

ЦИФРОВІЗАЦІЯ УПРАВЛІННЯ ДОРОЖНИМИ ІНФРАСТРУКТУРНИМИ ПРОЄКТАМИ ЯК ІНСТРУМЕНТ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ

Анотація. Розглянуто можливості цифровізації управління дорожніми інфраструктурними проєктами для забезпечення екологічної безпеки. Обґрунтовано доцільність застосування геоінформаційних технологій, цифрового моніторингу та інтегрованого аналізу даних для виявлення, оцінювання й мінімізації негативного впливу дорожньої інфраструктури на довкілля.

Ключові слова: екологічна безпека, дорожня інфраструктура, цифровізація, геоінформаційні технології, управління проєктами, моніторинг довкілля, TRANSGREEN, SaveGREEN, STICS.

Розвиток дорожньої інфраструктури є важливою передумовою соціально-економічного зростання територій, однак реалізація відповідних проєктів може супроводжуватися суттєвим антропогенним навантаженням на довкілля. До основних екологічних ризиків належать забруднення атмосферного повітря, ґрунтів і водних ресурсів, шумове навантаження, порушення природних ландшафтів і фрагментація екосистем. Для європейського транспортного сектору ці виклики залишаються актуальними, оскільки транспорт істотно впливає на клімат, якість повітря, шумове навантаження та цілісність оселищ [4; 5].

У сучасних умовах особливої актуальності набуває цифровізація управління дорожніми інфраструктурними проєктами, яка передбачає використання геоінформаційних систем, засобів дистанційного зондування Землі, цифрових платформ моніторингу й аналітичних інструментів підтримки прийняття рішень. Такі технології дають змогу збирати, візуалізувати та аналізувати просторові дані про стан територій, прогнозувати потенційний вплив інфраструктурних об'єктів на довкілля та своєчасно ідентифікувати зони екологічного ризику.

Практичне значення цифрових інструментів проявляється на всіх етапах життєвого циклу проєкту. На етапі планування вони забезпечують вибір оптимального трасування та порівняння альтернативних сценаріїв. На етапі виконання робіт цифровий моніторинг сприяє оперативному контролю впливів на довкілля. Важливість такого підходу підтверджується і досвідом проєктів, зокрема TRANSGREEN, орієнтованого на екологічно ошадне планування транспортних коридорів, а також SaveGREEN, у межах якого розроблялися рішення для збереження екологічних коридорів та моніторингу ефективності природоохоронних заходів. На етапі експлуатації інфраструктурних об'єктів цифрові системи можуть застосовуватися для довгострокового спостереження за екологічним станом прилеглих територій та вчасного реагування на негативні зміни.

Водночас ефективність цифровізації залежить від доступності якісних даних, міжвідомчої взаємодії, цифрових компетентностей учасників проєкту та

узгодженості екологічних і просторових даних. Саме тому важливим завданням є створення єдиного інформаційного середовища, у межах якого екологічні показники інтегруються в систему управління проектом і стають підґрунтям для обґрунтованих рішень.

З позицій управління проектами цифровізацію доцільно розглядати не лише як набір окремих інструментів, а як елемент організаційної моделі управління екологічною безпекою. Це передбачає визначення відповідальних за збір і верифікацію даних, встановлення регулярних процедур моніторингу, інтеграцію екологічних показників у систему ризик-менеджменту та використання результатів аналізу для коригування календарних, технічних і бюджетних рішень. Такий підхід підвищує адаптивність проекту, його прозорість і здатність враховувати як технічні, так і природоохоронні пріоритети.

Практична релевантність такого підходу підтверджується досвідом міжнародних та міжсекторальних проектів. Зокрема, у проекті TRANSGREEN акцент було зроблено на узгодженні розвитку транспортної інфраструктури з потребами збереження зеленої інфраструктури та екологічних коридорів. Проект SaveGREEN розвинув ці підходи через фокус на збереженні функціональності транскордонних екологічних коридорів і моніторингу ефективності природоохоронних заходів. У свою чергу, STICS демонструє значення відкритих інноваційних екосистем, спільного використання даних, living labs і цифрових сервісів для підтримки рішень у територіальному розвитку та управлінні інфраструктурними втручаннями [1 - 3].

Особливого значення такі підходи набувають у контексті повосенного відновлення України, коли відбудова транспортної інфраструктури має поєднувати швидкість реалізації з дотриманням принципів сталого розвитку. За відсутності належного цифрового супроводу існує ризик посилення техногенного навантаження на території, конфліктів землекористування та недооцінки впливу на прилеглі екосистеми. Використання цифрових моделей, геоінформаційного аналізу й систем підтримки прийняття рішень дозволяє ще на ранніх етапах виявляти потенційні екологічні обмеження та формувати більш збалансовані сценарії розвитку дорожньої мережі.

Важливою перевагою цифровізації є можливість переходу від фрагментарного контролю до системного екологічного моніторингу. Для дорожніх інфраструктурних проектів доцільно використовувати систему індикаторів, яка охоплює стан атмосферного повітря, рівень шумового навантаження, зміну гідрологічних умов, ступінь порушення ґрунтового покриву, стан зелених зон та ризики для біорізноманіття. Візуалізація цих показників у ГІС-середовищі створює основу для більш прозорого управління проектом та підвищує обґрунтованість рішень щодо запобігання або мінімізації негативних екологічних наслідків.

Методичною основою такого підходу є інтеграція просторових, екологічних та управлінських даних у єдине цифрове середовище проекту. Доцільним є поєднання картографічних матеріалів, даних дистанційного зондування Землі, результатів екологічного моніторингу та аналітичних панелей, що забезпечує підвищення прозорості, відтворюваності та обґрунтованості управлінських рішень.

Отже, цифровізація управління дорожніми інфраструктурними проектами є важливим інструментом забезпечення екологічної безпеки. Інтеграція геоінформаційних технологій та цифрового моніторингу в систему управління

проектами сприяє зниженню екологічних ризиків, підвищенню якості управлінських рішень і формуванню передумов для сталого розвитку транспортної інфраструктури. Наукова новизна роботи полягає у поєднанні екологічного, просторового та проєктно-управлінського підходів до цифровізації дорожніх проєктів, а практична цінність - у можливості використання запропонованих положень під час планування, реалізації та моніторингу інфраструктурних проєктів з урахуванням напрацювань TRANSGREEN, SaveGREEN і STICS [1 - 3].

Список використаних джерел

1. TRANSGREEN. SPECTRA Centre of Excellence EU. URL: <https://spectra-perseus.org/Projects> (дата звернення: 12.04.2026).
2. SaveGREEN: Safeguarding the functionality of transnationally important ecological corridors in the Danube basin. SPECTRA Centre of Excellence EU. URL: <https://spectra-perseus.org/Projects/SaveGREEN> (дата звернення: 12.04.2026).
3. STICS - Smart Transformation and Innovation Consortium Slovakia. Fakulta managementu UK / STICS. URL: <https://www.fm.uniba.sk/veda-a-vyskum/vedecke-projekty-granty-a-spolupraca/medzinarodne-projekty/stics/>; <https://stics.umb.sk/en/about> (дата звернення: 12.04.2026).
4. European Environment Agency. Transport and mobility. URL: <https://www.eea.europa.eu/en/topics/in-depth/transport-and-mobility> (дата звернення: 12.04.2026).
5. European Commission. Green infrastructure. URL: https://environment.ec.europa.eu/topics/nature-and-biodiversity/green-infrastructure_en (дата звернення: 12.04.2026).