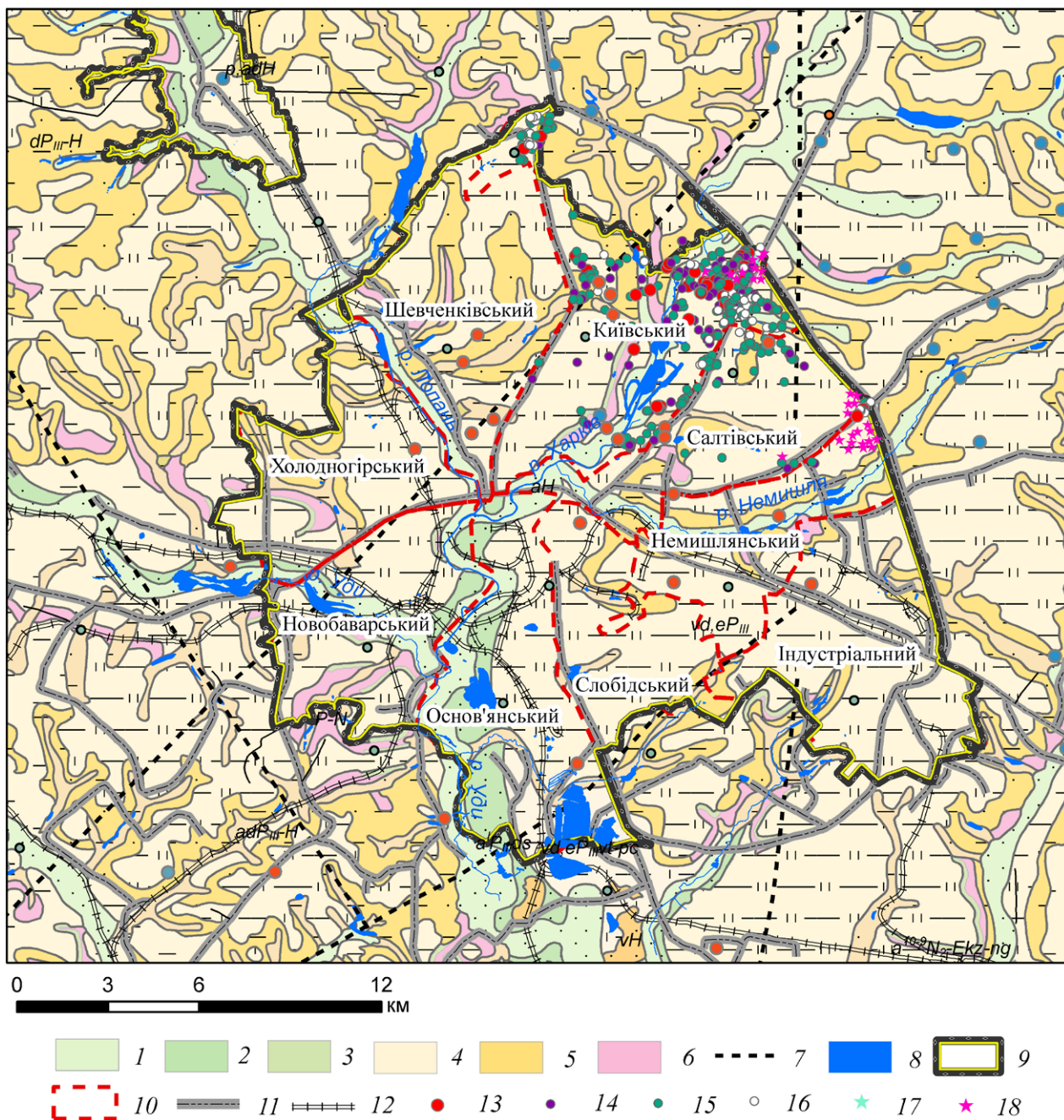
У Київській області найбільш зруйнованими населеними пунктами є Ірпінь та Горенка. У Горенці пошкодження інфраструктури фіксують на 77% території, а в Ірпені – на 71% території. У Гостомелі руйнування оцінені у 58%, а в Бучі – 26%. Західна частина Києва постраждала на 1,4%.

У звіті (Ірпінь..., 2022) зазначено, що в Ірпені пошкоджена майже половина від загальної кількості будівель – 10,5 тисяч, 2501 споруда зазнала повного або сильного руйнування. На другому місці за обсягом руйнувань – соціальна інфраструктура. Зруйновано 53% всіх соціальних об'єктів міста, що призвело до збитків на суму 3,7 млрд грн. Шкоду, завдану закладам освіти, оцінюють у 1,3 млрд грн, медичним закладам – у 236 млн грн. Через бойові дії в місті пошкоджено або зруйновано 54 приміщення освітніх установ, 26 приміщень закладів охорони здоров'я, 16 культурних і релігійних об'єктів.

Удари російської армії спричинили руйнування і значної кількості об'єктів промислової інфраструктури. Відповідно до звіту (Ірпінь..., 2022), загалом пошкоджені або зруйновані 323 такі об'єкти на суму 2,9 млрд грн. Ще 262,5 млн грн збитків завдані місту через руйнування урядових, адміністративних будівель та відділень поліції й пошти.

В Харкові через обстріли пошкоджено та зруйновано 8300 будівель (Bondar, 2024). Понад 1300 об'єктів зруйновані прямими влучаннями російських снарядів і ракет, 900 із них – багатоповерхові будинки.

Оцінено пошкодження будівель на північному сході Харкова (рис. 2). На підставі супутникових знімків, зібраних 24 квітня 2022 р. супутниковим центром ООН (UNOSAT) (Northeast..., 2022), 489



**Рис. 2.** Руйнування на території м. Харків. Поширення четвертинних відкладів за (200000:

1 – алювіальні відклади заплав та балок (аН), складені пісками різнозернистими; 2 – алювіальні відклади першої надзаплавної тераси, деснянський ступінь (а<sup>1</sup>Р<sub>III</sub>ds), руслові піски з прошарками суглинків; 3 – нерозчленовані алювіальні відклади дев'ятої та десятої надзаплавних терас, кизилджарський та ногайський ступені (а<sup>10-9</sup>N<sub>2</sub>-Ekz-ng), піски, супіски з прошарками суглинків; 4 – нерозчленовані еолово-делювіальні та ґрунтові відклади верхньої ланки неоплейстоцену (vd, eP<sub>III</sub>), суглинки світло-палево-сірі, лесоподібні легкі; 5 – делювіально-еолові (dvP<sub>III</sub>H), піски; 6 – дочетвертинні відклади (P-N); 7 – розривні порушення різних рівнів, поховані під залягаючими вище шарами; 8 – гідрографічна мережа; 9 – межі міста; 10 – межі районів; 11 – дороги; 12 – залізниця; 13 – зруйновані споруди; руйнування: 14 – сильні; 15 – помірні; 16 – можливі; лійки (воронки) від ударів: 17 – на дорогах; 18 – на поверхні землі.

**Fig. 2.** Destruction within the territory of the city of Kharkiv within the distribution of Quaternary deposits. Base map – Geological Map of Ukraine at a scale of 1:200,000.

1 – alluvial deposits of floodplains and gullies (aH), polymodal sands; 2 – alluvial deposits of the first above-floodplain terrace (Desnian stage) (a<sup>1</sup>P<sub>III</sub>ds), channel sands with interlayers of loam; 3 – undivided alluvial deposits

of the ninth and tenth above-floodplain terraces (Kyzyljar and Nogai stages) ( $a^{10-9}N_2$ -Ekz-ng), sands and sandy loams with interlayers of loam; 4 – undivided aeolian-deluvial and soil deposits of the Upper Neopleistocene (vd, eP<sub>III</sub>), light pale gray loams, loess-like, light-textured; 5 – deluvial-aeolian deposits (dvP<sub>III</sub>H), sands; 6 – pre-Quaternary deposits (P–N); 7 – faults of different orders, buried beneath overlying strata; 8 – hydrographic network; 9 – city boundary; 10 – district boundaries; 11 – roads; 12 – railways; 13 – destroyed buildings; degree of destruction: 14 – severe; 15 – moderate; 16 – possible; impact craters: 17 – on roads; 18 – on the ground surface.

споруд зазнали пошкоджень, видимих на супутникових знімках. З них 45 – зруйновано, 149 – сильно пошкоджено, 236 – помірно пошкоджено і 59 – можливо пошкоджено. Руйнування найбільше сконцентровані у Київському та Салтівському (колиш. Московському) районах міста, в долинах річок Харків і Немишля.

Військового впливу зазнали такі ґрунтові основи: нерозчленовані еолово-делювіальні та грантові відклади верхньої ланки неоплейстоцену; викопні ґрунти середньосуглинисті, суглинки світло-палево-сірі, лесоподібні легкі (8,0–10,0 м); делювіальні відклади, складені супісками, суглинками, лесоподібними суглинками на схилах (0,5–1,5 м); алювіальні відклади, складені пісками, супісками, суглинками заплавл річок (5,0–15,0 м); дочетвертинні відклади. Поширені процеси підтоплення, зсуви, просідання лесоподібних порід.

Відновлення в Харкові ускладнено триваючими бойовими діями на кордоні (спроби прориву росіян на Вовчанському напрямку з втратами понад двох батальйонів). Проте програми, такі як «ВідновиДІМ», охопили сотні проєктів з фокусуванням на модернізації житла.

Від 24 лютого 2022 р. м. Чернігів зазнало сильного авіабомбардування, зокрема житлових мікрорайонів. У центральній частині були обстріли головного поштамту, торговельного центру, центрального ринку, центральної бібліотеки. На цю локацію прилетіло шість авіаційних бомб ФАБ-500, тротильовий еквівалент – півтонни (500 кг). Ці будинки не підлягають відновленню (Голос..., 2022).

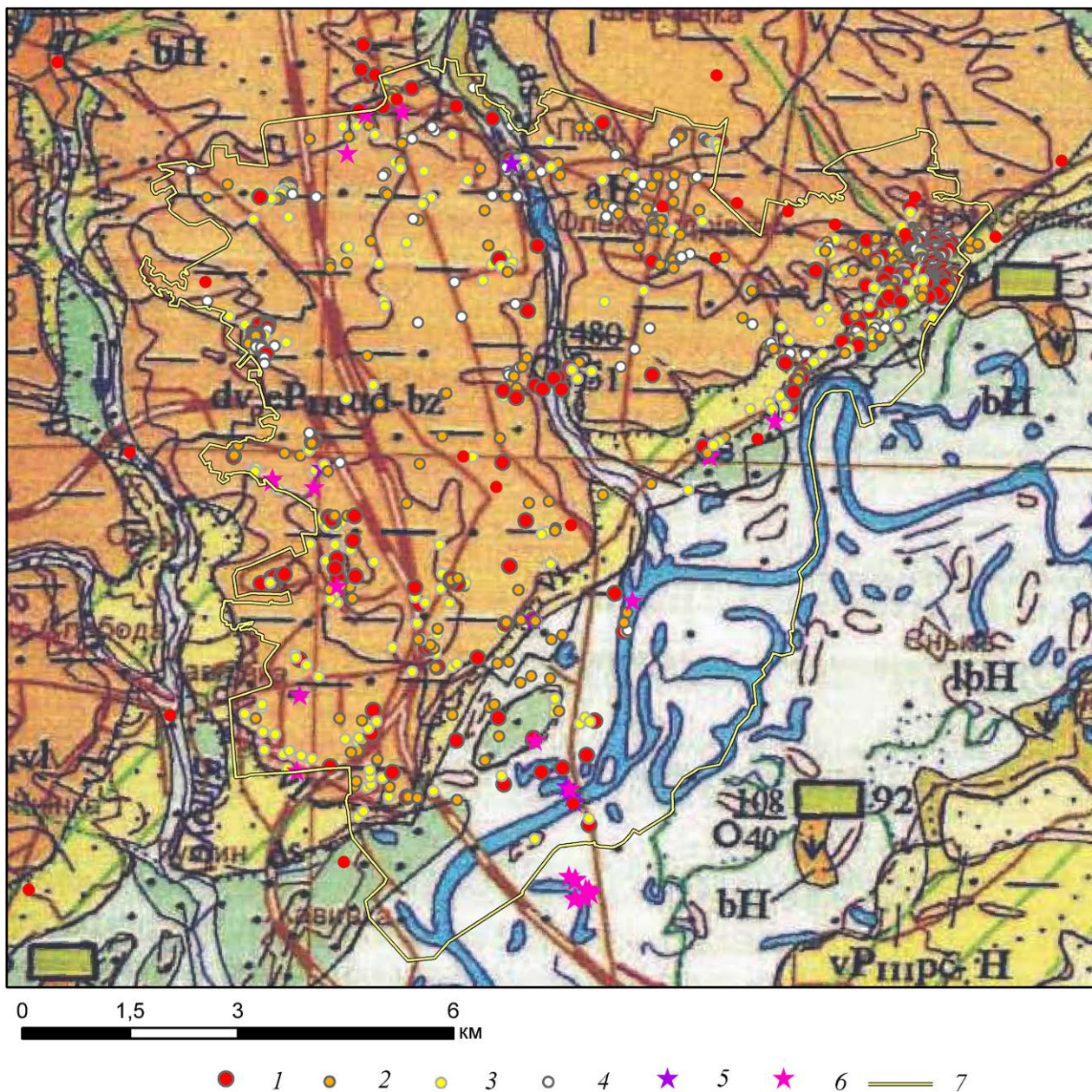
Оцінювання пошкоджень будівель у м. Чернігів на підставі супутникових знімків, зібраних 28 квітня 2022 р. (рис. 3), виконав супутниковий центр ООН (UNOSAT) (Chernihiv..., 2022). 974 споруди зазнали пошкоджень, видимих на супутникових знімках. З них 258 споруд зруйновано, 362 – сильно пошкоджено, 252 – помірно пошкоджено і 102 споруди – можливо пошкоджено. У 2023–2024 рр. значні пошкодження були мінімальними.

Місто потребуватиме відбудови та реконструкції. Останні десятиліття умови будівництва в м. Чернігові постійно ускладнювались. Нові будинки у місті, особливо в його центральній частині, як правило, зводили поряд з існуючою

забудовою, що може негативно впливати на останню. Збільшилися обсяги спорудження багатопверхових будинків з високим значенням питомого навантаження на основу без урахування такого впливу на сусідні малоповерхові будинки, що, у свою чергу, призводить до погіршення їх технічного стану. Зросли обсяги існуючих будинків, що часто супроводжуються надбудовою (реконструкція будинків по вул. Івана Мазепи (Щорса)). При використанні підземного простору міста розпочато будівництво глибоких підвальних приміщень (зведення житлових будинків по вул. Шевченка) та підземних паркінгів (спорудження житлових будинків по вул. Оборонців Чернігова (О. Молодчого) й вул. Київській) (Комплексні..., 2015; Корнієнко, Корзаченко, 2015). Будівництво на зазначених територіях ведеться в ущільнених умовах та ускладнюється такими чинниками: наявністю специфічних ґрунтів і небезпечних геологічних та інженерно-геологічних процесів; а також підземного простору в районах історичної забудови, де під час будівництва виявляють старі фундаменти, тунелі, комунікації, колодязі, поховання.

Найбільш інтенсивно у межах міста проявляються такі екзогенні геологічні процеси: затоплення паводковими водами річок і часткове заболочення їх заплавлних територій, існуюче й потенційне підтоплення рівнинної частини міста, ерозійні та зсувні процеси на крутосхилах долин рік, площинний змив. Значну частину південних територій міста займають затоплювані паводковими водами заплави й надзаплавлні тераси рік Десни та Стрижня, в тому числі окремі забудовані ділянки історичних місцевостей Лісковиці, Бобровиці й промислово-складські забудови. При цьому правий крутий берег Десни на окремих ділянках зазнає інтенсивного розмиву (Бобровиця) і потребує закріплення.

У Чернігові продовжується відновлення за Планом відновлення з модернізацією інфраструктури та урахуванням екологічної безпеки (за оцінками Національного інституту стратегічних досліджень, війна спричинила значне забруднення ґрунтів і вод).



**Рис. 3.** Руйнування на території м. Чернігів. Картографічна основа — геологічна карта України масштабу 1:200 000 (поширення четвертинних відкладів) за даними (Дерій, 2002).

1 — зруйновані споруди; руйнування: 2 — сильні; 3 — помірні; 4 — можливі; лійки (воронки) від ударів: 5 — на дорогах; 6 — на поверхні землі; 7 — межі міста.

**Fig. 3.** Damage within the territory of Chernihiv. Base map — Geological Map of Ukraine at a scale of 1:200,000 (distribution of Quaternary deposits), after Derii (2002):

1 — destroyed structures; damage: 2 — severe; 3 — moderate; 4 — possible; impact craters: 5 — on roads; 6 — on the ground surface; 7 — city boundary.

Зруйновані воєнними діями території є перспективними для першочергового освоєння підземного простору з урахуванням геологічних ризиків (підтоплення, зсуви, просідання). Це потребує посилення інженерно-геологічних вишу-

кувань та інтеграції захисних споруд подвійного призначення в проекти відновлення. Відповідно до ДБН та Плану відновлення України це дасть змогу не лише відновити житловий фонд, а й підвищити стійкість міст до майбутніх загроз.

## ВИСНОВКИ

Аналіз підземного простору урбанізованих територій України показав його фрагментарний характер та відсутність комплексного планування на міському рівні. Частка освоєння підземного простору у найбільших містах (Київ, Харків, Дніпро, Чернігів) становить менше як 1–2% площі забудови, що є значно нижчим порівняно з показниками провідних мегаполісів світу (5–20%). Підземне будівництво здійснюється локально, без формування системного підземного майстер-плану, що ускладнює інтеграцію нових об'єктів у міське середовище.

Узагальнення нормативно-правових положень виявило нормативний вакуум для малих і середніх підземних об'єктів (паркінги, торговельні та багатофункціональні споруди), тоді як регулювання зосереджене переважно на метрополітенах, тунелях та захисних спорудах цивільного захисту.

Запропонована глибинно-функціональна типізація підземних споруд дає змогу систематизувати освоєння підземного простору з урахуванням глибини розміщення, функціонального призначення, несприятливих інженерно-геологічних процесів та компенсаційних заходів, зменшувати геомеханічні конфлікти та взаємний вплив споруд різних ярусів і планувати комплексний моніторинг геологічного середовища.

Встановлено ключові інженерно-геологічні ризики, серед яких підтоплення, порушення гідро-

геологічного режиму, просідання лесових ґрунтів, зсувні та ерозійні процеси. На прикладі міст Харків і Чернігів охарактеризовано території післявоєнної реконструкції та стан ґрунтових основ, що зазнали військових впливів.

Обґрунтовано доцільність першочергового підземного освоєння територій застарілого житлового фонду, занедбаних промислових зон та ділянок, що зазнали руйнувань через воєнні дії, з урахуванням інтеграції укриттів і споруд подвійного призначення. Масштаб післявоєнної реконструкції створює передумови для переосмислення вертикальної структури міст та формування багатоярусної просторової структури міст із активним залученням підземного простору.

Післявоєнне відновлення є ключовим чинником актуалізації підземного будівництва в Україні. У цьому контексті підземний простір потрібно розглядати як стратегічний ресурс забезпечення функціональної стійкості міського середовища, що поєднує функції захисту, транспорту, інженерної інфраструктури та громадського користування за умови впровадження комплексного ризик-орієнтованого підходу.

Дослідження виконано в рамках наукової теми III-5–23 «Інженерно-геологічні засади розбудови міст та стратегічного освоєння підземного простору», номер державної реєстрації 0123U100129.

## REFERENCES

- Barschevskiy N. E., Kuprash P. S., 1991. Relief of the Kyiv territory and ecological problems. *Geological Journal*. No. 2. Pp. 3–14. (In Russian).
- Barschevskiy N. E., Kuprash R. P., Shvydkiy Yu. N., 1989. Geomorphology and relief-forming deposits of Kyiv. Kyiv: Naukova Dumka. 196 p. (In Russian).
- Bilous N. M., 2010. Use of urban underground space as a specific natural resource: world experience and problems in Ukraine. Available at: [http://nbu.gov.ua/old\\_jrn/soc\\_gum/prse/2010\\_2/40.pdf](http://nbu.gov.ua/old_jrn/soc_gum/prse/2010_2/40.pdf) Accessed 2 May 2023. (In Ukrainian).
- Haiko H. I., Kril T. V., 2015. Typology of geological environment of urban areas in underground space development. Modern Information Technologies for Management of Environmental Safety, Natural Resource Use, and Emergency Response: Proceedings of the 14th International Scientific-Practical Conference, Kyiv, Pushcha-Vodytsia. Pp. 173–180. (In Ukrainian).
- Holos Ameryky, 2022. "People burned up, just evaporated as a result of air bombings": Interview with the mayor of Chernihiv. Radio Svoboda, 13 July. Available at: <https://www.>
- Барщевский Н. Е., Купраш П. С. Рельеф территории Киева и проблемы экологии. *Геол. журн.* 1991. № 2. С. 3–14.
- Барщевский Н. Е., Купраш Р. П., Швыдкий Ю. Н. Геоморфология и рельефообразующие отложения г. Киева. Киев: Наук. думка, 1989. 196 с.
- Білоус Н. М. Використання підземного простору міста як специфічного природного ресурсу: світовий досвід та проблеми в Україні. Режим доступу: [http://nbu.gov.ua/old\\_jrn/soc\\_gum/prse/2010\\_2/40.pdf](http://nbu.gov.ua/old_jrn/soc_gum/prse/2010_2/40.pdf). (2 травня 2023 р.)
- Гайко Г. І., Криль Т. В. Типізація геологічного середовища урбанізованих територій при освоєнні підземного простору. Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях: матеріали 14-ої міжнародної наук.-практ. конференції, Київ, Пуща-Водиця, 2015. С. 173–180.
- Голос Америки. «Люди згоріли, просто випарувалися внаслідок авіабомбардувань»: інтерв'ю із міським головою Чернігова. Радіо Свобода. 13 липня, 2022. Режим доступу: <https://www.>

radiosvoboda.org/a/atroschenko-chernihiv-bombarduвання-vidnovlennya/31938193.html. (In Ukrainian).

Derii M. M., 2002. Neolohichna budova ta korysni kopalyny mezhyrichchia Dnipro ta Desny. (Geological structure and mineral resources of the Dnipro–Desna interfluvium) Zvit pro heolohichne dovvychnennia masshtabu 1:200 000 terytorii arkushiv M-36-II (Chernihiv), N-36-XXXI, -XXXII, M-36-I (v mezhakh Ukrainy) [Report]. Pivnichheolohiia Production Geological Survey Expedition, Kyiv. Kyiv: PZP PDRGP “Pivnichgeologiya”. 219 p. (In Ukrainian).

Civil Protection Protective Structures, 2023. DBN V.2.2–5:2023. (In Ukrainian).

Ihnatenko I. V., 2015. Some legal aspects of integrated urban underground development. *Theory and Practice of Jurisprudence*. Iss. 2 (8). Pp. 1–11. (In Ukrainian).

RebuildUA, 2022. Irpin: Digitization of destroyed infrastructure [Report]. Available at: <https://rebuildua.net/irpin> Accessed 17 October 2022. (In Ukrainian).

Kirin R. S., 2017. Right to use underground voids: concepts and types. *Current Problems of Domestic Jurisprudence*. No. 1. Vol. 2. Pp. 102–106. (In Ukrainian).

Subsoil Code of Ukraine, 1994. Adopted 27 July 1994, No. 132/94-VR. (In Ukrainian).

Kolot E. I., Kuzyshyna L. P., Kutovoi V. I., Lavryk V. F., Marakhovskaya I. I., Selin Yu. I., Solovytskyi V. N., Shestopalova E. V., 1984. Geological map of the Ukrainian SSR, scale 1:50,000, Kyiv industrial region. Explanatory notes. Part 2. Kyiv. 142 p. (In Russian).

Bugay V. H., Dudko V. I., Ivanyshyn V. A. et al., 2015. Comprehensive study for construction of multi-storey buildings with social and educational facilities at 97 Shevchenko Street, Chernihiv: monograph. Chernihiv: Chernihiv State Center of Science, Innovation and Informatization. 197 p. (In Ukrainian).

Kornienko M. V., Korzachenko M. M., 2015. Influence of soil conditions on features of private development in Chernihiv. *Collection of Scientific Works. Series: Industry Engineering, Construction*. Iss. 2 (44). Pp. 147–152. Available at: <https://journals.indexcopernicus.com/api/file/viewByFileId/214793.pdf> (In Ukrainian).

Kril T. V., 2019. Deep-functional scheme of geological environment for urban underground space development. *Collection of Scientific Works of the Institute of Geological Sciences NAS of Ukraine*. Vol. 12. Pp. 95–104. (In Ukrainian). <https://doi.org/10.30836/igs.2522-9753.2019.185749>.

Kril T. V., 2015. Technogenic dynamic impacts on the geological environment of the city (on the example of Kyiv). Kyiv: Naukova Dumka. 160 p. (In Ukrainian).

Metros, 2018. DBN V.2.3–7:2018. Valid from 9 January 2019. Kyiv: Ministry of Regional Development of Ukraine. 76 p. (In Ukrainian).

Ministry of Education and Science of Ukraine, 2024–2025. Reports on the construction of underground schools. (In Ukrainian). Available at: <https://mon.gov.ua/> Accessed 17 June 2024.

radiosvoboda.org/a/atroschenko-chernihiv-bombarduвання-vidnovlennya/31938193.html.

Дерій М. М. Геологічна будова та корисні копалини межиріччя Дніпра та Десни. Звіт про геологічне довивчення масштабу 1:200 000 території аркушів М-36-II (Чернігів), N-36-XXXI, -XXXII, М-36-I (в межах України), ПЗП ПДРГП “Північгеологія”, Київ, 2002. 219 с.

Захисні споруди цивільного захисту ДБН В.2.2–5:2023.

Ігнатенко І. В. Деякі правові аспекти комплексного освоєння підземного простору мегаполісів. *Теорія і практика правознавства*. Вип. 2(8). 2015. С. 1–11.

Ірпін — оцифрування зруйнованої інфраструктури. Звіт. RebuildUA. Режим доступу: <https://rebuildua.net/irpin> (Дата звернення: 17.10.2022).

Кірін Р. С. Право користування підземними порожнинами: поняття та види. *Актуальні проблеми вітчизняної юриспруденції*. № 1, Том 2, 2017. С. 102–106.

Кодекс України про надра від 27.07.1994 р. № 132/94-ВР.

Колот Э. И., Л. П. Кузишина, В. И. Кутовой, В. Ф. Лаврик, И. И. Мараховская, Ю. И. Селин, В. Н. Соловицкий, Е. В. Шестопалова. Геологическая карта Украинской ССР масштаба 1:50 000. Киевский промышленный район. Объясн. зап. в 2 ч. Ч. 2. Киев, 1984. 142 с.

Комплексні дослідження під будівництво групи багатопверхових будинків з приміщеннями соціально-побутового та навчального призначення на вул. Шевченка, 97 у м. Чернігові: монографія / [Бугай В. Г., Дудко В. І., Іванишин В. А., Корзаченко М. М. та ін.]. Чернігів: Чернігівський державний центр науки, інновацій та інформатизації, 2015. 197 с.

Корнієнко М. В., Корзаченко М. М., Вплив ґрунтових умов на особливості приватної забудови м. Чернігова. *Збірник наукових праць. Серія: галузеве машинобудування, будівництво*. Вип. 2 (44). 2015. ПолтНТУ. С. 147–152. Режим доступу: <https://journals.indexcopernicus.com/api/file/viewByFileId/214793.pdf>.

Кріль Т. В. Глибинно-функціональна схема геологічного середовища для освоєння підземного простору урбанізованих територій. *Зб. наук. пр. Ін-ту геол. наук НАН України*. 2019. Т. 12. С. 95–104. <https://doi.org/10.30836/igs.2522-9753.2019.185749>.

Кріль Т. В. Техногенні динамічні впливи на геологічне середовище міста (на прикладі м. Києва). *К. Наукова думка*, 2015. 160 с.

Метрополітени: ДБН В.2.3–7:2018. [Чинний від 2019–01–09]. Київ: Мінрегіон України, 2018. 76 с.

Міністерство освіти і науки України. (2024–2025). Звіти про будівництво підземних шкіл. Режим доступу: <https://mon.gov.ua/> (Дата звернення: 17.06.2024).

- Nesterenko S. H., Radzinska Yu. B., Dobrohodova O. V., 2020. Principles of effective use of underground real estate lands in the structure of megacities. *Scientific Notes of V. I. Vernadsky Taurida National University. Series: Technical Sciences*. Vol. 31 (70). Part 2. No. 3. Pp. 162–166. (In Ukrainian). <https://doi.org/10.32838/TNU-2663-5941/2020.3-2/27>.
- Ukraine Recovery Plan, 2023. Available at: <https://recovery.gov.ua/> Accessed 17 June 2023. (In Ukrainian).
- On Comprehensive Reconstruction of Quarters (Microdistricts) of Outdated Housing Stock, 2007. Law of Ukraine No. 525-V of 22 December 2006. *Official Bulletin of the Verkhovna Rada of Ukraine*. No. 10. Art. 88. (In Ukrainian). Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/525-16>.
- On Adoption of the Draft Law of Ukraine on Amendments to Certain Legislative Acts of Ukraine to Ensure Civil Protection Requirements in Planning and Development of Territories, 2022. Resolution of the Verkhovna Rada of Ukraine No. 2317-IX of 19 June 2022. (In Ukrainian). Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2317-IX#Text> Accessed 5 May 2024.
- On Regulation of Urban Planning Activity, 2011. Law of Ukraine No. 3038-VI of 17 February 2011. (In Ukrainian).
- Pustovoytenko V. P., 1999. Geotechnical support for underground construction in Ukraine. Kyiv: Naukova Dumka. 264 p. (In Ukrainian).
- Selivachova U. M., 2008. Typification of mineral formations of drainage and adit systems of Kyiv. *Collection of Scientific Works of the Institute of Geological Sciences*. Vol. 1. Pp. 165–172. (In Ukrainian). <https://doi.org/10.30836/igs.2522-9753.2008.152825>.
- Surilova O. O., 2016. Management of subsoil use for construction of surface structures and buildings and underground structures not related to mineral extraction. *Scientific Bulletin of Kherson State University. Series: Legal Sciences*. Iss. 3. Vol. 2. Pp. 23–27. (In Ukrainian).
- Tunnels: Design Standards, 2023. DBN V.2.3–27:2023. Valid from 1 January 2024. Kyiv: Ministry of Infrastructure of Ukraine. 56 p. (In Ukrainian).
- Ukrainska Pravda. Life, 2024. How many underground schools are being built in Ukraine. (In Ukrainian). Available at: <https://life.pravda.com.ua/society/skilki-pidzemnih-shkil-ta-proftehiv-buduyut-v-ukrajini-vidpovili-u-mon-305628/> Accessed 17 June 2024.
- Tsybalya S. Y., 2004. Underground construction. Kyiv. 147 p. (In Ukrainian).
- Population of Ukraine as of 1 January, 2021. Edited by M. Timonina. Kyiv: State Statistics Service of Ukraine. 50 p. (In Ukrainian). Available at: [http://db.ukrcensus.gov.ua/PXWEB2007/ukr/publ\\_new1/2022/zb\\_%D0%A1huselnist.pdf](http://db.ukrcensus.gov.ua/PXWEB2007/ukr/publ_new1/2022/zb_%D0%A1huselnist.pdf) Accessed 5 May 2024.
- Shemyakov O. P., Khokhlova I. V., 2010. Legal regulation of subsoil use for purposes not related to mineral extraction. *Pravo Ukrainy*. No. 1. Pp. 76–81. (In Ukrainian).
- Shulkevich M. M., Dmytrenko T. D., 1978. Kyiv: Architectural and Historical Essay. Kyiv. (In Ukrainian).
- Нестеренко С. Г., Радзінська Ю. Б., Доброходова О. В. Принципи ефективного використання земель підземної нерухомості в структурі мегаполісів. *Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського. Серія: технічні науки*. Том 31 (70) Ч. 2 № 3 2020, С. 162–166. <https://doi.org/10.32838/TNU-2663-5941/2020.3-2/27>.
- План відновлення України. Режим доступу: <https://recovery.gov.ua/> (Дата звернення: 17.06.2023).
- Про комплексну реконструкцію кварталів (мікрорайонів) застарілого житлового фонду: Закон України № 525-V від 22.12.06. *Відомості Верховної Ради України*. Ст. 88, 2007. № 10. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/525-16>.
- Про прийняття за основу проекту Закону України про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо забезпечення вимог цивільного захисту під час планування та забудови територій Постанова Верховної Ради України від 19 червня 2022 р. № 2317-IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2317-IX#Text> (Дата звернення 05.05.2024).
- Про регулювання містобудівної діяльності: Закон України (№ 3038-VI від 17.02.2011).
- Пустовойтенко В. П. Геотехнічне забезпечення підземного будівництва в Україні. Київ, Наукова думка, 1999, 264 с.
- Селівачова У. М. Типізація мінеральних новоутворень дренажно-штольневих систем м. Києва. *Збірник наукових праць Інституту геологічних наук НАН України*. 2008. Том 1. С. 165–172. <https://doi.org/10.30836/igs.2522-9753.2008.152825>.
- Сурілова О. О. Управління користуванням надр для будівництва наземних споруд і будівель та підземних споруд, не пов'язаних з видобутком корисних копалин. *Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія «Юридичні науки»*. Вип. 3. Том 2, 2016. С. 23–27.
- Тунелі. Норми проектування: ДБН В.2.3–27:2023. [Чинний від 2024–01–01]. Київ: Мінінфраструктури України, 2023. 56 с.
- Українська правда. Життя. Скільки підземних шкіл будують в Україні. 2024. Режим доступу: <https://life.pravda.com.ua/society/skilki-pidzemnih-shkil-ta-proftehiv-buduyut-v-ukrajini-vidpovili-u-mon-305628/> (Дата звернення: 17.06.2024).
- Цимбала С. Й. Підземне будівництво. Київ, 2004, 147 с.
- Чисельність наявного населення України на 1 січня. За редакцією Марії Тімоніної. Київ Державна служба статистики України, 2021, 50 с. URL: [http://db.ukrcensus.gov.ua/PXWEB2007/ukr/publ\\_new1/2022/zb\\_%D0%A1huselnist.pdf](http://db.ukrcensus.gov.ua/PXWEB2007/ukr/publ_new1/2022/zb_%D0%A1huselnist.pdf) (Дата звернення 05.05.2024).
- Шемяков О. П., Хохлова І. В. Правове регулювання користування надрами для цілей, не пов'язаних із видобуванням корисних копалин. *Право України*. 2010. № 1. С. 76–81.
- Шулькевич М. М., Дмитренко Т. Д. Київ: Архітектурно-історичний нарис. К., 1978.

Admiraal H., Cornaro A., 2018. *Underground Spaces Unveiled: Planning and Creating the Cities of the Future*. London: ICE Publishing. 233 p.

Admiraal H., Cornaro A., 2016. Why underground space should be included in urban planning policy – And how this will enhance an urban underground future. *Tunnelling and Underground Space Technology*. Vol. 55. Pp. 214–220. <https://doi.org/10.1016/j.tust.2015.11.011>.

Bondar K., 2024. Russians damaged over 8,000 residential buildings in Kharkiv since beginning of full-scale war. Gwara Media. Available at: <https://gwaramedia.com/en/russians-damaged-over-8-000-residential-buildings-in-kharkiv-since-beginning-of-full-scale-war/> Accessed 7 November 2024.

Chernihiv building damage assessment overview map, n.d. United Nations Institute for Training and Research. Available at: <https://unosat.org/products/3357> Accessed 17 June 2022.

Duffaut P., 2007. *Underground urbanism: Historical and geographical panorama*. Techniques de l'Ingénieur. Paris.

Guidelines for the Design of Underground Structures, n.d. International Tunnelling and Underground Space Association (ITA-AITES). Lausanne. Accessed 17 June 2023.

Irpın building damage assessment overview map, n.d. United Nations Institute for Training and Research. Available at: <https://www.unitar.org/maps/map/3525>.

Liu S.-C., Peng, F.-L., Qiao, Y.-K., Dong, Y.-H., 2024. Quantitative evaluation of the contribution of underground space to urban resilience: A case study in China. *Underground Space*. Vol. 17. Pp. 1–24. <https://doi.org/10.1016/j.undsp.2023.11.007>.

Loretta von der Tann L., Sterling R., Yingxin Zhou, Metje N., 2020. Systems approaches to urban underground space planning and management – A review. *Underground Space*. Vol. 5 (2). Pp. 144–166. <https://doi.org/10.1016/j.undsp.2019.03.003>.

Modrzyńska J., Szpak A., Willa R., 2024. The concept of 'building back better' and the reconstruction of Ukraine and its cities. *European Planning Studies*. Vol. 33 (1). Pp. 1–19. <https://doi.org/10.1080/09654313.2024.2405960>.

Northeast Kharkiv building damage assessment overview map, n.d. United Nations Institute for Training and Research. Available at: <https://unosat.org/products/3357> Accessed 12 June 2022.

Oriol J., Vladyka V., Fabbri M., 2024. Building Back Better: 6 Investment Criteria to Drive a Sustainable Reconstruction of Ukraine's Built Environment. BPIE. Available at: <https://www.bpie.eu/publication/building-back-better-6-investment-criteria-to-drive-a-sustainable-reconstruction-of-ukraines-built-environment/>.

Road Tunnels: Risk Management, 2016. World Road Association (PIARC). Paris.

Song H. et al., 2013. Indicators of urban underground space development for implementing sustainability. Proceedings of PICMET '13: Technology Management in the IT-Driven Services. San Jose, CA. Pp. 1998–2004.

Admiraal H., Cornaro A. *Underground Spaces Unveiled: Planning and Creating the Cities of the Future*. ICE Publishing. One Great George Street, Westminster, London SW1P 3AA. 2018. 233 p.

Admiraal H., Cornaro A. Why underground space should be included in urban planning policy – And how this will enhance an urban underground future. *Tunnelling and Underground Space Technology*. 2016. 55. P. 214–220. <https://doi.org/10.1016/j.tust.2015.11.011>.

Bondar K. Russians damaged over 8,000 residential buildings in Kharkiv since beginning of full-scale war. Gwara Media. URL: <https://gwaramedia.com/en/russians-damaged-over-8-000-residential-buildings-in-kharkiv-since-beginning-of-full-scale-war/> 07 November 2024.

Chernihiv building damage assessment overview map. United Nations Institute For Training And Research. URL: <https://unosat.org/products/3357> (Дата звернення: 17.06.2022).

Duffaut, P. *Urbanisme souterrain. Panorama historique et géographique*. Techniques de l'Ingénieur 2007. C3061–2, Paris.

Guidelines for the Design of Underground Structures. International Tunnelling and Underground Space Association, ITA-AITES. Lausanne. (Дата звернення: 17.06.2023).

Irpın building damage assessment overview map. United Nations Institute For Training And Research. URL: <https://www.unitar.org/maps/map/3525>.

Liu, S.-C., Peng, F.-L., Qiao, Y.-K., Dong, Y.-H. Quantitative evaluation of the contribution of underground space to urban resilience: A case study in China. *Underground Space*. 2024. Volume 17. P 1–24. <https://doi.org/10.1016/j.undsp.2023.11.007>.

Loretta von der Tann, Raymond Sterling, Yingxin Zhou, Nicole Metje, Systems approaches to urban underground space planning and management – A review. *Underground Space*, Volume 5, Issue 2, 2020, P. 144–166, <https://doi.org/10.1016/j.undsp.2019.03.003>.

Modrzyńska J., Szpak A., Willa R. The concept of 'building back better' and the reconstruction of Ukraine and its cities. *European Planning Studies* 2024. 33(1), P. 1–19. <https://doi.org/10.1080/09654313.2024.2405960>.

Northeast Kharkiv building damage assessment overview map. United Nations Institute For Training And Research. URL: <https://unosat.org/products/3357> (Дата звернення: 12.06.2022).

Oriol J., Vladyka V., Fabbri M. Building Back Better: 6 Investment Criteria to Drive a Sustainable Reconstruction of Ukraine's Built Environment. BPIE. 2024. URL: <https://www.bpie.eu/publication/building-back-better-6-investment-criteria-to-drive-a-sustainable-reconstruction-of-ukraines-built-environment/>.

Road Tunnels: Risk Management. World Road Association (PIARC), Paris. 2016

Song H., Lee S. H., Heo H. M. Indicators of urban underground space development for implementing sustainability, 2013 Proceedings of PICMET '13: Technology Management in the IT-Driven Services (PICMET), San Jose, CA, USA, 2013. P. 1998–2004.

Kishii T., 2016. Utilization of underground space in Japan. *Tunnelling and Underground Space Technology*. Vol. 55. Pp. 320–323. <https://doi.org/10.1016/j.tust.2015.12.007>

The Observational Method in Underground Construction, n.d. ITA–AITES Report. Lausanne. Accessed 17 June 2023.

Ukraine – Subnational Administrative Boundaries, n.d. OCHA Ukraine. Available at: <https://data.humdata.org/dataset/cod-ab-ukr> Accessed 17 June 2023.

Vähäaho I., 2014. Underground space planning in Helsinki. *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering*. Vol. 6 (5). Pp. 387–398. <https://doi.org/10.1016/j.jrmge.2014.05.005>.

Takayuki Kishii, 2016. Utilization of underground space in Japan. *Tunnelling and Underground Space Technology*. Vol. 55 P. P. 320–323. <https://doi.org/10.1016/j.tust.2015.12.007>.

The Observational Method in Underground Construction. Working Group 2. ITA–AITES Report, Lausanne. (Дата звернення: 17.06.2023).

Ukraine – Subnational Administrative Boundaries. OCHA Ukraine, URL: <https://data.humdata.org/dataset/cod-ab-ukr> (Дата звернення: 17.06.2023).

Vähäaho I. Underground space planning in Helsinki, *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering*, Volume 6, Issue 5, 2014. P. 387–398. <https://doi.org/10.1016/j.jrmge.2014.05.005>.

Manuscript received October 12, 2024;  
revision accepted November 23, 2024.

Інститут геологічних наук НАН України,  
Київ, Україна