

Методичні підходи до оцінювання ризиків порушення взаємодії інертних та живих компонентів ландшафту в процесі будівельних робіт

Сергій СОНЬКО¹  <https://orcid.org/0000-0002-7080-9564>

УДК: 911.5

Юрій КИСЕЛЬОВ²  <https://orcid.org/0000-0003-0530-1892>

Ірина КРАВЦОВА¹  <https://orcid.org/0000-0003-3431-473X>

Олексій СИТНИК³  <https://orcid.org/0000-0002-8120-7032>

¹ Уманський національний університет,
кафедра екології та безпеки життєдіяльності

² Уманський національний університет,
кафедра геодезії, картографії та кадастру

³ Уманський національний університет,
кафедра географії, геодезії та землеустрою

Листування – * sp.sonko@gmail.com

Ключові слова: ландшафтні комплекси; антропогенні ризики; ґрунти; швидкокомтовані металеві каркаси (ШМК); будівельно-монтажні роботи (БМР); компоненти ландшафту; сталий розвиток; конструктивна географія.

Анотація. Розглянуто проблему оцінювання екологічних ризиків, пов'язаних із порушенням взаємодії між компонентами ландшафтів в процесі будівельної діяльності. Встановлено, що активізація будівництва, навіть із дотриманням сучасних екологічних стандартів, спричиняє трансформацію природних ландшафтів, що проявляється у їх деградації, втраті біорізноманіття та екосистемних послуг.

Вказано на обмеженість існуючих методик оцінювання антропогенних ризиків, які оцінюються без урахування порушення взаємодії між інертними, мобільними та активними компонентами ландшафтів. Теоретичною основою дослідження слугували сучасні концепції ризикології, ландшафтно-екології та міжнародні принципи ALARA, а також вітчизняні й зарубіжні наукові публікації.

Запропоновано удосконалений підхід до інтегрального оцінювання екологічного ризику через алгоритм, що враховує усі загрози для ландшафтів та здоров'я населення під час ведення БМР. Отримані результати дослідження формують наукове підґрунтя для впровадження системи розрахунків антропогенних ризиків на місцевому рівні. Запропонована методика враховує технологічні та економічні можливості будівельної галузі щодо реалізації природоохоронних заходів і мінімізації впливу на ландшафти. Особливу увагу приділено економічній оцінці ризику, що дозволяє обґрунтувати межі прийнятності ризику шляхом зіставлення його наслідків з очікуваними соціально-економічними вигодами від реалізації програми з відновлення України.

1. ВСТУП

У сучасних умовах інтенсивного розвитку будівельної галузі природні ландшафти зазнають значних антропогенних трансформацій, що проявляються у порушенні взаємозв'язків між абіотичними компонентами (літогенною основою, ґрунтами, гідрологічними процесами) та біотичними елементами (рослинними угрупованнями, тваринним світом, мікробіотою). Масштабні земляні роботи, зокрема розробка котлованів і влаштування фундаментів, призводять до зняття або порушення родючого ґрунтового покриву, зміни його водно-фізичних властивостей, що своєю чергою впливає на процеси інфільтрації, аерації та біологічної активності. Це викликає комплексне порушення взаємодії між компонентами ландшафту. Антропогенний вплив спричинює дестабілізацію біогеохімічних циклів, фрагментацію природних середовищ існування та зниження ландшафтної стійкості, що обґрунтовує необхідність розробки спеціалізованих методик оцінювання антропогенних ризиків і управління екосистемними змінами (Денисик 2021). Навіть за умов дотримання суворих екологічних стандартів будівництва, зміни ґрунтового покриву, забруднення атмосферного повітря будівельними машинами та механізмами і зміни гідрологічного режиму спричиняють каскадні порушення біогеохімічних процесів, що в свою чергу призводить до зниження стійкості ландшафтів (Сонько, Зеленчук 2022).

Оцінка пріоритетів подальшого господарського використання території України в післявоєнний період вже сьогодні є актуальним завданням, що розглядається в межах цієї статті. У межах ландшафтознавчого підходу ландшафт розглядається як цілісна геосистема, в якій усі компоненти – літосфера, атмосфера, гідросфера та біота – перебувають у взаємодії в межах певних природних комплексів (Сонько, Зеленчук 2024).

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю здійснення ефективної оцінки потенційних антропогенних ризиків впливу на ландшафти або їхні компоненти під час реалізації будівельних проєктів, спрямованих на відновлення України. Існуючі методики оцінювання екологічних ризиків здебільшого зосереджуються на окремих компонентах середовища (забруднення повітря, ґрунтів чи водних ресурсів) і не дозволяють розрахувати комплексну динаміку порушень взаємодії абіотичних і біотичних елементів ландшафту у процесі будівельної діяльності. Це обмежує можливість виконання обґрунтованого прогнозу просторово-структурних наслідків змін пов'язаних із будівництвом, та ускладнює прийняття ефективних управлінських рішень на етапі планування або техніко-економічного обґрунтування проєктів будівництва. Внаслідок цього виникає загроза неконтрольованого дисбалансу в структурно-функціональних зв'язках ландшафтних комплексів і втрати здатності екосистем до саморегуляції. Враховуючи зазначене, актуальним постає завдання розробки удосконалені методики кількісного та якісного оцінювання ризиків порушення взаємодії інертних і живих компонентів ландшафтів під час виконання будівельних процесів.

Необхідною умовою є поєднання даних про зміну морфології рельєфу, якісні показники ґрунтів, стан водних ресурсів і просторово-часову динаміку біоти, що дасть змогу сформулювати інтегральні моделі ризику, адаптовані до особливостей різних природних зон України. Сучасні геоінформаційні системи (ГІС), ретроспективний аналіз землекористування та екосистемні підходи до оцінювання антропогенних змін ландшафтів мають створити основу для побудови таких моделей ризику.

Водночас процес управління антропогенними ризиками у сфері будівельної діяльності передбачає обґрунтований вибір і практичне застосування методів, спрямованих на мінімізацію потенційної шкоди. Зокрема, йдеться про впровадження заходів, що регулюють викиди шкідливих речовин та обмежують дію несприятливих факторів на компоненти

С. Сонько, Ю. Кисельов, І. Кравцова, О. Ситник

Методичні підходи до оцінювання ризиків порушення взаємодії інертних та живих компонентів ландшафту в процесі будівельних робіт

ландшафту шляхом скорочення тривалості їх використання або повної заборони найбільш небезпечних з них. Вивчення екологічного ризику є необхідною умовою для адекватного розуміння механізмів впливу деструктивних чинників на елементи природного середовища. Особлива увага приділяється тому, що методи управління ризиками в умовах реалізації будівельних проєктів повинні бути зорієнтовані на забезпечення збереження функціональної цілісності ландшафтів та охорону здоров'я населення

Мета роботи – розроблення методичних підходів до оцінювання ризиків порушення взаємодії інертних та живих компонентів ландшафту у процесі будівельної діяльності з використанням сучасної технології будівництва швидкокомтованих металокаркасів (ШМК). Виявлення сукупності несприятливих чинників, які формують рівень небезпеки та становлять вихідні дані для прогнозування потенційних негативних ризиків, їхнього характеру і масштабу.

Об'єкти дослідження – існуючі методики оцінювання ризиків впливу на екосистеми, ландшафти та компоненти природного середовища.

Предмет дослідження – ризик антропогенних впливів на природні ландшафти в процесі ведення будівельної діяльності.

2. МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ

Термін «ризик» (походить від грецького слова *risikon*), у науковій літературі екологічного та економічного спрямування має багато тлумачень. Одне з найбільш розповсюджених визначень терміну «ризик» – це можливість або ймовірність настання факту чи події, що може трапитися як щось небажане (Хижняк et al. 2023). Згідно зі словником Merriam-Webster (Webster's Third New International Dictionary), термін «ризик» означає небезпека, можливість збитку чи втрати, тобто акцентується ймовірнісна складова потенційних збитків чи втрат (Ковалевська 2015). ДСТУ 2156-93 визначає екологічний ризик як ймовірність негативних наслідків від сукупності шкідливих впливів на навколишнє середовище, здатних спричинити незворотну деградацію екосистем.

Сучасні ландшафтознавчі дослідження охоплюють аналіз змін морфологічної структури та різноманіття ландшафтів, а також прогнозування можливих екологічних ризиків під впливом природних і антропогенних чинників (Глухота, Шевчук 2023). Одним із найпоширеніших чинників виникнення антропогенних ризиків природних ландшафтів є їх трансформація у результаті будівельної діяльності. Навіть використання сучасних будівельних технологій, зокрема будівництво швидкокомтованих будівель, за умови дотримання високих екологічних стандартів будівництва супроводжується хоч і незначними але, все ж таки змінами натуральних компонентів ландшафту і ландшафтних комплексів – літогенної основи, повітряних мас, водних мас, ґрунтів, біоти.

Будь-яка форма будівельної діяльності супроводжується певною трансформацією інертних та біотичних компонентів ландшафтів. Серед основних проявів такого впливу фіксуються: порушення морфології рельєфу та ґрунтового покриву, забруднення атмосферного повітря внаслідок експлуатації будівельної техніки та механізмів, зміни у водному середовищі, включаючи локальні модифікації гідрологічного режиму. Сукупна дія зазначених чинників спричиняє порушення взаємозв'язків між компонентами ландшафту.

Згідно з сучасними ландшафтознавчими підходами, ландшафт розглядається як системне утворення, що складається з взаємопов'язаних компонентів. Їх поділяють на інертні, мобільні та активні (Сонько, Зеленчук 2024):

- *Інертні компоненти* – мінеральна основа та рельєф, які формують фіксовану структуру геосистеми;

С. Сонько, Ю. Кисельов, І. Кравцова, О. Ситник

Методичні підходи до оцінювання ризиків порушення взаємодії інертних та живих компонентів ландшафту в процесі будівельних робіт

• *Мобільні компоненти* – атмосферні й водні маси, що забезпечують транзит речовин та енергії, виконуючи регуляторну функцію;

• *Активні компоненти* – живі організми, насамперед, біота, які відповідають за біологічну продуктивність, відновлення та здатність системи до саморегуляції.

У межах цього дослідження запропоновано алгоритм оцінювання впливу ризику із визначенням його характеристик, (рис.1) та визначення поняття «антропогенні ризики природних ландшафтів в процесі ведення будівельної діяльності». Під цим поняттям розуміють – негативні наслідки спричинені будівельною діяльністю, які впливають на стан та структуру природних ландшафтів і можуть призвести до деградації чи порушення зв'язків між компонентами ландшафту, а також до зниження рівня екосистемних послуг.

Дослідники екологічних ризиків Матіс, Крот (2021) пропонують класифікувати ризики за трьома основними факторами: економічним, соціальним та екологічним. Економічний фактор оцінюється через рівень антропогенного забруднення ландшафтів, що завдає шкоди їхнім компонентам. Екологічний фактор аналізу ризиків полягає у визначенні загроз для об'єктів і компонентів природного середовища, а також оцінці впливу на здоров'я населення. Соціальний фактор враховує вплив негативних чинників на стійкість ландшафтних комплексів і здоров'я людей. На думку дослідників оцінка екологічного ризику є складною через неоднорідність даних і передбачає виявлення структури збитків та факторів їх виникнення, а також уніфікацію показників у стандартизованій шкалі.

Згідно з гіпотезою Таранюк (2012) методи оцінювання екологічних загроз мають бути універсальними і охоплювати максимальну кількість факторів. До таких методів відносяться:

- якісна оцінка;
- кількісна оцінка з врахуванням статистичних даних;
- інтегральна оцінка – поєднання кількох факторів;
- експрес-оцінка;
- метод «Дельта» – динамічне оцінювання ризику;
- загальні комплексні методи, що базуються на наукових дослідженнях.

Алгоритм оцінювання ризику являє собою системний аналіз джерел та масштабу потенційної небезпеки в конкретних умовах, (рис.1). Цей аналітичний інструмент дає змогу ідентифікувати чинники, що загрожують ландшафтам та здоров'ю людини, встановити їх взаємозв'язок і, виходячи з цього, передбачити першочергові заходи з мінімізації ризику.

Останніми роками питання вдосконалення і поглиблення алгоритмів та методів оцінювання екологічних ризиків набули значного розвитку в наукових працях як вітчизняних, так і зарубіжних фахівців. Зокрема, науковці Хижняк et al. (2023) здійснюють оцінювання можливих проявів ризиків у природно-територіальних комплексах із використанням понять індивідуального та комплексного ризику. Основні положення щодо управління ризиками та формування ризикології як окремої наукової дисципліни викладені у праці Вітлінського, Великоіваненка (2004). Теоретичним підґрунтям цього дослідження у частині розроблення методичних підходів до оцінювання екологічних загроз для ландшафтів та ідентифікації їх характерних ознак слугувала наукова праця Левченко (2024).

У цьому дослідженні використані принципи міжнародної концепції «прийняттого ризику» ALARA (As Low As Risk Acceptable) та результати теоретичних досліджень і публікацій зарубіжних авторів, що спеціалізуються на дослідженнях впливу ризиків на ландшафти та їхні компоненти в процесі будівельної діяльності (Langergraber, Mitteregger, Haberl 2019; Wackernagel et al. 2002).

Головний принцип концепції ALARA – «передбачати та попередити», тобто запровадження та використання потенційно безпечних рішень. У сучасній практиці

С. Сонько, Ю. Кисельов, І. Кравцова, О. Ситник

Методичні підходи до оцінювання ризиків порушення взаємодії інертних та живих компонентів ландшафту в процесі будівельних робіт

екологічного обґрунтування інвестиційної діяльності особливого значення набуває концепція прийнятного екологічного ризику, зокрема у випадках реалізації будівельних проєктів, що передбачають трансформацію геоморфологічної структури та порушення ґрунтового покриву в межах природних ландшафтів. У такому контексті прийнятним вважається рівень ризику, за якого ймовірність настання негативних екологічних наслідків або величина потенційних збитків є незначними і можуть бути виправдані очікуваним соціально-економічним ефектом. Іншими словами, ризик вважається допустимим у разі, якщо його прийняття ґрунтується на раціональній оцінці співвідношення між екологічними втратами та суспільною вигодою, що перевищує ці втрати (Вітлінський, Верченко 2000).

Алгоритм оцінювання ризику				
1. Ідентифікація джерел ризику	2. Визначення впливу на ландшафт	3. Аналіз вразливості компонентів ландшафту	4. Визначення ймовірності небезпечних подій	5. Оцінювання можливих збитків
1.1. Визначення видів будівельної діяльності, які найбільше впливають на ландшафт. 1.2. Встановлення компонентів ландшафту, які є потенційно вразливими до впливу будівельної діяльності	2.1. Визначення типу негативного впливу. 2.2. Встановлення просторової й часової локалізації впливу	3.1. Оцінювання здатності компонентів ландшафту до самовідновлення. 3.2. Врахування існуючого антропогенного навантаження. 3.3. Наявність охоронних статусів в районі ведення БМР.	4.1. Розрахунок з врахуванням експертної статистичної або історичної інформації. 4.2. Категоризація за шкалою ймовірностей	5.1. Визначення розміру втрат. 5.2. Розрахунок інтегрального показника ризику.
6. Побудова матриці ризику	7. Категоризація рівнів екологічного ризику	8. Розробка та впровадження заходів управління	9. Моніторинг та періодична переоцінка	
6.1. Поєднання ймовірності та втрат для визначення рівня ризику впливу будівельної діяльності	7.1. Незначний 7.2. Малий 7.3. Середній 7.4. Високий 7.5. Катастрофічний	8.1. Попередження або зменшення рівня ризику. 8.2. Встановлення системи моніторингу та зворотного зв'язку	9.1. Регулярне оновлення даних. 9.2. Адаптація під вплив нових чинників	

Рис. 1. Алгоритм оцінювання ризику на живі та інертні компоненти ландшафту

Методологічною основою дослідження є аналіз і співставлення існуючих методів, моделей оцінки екологічних ризиків, поєднання статистичного та порівняльно-географічного аналізу і синтезу результатів математичного порівняння. Інформаційною базою для здійснення розроблення методичних підходів стали діючі алгоритми та критерії визначення можливих проявів екологічного ризику для еко- та агроєкосистем, а також оціночні моделі для окремих складних систем.

Теоретичною основою для виконання обчислень слугували засади етимології та онтології ризику (Вітлінський, Великоіваненко 2004), концептуальні принципи ризикології (Стешенко 2019) та емпіричні результати розрахунків ризиків методами імітаційного моделювання.

Аналіз вказаних наукових праць та джерел свідчить про недостатню опрацьованість методів оцінювання та управління антропогенними ризиками природних ландшафтів в

С. Сонько, Ю. Кисельов, І. Кравцова, О. Ситник

Методичні підходи до оцінювання ризиків порушення взаємодії інертних та живих компонентів ландшафту в процесі будівельних робіт

процесі здійснення будівельної діяльності, що зумовлює необхідність подальшому поглибленому дослідженні. Особливо актуальним є розроблення удосконалених методичних підходів до оцінювання та прогнозування ризиків порушення зв'язків між інертними та живими компонентами ландшафту з урахуванням специфіки технологічних процесів у будівництві, економічної оцінки ризиків, а також визначення фінансових можливостей для реалізації заходів з відновлення порушених зв'язків включаючи рекультивацію, озеленення та компенсаторні виплати за втрату родючості тощо. Подальшого вдосконалення потребують також методики управління зазначеними ризиками шляхом адаптації загальноприйнятих принципів ризик-менеджменту до галузевих, а саме – ландшафтних та географічних особливостей екосистем, що сприятиме підвищенню оперативності та обґрунтованості прийняття управлінських рішень в умовах інтенсивного розвитку будівельної діяльності з метою забезпечення цілей сталого розвитку.

Методи – системний аналіз, узагальнене математичне моделювання, порівняльно-географічний підхід, аналітично-статистичний метод та метод співставлення.

3. РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Активізація будівельної діяльності, особливо в умовах забезпечення сталого розвитку, істотно впливає на природні ландшафти, порушуючи взаємодію між інертними та живими компонентами. Ці порушення можуть зумовлювати деградацію екосистем, зниження біорізноманіття та погіршення якості навколишнього середовища. Сучасні будівельні технології, навіть за умови дотримання високих екологічних стандартів, супроводжуються незначними, однак стабільними змінами природних компонентів ландшафту та ландшафтних комплексів, зокрема літогенної основи, атмосферного повітря, водних мас, ґрунтів, біоти тощо (Сонько, Зеленчук 2024). Саме тому оцінювання екологічних ризиків впродовж всього життєвого циклу будівельних проєктів є важливим інструментом виявлення потенційної небезпеки, визначення кількісних характеристик рівнів і наслідків впливу шкідливих факторів на природне середовище та здоров'я населення. Аналіз всього ланцюга створення будівельного об'єкта дозволяє констатувати, що оцінювання екологічних ризиків, пов'язаних із будівельною діяльністю, є складним процесом, що вимагає врахування багатьох чинників. Зокрема, необхідно ідентифікувати потенційні небезпеки на кожному етапі, оцінити рівень впливу на різні компоненти ландшафту та заздалегідь прогнозувати ймовірність настання негативних наслідків. Така оцінка включає, але не обмежується аналізом якості повітря, водних ресурсів, ґрунтів, стану біоти, а також дослідженням статистичних даних, щодо здоров'я населення.

Наявні методики оцінювання екологічних ризиків часто не враховують комплексної взаємодії між інертними та живими компонентами ландшафтів. Більшість підходів зосереджені переважно на окремих аспектах, таких як забруднення повітря або води, і не забезпечують цілісного уявлення про екологічний стан ландшафтів певної території та їх взаємозв'язків. Це ускладнює прийняття ефективних управлінських рішень щодо зменшення негативного впливу будівельної діяльності на компоненти ландшафтних комплексів ще на етапі розроблення техніко-економічного обґрунтування планованої будівельної діяльності (Matic, Krot 2021).

Важливим аспектом в прогнозуванні потенційних ризиків є урахування впливу будівельної діяльності на порушення взаємодії інертних (неживих) та живих компонентів ландшафтів, що призводить до зміни функціонування природних екосистем та зниження рівня надаваних ними екосистемних послуг. Зокрема, вплив масштабного будівництва в промислових регіонах накладається на існуюче техногенне навантаження від підприємств

С. Сонько, Ю. Кисельов, І. Кравцова, О. Ситник

Методичні підходи до оцінювання ризиків порушення взаємодії інертних та живих компонентів ландшафту в процесі будівельних робіт

металургійної, хімічної та інших галузей, що суттєво підвищує рівень екологічного ризику, а через не продуману хаотичну забудову міських та приміських територій України відбувається руйнування природних горизонтальних і вертикальних зв'язків між рельєфом, ґрунтом, водними ресурсами, рослинністю і фауною. Це призводить до порушення біогеохімічних циклів і змін у функціонуванні ландшафтів (Langergraber, Mitteregger, Haberl 2019).

Підвищення рівня екологічних ризиків загрожує як економічними втратами, пов'язаними із зниженням ефективності роботи чи зупинки підприємств, так і погіршенням стану здоров'я населення. Сучасні методи та системи оцінки ризиків часто не враховують багатофакторності впливів, спричинених будівельною діяльністю на територіальні комплекси як цілісні екосистеми, через застосування узагальнених методів кількісного оцінювання екологічних ризиків.

Наразі для кількісного оцінювання таких ризиків використовуються так звані інтегральні моделі, які спрощено враховують просторові й функціональні параметри ландшафтів. Узагальнене формульне подання однієї з таких моделей має вигляд:

$$R = \int (E_a, E_b, C_i, S_t)$$

де:

R – інтегральний ризик порушення;

E_a – ступінь змін інертних компонентів;

E_b – ступінь змін живих компонентів;

C_i – інтенсивність будівельного втручання;

S_t – стійкість ландшафту чи локальної екосистеми до змін.

Отже, розроблення методичних підходів до оцінювання ризиків порушення взаємодії інертних та живих компонентів ландшафтів у процесі будівельної діяльності є нагальним завданням, що забезпечить науково обґрунтовану основу для сталого розвитку територій і збереження екологічної рівноваги. Такі методики повинні враховувати специфіку будівельної діяльності, особливості природних умов та забезпечувати інтеграцію різних видів даних для формування обґрунтованих рекомендацій щодо оцінювання стану взаємодії між абіотичними та біотичними компонентами ландшафту.

Це дослідження не розглядає методики розрахунку ризиків можливих прямих загроз здоров'ю та життю людей, однак, ризики, що розглядаються в цій роботі, можуть опосередковано впливати на здоров'я людей через погіршення стану ландшафтів або певних ландшафтних компонентів в результаті будівельної діяльності. Екологічні ризики, що зумовлюють зміни стану ландшафтів або екосистем, формуються під впливом як природних, так і антропогенних чинників. Залежно від генезису, їх поділяють на ризики природного та антропогенного походження.

Структурована схема видів антропогенних ризиків природних ландшафтів в процесі ведення будівельної діяльності представлена в таблиці 1.

Серед чинників антропогенного походження істотне місце посідають джерела, пов'язані з будівельною діяльністю. Зокрема, до них належить техногенний вплив на ґрунтовий покрив, атмосферне повітря, водне середовище та біотичні компоненти ландшафтів.

Початковим етапом екологічного ризик-аналізу є оцінювання стану конкретного виду ландшафту. Такий аналіз передбачає визначення інтенсивності та просторового масштабу потенційного впливу з урахуванням сукупності небезпечних чинників, що впливають на ландшафт або його компоненти.

С. Сонько, Ю. Кисельов, І. Кравцова, О. Ситник

Методичні підходи до оцінювання ризиків порушення взаємодії інертних та живих компонентів ландшафту в процесі будівельних робіт

Застосування цієї методики є принципово важливим для прогнозування рівня порушення взаємодії між інертними та живими компонентами ландшафту. Керуючись наведеною схемою видів антропогенних ризиків, процес оцінювання ризиків має базуватися на комплексному інтегральному підході, який враховує вплив численних інженерних та технологічних чинників. У кількісному вимірі ризик визначається як прогнозований обсяг потенційних небезпек або втрат, а у відносному – як співвідношення цих втрат до відповідної еталонної величини.

Таблиця 1. Види антропогенних ризиків природних ландшафтів, пов'язаних із будівельною діяльністю

Класи ризиків	Групи ризиків	Ризик впливу на ландшафт
Техногенні ризики	Технічні ризики – відмова обладнання будівельних виробництв, аварії тощо	Забруднення повітряного середовища, ґрунтів і вод, знищення біорізноманіття
	Інженерні ризики – порушення технологічних процесів в будівельній діяльності, не дотримання етапів ведення БМР	Потрапляння хімічних речовин у ґрунт, воду, трансформація фізико-хімічних характеристик інертних компонентів ландшафту
Ризики урбанізації	Ландшафтні ризики – скорочення площ сільськогосподарських угідь, деградація лісів, рекреаційних та природоохоронних зон	Зменшення площі природних екосистем, втрата цінних біоценозів, фрагментація середовища існування
	Ризики фізичного забруднення – шумове, вібраційне, електромагнітне, радіаційне впливи	Погіршення умов існування біоти, стресові реакції тварин, міграція окремих видів
	Ризики хімічного забруднення – викиди пилу, попелу, аерозолів; шкідливі речовини від підприємств, транспорту тощо	Забруднення атмосфери, ґрунтів і вод; порушення процесів ґрунтоутворення, зменшення родючості

Для забезпечення коректних розрахунків ризиків необхідним є застосування зрозумілих методик та математичних моделей, адаптованих до особливостей оцінювання антропогенних ризиків природних ландшафтів. Попри наявність значної кількості формул для здійснення відповідних розрахунків, у науковій та практичній сферах досі відсутня уніфікована система або методологія, яка б дозволяла однозначно визначити найефективніший підхід до кількісної оцінки. Зокрема, для оцінювання порушення взаємодії між інертними та біотичними компонентами ландшафту у процесі будівельної діяльності доцільно використовувати інтегральний метод, який враховує як імовірність настання небажаної події, так і масштаб пов'язаних із нею втрат. При цьому кількісним вираженням рівня ризику є добуток імовірності настання негативного сценарію та очікуваного розміру збитків, які можуть бути заподіяні у разі настання такої події. Саме тому для розрахунків середнього очікуваного ризику порушення взаємодії між інертними та живими компонентами ландшафту під час виконання БМР, пропонується наступна формула:

$$R = \sum_{k=1}^n N_k * L_k \quad (1)$$

де:

R – кількісне значення ризику;

N_k – імовірність настання k-го сценарію негативного впливу;

L_k – величина втрат, асоційованих з відповідним сценарієм N_k ;

k – кількість можливих варіантів розвитку подій, включаючи нульовий.

Якщо впродовж розрахункового періоду, зазвичай всього циклу виконання БМР, можливе настання декількох небезпечних подій, тоді показником ризику доцільно вважати

С. Сонько, Ю. Кисельов, І. Кравцова, О. Ситник

Методичні підходи до оцінювання ризиків порушення взаємодії інертних та живих компонентів ландшафту в процесі будівельних робіт

сумарну очікувану величину збитків, що виникають у результаті усіх потенційно можливих порушень зв'язків між компонентами ландшафту впродовж цього періоду:

$$L_{\text{сум}} = \sum_{k=1}^i D_k * V_k \quad (2)$$

де:

$L_{\text{сум}}$ – сумарна величина втрат за розрахунковий період;

D_k – узагальнена складова негативного впливу на k -ий компонент ландшафту;

V_k – вартісна оцінка втрат по k -му компоненту ландшафту;

i – кількість урахованих компонентів ландшафту.

Таким чином, запропонований підхід дозволяє комплексно враховувати як імовірність настання ризикованої події, так і масштаб її потенційного впливу на ландшафт, що є критично важливим для прогнозування рівня порушення взаємозв'язків між компонентами ландшафту в процесі здійснення будівельної діяльності.

У межах цього дослідження ризик інтерпретується як міра потенційної небезпеки, що виникає внаслідок певного виду діяльності, а також як імовірність настання несприятливої події. Його оцінювання ґрунтується на величині можливих втрат, які можуть мати матеріальний або екологічний характер. Визначення ймовірності виникнення несприятливої події N_k та пов'язаних з нею збитків базується на аналізі статистичних даних. У контексті екологічного менеджменту ризик охоплює комплекс загроз, зумовлених недооцінюванням ролі екологічних чинників у функціонуванні будівельної галузі, невизначеністю результатів прийнятих управлінських рішень (Жовновач, Вишневецька 2019).

Оцінювання ризику впливу на природні ландшафти доцільно виконувати відповідно до визначеного алгоритму (рис. 1), який передбачає послідовні етапи виявлення джерел потенційної небезпеки, визначення масштабів їх дії в конкретних природно-географічних умовах та, на підставі отриманих результатів, – розроблення управлінських заходів щодо запобігання або зменшення рівня ризику. Саме тому, для кількісного визначення рівня ризику згідно з формулою (1), необхідною є інформація про імовірність настання сценарію негативного впливу N_k та дані величини втрат, асоційованих з відповідним сценарієм L_k . У процесі аналізу вхідної інформації та формулювання висновків щодо наявності або відсутності ризику, його природи та основних характеристик, варто враховувати рівень впливу на інертні, мобільні та активні компоненти ландшафту, а також ступінь імовірного порушення взаємозв'язків, що зумовлений тривалістю негативного впливу. Усі вищезазначені вихідні дані підлягають обов'язковому уточненню в межах розрахунку конкретної моделі ризику.

Диференційоване оцінювання ризику за видами збитків виконується із застосуванням матриці ризику, яка демонструє залежність рівня ризику від поєднання ймовірності події та глибини завданої шкоди, а саме рівня порушення взаємозв'язків між компонентами ландшафту, (рис. 2).

Кількість можливих варіантів		Величина втрат				
		L1	L2	L3	L4	L5
	k ₁	r ₁	r ₁	r ₃	r ₄	r ₅
	k ₂	r ₂	r ₃	r ₃	r ₄	r ₅
	k ₃	r ₁	r ₂	r ₃	r ₄	r ₅
	k ₄	r ₂	r ₃	r ₄	r ₄	r ₅
	k ₅	r ₃	r ₄	r ₄	r ₅	r ₅
		r ₁ – незначний ризик r ₂ – малий ризик r ₃ – середній ризик r ₄ – високий ризик r ₅ – катастрофічний ризик				
		Характеристика ризику				

Рис. 2. Матриця прогнозування ймовірних ризиків (Матіс, Крот 2021)

Будівельна діяльність на територіях природних ландшафтів неминує пов'язана з виникненням антропогенних ризиків, які зумовлюють порушення просторових і функціональних зв'язків між інертними та живими компонентами ландшафту. Визначений рівень такого ризику слугує основою для обґрунтування доцільності впровадження превентивних або компенсаторних заходів. Залежно від визначеного рівня ризику ухвалюються рішення щодо впровадження запобіжних заходів, спрямованих на мінімізацію наслідків негативного впливу на компоненти ландшафту, а також заходів із відновлення порушених зв'язків між ними. Перелік відповідних заходів представлено у таблиці 2.

Оцінювання ризиків порушення стійкості природних ландшафтів, а також загроз для здоров'я населення, необхідно виконувати як на макрорівні, так і на мікрорівні будівельної діяльності. При цьому враховуються природні та антропогенні особливості ландшафту, стаціонарність і динамічність геоекологічних процесів, що їм притаманні. У дослідженні запропоновано методики детермінованого та ймовірнісного підходів до оцінювання антропогенних ризиків природних ландшафтів внаслідок будівельної діяльності (Назарук, Бота 2020).

Детермінований підхід є ефективним для оцінювання ризику на мікрорівні та ґрунтується на оцінюванні нормативно-допустимих параметрів концентрацій забруднюючих речовин (ГДК), коефіцієнтів токсичності та інших санітарно-гігієнічних вимог.

Таблиця 2. Управлінські заходи у відповідь на рівні екологічного ризику, встановлені за результатами оцінювання (Robson et al. 2022)

Категорія ризиків	Характеристика рівня ризику	Рекомендовані управлінські заходи
Незначний	Несуттєвий вплив будівельної діяльності на компоненти ландшафту (ймовірність реалізації мінімальна).	Планові моніторингові спостереження. Спеціальні заходи не є необхідними, однак ведеться базовий контроль стану ландшафту та його компонентів.
Малий	Вплив низької інтенсивності або короткотривалий (ситуація контрольована).	Рекомендується регулярне спостереження за зв'язками між інертними та живими компонентами. За необхідності – адаптивне реагування.
Середній	Потенційно значимий вплив, який може призвести до змін у функціонуванні ландшафту або екосистеми.	Розробка і реалізація плану мінімізації ризиків під час виконання БМР. Уточнення ймовірнісних характеристик та моделювання сценаріїв впливу.

С. Сонько, Ю. Кисельов, І. Кравцова, О. Ситник

Методичні підходи до оцінювання ризиків порушення взаємодії інертних та живих компонентів ландшафту в процесі будівельних робіт

Високий	Високий ступінь вірогідності негативного впливу на ландшафт або його компоненти.	Термінове вжиття заходів щодо обмеження або зупинення деструктивної діяльності, БМР. Забезпечення виконання екологічної експертизи.
Катастрофічний	Імовірне незворотне порушення структурних зв'язків між живими та інертними компонентами ландшафту (високий рівень шкоди).	Негайне припинення будь-якої будівельної діяльності до повного усунення джерел небезпеки. Розробка плану екологічної реабілітації. Відновлення робіт дозволяється лише після офіційного погодження результатів реабілітації.

Основним критерієм такого підходу є співставлення фактичних концентрації або показників забруднюючих речовин у окремих компонентах природного середовища, що утворюються внаслідок виконання БМР, з відповідними нормативними та граничними значеннями. Це дозволяє встановити рівень потенційної небезпеки для функціонування ландшафтних комплексів і відповідним чином скоригувати інтенсивність впливу.

За даними міжнародного Товариства екологічної токсикології та хімії довіклля SETAC (Society of Environment Toxicology and Chemistry) у сучасних умовах основну загрозу для інертних компонентів ландшафту становлять важкі метали, поліхлоровані сполуки та вуглеводні, а також неорганічні відходи (Хижняк et al. 2023).

Ймовірнісний підхід застосовується переважно на макрорівні, відповідає класичному статистичному тлумаченню поняття «ризик» і ґрунтується на оцінюванні просторової та часової тривалості або варіативності дії антропогенних факторів, а також хаотичності і флуктуаційності їхнього розподілу в межах геосистем. У межах цього підходу результатом аналізу ризику є розрахунок ймовірності настання несприятливих екологічних наслідків у межах визначеного інтервалу часу для конкретного природного ландшафту або екосистеми.

Головна ідея сучасної концепції управління антропогенним ризиками ґрунтується на визнанні принципу прийнятного ризику, який передбачає, що повна безпека ландшафтів у більшості випадків будівельної діяльності є недосяжною, а тому необхідно прагнути до досягнення такого рівня ризику, який є соціально та економічно виправданим. Управління ризиком у цьому контексті розглядається як процес прийняття обґрунтованих рішень на основі результатів оцінки ризику, з урахуванням технологічних і економічних можливостей його запобігання або мінімізації (Manuilova 2003). Основне завдання управління полягає у виявленні та попередженні небезпечних сценаріїв або у зменшенні ймовірності їх реалізації до рівня, який є прийнятним для суспільства. Це досягається шляхом розробки управлінських рішень, які включають правові, організаційні, економічні, інформаційні та технологічні механізми впливу.

Оцінка ефективності заходів щодо мінімізації ризику передбачає аналіз доцільності витрат на нейтралізацію потенційної загрози (Черенкевич 2020). Оскільки повне усунення ризику вимагає значних ресурсів, необхідно встановити критерій прийнятності ризику на основі методології системного аналізу та принципів теорії оптимізації. Порівняльна оцінка варіантів управління здійснюється за критерієм «витрати-вигоди» (Вітлінський, Верченко 2000), що включає:

- оцінку вигод від реалізації певного виду діяльності;
- оцінку можливих втрат у разі реалізації небажаного сценарію;
- аналіз можливостей впровадження регулюючих заходів для зменшення екологічного навантаження.

Таким чином, управління ризиком та його оцінювання становлять цілісну інтегровану систему, де кожний етап базується на результатах попередніх, забезпечуючи досягнення

С. Сонько, Ю. Кисельов, І. Кравцова, О. Ситник

Методичні підходи до оцінювання ризиків порушення взаємодії інертних та живих компонентів ландшафту в процесі будівельних робіт

балансу між екологічною безпекою, соціальною відповідальністю та ефективністю економічної діяльності.

4. ВИСНОВКИ

У межах дослідження розроблено та обґрунтовано методичні підходи до оцінювання ризиків порушення взаємодії компонентів ландшафтів у процесі будівельної діяльності. Визначено, що комплексний аналіз ландшафтної системи повинен включати оцінювання просторово-структурних змін як абіотичних елементів (рельєф, ґрунти, гідрологічні режими), так і біотичних складових (рослинність, фауна), що є необхідною передумовою для точного прогнозування наслідків антропогенного втручання.

Запропоновано інтегральну модель оцінювання антропогенного ризику, яка базується на обчисленні сумарної очікуваної величини втрат за сценаріями негативного впливу. Така методика дозволяє враховувати як ймовірність реалізації кожного сценарію, так і величину відповідних збитків, що є критично важливим для прогнозування рівня порушення зв'язків між інертними та живими компонентами ландшафту під час виконання БМР. Встановлено, що ефективне управління ризиками в ландшафтних комплексах потребує інтеграції детермінованого та ймовірнісного підходів. Детермінований підхід доцільно застосовувати на мікрорівні, тоді як ймовірнісний підхід більш придатний для аналізу на макрорівні. Поєднання обох підходів дозволяє отримати більш повну картину екологічного ризику та розробити збалансовані заходи мінімізації негативних впливів.

Окрему увагу приділено необхідності врахування концепції «прийнятного ризику» ALARA під час планування будівельної діяльності, що передбачає прогнозування наслідків і вибір рішень із максимальним зниженням рівня екологічної шкоди. Визначено, що післявоєнна відбудова територій України вимагає впровадження природоорієнтованих рішень і циркулярних моделей управління ландшафтами, що сприятиме відновленню екосистемних послуг та досягненню сталості.

Таким чином, розроблені методичні підходи забезпечують науково обґрунтовану основу для проведення екологічного ризик-аналізу в умовах інтенсивного розвитку будівельної діяльності. Подальша верифікація моделей на різних видах ландшафтів України та адаптація економічних оцінок витрат на відновні заходи дозволить підвищити точність прогнозування й ефективність управлінських рішень. Для забезпечення сталого розвитку необхідно посилити ГІС-моніторинг, удосконалити нормативно-методичну базу й сприяти впровадженню «зелених» технологій, що знизить ризики деградації природних ландшафтів і сприятиме збереженню екологічної рівноваги.

ЛІТЕРАТУРА

1. Вітлінський, В. В., & Верченко, П. І. (2000). *Аналіз, моделювання та управління економічним ризиком: навчально-методичний посібник для самостійного вивчення дисципліни*. Київ: КНЕУ. [Vitlinskyi, V. V., & Verchenko, P. I. (2000). *Analiz, modeliuvannia ta upravlinnia ekonomichnym ryzykom: navchalno-metodychnyi posibnyk dlia samostiinoho vuvchennia dysypliny*. Kyiv: KNEU.]
2. Вітлінський, В. В., & Великоіваненко, Г. І. (2004). *Ризикологія в економіці та підприємстві: монографія*. Київ: КНЕУ. [Vitlinskyi, V. V., & Velykoivanenko, H. I. (2004). *Ryzykolojiya v ekonomitsi ta pidpriemnytstvi: monohrafiia*. Kyiv: KNEU.]
3. Глухота, В., & Шевчук, С. (2023). Геопросторовий аналіз урболандшафтів міста Полтави. *Економічна та соціальна географія*, 89, 21–30. <https://doi.org/10.17721/2413-7154/2023.89.21-30> [Hlukhota, V., & Shevchuk, S. (2023). Neoprostorovi analiz urbolandshaftiv mista Poltav. *Ekonomichna ta sotsialna heohrafiia*, 89, 21–30. <https://doi.org/10.17721/2413-7154/2023.89.21-30>]
4. Денисик, Г. І. (2021). Антропогенне ландшафтознавство – основа майбутнього ландшафтознавства України. *Розвиток антропогенного ландшафтознавства у XXI сторіччі*, Матеріали Всеукр. наук.-

С. Сонько, Ю. Кисельов, І. Кравцова, О. Ситник

Методичні підходи до оцінювання ризиків порушення взаємодії інертних та живих компонентів ландшафту в процесі будівельних робіт

- практ. інтернет-конф., Вінниця. <https://vspu.edu.ua/science/art/a209.pdf> [Denysyk, H. I. (2021). Antropohenne landshaftoznavstvo – osnova maibutnoho landshaftoznavstva Ukrainy. Rozvytok antropohennoho landshaftoznavstva u XXI storichchi: Materialy Vseukr. nauk.-prakt. internet-konf., Vinnytsia. <https://vspu.edu.ua/science/art/a209.pdf>]
5. Жовновач, Р. І., & Вишневецька, В. А. (2019). Особливості оцінки та управління екологічними ризиками на металургійних підприємствах. *Центральноукраїнський науковий вісник. Економічні науки*, 3(36), 264–273. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Npkntu_e_2019_3_28 [Zhovnovach, R. I., & Vyshnevskaya, V. A. (2019). Osoblyvosti otsinky ta upravlinnia ekolohichnymy ryzykamy na metalurhiinykh pidpriemstvakh. *Tsentrlnoukrainskyi naukovyi visnyk. Ekonomichni nauky*, 3(36), 264–273. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Npkntu_e_2019_3_28]
 6. Ковалевська, І. М. (2015). Оцінка і управління ризиками екологічної безпеки довкілля. *Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету. Серія: Економіка і менеджмент*, (14), 311–315. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvmgu_eim_2015_14_71 [Kovalevska, I. M. (2015). Otsinka i upravlinnia ryzykamy ekolohichnoi bezpeky dovkillia. *Naukovyi visnyk Mizhnarodnoho humanitarnoho universytetu. Serii: Ekonomika i menedzhment*, (14), 311–315. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvmgu_eim_2015_14_71]
 7. Левченко, І. В. (2024). Екологічна безпека країн Північної Америки: методи та індикатори оцінювання екозагроз. *International security studios: managerial, technical, legal, environmental, informative and psychological aspects: Int. coll. monograph* (Vol. 2, pp. 511–540). Oslo: NMBU. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10846686> [Levchenko, I. V. (2024). Ekolohichna bezpeka krain Pivnichnoi Ameriky: metody ta indykatory otsiniuvannya ekozahroz. *International security studios: managerial, technical, legal, environmental, informative and psychological aspects: Int. coll. monograph* (Vol. 2, pp. 511–540). Oslo: NMBU. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10846686>]
 8. Матіс, Є. О., & Крот, О. П. (2021). Модель формування методів оцінки екологічних ризиків для окремих складних систем. *Екологічні науки*, (6), 81–90. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2021.eco.6-39.13> [Matis, Ye. O., & Krot, O. P. (2021). Model formuvannya metodiv otsinky ekolohichnykh ryzykiv dlia okremykh skladnykh system. *Ekolohichni nauky*, (6), 81–90. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2021.eco.6-39.13>]
 9. Назарук, М. М., & Бота, О. В. (2020). Дослідження екологічних ризиків як ключовий елемент оцінки впливу на довкілля. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*, (34), 100–107. <https://doi.org/10.26565/1992-4224-2020-34-10> [Nazaruk, M. M., & Bota, O. V. (2020). Doslidzhennia ekolohichnykh ryzykiv yak kliuchovyi element otsinky vplyvu na dovkillia. *Liudyna ta dovkillia. Problemy neoekolohii*, (34), 100–107. <https://doi.org/10.26565/1992-4224-2020-34-10>]
 10. Сонько, С. П., & Зеленчук, І. Д. (2022). Використання новітніх технологій у будівництві для зменшення шкідливого впливу на інертні компоненти ландшафту. *Проблеми безперервної географічної освіти і картографії*, (35), 32–38. [Sonko, S. P., & Zelenchuk, I. D. (2022). Vykorystannia novitnikh tekhnolohii u budivnytstvi dla zmenshennia shkidlyvoho vplyvu na inernni komponenty landshaftu. *Problemy bezperervnoi heohrafichnoi osvity i kartohrafii*, (35), 32–38. <https://doi.org/10.26565/2075-1893-2022-35-04>]
 11. Сонько, С. П., & Зеленчук, І. Д. (2024). Вплив будівництва на ландшафти лісостепової зони України. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*, (42), 24–34. <https://doi.org/10.26565/1992-4224-2024-42-02> [Sonko, S. P., & Zelenchuk, I. D. (2024). Vplyv budivnytstva na landshafty lisostepovoi zony Ukrainy. *Liudyna ta dovkillia. Problemy neoekolohii*, (42), 24–34. <https://doi.org/10.26565/1992-4224-2024-42-02>]
 12. Стешенко, О. Д. (2019). Ризикологія: Навч. посібник. Харків: УкрДУЗТ. [Steshenko, O. D. (2019). *Ryzykologiya: Navch. posibnyk*. Kharkiv: UkrDUZT.]
 13. Таранюк, К. В. (2012). Методичні основи управління екологічними ризиками на регіональному рівні. *Mechanism of Economic Regulation*, (4), 132–138. [Taraniuk, K. V. (2012). Metodychni osnovy upravlinnia ekolohichnymy ryzykamy na rehionalnomu rivni. *Mechanism of Economic Regulation*, (4), 132–138.]
 14. Хижняк, С. В., Коверсун, І. В., Довбиш, О. Б., & Войціцький, В. М. (2023). Характеристика екологічних ризиків в екосистемах та оцінювання можливості їх прояву. *Агробіологія*, (1), 61–69. <https://doi.org/10.33245/2310-9270-2023-179-1-61-69> [Khyzhniak, S. V., Koversun, I. V., Dovbysh, O. B., & Voitsytskyi, V. M. (2023). Kharakterystyka ekolohichnykh ryzykiv v ekosystemakh ta otsiniuvannya mozhlyvosti yikh proiavu. *Ahrobiolohiia*, (1), 61–69. <https://doi.org/10.33245/2310-9270-2023-179-1-61-69>]
 15. Черенкевич, О. С. (2020). Статистичне моделювання екологічних ризиків як фактора екологічної безпеки. *Статистика України*, (2–3), 59–67. [https://doi.org/10.31767/su.2-3\(89-90\)2020.02-03.07](https://doi.org/10.31767/su.2-3(89-90)2020.02-03.07) [Cherenkevych, O. S. (2020). Statystychne modeliuвання ekolohichnykh ryzykiv yak faktora

С. Сонько, Ю. Кисельов, І. Кравцова, О. Ситник

Методичні підходи до оцінювання ризиків порушення взаємодії інертних та живих компонентів ландшафту в процесі будівельних робіт

- ekologichnoi bezpeky. *Statystyka Ukrainy*, (2–3), 59–67. [https://doi.org/10.31767/su.2-3\(89-90\)2020.02-03.07](https://doi.org/10.31767/su.2-3(89-90)2020.02-03.07)
16. **Langergraber, G., Mitteregger, C., & Haberl, R.** (2019). Implementing nature-based solutions for creating a resourceful circular city. *Resources, Conservation and Recycling*, 150, Article 104457. <https://doi.org/10.2166/bgs.2020.933>
 17. **Manuilova, A.** (2003). *Methods and tools for assessment of environmental risk*. Akzo Nobel Surface Chemistry AB.
 18. **Robson, M. G., Toscano, W. A., Meng, Q., & Kaden, D. A.** (2022). *Risk assessment for environmental health*. <https://doi.org/10.1201/9780429291722>
 19. **Wackernagel, M., Schulz, N. B., Deumling, D., Linares, A. C., Jenkins, M., Kapos, V., & Lewan, L.** (2002). Tracking the ecological overshoot of the human economy. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99(14), 9266–9271. <https://doi.org/10.1073/pnas.142033699>
 20. **Uman National University of Horticulture.** (2024). Тези доповідей учасників наукової конференції (pp. 1–135). https://ecology.udau.edu.ua/assets/files/tezi/zbirnik-2024_97510195-9891-456f-9ef5-e6a2eb76b8c4.pdf [Uman National University of Horticulture. (2024). Tezy dopovidei uchasnykiv naukovoї konferentsii (pp. 1–135). https://ecology.udau.edu.ua/assets/files/tezi/zbirnik-2024_97510195-9891-456f-9ef5-e6a2eb76b8c4.pdf]

S. Sonko, Yu. Kiselyov, I. Kravtsova, O. Sytnik

Methodological approaches to assessing the risks of violation of the interaction of inert and living components of landscapes in the process of construction works

Keywords: landscape complexes; anthropogenic risks; soils; prefabricated metal frames (FMF); construction and assembly works (C&E); landscape components; sustainable development; constructive geography.

Abstract. The article considers the problem of assessing environmental risks associated with the disruption of interaction between landscape components in the process of construction activities. It is established that the intensification of construction, even with compliance with modern environmental standards, causes the transformation of natural landscapes, which is manifested in their degradation, loss of biodiversity and ecosystem services.

The limitations of existing methods for assessing anthropogenic risks, which are assessed without taking into account the disruption of interaction between inert, mobile and active landscape components, are indicated. The theoretical basis of the study was modern concepts of riskology, landscape ecology and international ALARA principles, as well as domestic and foreign scientific publications. An improved approach to integrated environmental risk assessment is proposed through an algorithm that takes into account all threats to landscapes and public health during the conduct of BMR. The results of the study form a scientific basis for the implementation of a system for calculating anthropogenic risks at the local level.

The proposed methodology takes into account the technological and economic capabilities of the construction industry to implement environmental protection measures and minimize the impact on landscapes. Particular attention is paid to economic risk assessment, which allows justifying the limits of risk acceptability by comparing its consequences with the expected socio-economic benefits from the implementation of the program for the recovery of Ukraine.



С. Сонько, Ю. Кисельов, І. Кравцова, О. Ситник

Методичні підходи до оцінювання ризиків порушення взаємодії інертних та живих компонентів ландшафту в процесі будівельних робіт