

УДК 911.2:[911.53:712.3]:004.8

DOI: 10.31652/2786-5665-2025-7-19-33

Кравцова І. В.

кандидат географічних наук, доцент, доцент кафедри екології та безпеки життєдіяльності
Уманський національний університет, Україна
irinakravzova@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-3431-473X>

Огілько С. П.

доктор філософії (Науки про Землю), викладач кафедри екології та безпеки життєдіяльності
Уманський національний університет, Україна
zrivola153@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0001-5133-8314>

РОЛЬ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ГЕОГРАФІЧНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ: АНАЛІЗ ТА ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ПРОЄКТОВАНИХ САДОВО-ПАРКОВИХ ЛАНДШАФТІВ

Анотація. Штучний інтелект (AI) став потужним інструментом у сучасних географічних дослідженнях, пропонуючи інноваційні рішення для аналізу, візуалізації та інтерпретації ландшафтів. У цій статті досліджується, як штучний інтелект допомагає вивчати ландшафти садів і парків, зосереджуючись на створених AI зображеннях і аналізі даних як цінних ресурсах для географічних, антропогенно-ландшафтознавчих і екологічних дослідженнях. Вивчаючи приклади дослідження за допомогою AI, підкреслюємо його потенціал для трансформації традиційних методів і покращення розуміння функціонування та динаміки розвитку натуральних і антропогенних ландшафтів, зокрема культурних, організованих на основі відпрацьованих ландшафтно-технічних систем. У статті порушується питання недостатнього пізнання ролі AI у сучасних географічних, антропогенно-ландшафтознавчих і екологічних дослідженнях. Пропонується використовувати як сучасний метод моделювання просторової структури антропогенних ландшафтів загалом і садово-паркових ландшафтів зокрема. Це є тією інноваційною технологією, яка посилить результативність використання конкретних наукових методів наукового пошуку. На прикладі двох складних діючих ландшафтно-технічних систем техногенної генези, які знаходяться в центральній частині України в межах Дністерсько-Дніпровського лісостепового краю Східноєвропейської рівнинної країни (Голованівський район, Кіровоградської області), а саме: Заваллівського родовища графітів та Гайворонського родовища мігматитів, за допомогою інструментів візуалізації AI на основі детального аналізу ландшафтно-технічної структури, дослідження історії господарського освоєння території побудовано графічне зображення пропонуваного садово-паркового ландшафту. Для Заваллівського родовища графітів запропоновано футуристичні моделі проєктованого садово-паркового ландшафту, сформованого на основі відпрацьованого кар'єру, відвалу та хвостосховищ. Для Гайворонського родовища мігматитів представлено концептуальну модуль Quarry Garden по типу зіккурат та модель, спроектовану у пейзажному стилі планування території.

Ключові слова: антропогенний ландшафт, ландшафтно-технічна система, штучний інтелект, ландшафтне моделювання, сталий розвиток, раціональне природокористування.

Kravtsova Iryna, Ohilko Stanislav. THE ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN GEOGRAPHICAL RESEARCH: ANALYSIS AND VISUALIZATION OF DESIGNED GARDEN AND PARK LANDSCAPES

Abstract. Artificial intelligence (AI) has emerged as a powerful tool in contemporary geographical research, offering innovative approaches to the analysis, visualization, and interpretation of landscapes. This article explores the role of AI in the study of garden and park landscapes, with a particular focus on AI-generated imagery and data analysis as valuable resources for geographical, anthropogenic-landscape, and ecological research. Through selected case studies, we demonstrate how AI technologies can enhance traditional methodologies and deepen our understanding of the structure, function, and dynamics of both natural and human-made landscapes – especially cultural landscapes shaped through established landscape-engineering systems.

The article addresses the underexplored role of artificial intelligence (AI) in contemporary geographical, anthropogenic-landscape, and ecological research. It proposes AI as a modern method for modeling the spatial structure of human-made landscapes in general and garden and park landscapes in particular. As an innovative technology, AI can significantly enhance the efficiency and precision of scientific inquiry through the integration of specialized research methods.

The study focuses on two complex, functioning landscape-technical systems of technogenic origin, located in the central part of Ukraine, within the Dniester-Dnieper forest-steppe region of the East European Plain (Holovanivskiy District, Kirovohrad Oblast): the Zavallia graphite deposit and the Haivoron migmatite deposit. Utilizing AI-based visualization tools – grounded in a detailed analysis of landscape structure and historical patterns of land use – graphical models of proposed garden and park landscapes were developed. For the Zavallia graphite deposit, futuristic landscape concepts were designed on the basis of a reclaimed quarry, dump sites, and tailings. In the case of the Haivoron migmatite deposit, two models are presented: a conceptual “Quarry Garden” module in the form of a ziggurat, and an alternative design based on principles of landscape-style spatial planning. This research not only emphasizes the transformative potential of AI in landscape design and ecological restoration but also presents an innovative approach to spatial planning that bridges technology, geography, and environmental consciousness.

Keywords: human-made landscape, landscape-technical system, artificial intelligence, landscape modeling, sustainable development, rational use of nature.

Актуальність дослідження. Сьогодні географічні загалом і антропогенно-ландшафтознавчі дослідження зокрема ґрунтуються на поєднанні польового пізнання, картографічного аналізу та методів дистанційного зондування Землі. Інтеграція штучного інтелекту (АІ) у методологічний апарат виконання наукових робіт революціонізувала науковий підхід географів до розуміння та використання просторових даних. Технології АІ, включаючи машинне навчання (ML), геоінформатику та створення зображень, забезпечують більш ефективний і точний аналіз, який дозволяє створювати візуальний образ географічного об'єкту, процесу чи явища. Машинний аналіз у системі АІ пов'язаний із вивченням шаблонів з даних без явного програмування. Саме у антропогенно-ландшафтознавчих дослідженнях машинне навчання (ML) допомагає аналізувати просторові дані, розпізнавати моделі землекористування та прогнозувати трансформації навколишнього середовища, пов'язані зі змінами господарського використання територій. Сьогодні ведуться різнохарактерні дискусії щодо можливостей і наукової коректності використання АІ у наукових дослідженнях.

На теперішній час суспільство загалом і наукова спільнота зокрема розділилися на тих, хто критикує, і тих, хто схвалює інтеграцію АІ у навчання, роботу та загалом у життя сучасної людини. Розуміємо, що зупинити науковий прогрес не можливо і, насамперед, не потрібно, адже властивістю ландшафтних систем різних рівнів організації і їхніх компонентів є розвиток. Якщо відбудеться зупинка у переміщенні потоків речовини і енергії, (знання – це та сама речовина та енергія, що продукується живою речовиною, яка є фоною ознакою будь-якого ландшафту, натурального чи антропогенного), то планетарна система Землі буде нежиттєздатною. Без розвитку немає руху. Інше питання – на який розвиток націлене сучасне людство?

Це конструктивне, екологічне збалансоване природокористування, чи хижацьке? Людина має інтелект і може розуміти, які наслідки будуть від споживацького природокористування, від некоректного застосування сучасних технологій. АІ – це те, що людство має сьогодні. Інтеграція нових технологій, синергетизм сучасного наукового знання є відмітними ознаками науки ХХ і, особливо, ХХІ століття. Нам варто пам'ятати, що АІ винайшла людина, і саме від людини залежить чи АІ стане загрозою або комфортним, високопродуктивним асистентом у роботі із великим об'ємом даних, того знання, яке людство має сьогодні.

В українській географії не маємо апробованих наукових робіт, щодо відкритого застосування можливостей АІ у виконанні наукових досліджень. Розуміємо, що це новий напрям, який має високий ступінь суб'єктивності і високий рівень чутливості щодо окремих психологічних моментів (страх отримати звинувачення у недоброчесності тощо). Тому застосування можливостей АІ у географії загалом і антропогенному ландшафтознавстві зокрема є актуальною науковою проблемою.

Аналіз попередніх досліджень. Проблематика застосування штучного інтелекту у антропогенно-ландшафтознавчих, ландшафтознавчих і власне географічних дослідженнях України є новою. Відповідне програмне забезпечення широко застосовується у різних сферах життя та діяльності. Швидкість розвитку та можливості штучного інтелекту є карколомними і мають тенденцію до зростання зі значеннями інтенсивності показників геометричної прогресії.

У об'єктно-предметному полі географії АІ є новим інноваційним інструментом наукового пошуку. У наукометричній базі даних *Web of Science* кількість наукових праць, присвячених застосуванню АІ в цій галузі знань не є великою і нараховує лише 219 докумен-

тів. Аналіз років праць показав таку цікаву тенденцію, що перша робота була опублікована у 1983 році і до 2008 року маємо частоту виходу наукових матеріалів по одній одиниці кожні 10 років. Значне зростання фіксуємо у останні 7 років (рис. 1).

гії стикаються з ширшим епістемологічним ландшафтом складної артикуляції простору та політики. Walker, Winders, Voamah порушують необхідність визначення алгоритму, відповідної методології географічних досліджень із використанням інструментів AI. Та-

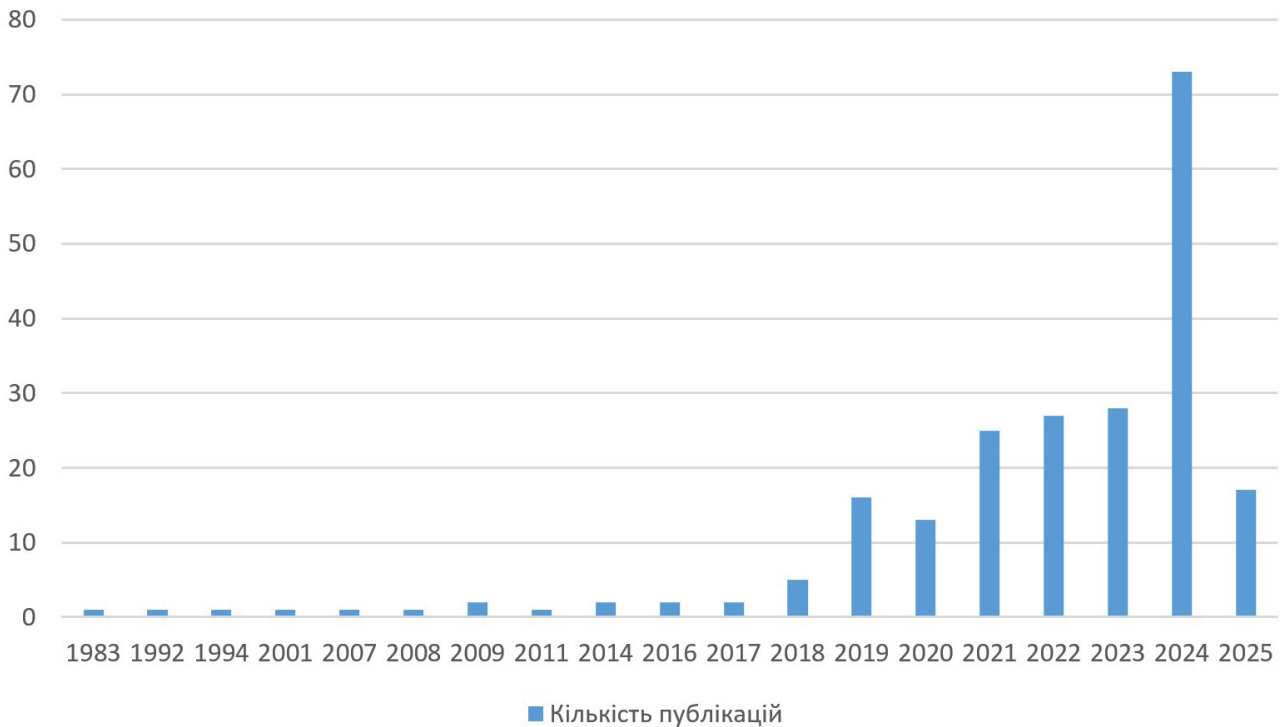


Рис. 1. Кількість публікацій, присвячених AI у географії, розміщених у наукометричній базі *Web of Science* станом на 07.03.2025 року, побудовано автором за даними *Clarivate*

Проблематикою застосування AI у географії, насамперед, займаються зарубіжні географи. Наприклад, Walker, Winders, Voamah (2021) ведуть мову про те, що Штучний інтелект (AI) все більше формує наше життя, але географічний підхід до AI не зміцнився. Науковці (Walker, Winders & Voamah, 2021) дослідили генеалогію AI в географії. Спираючись на твердження про те, що штучний інтелект створює різні види географії і пов'язаний з ними, вони досліджують ключові перетини між штучним інтелектом і взаємодією гуманістичної географії з територіями, кордонами та політичними географіями воєн. Дається аналіз того, як і де ці нові техноло-

кож досить цікавою і такою, що спонукає до розмірковувань, є думка авторів, що географія, як наука, можливо, ще не мала моменту (її розвиток відбувався без AI; авторське) AI, але AI, безсумнівно, має свій географічний момент (свою географічну складову, адже здійснює візуалізацію простору, працює із інструментами GIS; авторське), формуючи та трансформуючи просторові практики, які Географія прагне критично залучити, описати та проаналізувати (*Geography, as a discipline, may not yet have had its AI moment, but AI is undoubtedly having its geographical moment, shaping and transforming the spatial practices that our discipline purports to critically engage,*

describe, and analyze).

У статті (Day & Esson, 2025) йдеться про спробу використати ChatGPT для створення зображення для підручника з географії. Автори дослідили, чому отримане зображення викликало здивування та інтригу, і розмірковують про те, як наша реакція виявила вкорінені припущення щодо освітніх просторів. Дискусія підкреслює важливість навмисності в розробці підказок і пропонує нагадування про те, як, здавалося б, нейтральні підказки можуть відтворювати домінуючі наративи. На завершення автори роблять припущення, що оскільки генеративний AI стає все більш поширеним у географічній освіті, цей підйом має критично розглядати етичні та суспільні наслідки використання AI, щоб науковці могли активно кинути виклик собі та технологіям (Day & Esson, 2025).

Зростає інтерес до потенціалу генеративного AI (GenAI) для розробки навчальних і освітніх матеріалів (Chang & Kidman, 2023; Day & Perkins, 2024; Lee, 2023). Незважаючи на те, що GenAI може відігравати трансформаційну роль у покращенні освітнього досвіду та створенні контенту, адаптованого до потреб здобувачів освіти, також визнається, що викладачі та студенти повинні розвивати свою грамотність AI, щоб допомогти орієнтуватися в питаннях надійності, стійкості, упередженості та токсичності (Rakuasa, 2023; Wilby & Esson, 2024).

Дослідження інтеграції AI у інноваційний ландшафт Європи, необхідність його впровадження у промисловий розвиток (Buarque, Davies, Hynes & Kogler, 2020).

Розвиток штучного інтелекту (AI) віщує потенційно глибокий вплив на китайський каліграфічний ландшафт (CCL). Враховуючи зростаючі агентські можливості AI, антропоцентрична концепція CCL, яка передбачає пріоритет людських ідентичностей, емоцій і творчої роботи, була поставлена під сумнів. Однак географи мовчать про транс-

формації, спричинені штучним інтелектом. Щоб заповнити дослідницьку прогалину, автори Jiang ZJ., Yu JY., Jin YY., Ginn A., Chen JJ., Sun GD. (2023) наголошують на необхідності так званого «влиття» в CCL географії, яка не стосується людини. Застосовуючи постлюдський підхід, культурологи мали б нове розуміння людини у створенні CCL. У цьому документі спочатку обговорюються три помітні зміни, внесені глибоким навчанням (DL) у такий ландшафт: новий онтологічний актор, тимчасовий і представлений простір. Відповідаючи на ці трансформації, стаття переконцептуалізує CCL як постлюдський термін і розгадує соціально-просторові практики та різноманітні географічні простори, що відрізняються від людських, під такими ландшафтами через три нещодавні фокуси, а саме: роботизовані підходи до CCL через DL, досвід моделювання, створений штучним інтелектом, і співпрацю людини та штучного інтелекту для створення CCL. Зрештою, ця наукова робота надихає географів на глибоке розуміння CCL в епоху ШІ. Завдяки всім цим спробам, ця стаття просуває розуміння того, що CCL є більш ніж створеними людьми (Jiang ZJ., Yu JY., Jin YY., Ginn A., Chen JJ., Sun GD. (2023)).

Набір представлених зображень із коментарями має на меті продемонструвати відповіді, які Chat GPT Artificial Intelligence дав би на прості запитання, які широко обговорюються в географії та суміжних областях Torres GAL., Hyslop K. (2023).

Штучний інтелект (AI) розширює нелюдську перспективу творчості та творчих географій, оскільки нові техно-матеріальні відносини та простори формуються, коли люди та AI творять разом. Автори (Lundman, & Nordström, 2023) пропонують концепцію «співтворчої просторовості» для позначення особливих місць, відносин і процесів співпраці людини та штучного інтелекту в мистецькій творчій практиці. Дослідження базу-

ється на інтерв'ю з 26 фінськими художниками, які використовували AI у своїй творчості. У аналізі науковці зосереджені на питаннях що, як, де, з ким і з творчістю, за допомогою яких вони вивчають просторові особливості творчості та їхні зв'язки з AI. Обговорюють, як нові техно-матеріали штучного інтелекту впливають на співтворчу просторовість, розширюючи межі (людської) уяви та запускаючи творчість на нових просторах уяви. Спільнотворча просторовість розкриває нові та невідомі колаборації, які складають наші матеріальні світи, і, отже, автори вважають, що вона запрошує до географічного аналізу всіх, хто цікавиться трансформаціями творчих і мистецьких практик в епоху AI (*Lundman & Nordström, 2023*).

Мета дослідження. Показати роль штучного інтелекту у вивченні садово-паркових ландшафтів, продемонструвати, як ці технології підтримують і покращують (посилюють) конкретнонаукові методи дослідження на засадах академічної доброчесності

Методи дослідження. З метою дослідження ролі AI у пізнанні антропогенних ландшафтів загалом і садово-паркових ландшафтів зокрема було застосовано такі методи наукового пошуку. Група загальнонаукових методів дослідження (аналізу, синтезу, абстрагування, формулювання узагальнюючих висновків) застосована для виконання теоретичного аналізу проблематики наукового пошуку, зокрема, з'ясування стану розробки питання застосування AI у географії та географічних дослідженнях. Метод польових досліджень, ландшафтного картографування застосовано для підготовки карт ландшафтно-структури діючих ландшафтно-технічних систем Заваллівського родовища графітів та Гайворонського родовища мігматитів; з'ясування окремих ознак просторовості цих об'єктів. ГІС-технології застосовано для формування образу досліджуваних об'єктів, розуміння фонових ознак, які є важливими

для виконання моделювання. Інструменти AI, а саме ChatGPT для візуалізації проєктованих моделей садово-паркових ландшафтів, які пропонуємо організувати як заходи із рекультивації відпрацьованих промислових ландшафтно-технічних систем.

Результати дослідження. З метою пізнання ландшафтно-технічних систем Середнього Надбужжя як інструменту розуміння антропогенної природи садово-паркових ландшафтів, а саме виконання моделювання діючих ландшафтно-технічних систем натурних ділянок були застосовані технології AI. Основні програми AI включають генерацію зображень, геопросторовий аналіз та інтеграцію дистанційного зондування. Створені штучним інтелектом зображення ландшафтів, зокрема садово-паркових, забезпечують реалістичні візуальні представлення для аналізу та планування. Алгоритми машинного навчання досить швидко аналізують великі набори даних, щоб визначити моделі та тенденції відповідного землекористування. Машинне навчання також може класифікувати різні типи рослинності, виявляти зміни ландшафту з часом і прогнозувати вплив на навколишнє середовище на основі історичних даних. AI покращує інтерпретацію супутникових зображень для моніторингу змін навколишнього середовища, включаючи виявлення вирубки лісів, розширення міст і сезонних змін у рослинному житті.

Інструменти AI було застосовано з метою візуалізації моделі садово-паркового ландшафту. Зокрема використано ChatGPT для виконання графічного зображення. Детальний аналіз ландшафтно-структури вихідних просторових об'єктів дав можливість виконати моделювання садово-паркового ландшафту, який пропонуємо розбити після припинення роботи об'єктів дослідження.

Для отримання рисунку проєктованого садово-паркового ландшафту були визначені параметри. Зокрема прописані такі характе-

ристики: висота поверхні над рівнем моря, основні просторові елементи працюючої ландшафтно-технічної системи, віддаленість від об'єктів гідрографії, стиль планування садово-паркового ландшафту, наявність скульптури, характер архітектурно-дорожнього каркасу тощо.

Після закінчення видобування корисної копалини відкритим способом організований на основі Південно-Східного кар'єру садово-парковий ландшафт виконає функцію формування редуційних і компенсаційних зв'язків між природним і техногенним блоками для формування культурного ландшафту техногенної генези із змінами фізичної поверхні. Ландшафтна система кар'єру є основою для розвитку в межах вододільного типу місцевостей цієї території урочища ставка/водосховища (в залежності від об'ємів накопичених вод), наповнення якого буде здійснюватися природним шляхом через розвантаження тріщинуватих вод гідрогеологічної області тріщинних і пластово-порових вод Українського кристалічного щита. Приклад конструктивного функціонування таких ландшафтних систем є на території України. Це «Женевське озеро» – водний антропогенний ландшафтний об'єкт у просторовій структурі садово-паркового ландшафту Національного дендрологічного парку «Софіївка» НАН України. У минулому – кар'єр, в якому видобували граніт. Сьогодні це урочища антропогенного об'єкту округлої форми в межах схилового типу місцевостей із прямовисними гранітними стінками, аборигенним біокомпонентом і, особливою ознакою цього антропогенного урочища є те, що водний компонент не має ознак розвитку акультурного ландшафту (формування деструктивних зв'язків). Остання характеристика є особливо важливою, адже у всіх інших водоймах садово-паркового ландшафту Софіївки розвиваються деструктивні зв'язки між при-

родною та технічними блоками, які є ідентифікаторами акультурності цього антропогенного ландшафту.

У просторовій структурі садово-паркового ландшафту, організованого на місці Південно-Східного кар'єру Завалівського родовища графіту, будуть урочища водоспадів, утворених метаморфічними та магматичними гірськими породами, колір води в яких, визначатиметься відповідними мінералами, наприклад селадонітом.

Хвостосховище знаходяться на схід від Південно-Східного кар'єру, займає територію площею понад 2,0 км², абсолютна висота фізичної поверхні 145–160 м. Сформовані на цей час антропогенні урочища у просторовій структурі гідровідвалу є основою для організації іншого горизонтального елементу садово-паркового ландшафту – піднятих «озер», прибережні ділянки яких і основа складені не кристалічними породами, а пульпою із лесоподібних суглинів. Ці пухкі осадові континентальні субареальні породи, які вкривають кристалічні породи в межах Центральної частини України мають незначну пористість, агрегованість. Для них не є характерними явища просідання або вони виражені слабко. Тому прогнозуємо формування стійкого ландшафтного комплексу. Урочища центральних відкритих водних поверхонь, прибережних відмілин із ознаками антропогенної трясовини будуть основними в ландшафтній структурі проєктованого садово-паркового ландшафту. Унікальності цієї частини парку надаватимуть загальна піднятість ландшафтно-технічної системи над навколишньою місцевістю. Посилить атрактивність та комунікативність система дорожніх ландшафтів, прокладених над речовиною хвостосховища та водними поверхнями. Сьогодні загальний об'єм накопиченої води у гідровідвалі становить більше 6 млн. м³.

Відвал пустої породи, площею понад

1,0 км² (об'єм 30 млн. м³), що знаходиться на південний схід від Південно-Східного кар'єру, є основою для формування просторових елементів гірського ландшафту в умовах Дністерсько-Дніпровського лісостепового краю Східноєвропейської рівнинної країни. Виконані геоботанічні дослідження доводять різноманітність рослинного світу, відновлення якого відбувалося природним шляхом. Це створює прекрасну основу для урізноманітнення зеленого компоненту проєктованого садово-паркового ландшафту. Можливі такі варіанти організації цієї частини сучасного Завалівського родовища графітів: залишення у формі накопиченого матеріалу пустої породи, яке буде створювати антропогенну модель гірського ландшафту, або виконання терасування та створення складних ландшафтно-технічних систем із відповідними видовими точками, можливо спорудженням складної системи гідротехнічних споруд. Однак, зважаючи на особливості природних умов проєктованої території та необхідність організації ергономічного, екологічно-збалансованого садово-паркового ландшафту, пропонуємо не ускладнювати поверхню елементами динамічної води. Використати рослинний матеріал як основу формування ландшафтних експозицій. Розуміння природних механізмів функціонування трансформованої території під впливом гірничо-видобувної промисловості та формування нових парадинамічних і парагенетичних зв'язків із прилеглими ландшафтами. Таке просторове розташування складних урочищ садово-паркових елементів на основі хвостосховища та відвалу пустих порід створить той унікальний садово-парковий ландшафт Завалля, що географічно відображатиме топонім Середнє Надбужжя.

Однак варто врахувати особливості локального характеру функціонування елементів садово-паркового ландшафту Завалівського родовища графітів, створених на

гідровідвалі: відчуватимуть значні природні коливання, пов'язані зі змінами метеорологічних показників. Адже гіпсометричне положення визначатиме надходження значної кількості сонячної радіації, основним джерелом водозабезпечення будуть атмосферні опади (сьогодні вода поступає до гідровідвалу із пульпою), тому ця ділянка садово-паркового ландшафту буде розвиватися в більш аридних умовах, що варто враховувати при роботі із рослинним компонентом в цій частині проєктованого садово-паркового ландшафту. Пропонуємо деякі варіанти садово-паркового ландшафту рекультивованого Завалівського родовища графітів на рисунках 2-4.

Завалівське родовище графітів – сучасне промислове підприємство, яке формує промислово-селитебний тип селищного підкласу селитебного класу антропогенних ландшафтів с-ща Завалля Голованівського району Кіровоградської області. Складається із таких ландшафтно-технічних структур: Хутір Андріївка (відпрацьований затоплений кар'єр, площею 0,06 км²), Південно-Східний кар'єр (площа близько 1,5 км²), відвал пустої породи, площею понад 1,0 км² (об'єм 30 млн. м³), хвостосховище/гідровідвал (площа понад 2,0 км²), збагачувальна фабрика. У горизонтальній структурі Завалівського родовища графітів є ландшафтні елементи, які пропонуємо у перспективі розвитку цього антропогенного ландшафту розуміти як такі, на основі яких відповідно до цілей та стратегії сталого розвитку варто було б створити садово-парковий ландшафт техногенної природи. Це стане позитивним рішенням з погляду реалізації цілей екологічно-збалансованого розвитку регіону, пом'якшення техногенного навантаження на ландшафтні комплекси, які межують із об'єктом дослідження; формування екологічних ніш для біогенного компоненту цієї території та реалізації позитивного європейського досвіду



Рис. 2. Садово-парковый ландшафт Заваллівського родовища графітів – футуризм ландшафтно-технічної системи



Рис. 3. Модель садово-паркового ландшафту Завалівського родовища графітів, виконаного у більш натуралістичному розумінні

ревіталізації відпрацьованих промислових територій.

Зважаючи на сучасну ландшафтну структуру, Гайворонські кар'єри та власне територія промислового об'єкту може бути рекультивована у садово-парковий ландшафт. За своєю природою цей садово-парковий ландшафт буде унікальним, адже основним композиційним центром в умовах виконаних розкривних і гірничо-видобувних робіт будуть урочища Північного та Південного кар'єрів. Він матиме ознаки садів типу «зіккурат», або висячих садів Семираміди (рис. 4), однак таких, що не будуть підніматися над вихідною фізичною поверхнею, а навпаки знижуватися і займати нижчі гіпсометричні рівні, які у природному відношенні не є типовими для цих ділянок. Борти кар'єру будуть основою для терас. Сучасні процеси

відновлення природної рослинності є доведеними науковими фактами віддаленого розвитку цього садово-паркового ландшафту.

Садово-парковий ландшафт проєктованого об'єкту розроблено таким чином, щоб відобразити історію кар'єру, водночас охоплюючи натуралістичний стиль. Розташоване на лівому березі річки Південний Буг, має прямокутне планування відповідно до форми ділянок кар'єру, від берега приблизно на 150 метрів. Дизайн об'єднує елементи, які відзначають спадщину кар'єру та забезпечують безтурботність і привабливість для відвідувачів. Складається з двох ділянок: Північний кар'єр та Південного кар'єру.

Ділянка Північного кар'єру має ставок, розташований в центрі північної частини, ставок діє як центр, оточений пишною рослинністю. Три тераси, які поступово спуска-



Рис. 4. Терасований відвал пустої породи та поєднання симетричних і асиметричних елементів у просторовій структурі садово-паркового ландшафту, розробленого на основі ландшафтних елементів відпрацьованого Заваллівського родовища графітів

ються вниз, відкривають мальовничі краєвиди та дозволяють установити інтерпретаційні виставки, що висвітлюють історію кар'єру. Вигнуті пішохідні стежки сприяють неквапливому дослідженню місцевості, проводячи відвідувачів як затіненими, так і відкритими місцями. Мистецькі інсталяції (скульптура), натхненні геологічним і культурним значенням кар'єру, стратегічно розміщені для підвищення естетичної привабливості.

Ділянка Південного кар'єру. Ставок в південній частині доповнює північний ставок і забезпечує безперервність. Чотири тераси, призначені для створення багатошарових краєвидів, пропонують можливості для місць відпочинку та тематичних садів. Звивисті пішохідні стежки з'єднують тераси та ставок, запрошуючи відвідувачів зануритися в природну красу саду. Пропонуємо встановити інтерактивні функції: зони, присвячені розповіді про історію кар'єру за допомогою табличок і досвіду доповненої реальності.

Близькість садово-паркового ландшафту до річки Південний Буг посилює його еко-

логічний зв'язок, а місцеві види рослин підсилюють натуралістичний дизайн. Планування включає натуральний камінь із самого кар'єру, що забезпечує гармонію між темою саду та його фізичним середовищем.

Історія кар'єру є центральною темою, відображеною в таких просторових компонентах і елементах: скульптурі, що представляють кар'єрні знаряддя праці та спадщину робітників; доріжках, вимощених кам'яним матеріалом, отриманим з кар'єру; інформаційні таблички, що детально описують історичне значення кар'єру та його внесок у розвиток місцевої громади (рис. 5).

Концептуальний дизайн садово-паркового ландшафту *Quarry Garden* не лише зберігає пам'ять про історію кар'єру, але й перетворює його на яскравий натуралістичний простір для відпочинку. Планування з подвійних секцій дозволяє отримати різноманітний досвід, від рефлексивного усамітнення біля ставок до активного навчання на терасах. Цей дизайн має на меті забезпечити простір для освіти, відпочинку та культурної



Рис. 5. Пропонована модель садово-паркового ландшафту по типу оберненого саду-зіккурат, виконаного у пейзажному стилі

оцінки, збагачуючи життя відвідувачів.

Концептуальний дизайн садово-паркового ландшафту *Quarry Garden*, зображений на рисунку 6, – це продумано спланова-

вання. Тераси імітують стратифіковані шари кар'єру, пропонуючи можливості для паркових насаджень та облаштування місць для відпочинку, додаючи вертикального інтере-



Рис. 6. Пропонована модель садово-паркового на основі відпрацьованих кар'єрів Гайворонського родовища мігматитів у регулярному стилі планування території

ний простір, натхненний рекультивованим кар'єром. Сад поділений на дві окремі зони – Північний кар'єр і Південний кар'єр – і містить натуралістичні елементи, інтегровані в формальний макет. Форма садово-паркового ландшафту прямокутна, зі структурованими доріжками та терасами, які відповідають вихідному простору кар'єру. Розташований приблизно за 150 метрів від річки Південний Буг, що впливає на його природну та естетичну привабливість. Головною темою саду є відображення історії кар'єру, наголошуючи на екологічному відновленні та художньому вираженні.

Північний кар'єр. Північна частина включає ставок, який служить водним об'єктом і екологічним середовищем існу-

су. Скульптура в цій зоні може представляти елементи роботи в кар'єрі або символізувати трансформацію та рекультивацію. Пішохідні стежки звивисті, поєднують різноманітні об'єкти, спонукаючи до дослідження.

Південний кар'єр. Ставок є відображенням північного, забезпечує симетрію та баланс. Подібно до ділянки Північного кар'єру тераси забезпечують структуру та відображають шарувату геологію кар'єру. Південний кар'єр фокусується на більш захоплюючому природному середовищі з різноманітною рослинністю та відкритими просторами. Скульптури чи тематичні твори мистецтва, що формують художню інсталяцію садово-паркового ландшафту, можуть оповідати історію перетворення кар'єру на

сад.

Садово-парковий ландшафт поєднує в собі принципи натуралістичного дизайну з формальною структурою. Це зіставлення врівноважує дикі, органічні елементи з упорядкованістю простору, створеного людиною. Рослинність підібрана так, щоб підкреслити місцеву флору, одночасно забезпечуючи візуальне розмаїття на терасах і доріжках. Ставки, тераси та скульптури працюють у гармонії, щоб створити відчуття та рефлексію для відвідувачів.

Цей об'єкт є даниною історії кар'єру, символізуючи перехід від промислового використання до спокійного природного та культурного ландшафту. Він пропонує місця для відпочинку, споглядання та освіти, де відвідувачі можуть поєднатися з природою та дізнатися про минуле кар'єру. Дизайн включає екологічне відновлення, перетворюючи колись експлуатовану ділянку на так званий притулок для біорізноманіття.

Пропонуємо розуміти садово-парковий ландшафт Гайворонського родовища мігматитів як модель ландшафту каменів. Вихідним компонентом є гірська порода – мігматити та супутні матеріали. Борти кар'єрів, прокладені дороги, відсівний уламковий матеріал – вихідна основа для проєктованого садово-паркового ландшафту. Садово-парковий ландшафт матиме прямокутну форму відповідно до сучасної форми Гайворонського родовища мігматитів.

Таким чином, Гайворонське родовище мігматитів – АТ «Гайворонський спеціалізований кар'єр» – антропогенна ландшафтна система, яка формує сучасний промислово-селитебний тип міського підкласу селитебного класу антропогенних ландшафтів м. Гайворон Голованівського району Кіровоградської області. Діючий просторовий об'єкт, який пов'язаний з видобутком та переробкою корисних копалин, є таким, який має значне антропогене навантаження на те-

риторію дослідження.

Висновки. Робота із ChatGPT дозволяє виокремити такі сильні сторони цього інструменту.

Розширений просторовий аналіз. AI може обробляти й аналізувати великомасштабні просторові дані ефективніше, ніж традиційні методи. Це допомагає виявити закономірності, тенденції та кореляції в географічних явищах.

Покращена геопросторова візуалізація. Карти, моделі та зображення, створені AI, забезпечують кращі візуальні представлення ландшафтів. Тривимірне моделювання ландшафтів допомагає в міському плануванні та збереженні навколишнього середовища.

Автоматизоване дистанційне зондування та інтерпретація зображень. AI покращує аналіз супутникових зображень, виявляючи зміни в рослинності, землекористуванні та розширенні міст. Це покращує моніторинг стихійних лих (наприклад, виявлення лісових пожеж, повеней і вирубки лісів).

Прогностичне моделювання та дослідження клімату. AI може прогнозувати зміни навколишнього середовища, такі як зміна клімату, підвищення рівня моря або моделі забруднення. Машинне навчання передбачає зростання міст, допомагаючи в плануванні сталого розвитку.

Ефективний збір і обробка даних. AI автоматизує опитування та введення даних, зменшуючи людські зусилля та помилки. Він об'єднує дані, зібрані краудсорсингом (наприклад, із GPS, соціальних мереж) для картографування в реальному часі.

Розумне міське та екологічне планування. AI підтримує розумне планування міста, оптимізуючи потік транспорту та розвиток інфраструктури. Він допомагає зберегти біорізноманіття, відстежуючи зникаючі види та зміни середовища існування.

Щодо слабких сторін роботи із ChatGPT, то варто навести такі:

Обмеження даних і проблеми з якістю.

АІ значною мірою покладається на великі набори даних, але неповні або упереджені дані можуть призвести до неточних результатів. Географічні дані можуть бути застарілими або непослідовними, що впливає на точність прогнозування АІ.

Високі вимоги до обчислювальних ресурсів. Моделі штучного інтелекту вимагають значної обчислювальної потужності, що може бути дорогим. Обробка великих масивів геопросторових даних вимагає розвиненої інфраструктури та досвіду.

Складність і природа чорного ящика. Багато моделей АІ, особливо глибокого навчання, функціонують як «чорний ящик», що ускладнює розуміння того, як приймаються рішення. Цей брак прозорості може бути проблематичним у виробленні політики та екологічних рішень.

Проблеми етики та конфіденційності. Кероване АІ геопросторове спостереження викликає занепокоєння щодо порушень конфіденційності. Збір даних із супутників, безпілотних літальних апаратів і соціальних мереж може бути зловживаний для стеження або в неетичних цілях.

Залежність від досвіду людини. АІ не може замінити людське судження в складних географічних аналізах. Це все ще вимагає експертів для інтерпретації результатів, пере-

вірки прогнозів і виправлення упереджень.

Ризик надмірного узагальнення. Моделі АІ можуть не враховувати місцеві відмінності в географії, кліматі та культурі. Прогнози, засновані на історичних даних, можуть погано адаптуватися до неочікуваних змін навколишнього середовища.

Таким чином, АІ є трансформаційним інструментом у географічних, зокрема ландшафтознавчих дослідженнях, що пропонує нові можливості для аналізу та візуалізації ландшафтів. Інтегруючи АІ в традиційні методології, дослідники можуть отримати глибше розуміння особливостей просторової організації садово-паркових ландшафтів, сприяючи інноваціям у географічних, антропогенно-ландшафтознавчих та екологічних дослідженнях. Майбутнє штучного інтелекту в географії має великі перспективи, і очікується, що постійний прогрес ще більше підвищить ефективність і точність досліджень.

У подальших дослідженнях плануємо виконати порівняння візуалізованих зображень проєктованих садово-паркових ландшафтів, запропонованих як модель рекультивації територій після припинення роботи об'єктів гірничо-видобувної промисловості, створеного за допомогою АІ та професійного художника.

Список використаних джерел

- Кравцова, І. В. (2023). Садово-паркові ландшафти в структурі ландшафтно-технічних систем Середнього Надбужжя. *Ландшафтознавство*. 4 (2), 68–78. <https://doi.org/10.31652/2786-5665-2023-4-68-78>
- AI in Geography*. Web of Science. Clarivate. URL: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/summary/57ca73da-a989-4878-8ed1-ebabe9e6fb93-014fef83dd/relevance/1>
- Buarque, B. S., Davies, R. B., Hynes, R. M. & Kogler, D. E. (2020). OK Computer: the creation and integration of AI in Europe. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*. 13, 1, 175–192. <https://doi.org/10.1093/cjres/rsz023>
- Chang, C.-H. & Kidman, G. (2023). The rise of generative artificial intelligence (AI) language models – challenges and opportunities for geographical and environmental education. *International*

- Research in Geographical and Environmental Education, 32(2), 85–89. Available from: <https://doi.org/10.1080/10382046.2023.2194036>
- Day, T., & Esson, J. (2025). Visualising an undergraduate geography field class using generative AI: Intent, expectations and surprises about the racial depiction of students. *AREA. JAN.* DOI: 10.1111/area.12996.
- Day, T., & Perkins, A. J. (2024). Empowering Canadian geography students and faculty: New approaches to curriculum and course material development using generative AI as a writing assistant. In: M. Solem, R.G. Boehm & J. Zadrozny (Eds.) *Powerful geography*. Cham, Switzerland: Springer. Available from: https://doi.org/10.1007/978-3-031-54845-1_5
- Jiang, Z. J., Yu, J. Y., Jin, Y. Y., Ginn, A., Chen, J. J., & Sun, G. D. (2023). When artificial antelligence comes to the Chinese calligraphic landscape: The coming transformation. *GEOGRAPHY COMPASS*. 1 (17). DOI: 10.1111/gec3.12670.
- Kravtsova, I. V., Sytnyk, O. I., Nikolaievskiy, V. P., & Denysyk, B. G. (2022). Anthropogenic transformation of the physical surface of the Hayvoron region on the example of the Zavalivsk graphite deposit. *EarthDoc. ONLINE GEOSCIENCE DATABASE. European Association of Geoscientists & Engineers*. 1–5. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2022580164>
- Kravtsova, I., Sytnyk, O., Nikolaievskiy, V., & Denysyk B. (2023). The Hayvoron migmatite deposit as a constructively organized landscape-technical system in the conditions of the interzonal «Forest Steppe - Steppe» geoecotone of the Right Bank of Ukraine. *EarthDoc. ONLINE GEOSCIENCE DATABASE. European Association of Geoscientists & Engineers*. 1–5. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2023520201>
- Lee, J. (2023). Beyond geospatial inquiry – How can we integrate the latest technological advances into geography education? *Educational Sciences*, 13(11), 1128. Available from: <https://doi.org/10.3390/educsci13111128>
- Lundman, R., & Nordström, P. (2023). Creative geographies in the age of AI: Co-creative spatiality and the emerging techno-material relations between artists and artificial intelligence. *TRANSFORMATIONS OF THE INSTITUTE OF BRITISH GEOGRAPHERS*. 3 (48). 650–664.
- Rakuasa, H. (2023). Integration of artificial intelligence in geography learning: Challenges and opportunities. *Sinergi International Journal of Education*, 1(2), 75–83. Available from: <https://doi.org/10.61194/education.v1i2.71>
- Torres, GAL., & Hyslop, K. (2023). Chat GPT and Geography: New Paradigms for Science. *CONFINS*. 60. DOI: 10.4000/confins.53189.
- Walker, M., Winders, J., & Boamah, E. F. (2021). Locating artificial intelligence: a research agenda. *SPACE AND POLITY*. 25, 2, 202–219.
- Wilby, R. L., & Esson, J. (2024). AI literacy in geographic education and research: Capabilities, caveats, and criticality. *The Geographical Journal*, 190(1), e12548. Available from: <https://doi.org/10.1111/geoj.12548>

References

- Kravtsova, I. V. (2023). Sadovo-parkovi landshafty v strukturi landshaftno-tekhnichnykh system Seredn'oho Nadbuzhzhya. *Landshaftoznavstvo*. 4 (2). 68–78. <https://doi.org/10.31652/2786-5665-2023-4-68-78> [In Ukrainian]
- AI in Gegraphy*. Web of Science. Clarivate. URL: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/summary/57ca73da-a989-4878-8ed1-ebabe9e6fb93-014fef83dd/relevance/1>
- Buarque, B. S., Davies, R. B., Hynes, R. M., & Kogler, D. E. (2020). OK Computer: the creation and

- integration of AI in Europe. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*. 13, 1, 175–192. <https://doi.org/10.1093/cjres/rsz023>
- Chang, C.-H., & Kidman, G. (2023)*. The rise of generative artificial intelligence (AI) language models – challenges and opportunities for geographical and environmental education. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 32(2), 85–89. Available from: <https://doi.org/10.1080/10382046.2023.2194036>
- Day, T., & Esson, J. (2025)*. Visualising an undergraduate geography field class using generative AI: Intent, expectations and surprises about the racial depiction of students. *AREA. JAN.* DOI: 10.1111/area.12996.
- Day, T., & Perkins, A. J. (2024)*. Empowering Canadian geography students and faculty: New approaches to curriculum and course material development using generative AI as a writing assistant. In: M. Solem, R.G. Boehm & J. Zadrozny (Eds.) *Powerful geography*. Cham, Switzerland: Springer. Available from: https://doi.org/10.1007/978-3-031-54845-1_5
- Jiang, Z. J., Yu, J. Y., Jin, Y. Y., Ginn, A., Chen, J. J., & Sun, G. D. (2023)*. When artificial antelligence comes to the Chinese calligraphic landscape: The coming transformation. *GEOGRAPHY COMPASS*. 1 (17). DOI: 10.1111/gec3.12670.
- Kravtsova, I. V., Sytnyk, O. I., Nikolaievskiy, V. P., & Denysyk, B. G. (2022)*. Anthropogenic transformation of the physical surface of the Hayvoron region on the example of the Zavalivsk graphite deposit. *EarthDoc. ONLINE GEOSCIENCE DATABASE. European Association of Geoscientists & Engineers*. 1–5. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2022580164>
- Kravtsova, I., Sytnyk, O., Nikolaievskiy, V., & Denysyk B. (2023)*. The Hayvoron migmatite deposit as a constructively organized landscape-technical system in the conditions of the interzonal «Forest Steppe - Steppe» geoecotone of the Right Bank of Ukraine. *EarthDoc. ONLINE GEOSCIENCE DATABASE. European Association of Geoscientists & Engineers*. 1–5. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2023520201>
- Lee, J. (2023)*. Beyond geospatial inquiry – How can we integrate the latest technological advances into geography education? *Educational Sciences*, 13(11), 1128. Available from: <https://doi.org/10.3390/educsci13111128>
- Lundman, R., & Nordström, P. (2023)*. Creative geographies in the age of AI: Co-creative spatiality and the emerging techno-material relations between artists and artificial intelligence. *TRANSFORMATIONS OF THE INSTITUTE OF BRITISH GEOGRAPHERS*. 3 (48). 650–664.
- Rakuasa, H. (2023)*. Integration of artificial intelligence in geography learning: Challenges and opportunities. *Sinergi International Journal of Education*, 1(2), 75–83. Available from: <https://doi.org/10.61194/education.v1i2.71>
- Torres, GAL., & Hyslop, K. (2023)*. Chat GPT and Geography: New Paradigms for Science. *CONFINS*. 60. DOI: 10.4000/confins.53189.
- Walker, M., Winders, J., & Boamah, E. F. (2021)*. Locating artificial intelligence: a research agenda. *SPACE AND POLITY*. 25, 2, 202–219.
- Wilby, R. L., & Esson, J. (2024)*. AI literacy in geographic education and research: Capabilities, caveats, and criticality. *The Geographical Journal*, 190(1), e12548. Available from: <https://doi.org/10.1111/geoj.12548>

Статтю надіслано до редколегії 19.03.2025 р.