



УДК 504.6:69– 047.44:502.5.2

**STRUCTURAL AND FUNCTIONAL STABILITY OF  
ANTHROPOGENICALLY TRANSFORMED LANDSCAPES  
СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНА СТАБІЛЬНІСТЬ АНТРОПОГЕННО  
ТРАНСФОРМОВАНИХ ЛАНДШАФТІВ**

**Zelenchuk I. D. / Зеленчук І. Д.***postgraduate student at the department of ecology and life safety /  
аспірант кафедри екології та безпеки життєдіяльності*

ORCID: 0009-0008-8517-6617

Uman National University,

Uman, Cherkassy region, Institutska st., 1, 20305

Уманський національний університет,

Умань, Черкаська обл, вул. Інститутська, 1, 20305

**Анотація.** Розглянуто антропогенно трансформовані ландшафти як геосистеми, у межах яких змінюється просторово-структурна організація та характер взаємодії між інертними, мобільними й живими компонентами під впливом будівельно-індустріального освоєння територій. Узагальнено наукові підходи географічного ландшафтознавства до аналізу трансформацій природно-територіальних комплексів і обґрунтовано доцільність їх оцінювання на основі поєднання структурних та процесних показників.

Розроблено та апробовано індексний підхід до кількісного інтегрального оцінювання антропогенного навантаження, що враховує просторову насиченість геосистем техногенними об'єктами та інтенсивність зважених впливів. За результатами розрахунків визначено ступінь антропоїзації досліджуваних геосистем і встановлено особливості порушення взаємозв'язків між компонентами ландшафту. Отримані результати можуть бути використані для наукового обґрунтування просторового планування та оцінювання наслідків індустріального і промислового освоєння територій.

**Ключові слова:** компоненти ландшафту; природно-територіальний комплекс (ПТК); геосистема; індустріальне освоєння, будівельна діяльність.

**Вступ.**

Сучасний етап розвитку суспільства характеризується істотним посиленням антропогенного впливу на природні ландшафти, що зумовлено інтенсифікацією господарської діяльності, зростанням масштабів інфраструктурного та індустріального будівництва, а також трансформацією просторової організації виробництва. У цих умовах ПТК дедалі частіше функціонують у режимі постійного або періодичного антропогенного навантаження, що призводить до зміни структури геосистем, порушення взаємозв'язків між їх компонентами та модифікації природних механізмів саморегуляції [1].

Однією з ключових наукових проблем у вивченні антропогенно трансформованих ландшафтів є оцінювання їх структурно-функціональної



стабільності. У широкому розумінні стабільність геосистеми пов'язана зі здатністю зберігати цілісність просторової структури, підтримувати функціональні зв'язки між компонентами та забезпечувати відносно стале функціонування в умовах зовнішніх збурень. Для антропогенних ландшафтів ця проблема набуває особливої актуальності, оскільки антропогенний чинник часто має тривалий, інтенсивний і керований характер, що принципово відрізняє такі системи від натуральних аналогів.

**Вихідні передумови та методи.** Антропогенно трансформовані ландшафти в ландшафтознавстві розглядаються як просторові системи, у межах яких природні компоненти – літогенна основа, рельєф, ґрунт, вода і біота – разом із взаємозв'язками між ними зазнають систематичних змін унаслідок сільськогосподарської діяльності або інфраструктурного освоєння територій. Такі зміни призводять до трансформації морфологічної скульптури природно-територіальних комплексів і модифікації характеру їх функціонування. Дослідження антропогенних ландшафтів у системі географічних наук здійснюється в межах спеціалізованого наукового напрямку, а саме – *антропогенного ландшафтознавства*, метою якого є вивчення закономірностей формування, структури, функціонування та розвитку ландшафтів, трансформованих діяльністю людини. Українська наукова школа антропогенного ландшафтознавства була започаткована ще наприкінці ХІХ століття, що зумовило становлення самостійної теоретико-методологічної традиції аналізу антропогенно-змінених геосистем [2].

У межах антропогенного ландшафтознавства антропогенно трансформовані ландшафти трактуються як геосистеми з модифікованою структурою внутрішніх взаємозв'язків між компонентами, зміненими потоками речовини та енергії, а також трансформованими або керованими траєкторіями розвитку. За таких умов виникає необхідність оцінювання структурно-функціональної стабільності модифікованих ландшафтів, тобто їх здатності зберігати просторову цілісність, функціональну взаємодію між компонентами та відносно стале функціонування в умовах антропогенного навантаження.



Актуальність дослідження структурно-функціональної стабільності посилюється тим, що формування антропогенних ландшафтів у сучасних умовах відбувається не лише як результат «повільних» змін сільськогосподарської діяльності, але й у наслідок швидких хвиль житлового і інфраструктурного будівництва та індустріального «захоплення» нових територій зумовлених необхідністю виконання програм сталого економічного розвитку.

У сучасних реаліях України ці процеси додатково посилюються необхідністю вимушеного релокування виробничих та промислових об'єктів у більш безпечні регіони, що зумовлює прискорену трансформацію ландшафтно-структури, скорочення часу адаптації природних компонентів і зростання ролі антропогенного чинника в новій організації території [3]. Ще у 2022 році запроваджено програму тимчасового переміщення (релокації) підприємств із постраждалих/небезпечних регіонів до більш безпечних областей України, орієнтовану на збереження виробничого та трудового потенціалу. В період повномасштабного вторгнення у структурі антропогенних ландшафтів України зростає питома вага ландшафтно-техногенних систем, які мають антропогенне походження та відрізняються специфікою внутрішньої організації й характером сучасного впливу людини. На відміну від власне антропогенних ландшафтів, ландшафтно-техногенні системи не є компонентними, а формуються за блоковим принципом, поєднуючи природний і технічний блоки (підсистеми), розвиток яких підпорядковується як природним, так і соціально-економічним закономірностям. У таких системах визначальну роль відіграє техногенний блок, функціонування якого перебуває під постійним або періодичним контролем людини [2].

Таким чином, вихідні передумови дослідження структурно-функціональної стабільності антропогенно трансформованих ландшафтів ґрунтуються на положеннях географічного ландшафтознавства та антропогенного ландшафтознавства щодо закономірностей організації, функціонування та розвитку антропогенних геосистем, а також сучасними вимушеними просторовими трансформаціями території України, зумовленими



інтенсифікацією відведення нових земель для розміщення переміщених виробничих, складських і логістичних комплексів та переформатуванням територіального індустріально-промислового районування.

**Мета статті.** Мета – дослідження структурно-функціональної стабільності антропогенно трансформованих ландшафтів в умовах сучасного, інтенсивного господарсько-промислового освоєння територій.

Об'єкти дослідження – антропогенно трансформовані ландшафти України, сформовані внаслідок інфраструктурного та індустріального будівництва.

Предмет дослідження – ступінь порушення структурно-функціональних зв'язків між живими, інертними та мобільними компонентами антропогенно трансформованих ландшафтів.

#### **Огляд літератури на тему дослідження.**

Кінець XIX ст. став для географії етапом, коли поряд із формуванням комплексних напрямів (зокрема фізичної географії) відбулося й концептуальне визнання ролі людини та результатів її господарської діяльності у зміні природних систем [2].

Вагомий вплив на утвердження антропоцентричних уявлень у географії другої половини XIX – початку XX ст. мала праця американського географа Д. П. Марша «Людина й природа, або про вплив людини на зміну фізико-географічних умов», опублікована у 1864 р. в Лондоні. В Україні на початку XX ст. до цієї ж проблематики зверталися С. Л. Рудницький, П. А. Тутковський, П. П. Чубинський, І. К. Пачоський, а також представники загальноландшафтної школи В. В. Докучаєва. У такому контексті зародження антропогенної географії пов'язують із тривалим підготовчим періодом (IX–X ст. – перша половина XIX ст.), тоді як друга половина XIX – початок XX ст. характеризується оформленням її наукових засад [4].

Надалі розвиток антропогенної географії відбувався хвилеподібно: періоди активізації змінювалися уповільненням (20–50-і рр. XX ст.), а починаючи з 60-х років відзначається новий підйом досліджень. У 20–50-х роках у межах антропогенної географії виокремилися принаймні чотири напрями: геолого-



геоморфологічний, біогеографічний, краєзнавчий і загальнотеоретичний; у цей час аналізуються питання впливу людини на природу та залежності людини від природних умов [5].

Помітний внесок у накопичення фактичного матеріалу щодо регіональних проявів антропогенного впливу забезпечили краєзнавчі товариства та наукові кабінети. Зокрема, у виданнях, підготовлених кабінетом із вивчення Поділля, аналізувався вплив господарської діяльності на ґрунти, води, рослинність, тваринний світ і клімат території.

Наприкінці 60-х – на початку 70-х років кількість праць, присвячених взаємодії людини й природи, помітно зростає. Загалом антропогенна географія зосереджується на дослідженні впливу людини на природу, а саме – на окремі її компоненти, тобто докорінно змінені натуральні або заново створені впродовж тривалої господарської діяльності [6]. Попри це, що в Україні тривалий час увага до антропогенної географії була обмеженою, напрям продовжує розвиватися й поступово структурується. Її внутрішня організація закономірно має подібність до структури фізичної та історичної географій, оскільки ці дисципліни належать до одного сімейства природничих наук. Як і у фізичній географії, в антропогенній географії виокремлюються галузеві напрями (антропогенна геологія, геоморфологія, кліматологія тощо), при цьому найбільш інтенсивно розвиваються антропогенна геоморфологія та ботаніка.

Значний прогрес цього напрямку пов'язується з розробленням класифікацій антропогенних форм рельєфу, аналізом їх динаміки, районуванням і формуванням заходів оптимізації.

Окремим блоком цієї науки є антропогенне ландшафтознавство. Генезис науки про ландшафти пов'язують із кінцем XIX ст. та узагальненням В. В. Докучаєвим матеріалів земських експедицій (1882–1916), а також із практичними напрацюваннями землеробів, лісівників і колоністів, що передували цьому періоду. Важливо, що витoki ландшафтознавства були пов'язані не стільки з вивченням «натуральних» ландшафтів, скільки з аналізом трансформованих (передусім розораних степових) територій [4]. Прикладами



осмислення практичної спрямованості ландшафтознавства є твердження, що новий науковий напрям формувався через прикладні дослідження природи для аграрних потреб. Отже, натуральне та антропогенне ландшафтознавство мають спільні витoki, хоча надалі розвивалися неоднаково.

Як самостійний напрям антропогенне ландшафтознавство у межах класичного ландшафтознавства активізується з початку 70-х років завдяки регіональним дослідженням антропогенних ландшафтів: у Чернівецькому університеті та у Сімферопольському університеті.

### **Огляд наукових шкіл та оточення.**

У вітчизняному географічному ландшафтознавстві антропогенні ландшафти розглядаються як результат тривалого та різноспрямованого впливу господарської діяльності на природно-територіальні комплекси, що зумовлює зміну як окремих компонентів, так і структури їх взаємодії. У класичних працях з антропогенного ландшафтознавства наголошується, що такі ландшафти не є простим «порушенням» натуральних систем, а формують нові геосистеми зі специфічними властивостями та закономірностями розвитку.

Г. І. Денисик одним із перших в українській географії системно обґрунтував положення про багаторівневу організацію антропогенних ландшафтів та необхідність їх вивчення на різних ієрархічних рівнях – від фізико-географічного до геотехнічного. Вчений показав, що власне антропогенні ландшафти є компонентними системами, у структурі яких поряд із природними компонентами обов'язково присутні антропогенно змінені або штучно створені компоненти, які й визначають специфіку їх функціонування та розвитку. Після формування такі системи здатні до подальшого саморозвитку за природними закономірностями, хоча траєкторії цього розвитку істотно модифіковані початковим антропогенним імпульсом [2].

Водночас у межах української ландшафтної школи чітко розмежовуються власне антропогенні ландшафти та ландшафтно-техногенні (ландшафтно-інженерні) системи. Останні трактуються як блокові геосистеми, що складаються з природного та техногенного блоків, розвиток яких



підпорядковується не лише природним, а й соціально-економічним закономірностям. Для таких систем характерна вирішальна роль техногенного блоку та постійна залежність від управлінських і експлуатаційних рішень людини, що істотно впливає на їх структурно-функціональну стабільність [3].

Подальший розвиток цих положень простежується у працях українських ландшафтознавців, присвячених аналізу природно-техногенних комплексів, трансформації ПТК у зонах промислового та інфраструктурного освоєння, а також проблемі збереження екологічної рівноваги в умовах зростаючого антропогенного навантаження. У цих дослідженнях підкреслюється, що структурно-функціональна стабільність антропогенних ландшафтів визначається не лише ступенем зміни окремих компонентів (рельєфу, ґрунтів, рослинності), але й характером просторової організації ландшафту, інтенсивністю потоків речовини та енергії, а також режимами антропогенних порушень.

Особливе місце в українській науковій традиції займають роботи, присвячені оцінюванню порушення взаємодії інертних і живих компонентів ландшафту в умовах будівельної діяльності та промислового освоєння територій. У цих публікаціях доведено, що трансформація літогенної основи, рельєфу та ґрунтового покриву має каскадний характер і неминуче призводить до змін у функціонуванні біотичних компонентів, гідрологічного режиму та екосистемних функцій ПТК, що безпосередньо відбивається на їхній екологічній стабільності [2].

У європейській ландшафтній екології антропогенні ландшафти часто розглядаються в контексті культурних ландшафтів як результат багатовікової взаємодії суспільства і природи. М. Антроп обґрунтував положення про те, що сучасна структура ландшафтів є відображенням кумулятивного ефекту історичних трансформацій землекористування, а отже їхній сучасний стан і стабільність не можуть бути адекватно оцінені без урахування просторово-часової динаміки антропогенного впливу [7]. У цьому підході структурно-функціональна стабільність трактується як здатність ландшафту підтримувати



основні функції в умовах постійних соціально-економічних змін.

Американська школа антропогенного ландшафтознавства, сформована роботами М. Тернер та Р. Формана і їх послідовників, базується на концепції «pattern–process», згідно з якою просторовий патерн ландшафту одночасно є причиною та наслідком екологічних процесів. М. Тернер показала, що режими порушень (частота, інтенсивність, просторовий масштаб) і структура ландшафту перебувають у тісному взаємозв'язку: порушення трансформують мозаїчність і конфігурацію елементів, а змінена структура, у свою чергу, визначає подальшу динаміку процесів і здатність системи до відновлення [8]. Ці положення є принципово важливими для аналізу стабільності антропогенно трансформованих ландшафтів, зокрема в умовах інтенсивного будівництва.

Ключовим теоретичним внеском американської екологічної науки є концепція резилієнтності, сформульована К. Голлінгом. Автор довів, що висока стабільність системи в класичному розумінні (швидке повернення до попереднього стану) не завжди означає її здатність протистояти значним збуренням. Навпаки, екосистеми можуть переходити в альтернативні стани рівноваги після досягнення певних порогових значень навантаження, що має принципове значення для розуміння динаміки антропогенних ландшафтів [9].

У сучасних китайських дослідженнях значна увага приділяється проблематиці *landscape sustainability* та інтеграції ландшафтної структури, екосистемних послуг і соціально-економічних чинників. Б. Фу, Дж. Ву та інші автори обґрунтовують необхідність просторово-явних підходів до оцінювання стабільності ландшафтів, у яких поєднуються структурні метрики, показники функціонування та управлінські сценарії. У цих роботах підкреслюється, що антропогенно трансформовані ландшафти потребують спеціальних критеріїв оцінки стабільності, оскільки їх розвиток відбувається в умовах постійного «керованого» порушення [10].

**Вхідні дані та методи.** Антропогенно трансформований ландшафт визначається як геосистема, у якій під впливом господарської діяльності змінюються структура компонентів і характер їх взаємодії. За своєю природою



антропогенні ландшафти є компонентними системами, однак їх відмінність полягає в обов'язковій наявності антропогенних компонентів (докорінно змінених натуральних або створених людиною), які визначають їхні властивості. Після формування такі ландшафти можуть саморозвиватися за природними закономірностями, інколи наближаючись до натуральних аналогів. Це пояснює, чому їх дослідження часто здійснюють на фізико-географічному (ландшафтному) рівні з використанням методів натурального ландшафтознавства та обов'язковим урахуванням генезису. [11].

Структурно-функціональна стабільність ландшафтів трактується як здатність геосистеми зберігати ключові просторові та функціональні характеристики в умовах повторюваних або тривалих збурень. У цьому контексті виділяють опірність (*resistance*) та резилієнтність (*resilience*), що характеризують відповідно реакцію системи на навантаження та її здатність до відновлення або реорганізації [12].

Важливим елементом теорії стабільності є уявлення про порогові значення та альтернативні стани рівноваги. Досягнення критичних рівнів антропогенного навантаження може спричинити різкі, нелінійні зміни у структурі та функціонуванні ландшафтів, після яких повернення до попереднього стану є ускладненим або неможливим [13].

Просторова структура ландшафту (мозаїчність, фрагментація, зв'язність) безпосередньо впливає на перебіг потоків речовини й енергії та визначає стабільність геосистем. Зміна цих характеристик унаслідок будівельної діяльності підвищує ризики втрати стабільності, особливо в умовах інтенсивного індустріального освоєння територій [3, 14].

Для кількісної оцінки структурної різноманітності застосовується індекс Шеннона, що визначається за формулою 1 [15]:

$$H = -\sum p_i \ln(p_i) \quad (1);$$

де: величина  $p_i$ , - доля особин  $i$ -го виду.

Інтегральне оцінювання структурно-функціональної стабільності антропогенно змінених ландшафтів, як правило, виконується через індексний



підхід (формула 2), який поєднує нормовані структурні значення та процесні індикатори. У методиці [16] підкреслено необхідність інтеграції просторових параметрів із показниками екосистемних послуг і управлінських рішень.

$$SI = \sum_{k=1..n} (w_k \cdot z_k) \quad (2);$$

де:  $SI$  – інтегральний індекс стабільності;  $z_k$  та  $w_k$  – нормовані індикатори.

*Дискусія та обговорення результатів.* Кожна геосистема, що є рангом вищою за геотоп, характеризується наявністю певної ландшафтної територіальної структури. У географічній науці природні компоненти ПТК традиційно розглядаються як базові складові геосистем. Водночас компонентна структура ландшафтів не обмежується лише природними компонентами але й охоплює специфічні компоненти, зокрема кліматичні умови й рельєф. Схема функціонального ієрархічного розподілу компонентів ландшафту з урахуванням їх ролі в геосистемі представлено на рисунку 1.



**Рисунок 1 – Схема функціонального розподілу компонентів ландшафту [4]**

Функціонування антропогенно трансформованих ландшафтно-територіальних комплексів, неминуче супроводжується розвитком деградаційних та деструкційних процесів, унаслідок яких порушуються просторові та функціональні зв'язки між інертними, мобільними й активними компонентами. Сукупна дія факторів антропогенного впливу зумовлює стале порушення взаємозв'язків між компонентами ландшафту, що у підсумку призводить до втрати структурної стабільності різного ієрархічного рівня. Кожен вид антропогенного впливу на геосистеми може бути охарактеризований сукупністю кількісних і якісних параметрів, які безпосередньо відображають



рівень антропогенного навантаження. Такі параметри можуть специфічними для окремих видів антропогенної діяльності та відображають інтенсивність втручання людини у функціонування природних компонентів. Наприклад – для промислових та індустріальних впливів визначальними параметрами є обсяги викидів забруднюючих речовин в атмосферу та в поверхневі води, рівні шумового й теплового забруднення, а також рівень порушення ґрунтів та зміни природної морфоскульптури.

Будівельна діяльність пов'язана з формуванням нових індустріальних зон, що зумовлює перепланування рельєфу, переміщення ґрунтових мас, зміну гідрологічного режиму та техногенне навантаження на ґрунтовий покрив. Це призводить до порушення взаємодії інертних і живих компонентів ландшафту та зниження структурно-функціональної стабільності ПТК, а подекуди й глибокі зміни внутрішніх взаємозв'язків геосистем.

Структурно-функціональні параметри геосистеми включають мозаїчність, ступінь фрагментації та просторову організацію природних компонентів. Їх порушення фіксується у вигляді змін конфігурації ландшафтних елементів, трансформації меж геохор і зміни співвідношення між окремими морфоскульптурними частинами. Функціональні параметри геосистеми охоплюють водний режим, процеси ґрунт та модифікації біогеохімічних циклів, які забезпечують відтворення властивостей (відновлення компонентних взаємозв'язків) природно-територіального комплексу.

### **Обговорення результатів.**

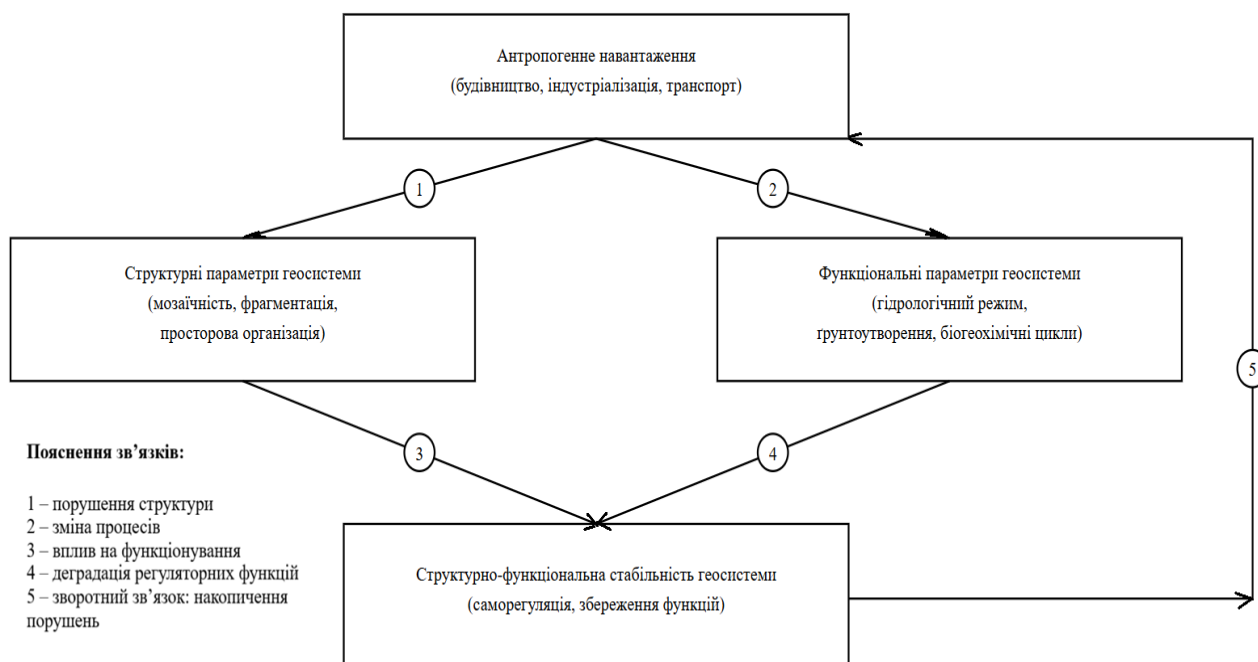
За результатами цього дослідження автором була розроблена блок-схема структурно-функціональної стабільності геосистеми, під впливом антропогенного навантаження, рисунок 2. У верхньому блоці схеми представлено антропогенне навантаження (будівництво, індустріалізація, транспорт), яке виступає зовнішнім чинником трансформації геосистеми. Згідно з нумерованими зв'язками (1) і (2), його дія спричиняє відповідно порушення структурних параметрів та зміну функціональних процесів.



Лівий блок схеми характеризує структурні параметри геосистеми, до яких належать мозаїчність, фрагментація та просторова організація. Через зв'язок (3) ці зміни також впливають на загальне функціонування геосистеми, змінюючи умови перебігу природних процесів.

Правий блок відображає функціональні параметри геосистеми, зокрема водний режим, процеси ґрунтоутворення. Зв'язок (4) демонструє деградацію (деструкцію) регуляторних функцій у разі їх порушення.

Нижній блок схеми представляє структурно-функціональну стабільність геосистеми, яка визначається здатністю до саморегуляції та збереження основних функцій. Зв'язок (5) відображає зворотний зв'язок, пов'язаний із накопиченням порушень, що посилює трансформацію як структурних, так і функціональних параметрів геосистеми.



**Рисунок 2 - Механізм формування структурно-функціональної стабільності геосистеми**

В розрахунковій частині було вираховано інтегральний показник за авторською методикою що поєднує підходи оцінювання будівельно-індустріального навантаження. Методика ґрунтується на індексних підходах, що поєднують просторову концентрацію інфраструктурних елементів та



інтенсивність господарського використання території. Найбільш поширеними є індекси *Human Footprint* та *Human Modification*, які відображають сукупний вплив інженерної інфраструктури, промислових об'єктів, урбанізованих територій і пов'язаних із ними техногенних факторів на ландшафтні системи [1–3]. У таблиці 1 наведено результати інтегральної оцінки будівельно-індустріального навантаження в межах досліджуваних територій.

**Таблиця 1 – Результати інтегрального оцінювання будівельно-індустріального навантаження**

| Геосистема    | I/S  | $\Sigma(P_a \cdot P_i \cdot c_i / L_{ai})$ [1–3] | T       | Ступінь антропоізації |
|---------------|------|--|---------|-----------------------|
|               | 0,67 | 312 000  | 209 000 | Значна                |
| Мезогеохора 2 | 0,42 | 118 000  | 49 500  | Помірна               |

Індекс T було розраховано як добуток I/S та  $\Sigma(\dots)$ , що забезпечує одночасне врахування просторової насиченості антропогенними (будівельними) об'єктами та інтенсивності зважених впливів. Значення індексу T інтерпретовано за шкалою ступеня антропоізації, що дозволило класифікувати Мезогеохору 1 як територію зі значним, а Мезогеохору 2 – з помірним рівнем антропоізації. Усі використані в таблиці 1 показники мають безрозмірний характер. Величина I/S відображає відносну лінійну насиченість території антропогенними об'єктами, показник  $\Sigma(P_a \cdot P_i \cdot c_i / L_{ai})$  є зведеним нормованим індексом інтенсивності транспортно-індустріальних впливів, а інтегральний показник T використовується як безрозмірний індекс сумарного антропогенного навантаження, за значеннями якого здійснюється класифікація геосистем за ступенем антропоізації.

Порівняння отриманих результатів з результатами міжнародних досліджень показує, що виявлені для України тенденції узгоджуються з глобальними закономірностями трансформації антропогенних ландшафтів. Водночас специфічною рисою українського контексту є висока швидкість і просторово-часова концентрація змін, зумовлена вимушеною релокацією виробництв у



період воєнних дій. Саме тому, оцінювання структурно-функціональної стабільності антропогенно трансформованих ландшафтів набуває прикладного значення для екологічно обґрунтованого просторового планування, зниження ризиків деградації ґрунтів і рельєфу та збереження екосистемних функцій у процесі індустріального розвитку територій.

### **Висновки.**

У межах виконаного дослідження структурно-функціональну стабільність антропогенно трансформованих ландшафтів розглянуто як характеристику, що визначається узгодженістю просторової організації геосистеми та перебігу її провідних процесів за умов інтенсивного господарсько-промислового освоєння територій. Встановлено, що сучасні трансформації ландшафтної структури в Україні, пов'язані з інфраструктурним та індустріальним будівництвом і посилені вимушеним релокуванням виробничих об'єктів у безпечніші регіони, супроводжуються зростанням частки ландшафтно-техногенних систем, у яких визначальна роль техногенного блоку та залежність від управлінських рішень істотно впливають на характер функціонування та стабільність геосистем.

Підтверджено, що ключовими носіями стабільності антропогенно змінених геосистем виступають компоненти ландшафту (інертні, активні та мобільні) і функціональні взаємозв'язки між ними, а їх порушення в умовах будівельно-індустріального навантаження носить системний характер. Показано, що структурні зрушення, спричинені переформатуванням елементів ландшафту та трансформацією меж геосистем, змінюють умови перебігу природних процесів, тоді як порушення функціональних параметрів ПТК супроводжується деградацією регуляторних функцій і зниженням здатності геосистеми до саморегуляції та збереження функцій у межах повторюваних впливів.

Застосований індексний підхід до інтегрального оцінювання будівельно-індустріального навантаження забезпечив зіставне відображення просторової насиченості антропогенними об'єктами та інтенсивності зважених впливів у межах досліджуваних геосистем і дозволив провести їх диференціацію за ступенем антропізації на основі єдиного інтегрального показника. У межах



поданих матеріалів це створює підстави для аналізу структурно-функціональної стабільності антропогенно трансформованих ландшафтів у ситуації активного індустріального освоєння територій України.

## Література

1. Зеленчук І. Д. Еколого-геоморфологічні трансформації інертних компонентів ландшафту індустріальних зон. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2025. № 44. С. 132–146. DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4224-2025-44-10>
2. Денисик Г. І. Антропогенне ландшафтознавство у першій половині ХХІ століття. *Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського*. Серія: Географія. 2013. Вип. 25. С. 7–12. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nzvdpu\\_geogr\\_2013\\_25\\_3](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nzvdpu_geogr_2013_25_3) (дата звернення: 12.01.2026).
3. Сосько С. П., Зеленчук І. Д. Вплив будівництва на ландшафти лісостепової зони України. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2024. Вип. 42. С. 24-34. DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4224-2024-42-02>
4. Жупанський Я. І. Історія розвитку географії в Україні. *Львів : Світ*, 1997. 261 с.
5. Тутковський П. А. Загальне землезнавство : *Підручник для вищих шкіл і для самоосвіти*. Харків : ДВУ, 1927. 496 с.
6. Денисик Г. І. Природнича географія Поділля. Вінниця : *ЕкоБізнесЦентр*, 1998. 184 с.
7. Antrop M. Why landscapes of the past are important for the future. *Landscape and Urban Planning*. 2005. Vol. 70, Issues 1–2. P. 21–34. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2003.10.002>
8. Turner M. G. 2010. Disturbance and landscape dynamics...*Ecology*. DOI: <https://doi.org/10.1890/10-0097.1>
9. Holling C. S. 1973. Resilience and stability of ecological systems. *Annual Review of Ecology and Systematics*. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.es.04.110173.000245>



10. Wu J. 2013. Landscape sustainability science. *Landscape Ecology*. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10980-013-9894-9>

11. Зеленчук І. Д. Ландшафтно-геохімічна деструкція територій інтенсивного будівництва. *Acta Academiae Beregsasiensis: Geographica et Recreatio*. 2025. № 3. С. 28–40. DOI: <https://doi.org/10.32782/2786-5843/2025-3-3>

12. Wu J. Landscape sustainability science: ecosystem services and human well-being in changing landscapes. *Landscape Ecology*. 2013. Vol. 28, No. 6. P. 999–1023. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10980-013-9894-9>

13. Гродзинський М. Д. Стійкість геосистем до антропогенних навантажень. К.: Лікей, 1995. 223 с.

14. Сонько С. П., Зеленчук І. Д. Використання новітніх технологій у будівництві для зменшення шкідливого впливу на інертні компоненти ландшафту. *Проблеми безперервної географічної освіти і картографії - 2022*, №35. – С.С.32-38. DOI: <https://doi.org/10.26565/2075-1893-2022-35-04>

15. Грод І. М., Шевчик Л. О. Застосування інформативних індексів з метою оцінки біорізноманіття екосистем. Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання: досвід, тенденції, перспективи : матеріали V Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (м. Тернопіль, 30 квітня 2020 р.). Тернопіль : ТНПУ ім. В. Гнатюка, 2020. С. 112–114. URL: <http://dspace.tnpu.edu.ua/handle/123456789/15381> (дата звернення: 16.01.2026).

16. Nardo M., Saisana M., Saltelli A., Tarantola S., Hoffmann A., Giovannini E. 2005. Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, (EUR 21682 EN). URL: [https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2008/08/handbook-on-constructing-composite-indicators-methodology-and-user-guide\\_g1gh9301/9789264043466-en.pdf](https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2008/08/handbook-on-constructing-composite-indicators-methodology-and-user-guide_g1gh9301/9789264043466-en.pdf) (дата звернення: 15.01.2026).

**Abstract.** Anthropogenically transformed landscapes are considered as geosystems within which the spatial–structural organization and the nature of interactions between inert, mobile, and living components change under the influence of construction-industrial development of territories.



*Scientific approaches of geographical landscape studies to the analysis of transformations of natural–territorial complexes are generalized, and the feasibility of their assessment based on a combination of structural and process-based indicators is substantiated.*

*An index-based approach to the integral assessment of anthropogenic pressure has been developed and tested, taking into account the spatial saturation of geosystems with technogenic objects and the intensity of weighted impacts. Based on the calculation results, the degree of anthropization of the studied geosystems was determined and the specific features of the disturbance of interconnections between landscape components were identified. The obtained results can be used for the scientific substantiation of spatial planning and for assessing the consequences of industrial and construction development of territories.*

**Keywords:** *landscape components; natural–territorial complex (NTC); geosystem; industrial development; construction activity*

*Науковий керівник: д-р геогр. наук, проф. Сонько С.П.*

Стаття відправлена 18.01.2026р.

© Зеленчук І.Д.