

Landscape and geochemical consequences of intensive construction in the urban environment of the city of Kyiv

Ivan Zelenchuk

Uman National University, Uman
<https://orcid.org/0009-0008-8517-6617>

Abstract. The study identifies the spatial distribution of heavy metals in soils within active construction zones in Kyiv, reveals the gradient of technogenic contamination and degradation parameters of inert and living landscape components—soil cover and vegetation. The role of relief depressions and surface runoff pathways in forming localized areas of elevated environmental and landscape-destructive risk is determined.

Keywords: Inert and living landscape components; landscape destruction; heavy metals; technogenic contamination.

Ландшафтно-геохімічні наслідки інтенсивного будівництва в урбанізованому середовищі міста Києва

Іван Зеленчук

Уманський національний університет, м. Умань
<https://orcid.org/0009-0008-8517-6617>

Анотація. У дослідженні встановлено просторовий розподіл важких металів у ґрунтах зон активного будівництва м. Києва, виявлено градієнт техногенного забруднення та параметри деструкції інертних і живих компонентів ландшафту – ґрунтового та рослинного покриву. Визначено роль понижень рельєфу та шляхів поверхневого стоку у формуванні локалізованих осередків підвищеного екологічного та ландшафтно-деструкційного ризику.

Ключові слова: Інертні та живі компоненти ландшафту; деструкція ландшафтів; важкі метали; техногенне забруднення.

Ландшафтно-геохімічні наслідки інтенсивного будівництва в урбанізованих територіях становлять один із провідних проявів антропогенної трансформації ландшафтів, що характеризується порушенням структурно-функціональної цілісності геосистем, деградацією ґрунтового покриву та зниженням потенціалу екосистемних послуг [1; 2]. Згідно з положеннями антропогенного ландшафтознавства, будівельне освоєння територій спричиняє зміну морфологічної будови рельєфу, модифікацію геохімічних потоків і трансформацію біотичних компонентів, що веде до формування екологічно нестабільних антропогенних ландшафтів [1; 6]. У межах м. Києва інтенсивний техногенний вплив поєднується зі складними геолого-гідрологічними умовами та високою щільністю урбанізованих площ, що зумовлює виразну ландшафтно-

геохімічну деструкцію та системні зміни інертних (грунт, рельєф) і живих (рослинність, мікробіота) компонентів ландшафту, які необхідно враховувати в процесах просторового планування та екологічного управління, особливо в умовах інтенсивної повоєнної відбудови [2; 3].

Ландшафтно-геохімічна деструкція в урбанізованих умовах проявляється насамперед у зміні природної геохімічної рівноваги ґрунтового покриву, порушенні окисно-відновних умов, накопиченні токсичних елементів та втраті буферної здатності ґрунтів [4; 5]. Аналіз ґрунтів у межах ділянок інтенсивного будівництва м. Києва показав, що техногенне навантаження концентрується в зоні безпосереднього проведення будівельно-монтажних робіт і поступово знижується із віддаленням від епіцентру впливу. У верхніх горизонтах (0–20 см) фіксується ущільнення ґрунту, погіршення водопроникності, локальні зміни забарвлення, що свідчить про порушення гідрологічного і повітряного режимів та зміну інтенсивності окисно-відновних процесів. У нижчих горизонтах (20–40 см) прояви деструкції менш виражені, однак простежується міграція забруднювальних речовин у глибину профілю, особливо в зонах зі зниженим рельєфом.

Ключовим індикатором техногенного впливу виступає підвищення вмісту важких металів у ґрунті. У межах активного будівельного майданчика концентрації свинцю, міді та цинку досягають відповідно 98,2; 52,4 та 172,7 мг/кг, що суттєво перевищує регламентовані нормативи та фонові значення для природних і напівприродних ділянок. На прилеглій до майданчика зоні (≈ 80 м) значення Pb, Cu, Zn знижуються, але зберігають критичні рівні; у зоні середнього впливу (≈ 180 м) фіксуються перехідні значення, тоді як на контрольній ділянці (≈ 300 м) вміст елементів наближається до допустимих [2; 3].

Встановлений негативний градієнт концентрацій важких металів від центру забудови до периферії підтверджується статистичними залежностями: між відстанню до будівельного майданчика та індексом Zс зафіксовано стійкий обернений зв'язок ($r \approx -0,73$), що свідчить про системний характер техногенного впливу. Лінійна регресійна модель ($R^2 \approx 0,72$) описує загальну тенденцію зменшення забруднення, тоді як степенева крива точніше відображає різке спадання концентрацій у межах перших 100 м. Це дозволяє виокремити внутрішню зону максимального ризику, де відбувається найбільш інтенсивна акумуляція важких металів і найглибші порушення ґрунтового профілю.

Просторове відтворення розподілу індексу Zс підтверджує переважно кластерний характер ландшафтно-геохімічної деструкції. Зони з максимальними значеннями Zс локалізуються в межах активних будівельних майданчиків та ділянок складування будівельних матеріалів; ізолінії забруднення демонструють радіальне зменшення інтенсивності впливу, однак у пониженнях рельєфу, вздовж понижень рельєфу та шляхів поверхневого стоку формується витягнута

конфігурація осередків підвищених значень Z_c . За умов недостатньо розвиненої або порушених шляхів поверхневого стоку простежується посилена міграція забруднювачів, що може розширювати межі зони ризику до 300 м від будівельного майданчика і більше. Таким чином, гідромережа та параметри шляхів поверхневого стоку відіграють роль провідників техногенного сигналу, модифікуючи просторову структуру ландшафтно-геохімічної деструкції [3; 4].

Ландшафтно-геохімічні зміни ґрунтового покриву супроводжуються трансформацією рослинного покриву як чутливого індикатора стану екосистем. На територіях, що тривалий час перебувають під техногенним навантаженням, спостерігається спрощення ярусної структури та скорочення фіторізноманіття [2]. У межах досліджуваних ділянок фіксується зникнення підліску та зниження щільності трав'яного покриву поблизу зон активного будівництва; натомість зростає частка інвазивних і рудеральних видів, стійких до забруднення важкими металами, механічних порушень і зміни мікроклімату. Формуються монодомінантні й малостійкі фітоценози, які не забезпечують належного рівня регулюючих і захисних функцій рослинного покриву.

Результати дистанційного аналізу рослинності за допомогою нормалізованого вегетаційного індексу (NDVI) засвідчують скорочення біопродуктивності та площі зелених насаджень у південно-західній частині м. Києва в зоні впливу будівництва. Мінімальні значення NDVI просторово збігаються з осередками підвищеного Z_c , що вказує на комплексний характер ландшафтно-геохімічної деструкції, коли погіршення геохімічного стану ґрунтів безпосередньо відображається на структурі й функціонуванні фітоценозів [2; 6].

Отримані результати свідчать про формування на територіях інтенсивного будівництва специфічного типу антропогенних ландшафтів, для яких характерні: високий рівень забруднення ґрунтів важкими металами, порушення структурно-функціональних зв'язків між ґрунтом, гідромережею та рослинністю, а також стійка тенденція до втрати екосистемних послуг [1; 6]. У межах таких ландшафтів інертні компоненти (рельєф, ґрунтовий покрив) перестають виконувати роль стабілізуючого каркаса геосистеми, натомість перетворюючись на канали перенесення забруднювачів та осередки довготривалого екологічного ризику. Живі компоненти реагують на ці зміни скороченням біорізноманіття, домінуванням стресостійких і рудеральних видів, втратою вертикальної структури рослинного покриву та зниженням його регуляторного потенціалу.

Узгодження отриманих даних із сучасними концепціями антропогенного ландшафтознавства й геохімії ландшафтів демонструє, що ландшафтно-геохімічна деструкція в умовах інтенсивного будівництва має не локальний, а системний характер [1; 4; 6]. Вона охоплює весь комплекс компонентів геосистеми,

проявляючись у зміні геохімічних градієнтів, трансформації просторової структури ландшафту та погіршенні якісних параметрів середовища проживання. Інтеграція інструментів дистанційного зондування, геоінформаційного аналізу та автоматизованого моніторингу відкриває можливості для регулярного відстеження таких процесів і формування науково обґрунтованої бази для коригування просторово-планувальних рішень [3; 7].

Список використаних джерел

1. Денисик Г. І. Антропогенне ландшафтознавство – основа майбутнього ландшафтознавства України. *Розвиток антропогенного ландшафтознавства у XXI сторіччі* : матеріали всеукр. наук.-практ. інтернет-конф. Вінниця, 2021. № 35. С. 3–7.
2. Сонько С. П., Зеленчук І. Д., Новікова Т. П. Промислове будівництво, як чинник деструкції природних ландшафтів і втрати потенціалу екосистемних послуг. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2025. Вип. 43. С. 63–77. <https://doi.org/10.26565/1992-4224-2025-43-05>.
3. Сонько С. П., Зеленчук І. Д. Вплив будівництва на ландшафти лісостепової зони України. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2024. Вип. 42. С. 24–34. <https://doi.org/10.26565/1992-4224-2024-42-02>.
4. Зеленчук І. Д. Ландшафтно-геохімічна деструкція територій інтенсивного будівництва. *Acta Academiae Beregsasiensis: Geographica et Recreatio*. Вип. 3. 2025. С. 28–40. <https://doi.org/10.32782/2786-5843/2025-3-3>.
5. Малишева Л. Л. Геохімія ландшафтів : навч. посіб. для студ. геогр. спец. вищих закладів освіти. Київ : Либідь, 2000. 472 с.
6. Denysyk H., Kanskyi V., Kanska V., Denysyk B. Anthropogenic landscapes of Ukraine and their reconstruction. *Czasopismo Geograficzne*. 2022. Vol. 93, No. 3. P. 417–433. <https://doi.org/10.12657/czageo-93-16>.
7. Сержантова Ю. Ю., Марченко О. І., Зеленчук І. Д. Використання новітніх технологій для моніторингу та збереження довкілля: роль дронів, супутників та штучного інтелекту. *Екологічні науки*. 2024. № 5(56). С. 182–188. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2024.eco.5-56.27>.

