

РАНЖУВАННЯ ГЕОЛОГІЧНОГО СЕРЕДОВИЩА ПРОМИСЛОВО-МІСЬКИХ АГЛОМЕРАЦІЙ КИЄВА ТА ХАРКОВА ЗА ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННИМИ ВПЛИВАМИ

RANKING OF THE GEOLOGICAL ENVIRONMENT OF THE INDUSTRIAL AND URBAN AGGLOMERATIONS OF KYIV AND KHARKIV BY NATURAL AND TECHNOLOGICAL IMPACTS

Т. В. Криль¹, Н. Х. Соковніна², У. М. Селівачова¹, Я. О. Романюк¹

Tetiana V. Kril¹, Ninel Kh. Sokovnina², Uliana M. Selivachova¹, Yaroslav O. Romaniuk¹

¹Institute of Geological Sciences, NAS of Ukraine, 55-b O. Honchara Str., Kyiv, Ukraine, 01601 (kotkotmag@gmail.com)

² State enterprise "Research and Design Institute of Urban Planning", 26A Lesya Ukrainka Boulevard, Kyiv, Ukraine, 01133 (sokovnina@ukr.net)

Метою дослідження є оцінка та ранжування стану геологічного середовища територій промислово-міських агломерацій Києва та Харкова за вразливістю до природно-техногенних впливів. Для визначення меж промислово-міських агломерацій Києва та Харкова застосовано геоінформаційний підхід. Виділено основні міста-супутники трьох рівнів за віддаленістю від міста-ядра та функціональним призначенням. Враховано площу, населення, рельєф, типи ґрунтових основ, гідрографічну мережу, розвиток інженерно-геологічних процесів, масштаби промислової активності.

Обґрунтовано ранжування стану геологічного середовища даних територій за вразливістю до виникнення надзвичайних подій. У геоінформаційній системі ArcGIS розроблено структуровану базу даних, що включає інформацію про природні характеристики (тип відкладів, зони геодинамічної активності, гідрогеологічні та геоморфологічні умови, інженерно-геологічні процеси) та техногенні аспекти (площі населених пунктів, транспортна інфраструктура, об'єкти промисловості). Вхідні дані векторизовані, опрацьовані методом поквдратної оцінки території та статистичного аналізу даних. Результуючу карто-схему нами побудовано на основі ранжування за бальною інтегральною оцінкою. Для кожного окремого квадрата оцінка вразливості території встановлена як результат врахування низки факторів (F 1–8) та віднесено його до одного з чотирьох типів геологічного середовища. Для ранжування кожен з техногенних та природних параметрів був градуйований за його значенням (критерії) та присвоєно бальною вагу. «Незадовільним станом» характеризуються 18 та 9% площ територій Київської та Харківської промислово-міських агломерацій, відповідно. Вони мають потенційно високий ризик виникнення небезпечної події, приурочені до поширення відкладів лесової формації, зон переходу літологічного складу ґрунтів, карстових процесів, крутих берегів річок, населених пунктів з високим промисловим потенціалом. Для типів стану геологічного середовища були характеризовані можливі негативні наслідки, потенціали ризиків та необхідності управління ними.

Ключові слова: ранжування, геологічне середовище, промислово-міська агломерація, небезпечні екзогенні геологічні процеси, надзвичайні події.

The purpose of the study is to assess and rank the state of the geological environment of the territories of industrial and urban agglomerations of Kyiv and Kharkov in terms of vulnerability to natural-technogenic impacts. The geo-information approach was applied to determine the boundaries of the industrial-urban agglomerations of Kyiv and Kharkiv. The main satellite cities of three levels were identified by distance from the main city and functional purpose. The area, population, relief, type of soil, hydrographic network, development of engineering-geological processes, presence of industrial enterprises are also taken into account.

The classification of the state of the geological environment of these areas according to their vulnerability to emergency events is substantiated. A structured database containing information on natural characteristics (type of sediments, zones of geodynamic activity, hydrogeological and geomorphological conditions, engineering-geological processes) and technogenic aspects (settlement areas, transport infrastructure, industrial facilities) was developed in the ArcGIS geoinformation system. The input data was vectorised, processed using the method of area quadratic estimation and statistical data analysis. The resulting cartogram was constructed by us on the basis of ranking by point integral assessment. For each individual quadrat,

Цитування: Криль Т. В., Соковніна Н. Х., Селівачова У. М., Романюк Я. О. Ранжування геологічного середовища промислово-міських агломерацій Києва та Харкова за природно-техногенними впливами. Збірник наукових праць Інституту геологічних наук НАН України. 2021. Т. 14, вип. 2. С. 129–144. <https://doi.org/10.30836/igs.2522-9753.2021.248077>.

Citation: Kril T. V., Sokovnina N. Kh., Selivachova U. M., Romaniuk Ya. O., 2021. Ranking of the geological environment of the industrial and urban agglomerations of Kyiv and Kharkiv by natural and technological impacts. Collection of scientific works of the Institute of Geological Sciences of NAS of Ukraine. Vol. 14. Iss. 2. Pp. 129–144. <https://doi.org/10.30836/igs.2522-9753.2021.248077>.

the vulnerability of the area is determined as a result of taking into account a number of factors (F 1–8) and assigned to one of the four types of geological environment. For the ranking, each of the man-made and natural parameters was ranked according to its importance (criteria) and assigned a point weight. The «unsatisfactory condition» is characterized by 18% and 9% of the areas of the territories of Kyiv and Kharkiv industrial and urban agglomerations, respectively. They have a potentially high risk of a hazardous event, limited to the distribution of deposits of loess formation, zones of transition of lithological composition of soils, karst processes, steep river banks, settlements with high industrial potential. Possible negative consequences, risk potentials and the need to manage them have been characterised for the types of geological environment.

Keywords: ranking, geological environment, industrial-urban agglomeration, hazardous exogenous geological processes, emergency events.

ВСТУП

Еволюція просторово-планувальної структури великих міст, промислова та житлова забудова прилеглих територій призводять до значних змін у навколишньому середовищі. Крім забруднення повітря, поверхневих та підземних вод, фіксуються значні зміни в геологічному середовищі, які спричиняють розвиток несприятливих геологічних процесів. Процеси урбанізації тісно пов'язані зі зростанням природно-техногенних загроз. Необхідність їх оцінки зумовлена потребою управління геологічними ризиками.

Початок розбудови міських агломерацій на території сучасної України були зумовлені відновленням економіки та акцентом на індустріальний розвиток у 60-х роках ХХ ст. (Демчишин, 2004;

Салій, 2005). Міжміські об'єднання – промислово-міські агломерації (ПМА) формувались на основі тісних зв'язків між населеними пунктами, а саме головним містом (місто-ядро) та містами-супутниками (сателітами). В результаті урбанізаційних процесів вказаного періоду, перерозподілу міського і сільського населення з'явилися міста-мільйонники (Київ – 1957 р., Харків – 1962 р., Одеса – 1974 р., Дніпро і Донецьк – 1979 р.). На рис. 1 наведено графіки зростання площі та населення у Києві та Харкові впродовж останнього сторіччя. Інтенсивне зростання міського населення відбувалось протягом 1960-х років на 0,5 млн осіб щорічно, перевищивши половину населення країни у ці роки, та повільно збільшувалось до кінця 1990-х років (Салій, 2005).

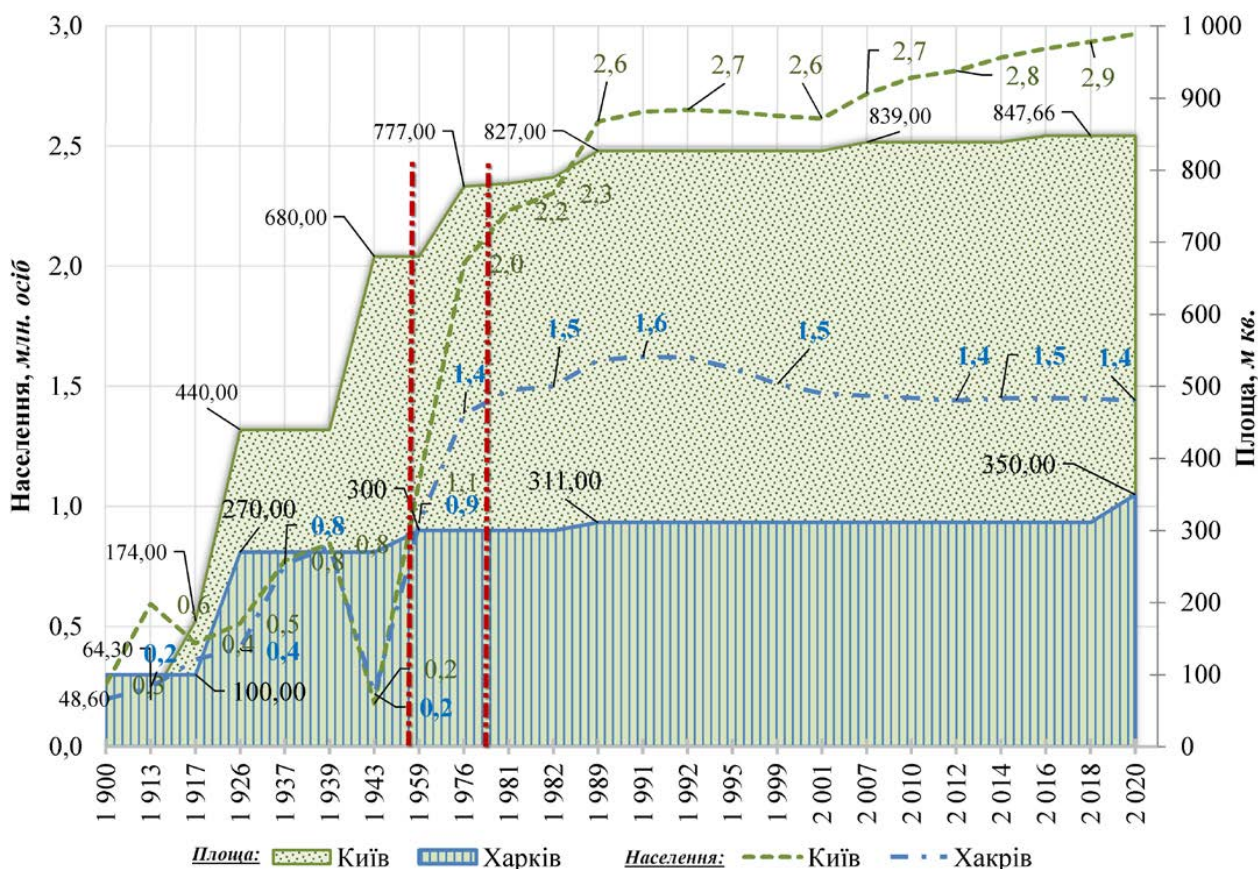


Рис. 1. Динаміка зростання населення та площ територій Києва та Харкова.

Fig. 1. Dynamics of population and area growth of the territories of Kyiv and Kharkiv.

На сьогодні в Україні виокремлюється понад 20 великих агломерацій, центри яких здебільшого відповідають містам обласного значення. Найвищий рівень природно-техногенної небезпеки, зокрема, характерний для Київської, Харківської, Дніпропетровської, Одеської, Львівської та Запорізької областей. Це зумовлено значним збільшенням техногенних навантажень на довкілля, спричинених зростанням поверховості забудови, водо- та теплоспоживанням, а також збільшенням інтенсивності транспортних потоків. Вказані фактори активізують зміни інженерно-геологічних властивостей геологічного середовища та сприяють розвитку небезпечних екзогенних геологічних процесів. Таким чином процеси урбанізації тісно пов'язані зі зростанням геологічних ризиків, що вимагають їх оцінювання для можливості управління. Дослідження агломерацій як територіальних утворень найбільш висвітлені у публікаціях з економічної географії, соціології, політики, забруднення довкілля, в яких розглянуті напрями розвитку (економічні, соціальні); міграція населення; взаємозв'язки між поселеннями приміської зони і міста-центра; питання визначення їх територіальних меж та ін. Існують різні методичні підходи до виділення меж агломерацій (виробничих, міських та ін.): функціональний, при якому ареал агломерації визначається сферою взаємодії між містом-ядром та прилеглих муніципалітетів; економічний — за наявністю відповідних ресурсів, що формують відповідний економічний ефект їх використання; адміністративний — за існуючими адміністративними межами; морфологічний — за значенням щільності населення, ступенем урбанізації та ін. (Mengyao Guo et al., 2021; Антонов, 2020; Кларка, Halas, 2016; Ішук, Гладкий, 2010; ESPON 3.1). Поняття агломерації, виділення її меж залежить від поставленої мети, як наприклад, для створення мережі розселення, для стратегічного планування економічного розвитку на регіональному рівні та ін.

У роботі (Територіальний..., 2012) наводиться розгорнутий перелік ознак міст, мегаполісів та агломерацій, що включає географічні, адміністративно-правові, демографічні, економічні, конституційно-правові, земельно-правові та містобудівні, інфраструктурні, екологічні, евристичні та інші атрибути. Зазначається, що в Україні, на відміну від США, Канади, Франції, меж агломерації, як правило, умовні (віртуальні), до складу агломерацій, крім міст, сіл, селищ (поселень

міського типу), можуть входити райони або їх частини (Територіальний..., 2012; Парасюк, 2012). Агломерація в українських законодавчих актах згадується в контексті негативного впливу урбанізації на стан довкілля. У наказі Міністерства внутрішніх справ (Про затвердження..., 2021) для здійснення моніторингу атмосферного повітря та управління якістю атмосферного повітря встановлено 24 агломерації, межі яких збігаються з межами відповідних міст. Внаслідок адміністративної реформи, яка була ініційована у 2015 році та впроваджена у 2020 році, зокрема шляхом створення територіальних громад (що призвело до утворення 1469 громад по всій країні), багато фахівців у сфері економіки та права розглядають наступним етапом утворення агломерацій саме об'єднання близьких міст та населених пунктів з відповідним правовим статусом. Зокрема, для Києва вже створена місцева асоціація органів місцевого самоврядування під назвою «Київська агломерація».

При аналізі стану периферійних територій великих міст України (Київ, Харків, Одеса, Дніпро та ін.) у роботі (Функции..., 2015) зазначається низький рівень екологізації та викривленість структури природокористування. У монографії (Демчишин, 2004) за техногенними впливами (сільськогосподарські, відкриті та закриті гірничі роботи, видобування нафти і газу, урбанізація) виділяються відповідні типи геологічного середовища та за ступенем його порушеності виділяються, у тому числі, і міські агломерації. У публікаціях наводяться дані про впливи на довкілля об'єктів енергетики, промисловості, транспорту (Демчишин, Кріль, 2021; Кріль, Ситнікова, 2021; та ін.). Зазначається прямий зв'язок між неконтрольованою забудовою, значним розвитком авто- транспорту, станом об'єктів критичної інфраструктури та екологічним забрудненням і розвитком інженерно-геологічних процесів у великих містах.

Районування (ранжування) територій за складністю інженерно-геологічних умов розробляється у кількох напрямках (Солодухин, 1985; Кріль, 2015; Ivanov et al., 2017), якісно та кількісно, для різних видів інженерного освоєння тощо. Вважається, що інтегральну оцінку інженерно-геологічних умов найдоцільніше проводити за допомогою інтегрального показника, який є результатом підсумовування зважених за внеском в оцінку значень компонентів геологічного середовища та інженерно-геологічних умов (Бондарик, Пендин, 1982; Оздоева, 1981; Ivanov et al., 2017).

Збільшення промислового потенціалу, його перерозподіл на територіях з різними, зокрема, складними інженерно-геологічними умовами, зміни у властивостях компонентів геологічного середовища можуть створювати умови для надзвичайних подій і ситуацій.

Метою дослідження було ранжування стану геологічного середовища територій промислово-міських агломерацій Києва та Харкова за вразливістю до природно-техногенних впливів.

Для досягнення вказаної мети були вирішені такі завдання: проаналізовано методичні підходи до виділення меж агломерацій; обґрунтовано склад ПМА на прикладі Київської та Харківської; виділено головні міста та міста-супутники; проаналізовано інженерно-геологічні умови; на регіональному рівні виділено небезпечні екзогенні геологічні процеси та техногенні впливи, що можуть стати причиною небезпечних ситуацій; опрацьовано систему критеріїв та побудовано карто-схему ризиків синергетичного впливу природних умов та техногенної діяльності.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Досліджувались урбанізовані території Києва та Харкова. Для обґрунтування і виділення меж ПМА цих міст використано статистичні дані про кількість населення (Чисельність..., 2017), динаміку зростання, інформаційно-довідкові матеріали про міграційний природний рух населення, розвиток промисловості. Для встановлення ризиків розвитку та активізації несприятливих екзогенних геологічних процесів — матеріали геологічної зйомки та інженерно-геологічних розвідувань: карта розвитку екзогенних геологічних процесів (Карта..., 1997), Державні геологічні карти М 1:200 000 для територій Києва, Харкова (Державна..., 2001, 2008), інтерактивні карти міст України (МЕТА..., 2021).

У дослідженнях використано порівняльний та аналітичний методи аналізу, механіко-математичні основи інженерної геології в комплексі із підходами системного аналізу, теоретичні основи інженерно-геологічної подібності, інженерно-геологічного районування територій, методи визначення природних та техногенних ризиків. Для побудови графічних матеріалів застосовані статистичні, картографічні методи із використанням геоінформаційних технологій та технологій цифрового моделювання, метод інтегральних оцінок.

Обґрунтування складу та меж ПМА: У роботі під ПМА розуміється сукупність міських населених пунктів, об'єднаних інтенсивними господарськими, трудовими і культурно-побутовими зв'язками, серед яких виділяється головне місто-ядро та міста-супутники. Для виділення ПМА були прийняті такі критерії:

1. Критерій міста-ядра (набуття містом статусу надзначного, відповідно до норм (Планування..., 2019); адміністративного статусу за адміністративно-територіальним поділом країни (Про утворення..., 2020)).

2. Критерій міст-супутників (кількість та населення, функціональний зв'язок з містом ядром).

3. Критерій геометричних меж (просторові — радіус-віддалі, часові — 1,2–2 години доступності).

4. Критерій цілісності — сформованість та розвиток зав'язків: промислових, інфраструктурних, соціальних.

Аналіз інженерно-геологічних умов та техногенних впливів

Даний аналіз складається з кількох етапів: збір інформації, опрацювання (виконується на основі геоінформаційного підходу), створення банку даних, опрацювання критеріїв, ранжування, візуалізація. При визначенні геологічних загроз проведено аналіз у регіональному масштабі, зосереджуючись на населених пунктах, де потенційна активізація небажаних геологічних процесів може викликати надзвичайні ситуації.

Аналіз поширення небезпечних геологічних процесів та техногенних впливів складається з ряду етапів, що включає збір та обробку інформації, геоінформаційне моделювання, створення банку даних, критеріальне опрацювання, ранжування та візуалізацію.

Проведено оцінку поширення небезпечних екзогенних геологічних процесів та ранжування територій за їх уразливістю до виникнення надзвичайних подій за допомогою геоінформаційного підходу. Цей підхід передбачає створення банку даних у геоінформаційній системі. Основною метою створення банку даних для ПМА є комплексування вхідної інформації.

Перед проведенням останнього етапу оцінювання кожної території ПМА накопичується значна кількість вхідної інформації. Ця інформація слугує основою для формування банку даних (Кріль, 2015). Банк даних можна умовно поділити на кілька інформаційних блоків:

— Природний блок включає дані про геологічну будову (четвертинні відклади), характер рельєфу (кути нахилу, ступінь ерозійної розчленованості), глибину залягання ґрунтових вод, поширення екзогенних геологічних процесів та наявність розломних зон на різних рівнях.

— Техногенний блок містить дані про конфігурацію та площу населених пунктів, щільність населення та види техногенної діяльності.

Система критеріїв та побудова карто-схеми ризиків.

Усі вхідні дані адаптовані до універсальної поперечної системи координат Меркатора (UTM) (datum WGS84, zone 36 N) та опрацьовані в геоінформаційній системі ArcGIS версії 9.3. При цьому використано метод поквдратної оцінки території та методи статистичного аналізу даних (Кріль, 2015). Територію ПМА поділено на одиничні квадрати розміром 500 × 500 м.

Результуючу карто-схему побудовано за критеріями параметрів оцінки факторів, наведених у табл. 1. Було оцінено вісім факторів (F 1–8). Кожний параметр градуйовано за його значенням (критерії) та присвоєно балоу вагу, більшому значенню якої відповідають умови, що призводять до погіршення стану геологічного середовища з відповідною кількісною чи якісною характеристикою. Для певного одиничного квадрата оцінка вразливості території до природних небезпек є сумою всіх факторів таблиці (див. табл. 1), за якою одиничний квадрат відноситься до одного з типів геологічного середовища. Обґрунтованість вибору кількісних значень (критеріїв) та якісних характеристик показників узгоджується з нормативними документами України (ДБН Б.2.2–12:2018, ДБН В.2.1–10–2009, ДБН А.2.1–1–2008, ДБН В.1.1–24:2009, ДБН В.1.1–12:2006) та результатами наукових робіт (Временные..., 1997; Голодковская, Елисеєв, 1989; Заиканов, Минаков, 1995; Картирование..., 1992; Котлов, Кофф, 1987; Методические..., 1990; Проектирование..., 2002; Теоретические..., 1985; Теория..., 1997; Трофимов, 1985; Солодухин, 1985).

Відповідно до табл. 1, у випадку, коли на площі одиничного квадрата присутні два або більше критеріїв одного параметра, оцінка надавалась за середнім ваговим їх значенням:

$$B = \frac{\sum_{i=1}^n B_i \cdot \beta_i}{n},$$

де B — значення бала, що відповідають певним критеріям фактора; β — ваговий коефіцієнт, визна-

чається за відсотком зайнятої площі певного критерію.

Ранжування проведено за інтервальною баловою шкалою з градацією геологічного середовища на чотири стани: «відмінний» (до 9 балів), «добрий» (10–12 балів), «задовільний» (13–15 балів), «незадовільний» (понад 16 балів). «Незадовільний» стан характеризується наявністю кількох негативних факторів або негативних значень параметрів, а саме складних інженерно-геологічних умов, розвитком небезпечних геологічних процесів, наявністю потужних промислових підприємств тощо.

Кожний із станів з визначеним комплексом геологічних та техногенних характеристик формує певний потенціал виникнення ризику надзвичайної події, що може мати негативні наслідки (табл. 2). Відповідно території з «незадовільним» станом геологічного середовища мають потенційно високий ризик виникнення небезпечної події. Масштаб потенційних наслідків при цьому вимагатиме значних зусиль для відновлення колишнього стану. Для таких територій має бути обов'язкова сформована система обліку факторів ризику, розроблено заходи щодо управління ризиками.

ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ

Київська ПМА. Виділено 13 міст-супутників трьох рівнів за віддаленістю та відповідно зниженням економіко-соціальних зв'язків від міста-ядра Києва (табл. 3, рис. 2, а). Площа Київської ПМА — 8730 км² (за площею прямокутника). Радіус доступності міст змінюється від 23 до 78 км. 22,4% досліджуваної території зайнято населеними пунктами. Щільність населених пунктів у межах агломерації становить 0,22 км²/км². У виділених містах-супутниках визначено, що 20% їх сумарної території відноситься до ділянок з імовірним настанням небезпечних подій за природними та техногенними показниками.

За інтенсивністю транспортних та соціальних зв'язків у складі Київської ПМА можна виділити у субагломерації Білу Церкву, Фастів, Ірпінь, Обухів.

Київське водосховище з системою гідротехнічних споруд є небезпечними техногенними об'єктами та підприємствами, що становлять потенційну геоекологічну загрозу на території ПМА. В цілому таких підприємств, аварійні ситуації на яких можуть спровокувати небезпечні події, нараховано 95 та 37 пов'язані з відкритою розробкою.

Таблиця 1. Параметри оцінки стійкості геологічного середовища ПМА на регіональному рівні.

Table 1. Parameters for assessing the sustainability of the geological environment of the industrial-urban agglomerations at the regional level.

Блоки	Фактори	Характеристики параметрів оцінки	Значення параметра (критерії)	Ваговий бал
	1	2	3	4
Техногенний	F1	Населені пункти. Щільність забудови, %	>75	4
			75–50	3
			50–25	2
			<25	1
	F2	Наявність об'єктів промисловості, у тому числі кар'єрна розробка – кількість одиниці на площу одиничного квадрата	>12	4
			12–5	3
			5–3	2
			<3	1
	F3	Транспортна інфраструктура. Тип транспорту в межах одиничного квадрата	Залізничні колії та шосе	4
			Залізниця	3
			Автостради та шосе	2
			Дороги місцевого значення	1
Природний	F4	Характер відкладів. Генетичний тип відкладів та літологічний склад	Просідні ґрунти, ґрунти з особливими властивостями (торфи, мул)	4
			Дельвіальні глинисті ґрунти (водонасичені), обводнені надзаплавні піски долини р. Дніпро та його приток	3
			Техногенні відклади (намівні та насипні ущільнені ґрунти)	2
			Невивітрілі глини та піски середньої щільності, алювіальні необводнені відклади, представлені різнозернистими пісками	1
	F5	Тектоніка. Наявність зон геодинамічної активності	Співпадіння із вузлами перетину розломів	4
			Співпадіння із зоною розлому	3
			У близькості до розломів або вузлів	2
			Відсутні	1
	F6	Гідрогеологічні умови. Наявність водоносних горизонтів та верховодки, глибина, м	0–5	4
			5–10	3
			10–15	2
			15–20	1
	F7	Геоморфологічні умови. Морфометричні показники рельєфу	Нахил поверхні 11° 20'–31°, щільність розчленованості рельєфу 3–4 км/км ²	4
			Нахил поверхні 5° 40'–11° 20', щільність розчленованості рельєфу 2–3 км/км ²	3
			Нахил поверхні 1°–5° 40', щільність розчленованості рельєфу 0–2 км/км ²	2
			Нахил поверхні до 1°	1
	F8	Інженерно-геологічні процеси	Гравітаційні процеси, активні зсуви, дія підземних вод (підйом рівня підземних вод)	4
			Дія поверхневих вод (площинний стік), яружна ерозія, карстові процеси	3
			Застабілізовані гравітаційні процеси, підйом рівня підземних вод (низинні болота)	2
			Схилний та площинний винос гумусу з ґрунту	1

Таблиця 2. Потенціали ризиків для виділених станів геологічного середовища та управління ними.

Table 2. Risk potentials for selected geological environment states and their management.

Стан геологічного середовища	Потенціал ризику	Потенційні наслідки	Управління ризиками
«відмінний»	Потенційно низький ризик, необхідності в системі обліку факторів ризику немає	Дуже низька ймовірність виникнення небезпечної події, потенційні наслідки якої незначні	Заходи щодо управління ризиками не потрібні
«добрий»	Потенційно помірний ризик, рекомендується система врахування	Ймовірність виникнення небезпечної події, потенційні наслідки якої вимагатимуть деяких зусиль для відновлення колишнього стану	Рекомендуються заходи щодо управління ризиками
«задовільний»	Потенційно високий ризик, необхідна система обліку факторів ризику	Можливість виникнення небезпечної події, масштаб потенційних наслідків якої вимагатиме значних зусиль для відновлення колишнього стану	Необхідні заходи щодо управління ризиками
«незадовільний»	Потенційно високий ризик, система обліку факторів ризику обов'язкова	Висока ймовірність виникнення небезпечної події, масштаб потенційних наслідків якої вимагатиме значних зусиль для відновлення колишнього стану	Заходи щодо управління ризиками є обов'язковими

В геоструктурному відношенні територія знаходиться в зоні зчленування Українського щита з Дніпровсько-Донецькою западини. Територіально Київська ПМА зосереджена майже порівну у таких інженерно-геологічних областях: акумулятивна рівнина – низина Київського Полісся, денудаційно-акумулятивна рівнина Київсько-Канівської височини, акумулятивна рівнина – низина Чернігівського Полісся, акумулятивна Черкасько-Прилуцька рівнина (Карта..., 1997).

Зсуви на території Київської області розвинуті переважно на правому крутому схилі долини Дніпра та його притоків у районах поширення лесових відкладів. Активізація схилів виникає внаслідок техногенних навантажень, що може призвести до зміни дренажу та зниження щільності глинистих товщ. Зсуви є найбільш небезпечними інженерно-геологічними процесами території Київської області. Їх активізація може призвести до надзвичайних ситуацій та катастрофічних наслідків. З найбільш катастрофічним ступенем небезпеки виділяють ділянки, що розташовані вздовж Дніпра і займають площу 0,06 тис км², де знаходяться такі міста, як Київ, Ржищів, Вишгород та Обухів.

Карстові процеси на території Київської області поширені майже по всій території, за винятком південно-західних частини. Порооди, що здатні до картування, залягають на значній глибині і представлені карбонатною товщею.

Складні еколого-гідрологічні умови та інтенсивне господарське освоєння призводить до підтоплення значних територій Київської області. Підтоплення сприяють виникненню несприятливих змін інженерно-геологічних умов та можуть спричинити виникнення надзвичайних, а іноді катастрофічних наслідків. Ділянки з катастрофічним ступенем небезпеки розташовані переважно в північній і центральній частинах області та займають площу 9,80 тис км². Значний ступінь небезпеки відмічається на ділянках заплав річок (площа 7,01 тис.км²). Підтоплення, що має техногенний та постійний характер, фіксуються в зоні Київського та Канівського водосховищ (площа 3,994 тис. км²), а також на забудованих територіях.

Відповідно до виконаного ранжування 11% території ПМА знаходяться у «незадовільному» стані геологічного середовища та мають високий потенціал до ризику виникнення надзвичайних подій (рис. 3, а). Найчастіше вони приурочені до

Таблиця 3. Зведені атрибутивні дані міст-супутників Київської ПМА.

Table 3. Consolidated attribute data of satellite cities of the Kyiv industrial-urban agglomeration.

№ з/п	Місто	Площа, тис. км ² (чисельність населення, осіб)	Відм. пов., м	Ґрунтові основи (стратиграфічний індекс)	Гідрографія	Інж.-геол. процеси*
Перший рівень						
1	Бровари	34 (100 866)	108–138	vP _{III} -H, lbH, a ³ P _{II}	Межиріччя Дніпро–Десна	С, ПР, К
2	Боярка	13 (35 459)	148–186	e, vdP _{III} , edvP _{II} -H	Річки Притварка, Глева, Сіверка	З, ПЕ, Е, П, К
3	Ірпінь	125,83 (50 434)	119–140	bH, g, P _{II} dn, dvP _{III} -H, N ₂ -E	Річки Ірпінь, Буча	ПЕ, Е, П, ПР, К
4	Вишгород	8,7 (28 224)	95–166	e, vd, P _{III} , aH	Київське водосховище, р. Дніпро	ПБ, З, П, К
Другий рівень						
5	Бориспіль	37,01 (60 619)	109–126	vP _{III} -H, lbH, a ³ P _{II}	р. Ільга	С, П, ПР, К
6	Українка	5,91 (15 997)	94–101	edvP _{III} , aH, a ¹ P _{III}	Канівське водосховище, річки Дніпро, Стугна, Корбин	ПБ, П, З, К
7	Обухів	24,19 (33 237)	96–184	dvP _{III} -H, aH, gP _{II} dn, a ¹ P _{III}	Річки Кобринка, Корбин, Стугна, Красна	З, Е, П, К
8	Васильків	29,6 (37 332)	129–198	dvP _{III} -H, e, vdP _{III} , a ¹ P _{III}	Річки Бугаївка, Стугна	Е, З, С, П, ПР, К
9	Бузова	2,238 (1548)	160–177	edvP _{II} -H	р. Бузівка	ПЕ, П, ПР, К
Третій рівень						
10	Ржищів	35,6 (7 447)	99–171	aH, edvP _{III} -H, gP _{II} dn	Канівське водосховище, річки Дніпро, р. Леглич	ПБ, П, К
11	Кагарлик	21 (13 726)	144–180	aH, vdP _{III} bg, vd, edP _{III}	р. Росава, Мокрий Кагарлик	Е, ПР, Б
12	Узин	80 (12 201)	178–184	aH, vd, edP _{III} , gP _{II} dn,	Річки Красна, Узин	ПЕ, Е, П, ПР
13	Біла Церква	183,8 (207 745)	145–191	vd, edP _{III} , a ¹ dvP _{III}	Річки Рось, Протока	ПЕ, П, ПР
14	Фастів	43 (46 879)	161–212	aH, f, lP _{II} dn, gP _{II} dn, vdP _{III} bz-pc, a ¹ P _{III} ds	Річки Унава, Заячий руч, Снітка	ПЕ, ПР

*П – підтоплення; ПР – просідання; К – карстові прояви; Е – яружна ерозія; З – зсуви; Б – заболочення; ПБ – перероблення берегів водосховища; С – селі; ПЕ – площинна ерозія.

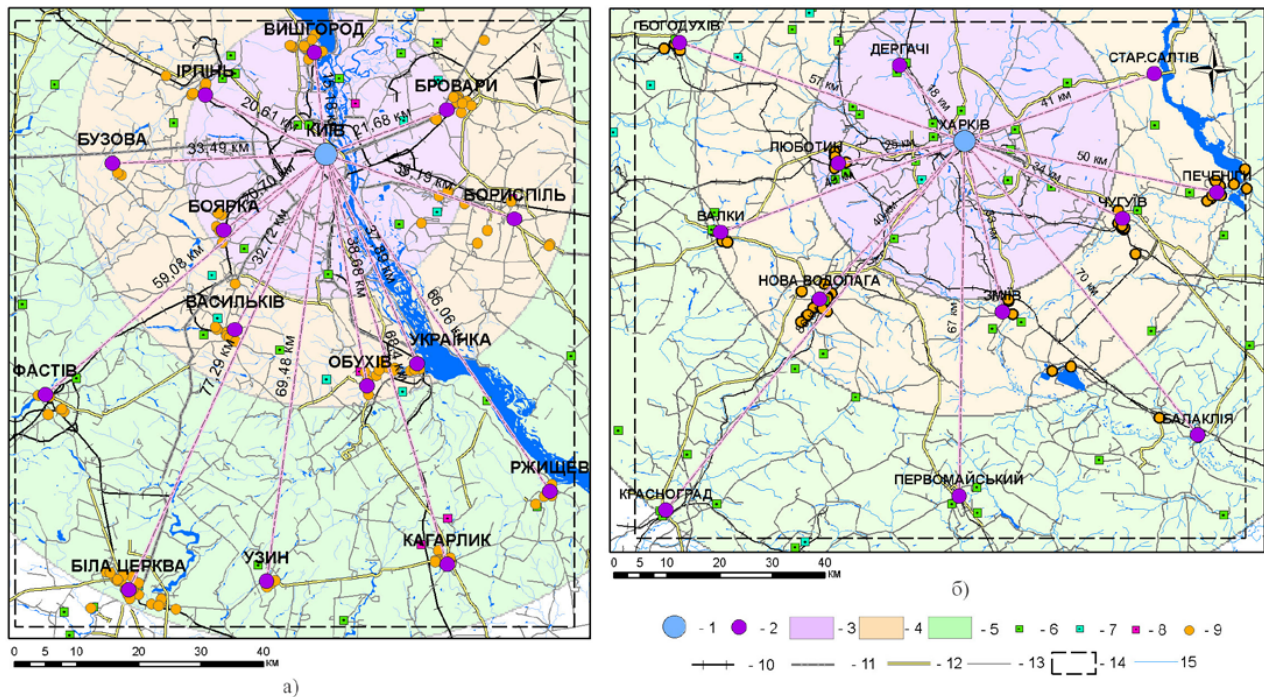


Рис. 2. Положення та межі Київської (а) та Харківської (б) ПМА: 1 — місто-ядро; 2 — міста-супутники; 3 — перший рівень віддаленості; 4 — другий рівень віддаленості; 5 — третій рівень віддаленості; 6 — кар'єри; 7 — очисні споруди; 8 — склади пально-мастильних матеріалів; 9 — об'єкти промисловості різного роду; 10 — залізниця; 11 — автостради; 12 — шосе; 13 — інші дороги; 14 — межі ПМА; 15 — гідрографія.

Fig. 2. Location and boundaries of the Kyiv (a) and Kharkiv (b) industrial-urban agglomerations: 1 — main city; 2 — satellite cities; 3 — first level of distance; 4 — second level of distance; 5 — third level of distance; 6 — quarries; 7 — treatment facilities; 8 — fuel and lubricants warehouses; 9 — industrial facilities of various kinds; 10 — railway; 11 — motorways; 12 — highways; 13 — other roads; 14 — boundaries of the agglomeration; 15 — hydrography.

поширення відкладів лесової формації, зон переходу літологічного складу ґрунтів, крутих берегів річок, населених пунктів з високим промисловим потенціалом.

Харківська ПМА. У межах Харківської ПМА за інтенсивністю економічних зав'язків та техногенними впливами виділено центральне місто — Харків, а також міста-супутники першого, другого та третього рівнів (табл. 4, рис. 2, б). Площа виділеної Харківської ПМА — 10518 км² (за площею прямокутника). Радіус доступності міст змінюється від 29 до 90 км. Щільність населених пунктів в межах агломерації становить 0,18 км²/км². Населеними пунктами зайнято 18,8% досліджуваної території Харківської ПМА.

Небезпечними техногенними об'єктами та підприємствами, що становлять потенційну геоекологічну загрозу, є такі: Печенізьке водосховище (Салтівське море) і гребля; Зміївська ТЕС; золівдвал у с. Лиман; асфальтобетонний завод, м. Дергачі; пункт захоронення радіоактивних відходів

(ПЗРВ) у Дергачівському р-ні; ДП Первомайський «Хімпром» та ін. Загальна кількість становить 84 та 46 кар'єрів.

У геоструктурному відношенні агломерація приурочена до Дніпровсько-Донецької западини. Відповідно до карти (Карта..., 1997) територія охоплює дві інженерно-геологічні області: акумулятивну Полтавську рівнину та акумулятивно-денудаційну рівнину Середньоруської височини.

Акумулятивно-денудаційні рівнини розвиваються на моноклінально залягаючих крейдяних та палеогенових породах. У геологічному розрізі відзначається потужна товща карбонатних порід кам'яновугільного віку, що перекриваються верхньокрейдяними відкладами, які мають схильність до карстування. На правобережжі річок та балок верхньокрейдяні породи виходять на поверхню. У долинах рік вони перекриваються алювіальними або алювіально-делювіальними відкладами потужністю від 1–2 до 30 м, на вододілах — неоген-палеогеновими утвореннями. Карстові

Таблиця 4. Зведені атрибутивні дані міст-супутників Харківської ПМА.

Table 4. Consolidated attribute data of satellite cities of the Kharkiv industrial-urban agglomeration.

№ з/п	Назва	Площа, тис. км ² (населення, осіб)	Відм. пов., м	Ґрунтові основи (стратиграфічний індекс)	Гідрографія	Інж.-геол. процеси*
Перший рівень						
1	Дергачі	19,1 (18000)	110–182	aH, dP _{III} H, vd,eP _{III} , a ¹ P _{III} ds, adH	р. Лопань	П, ПР, К
2	Люботин	31,1 (23600)	124–216	aH, vd, eP _{III} os, vd,eP _{II} dn, vdeP _{III} k-os	р. Мерефа	ПР, Е, З
Другий рівень						
3	Старий Салтів	4,6 (3500)	101–140	cdH, aH, adH, dP _{III} -H, vd,eP _{III}	Печенізьке водосховище	П, Е, З
4	Печеніги	7,85 (5300)	91–154	bH, adP _{III} -H, a ¹ P _{III} -ds, vd,eP _{III}	р. Сіверський Донець, Печенізьке водосховище	К, Е, З
5	Чугуїв	12,8 (31900)	88–147	aH, vd,eP _{III} , adP _{III} -H, dP _{III} -H, a ¹ P _{III} ds,	Річки Сіверський Донець, Чугівка	П, К, Е, З
6	Зміїв	55,77 (14500)	82–102	aH, ad P _{III} -H, a ¹ P _{III} ds	Річки Сіверський Донець, Мжа (Мож)	П, К, Е
7	Нова Водолага	10,68 (10700)	108–187	aH, lbH, vd,eP _{III}	р. Вільхуватка	П, Е, З
8	Валки	13 (10300)	118–187	aH,vd, eP _{III} ,vd, eP _{II} dn	Річки Мжа, Турушка	П, Е, З, Б
Третій рівень						
9	Балаклія	16,3 (28000)	74–119	aH, a ¹ P _{III} ds, lbH, vd,eP _{III}	Річки Сіверський Донець, Балаклійка, Ляхівка	К, Е, Б
10	Первомайський	30,8 (29000)	153–193	adP _{III} H, vd,eP _{III} H, adP _{III} H	Річки Орелька, Берека	П, ПР, З
11	Красноград	40 (54100)	136–190	aH, aP _{III} ms-os, vd,eP _{II} dn, vd,P _I bl-ok, N ₂ -E	Річки Берестова, Піщанка	ПР, Е, Б
12	Богодухів	16,23 (19000)	127–202	aH, adH, dP _{III} H	р. Мерла	П, ПР, Б

*П – підтоплення; ПР – просідання; К – карстові прояви; Е – яружна ерозія; З – зсуви; Б – заболочення.

процеси розвиваються в долинно-балочній мережі під покривом піщано-глинистих відкладів у зоні сезонного коливання рівнів ґрунтових вод. На крутих схилах правобережжя в місцях виходу мергельно-крейдових відкладів карстові процеси не набули суттєвого розвитку, що пояснюється різким переважанням поверхневого стоку над інфільтрацією. Максимальна глибина карстування

на цій території становить 50 м. Карстові процеси розвиваються в основному в покритій стадії під покривом порід, що є слабопроникними.

Висхідні неотектонічні рухи зумовили інтенсивну розчленованість території, широкий розвиток тут ерозійних та генетично пов'язаних з ними зсувних процесів. Зсуви розвиваються в плейстоценових суглинках або в глинистих відкладах

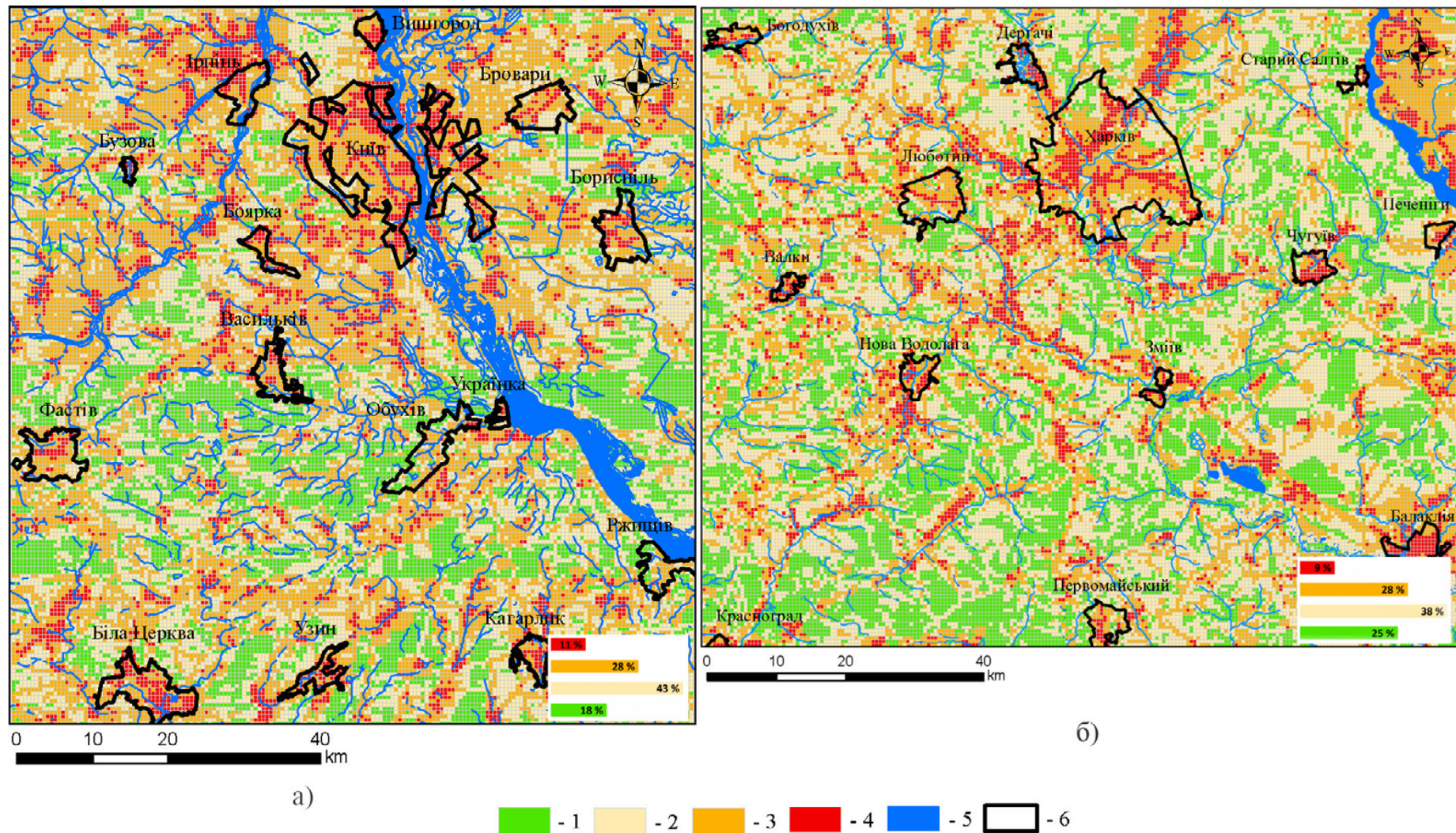


Рис. 3. Ранжування Київської (а) та Харківської (б) ПМА за станом геологічного середовища та потенційним виникненням геологічних загроз та надзвичайних подій: 1 – «відмінний»; 2 – «добрий»; 3 – «задовільний»; 4 – «незадовільний»; 5 – гідрографія; 6 – межі виділених міст-супутників та ядер ПМА.

Fig. 3. Ranking of the Kyiv (a) and Kharkiv (b) industrial-urban agglomerations by the state of the geological environment and potential occurrence of geological hazards and emergencies: 1 – «excellent»; 2 – «good»; 3 – «satisfactory»; 4 – «unsatisfactory»; 5 – hydrography; 6 – boundaries of selected satellite cities and cores of the agglomerations.

неогену і палеогену. Найбільша кількість зсувів приурочена до місць розвантаження водоносних горизонтів у відкладах київського та харківського ярусів.

Найпоширеніші невеликі зсуви у плейстоценових лесоподібних суглинках. Зсуви, пов'язані з неоген-палеогеновими відкладами, менш розповсюджені, але характеризуються великими розмірами.

За проведенням ранжуванням 9% території ПМА знаходяться у «незадовільному» стані геологічного середовища та мають високий потенціал до ризику виникнення надзвичайних подій (рис. 3, б). Вони пов'язані з поширенням зсуво-небезпечних ділянок, лесовими відкладами, карстовими породами, берегами річок, населеними пунктами з високим промисловим потенціалом.

ВИСНОВКИ

В рамках дослідження було проведено аналіз методичних підходів до визначення меж агломерацій, що дозволило виокремити та обґрунтувати межі Київської та Харківської ПМА. Були визначені основні міста та міста-супутники в контексті їхньої приналежності до агломерації. Це визначено з урахуванням таких критеріїв, як інтенсивність виробничих, економічних та соціальних зв'язків, густота населення та відстань від міста-ядра. Нарощування промисловості, розбудова житлових районів, удосконалення транспортної мережі, об'єктів критичної інфраструктури в межах ПМА є додатковими техногенними навантаженнями на компоненти геологічного середовища. Створено банк даних за природними загрозами техногенними впливами на визначених агломераційних територіях та виконано аналіз інженерно-геологічних умов. Вхідні дані векторизовані, опрацьовані методом поквдратної оцінки території та статистичного аналізу даних.

REFERENCES

On the formation and liquidation of districts. Resolution of the Verkhovna Rada of Ukraine No. 807-IX of July 17, 2020: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/807-IX#Text>.

Bondarik G. K., Penden V. V., 1982. Methodology for quantitative assessment of engineering-geological conditions and special engineering-geological zoning (Metodika kolichestvennoj ocenki inzhenerno-geologicheskikh uslovij i special'nogo inzhenerno-geologicheskogo rajonirovaniya). Engineering geology. No 4, Pp. 82–89. (In Russian).

Lushchik A. V., Yakovlev Ye. A., Pochtarenko V. I. (Eds.), 1997. 20. Temporary methodological provisions for ecological-geological mapping (scale 1:50000–1:200000) (Vremennye

Виявлено та оцінено небезпечні екзогенні геологічні процеси та техногенні впливи, які можуть спричинити потенційно небезпечні ситуації. Окрім техногенних чинників, необхідно враховувати вплив аномальних атмосферних опадів, що зумовлюють паводки, підтоплення, гравітаційні (зсуви) та селеві процеси, утворення провалів на урбанізованих територіях та яружну і площинну ерозію на сільськогосподарських угіддях.

Розроблено алгоритм та систему критеріїв для оцінки ризиків синергетичного впливу природних умов та техногенної діяльності на визначених агломераційних територіях. При встановленні ризиків настання небезпечних ситуацій на регіональному рівні доцільно розглядати окрему ПМА як сукупність техногенних навантажень та аналізувати розвиток небезпечних екзогенних геологічних процесів.

Типізовано стани геологічного середовища за вразливістю до природно-техногенних умов як результат врахування низки факторів (F 1–8) за виділеними критеріями. Із використанням геоінформаційних технологій проведено ранжування геологічного середовища територій ПМА. Побудовано карто-схему ризиків синергетичного впливу природних умов та техногенної діяльності в агломераціях на основі ранжування за бальною інтегральною оцінкою.

Розроблений методичний підхід дозволяє не лише фіксувати геологічні загрози на визначених територіях, а проводити їх ранжування, тому є шляхом до розробки ефективних заходів щодо управління ризиками та безпеки життєдіяльності на територіях ПМА.

Робота виконана в рамках бюджетної тематики III-5–17 «Інженерно-геологічне обґрунтування функціонального зонування територій промислово-міських агломерацій (для запобігання надзвичайних ситуацій)», КПКВК 6541030.

Про утворення та ліквідацію районів. Постанова Верховної Ради України № 807-IX від 17 липня 2020 р. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/807-IX#Text>.

Бондарик Г. К., Пендин В. В. Методика количественной оценки инженерно-геологических условий и специального инженерно-геологического районирования. Инженерная геология, 1982, № 4. С. 82–89.

Временные методические положения эколого-геологического картирования (масштаб 1:50000–1:200000) / [Под

- metodicheskie polozheniya ekologo-geologicheskogo kartirovaniya) Simferopol': SONAT., 99 p. (In Russian).
- Golodkovskaya G. A., Eliseev Yu. B. Geological environment of industrial regions (Geologicheskaya sreda promyshlennykh regionov). Moscow, Nedra, 1989. 220 p. (In Russian).
- Demchyshyn M. G., 2004. Technogenic impacts on the geological environment of Ukraine (Tekhnohenni vplyvy na heolohichne seredovyshe terytorii Ukrainy). Kyiv, 156 p. (In Ukrainian).
- Demchyshyn, M. G., Kril, T. V., 2021. Engineering-geological and geoeological problems of heat power complexes on urban areas. *Geologichnij zhurnal*, No 2 (375), Pp. 3–23. (In Ukrainian). <https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2021.2.205927>.
- Kovalov O. B., Matvieiev H. Ia., Pastukhov V. V., Vynohradov G. G., Okhynko Z. P., 2001. State Geological Map of Ukraine. Scale 1:200 000, sheet M-36-XIII (Kyiv). (Derzhavna heolohichna karta Ukrainy. Masshtab 1:200 000, arkush M-36-XIII (Kyiv)). Ministry of Ecology and Natural Resources of Ukraine, Northern State Regional Geological Enterprise "Pivnichgeologiya". 78 p. (In Ukrainian).
- Borysenko Yu. A., Lytvynenko Yu. O., Myrka H. Yu., Moskalenko I. O., Moskalenko L. H., Rudyi M. H., Yakovliev V. V., 2008. State geological map of Ukraine of scale 1:200 000. Dniprovsko-Donetsk series. Sheets M-36-XIII (Bielhorod), M-36-XIX (Kharkiv) (Derzhavna heolohichna karta Ukrainy. Masshtab 1:200 000, arkush M-36-XIII (Bielhorod), M-36-XIX (Kharkiv). Kyiv. (In Ukrainian). Ministerstvo okhorony navkolyshnoho pryrodnoho seredovyssha Ukrainy, State Geological Survey, Kazennepidpriemstvo «Pivdenekoheotsent
- Zaikanov V. G., Minakov T. B. Methodological bases of geoeological assessment of urbanized territories. (Metodicheskie osnovy geoeologicheskoy ocenki urbanizirovannykh terytorij). *Geoekologiya. Geoecology. Engineering geology. Hydrogeology. Geocryology*. 1995, № 5. Pp. 63–70. (In Russian).
- Ishchuk S. I., Hladkyi O. V., 2010. Classification of the world industrial agglomerations. *Geography and tourism*. Issue 5. Pp. 148–152. (In Ukrainian).
- Kolot E. Y., Palyenko V. P., Yakovlev E. A., Yshchenko E. V., Karpenko H. V., Lushchuk A. V., Nehoda A. L., Romaniuk O. S., Bober E. Y., Herashchenko S. H., Stankevych Z. S., 1997. Map of the conditions for the development of exogenous geological processes in Ukraine (Karta uslovij razvitiya ekzogenykh geologicheskikh processov terytorii Ukrainy) 1:500 000. Kiev. (In Russian).
- Cocur E. S., Kolegova O. G., Ziangirov R. S., Gruzдов A. V., 1992. 23. Mapping and analysis of anthropogenic impacts on the city territory (Kartirovanie i analiz tekhnogennykh vozdeystvij na terytoriyu goroda). *Engineering geology*, No 5. Pp. 98–103. (In Russian).
- Kotlov V. F., Koff G. L., 1987. Methodological aspects of geologic environment assessment. (Metodologicheskie aspekty ocenki sostoyaniya geologicheskoy sredy). *Engineering geology*. No 1. Pp. 29–36 (In Russian).
- Kril, T. V., 2015. Technogenic dynamic influences on the geological environment of city (on an example of Kyiv) (Tekhnohenni dynamichni vplyvy na heolohichne seredovyshe mista (na prykladi m. Kyieva)). Kyiv: Naukova Dumka. 160 p. (in Ukrainian).
- ред. А. В. Лущика, Е. А. Яковлева, В. И. Почтаренко и др.]. Симферополь: Изд-во СОНАТ, 1997. 99 с.
- Голодковская Г. А., Елисеев Ю. Б. Геологическая среда промышленных регионов. М. Недра, 1989. 220 с.
- Демчишин М. Г. Техногенні впливи на геологічне середовище території України. Київ, 2004. 156 с.
- Демчишин М. Г., Кріль Т. В. Інженерно-геологічні та геоекологічні проблеми теплоенергетики на міських територіях. *Геологічний журнал*. 2021, № 2. С. 3–23. <https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2021.2.205927>.
- Державна геологічна карта України. Масштаб 1:200 000, аркуш М-36-XIII (Київ). Ковальов О. Б., Матвеев Г. Я., Пастухов В. В., Виноградов Г. Г., Охінько З. П. Київ: Міністерство екології та природних ресурсів України, Північне державне регіональне геологічне підприємство «Північгеологія». 2001. 78 с. (In Ukrainian).
- Державна геологічна карта України. Масштаб 1:200 000. Дніпровсько-Донецька серія. Аркуші М-36-XIII (Белгород), М-36-XIX (Харків). Борисенко Ю. А., Литвиненко Ю. О., Мирка Г. Ю., Москаленко І. О., Москаленко Л. Г., Рудий М. Г., Яковлев В. В. Київ, 2008.
- Заиканов В. Г., Минаков Т. Б. Методические основы геоэкологической оценки урбанизированных территорий. *Геоэкология. Инж. геология. Гидрогеология. Геокриология*. 1995, № 5. С. 63–70.
- Ішук С. І., Гладкий О. В. Класифікація промислових агломерацій країн світу. *Географія та туризм*. Вип. 5. 2010. С. 148–152.
- Карта условий развития экзогенных геологических процессов территории Украины. М 1:500 000. Колот Э. И., Палиенко В. П., Яковлев Е. А., Ищенко Е. В., Карпенко Г. В., Лущик А. В., Негода А. Л., Романюк О. С., Бобер Е. И., Герашченко С. Г., Станкевич З. С. Киев, 1997.
- Картирование и анализ техногенных воздействий на территорию города / Цоцур Е. С., Колегова О. Г., Зянгиоров Р. С., Груздов А. В. *Инж. геология*. 1992, № 5. С. 98–103.
- Котлов В. Ф., Кофф Г. Л. Методологические аспекты оценки состояния геологической среды. *Инж. геология*. 1987. № 1. С. 29–36.
- Кріль Т. В. Техногенні динамічні впливи на геологічне середовище міста (на прикладі м. Києва). К.: Наукова думка, 2015. 160 с.

Kril T. V., Sytnikova V. A., 2021. The formation of industrial urban agglomerations in the territory of Ukraine, their impact on the environment. Materials of the IX International Scientific Conference «Actual Problems of Environmental Research», May 25–27, 2021, Sumy, С. 170–174. (In Ukrainian).

Koff G. L., Minakova T. V., Kotlov F. V. et al., 1990. Methodological basis for assessment of technogenic changes in the geological environment of cities (Metodicheskie osnovy ocenki tekhnogennyh izmenenij geologicheskoy sredy gorodov). Moscow, Nauka. 196 p. (In Russian).

Ozdоеva. I., 1981. Use of integral index of engineering-geological conditions in large-scale engineering-geological zoning of urban areas. (Ispol'zovanie integral'nogo pokazatelya inzhenerno-geologicheskikh uslovij pri krupnomasshtabnom inzhenerno-geologicheskom rajonirovanii gorodskih territorij). *Izvestiâ vysših učebnyh zavedenij. Geologîâ i razvedka*, No 8. Pp. 70–73. (In Russian).

Parasyuk I., 2012. Legal Aspects of the Notions of „Agglomeration” and „Urban Agglomeration” in Ukrainian Legislation. (Ekonomiko-pravovi aspekty poniat „ahlomeratsiia” ta „miska ahlomeratsiia” v ukrainskomu zakonodavstvi). *Economic Herald of the Donbass*, No 1 (27). Pp. 82–89. (In Ukrainian).

Planning and development of territories: DBN B.2.2–12–20019. 2019. Kyiv, Ministry of Regional Development of Ukraine, 185 p. (State building regulations of Ukraine). (In Ukrainian).

On the approval of the Procedure for placement of observation points for atmospheric air pollution in zones and agglomerations. Order of the Ministry of Internal Affairs of Ukraine No. 300 of April 21, 2021, Kyiv. (In Ukrainian). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0635-21#Text>.

Antonov V. M., Lednev V. V., Skrylev V. I., 2002. Design of buildings in special conditions of construction and operation (Proektirovanie zdaniy v osobyh usloviyah stroitel'stva i ekspluatatsii): Textbook. Tambov. 240 p. (In Russian).

For the creation of the liquidation of the raioniv (Pro utvorennia ta likvidatsiiu raioniv). Pro utvorennia ta likvidatsiiu raioniv. Postanova Verkhovnoi Rady Ukrainy № 807-IX vid 17 lypnia 2020 r. Rezhym dostupu: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/807-IX#Text>.

Saliy I. M., 2005. Urbanization in Ukraine: social and managerial aspects. (Urbanizatsiia v Ukraini: sotsialnyi ta upravlinskyi aspekty). Kyiv, Naukova dumka. 302 p. (In Ukrainian).

Soloduhin M. A., 1985. Engineering-geological surveys for industrial and civil construction. (Inzhenerno-geologicheskie izyskaniya dlya promyshlennogo i grazhdanskogo stroitel'stva). Moscow. Nedra, 224 p. (In Russian).

Sergeev E. M., Trofimov V. T., Fadeev P. I., 1985. Theoretical bases of engineering geology. Socio-economic aspects (Teoreticheskie osnovy inzhenernoj geologii. Social'no-ekonomicheskie aspekty). Moscow. Nedra, 332 p. (In Russian).

Trofimov V. T. (Ed.), 1997. 28. Theory and methodology of environmental geology (Teoriya i metodologiya ekologicheskoy geologii) 368 p. (In Russian).

Territorial development in Ukraine: development of agglomerations and subregions (Terytorialnyi rozvytok v Ukraini: rozvytok

Кріль Т. В., Ситнікова В. А. Формування промислово-міських агломерацій території України, їх впливи на довкілля. Матеріали ІХ Міжнародної наукової конференції «Актуальні проблеми дослідження довкілля», 25–27 травня 2021 р, м. Суми, С.170–174.

Методические основы оценки техногенных изменений геологической среды городов / Кофф Г. Л., Минакова Т. В., Котлов Ф. В. и др. М.: Наука, 1990. 196 с.

Оздоева. И. Использование интегрального показателя инженерно-геологических условий при крупномасштабном инженерно-геологическом районировании городских территорий. Известия высших учебных заведений. *Геология и разведка*, 1981, 8, С. 70–73.

Парасюк І. Економіко-правові аспекти понять «агломерація» та «міська агломерація» в українському законодавстві. *Економічний вісник Донбасу*. № 1 (27), 2012. С. 82–89.

Планування та забудова територій: ДБН Б.2.2–12–20019. [Чинний від 2019–10–01]. Київ, Мінрегіонбуд України, 2019. 185 с. (Державні будівельні норми України)

Про затвердження Порядку розміщення пунктів спостережень за забрудненням атмосферного повітря в зонах та агломераціях. Наказ Міністерства внутрішніх справ України № 300 від 21.04.2021 р. Київ. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0635-21#Text> (дата звернення 10.08.2021).

Проектирование зданий в особых условиях строительства и эксплуатации: Учеб. пособие / Антонов В. М., Леднев В. В., Скрылев В. И. Тамбов. Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2002. 240 с.

Про утворення та ліквідацію районів. Постанова Верховної Ради України № 807-IX від 17 липня 2020 р. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/807-IX#Text>.

Салій І. М. Урбанізація в Україні: соціальний та управлінський аспекти. К.: Наукова думка, 2005. 302 с.

Солодухин М. А. Инженерно-геологические изыскания для промышленного и гражданского строительства. Москва. Недра, 1985. 224 с.

Теоретические основы инженерной геологии. Социально-экономические аспекты / Сергеев Е. М., Трофимов В. Т., Фадеев П. И.; Под ред. Е. М. Сергеева. М. Недра, 1985. 332 с.

Теория и методология экологической геологии / Под ред. В. Т. Трофимова. М. Изд-во МГУ, 1997. 368 с.

Територіальний розвиток в Україні: розвиток агломерацій та субрегіонів. Київ, 2012. 183 с. / USAID ЛІНК, 2012. 183 с.]

ahlomeratsii ta subrehioniv). Kyiv, USAID, 2012. 183 p. (In Ukrainian).

Trofimov V. T., 1985. Rajonirovanie v inzhenernoj geologii. Teoreticheskie osnovy inzhenernoj geologii. Geologicheskie osnovy. M. Nedra, Pp. 294–299. (In Russian).

Rudenko L.H (ed.), 2015. Functions of cities and their impact on space (Funkcii gorodov i ih vliyanie na prostranstvo). Kyiv, Phoenix. 292 p. (In Russian).

The size of the existing population of Ukraine as of January 1, 2017 (Чисельність наявного населення України на 1 січня 2017 року). State Statistics Service of Ukraine. Kyiv, 2017. 83 p. (In Ukrainian).

Böhme K., Schön P., 2005. ESPON 3.1 Integrated Tools for European Spatial Development. Final Report, Part A. Scientific and policy oriented conclusions of ESPON results until September 2004. URL://www.espon.eu/sites/default/files/attachments/fr-3.1-full_0.pdf Дата звернення: 20.12.2021.

Guo Mengyao, Fang Wang, Ruixi Zhao, Xi Guo, 2021. Spatial Patterns of the Urban Agglomeration of the Yellow River Ji-Shaped Bend Based on Space of Multiple Flows, Complexity, vol. 2021,. Article ID 7082162, Pp. 1–13,. <https://doi.org/10.1155/2021/7082162>.

Ivanov P., Berov B., Dobrev N., Krastanov M., Frangov S., 2017. Principles for the assessment and mapping of integrated geological hazard in Bulgaria. *Geologica Balcanica*, No 46 (2). Pp. 103–109.

Klapka P., Halas M., 2016. Conceptualising Patterns of Spatial Flows: Five Decades of Advances in the Definition and Use of Functional Regions. *Moravian Geographical Reports*, vol. 24. No 2. Pp. 2–11. DOI: 10.1515/mgr-2016-0006.

META. Maps of Ukraine. URL: <https://map.meta.ua/#zoom=6&lat=48.5&lon=31.2&base=B00> (Accessed: 10.06.2021).

Трофимов В. Т. Районирование в инженерной геологии. Теоретические основы инженерной геологии. Геологические основы. М. Недра, 1985. С. 294–299.

Функции городов и их влияние на пространство / под ред. Л. Г. Руденко, Киев, Феникс, 2015. 292 с.

Чисельність наявного населення України на 1 січня 2017 року. Державна служба статистики України. Київ, 2017. 83 с.

Böhme K., Schön P. ESPON 3.1 Integrated Tools for European Spatial Development. Scientific and policy oriented conclusions of ESPON results until September 2004. Final Report, Part A, 2005. 519 p. www.espon.eu/sites/default/files/attachments/fr-3.1-full_0.pdf Дата звернення: 20.12.2021.

Guo Mengyao, Fang Wang, Ruixi Zhao, Xi Guo, Spatial Patterns of the Urban Agglomeration of the Yellow River Ji-Shaped Bend Based on Space of Multiple Flows, Complexity, vol. 2021, 2021. Article ID 7082162, P. 1–13,. <https://doi.org/10.1155/2021/7082162>.

Ivanov P., Berov B., Dobrev N., Krastanov M., Frangov S. Principles for the assessment and mapping of integrated geological hazard in Bulgaria. *Geologica Balcanica*, No 46 (2), 2017. Pp. 103–109.

Klapka P., Halas M. Conceptualising Patterns of Spatial Flows: Five Decades of Advances in the Definition and Use of Functional Regions. *Moravian Geographical Reports*. Vol. 24. No 2. P. 2–11. 2016. DOI: 10.1515/mgr-2016-0006.

META. Карты України. URL: <https://map.meta.ua/#zoom=6&lat=48.5&lon=31.2&base=B00>

Manuscript received October 11, 2021;
revision accepted December 3, 2021.

Інститут геологічних наук НАН України,
Київ, Україна

Державне підприємство «Науково-дослідний
і проектний інститут містобудування»
Мінрегіонбуду України, Київ, Україна

РАНЖИРОВАНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ ПРОМЫШЛЕННО-ГОРОДСКИХ АГЛОМЕРАЦИЙ КИЕВА И ХАРЬКОВА ПО ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННЫМ ВОЗДЕЙСТВИЯМ

Т. В. Криль, Н. Х. Соковнина, У. М. Селивачева, Я. А. Романюк

Целью исследования является оценка и ранжирование состояния геологической среды территорий промышленно-городских агломераций Киева и Харькова по уязвимости к природно-техногенным воздействиям. Для определения границ промышленно-городских агломераций Киева и Харькова применен геоинформационный подход. Выделены основные города-спутники трех уровней по удаленности от города-ядра.

Обосновано ранжирование состояния геологической среды данных территорий по уязвимости к возникновению чрезвычайных событий. В геоинформационной системе ArcGIS разработана структурированная база данных, включающая информацию о природных характеристиках (тип отложений, зоны геодинамической активности, гидрогеологические и геоморфологические условия, инженерно-геологические процессы) и техногенные аспекты (площади населенных пунктов, транспортная инфраструктура, объекты промышленности). Входящие данные векторизованы, обработаны методом поквартной оценки территории и статистического анализа. Результирующая карто-схема нами построена на основании ранжирования по балльной интегральной оценке. Для каждого отдельного квадрата оценка уязвимости территории установлена как результат учета ряда факторов (F 1–8) и отнесена к одному из четырех типов геологической среды. Для ранжирования каждый из техногенных и природных параметров был градуирован по его значению (критерии) и присвоен балльный вес. «Неудовлетворительным состоянием» характеризуются 18 и 9% площадей территорий Киевской и Харьковской промышленно-городских агломераций, соответственно. Они имеют потенциально высокий риск возникновения опасного события, приурочены к распространению отложений лессовой формации, зон перехода литологического состава почв, карстовых процессов, крутых берегов рек, населенных пунктов с высоким промышленным потенциалом.

Ключевые слова: ранжирование, геологическая среда, промышленно-городская агломерация, опасные экзогенные геологические процессы, чрезвычайные происшествя.