

Для підвищення стійкості до відмов було передбачено додаткові механізми контролю: перевірка цілісності файлів, оброблення некоректних форматів, логування помилок, фіксація параметрів запуску моделі та відновлення сеансу користувача після збою.

Розроблена функціональна архітектура програмного комплексу забезпечує системний підхід до обробки цифрових доказів, поєднуючи суворі вимоги до інформаційної безпеки з гнучкістю інтелектуального аналізу. Завдяки впровадженню багаторівневого принципу побудови та чіткому розмежуванню відповідальностей між модулями – від завантаження й попередньої обробки до виділення ознак та інтерпретації результатів – система демонструє високу адаптивність до нових методів класифікації та типів даних. Таке архітектурне рішення дозволяє не лише автоматизувати рутинні процеси розслідування кіберінцидентів, а й гарантує достовірність і відтворюваність отриманих результатів, що є критично важливим для юридичної легітимності цифрових доказів.

Джерела та література

1. Liu D. Digital Forensics and Analyzing Data. Cisco Router and Switch Forensics. 2019. P. 15–38. URL: <https://doi.org/10.1016/b978-1-59749-418-2.00001-6>.
2. Hargreaves C., Nelson A., Casey E. An abstract model for digital forensic analysis tools A foundation for systematic error mitigation analysis. Forensic Science International: Digital Investigation. 2024. Vol. 48. P. 301679. URL: <https://doi.org/10.1016/j.fsidi.2023.301679>.
3. A Guide to Digital Forensics and Cybersecurity Tools (2026). URL: <https://www.forensicscolleges.com/blog/resources/guide-digital-forensics-tools>.

УДК 004.9:504.064:711.4

Кульчицький С., Козак С.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

Гончаренко А., доктор філософії

Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНІ СИСТЕМИ ДЛЯ ПЛАНУВАННЯ ВІДБУДОВИ ТЕРИТОРІЙ З УРАХУВАННЯМ ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ

***Анотація.** У тезах обґрунтовано доцільність застосування інформаційно-аналітичних систем для планування відбудови територій, що зазнали руйнувань унаслідок воєнних дій і техногенних впливів. Сучасне відновлення має базуватися на інтеграції просторових, екологічних, інфраструктурних і соціально-економічних даних, багатокритеріальному аналізі та засобах підтримки прийняття рішень. Запропоновано функціональну структуру системи, що охоплює модулі збору даних, геоінформаційного аналізу, оцінювання екологічних ризиків, сценарного моделювання та пріоритетизації відновлювальних заходів. Визначено переваги використання таких систем для мінімізації вторинних загроз, підвищення управлінських рішень.*

***Ключові слова:** інформаційна система, відбудова, екологічні ризики, геоінформаційний аналіз, підтримка прийняття рішень, моніторинг.*

Kulchytskyi S., Kozak S.

Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ukraine

Honcharenko A., Ph.D.

Kyiv National University of Construction and Architecture, Ukraine

INFORMATION-ANALYTICAL SYSTEMS FOR TERRITORY RECONSTRUCTION PLANNING WITH CONSIDERATION OF ENVIRONMENTAL RISKS

***Abstract.** This paper justifies the use of information and analytical systems for planning the reconstruction of areas damaged by military action and man-made factors. Modern reconstruction must be based on the integration of spatial, environmental, infrastructural and socio-economic*

data, multi-criteria analysis and decision-support tools. A functional structure of the system is proposed, comprising modules for data collection, geoinformation analysis, environmental risk assessment, scenario modelling and the prioritisation of restoration measures. The advantages of using such systems to minimise secondary threats and improve management decisions are identified.

Keywords: *information system, reconstruction, environmental risks, geoinformation analysis, decision support, monitoring.*

В умовах воєнних руйнувань і техногенних пошкоджень відбудова територій в Україні не може розглядатися виключно як будівельно-інфраструктурне завдання. Значна частина постраждалих територій характеризується накопиченням відходів руйнувань, локальним забрудненням ґрунтів і вод, порушенням інженерних мереж, ризиками вторинних аварій та підвищенням техногенного навантаження на довкілля. За таких умов процес планування відновлення повинен поєднувати містобудівний, екологічний та інформаційно-аналітичний підходи, що відповідає сучасним принципам зниження ризиків катастроф і сталого розвитку [1, 2].

Для розв'язання зазначеного завдання доцільним є використання інформаційно-аналітичних систем, які забезпечують консолідацію різнорідних даних, їх структурування, просторовий аналіз, виявлення небезпечних зон і формування обґрунтованих управлінських рішень. На відміну від фрагментарного опрацювання інформації, така система дозволяє працювати з єдиним цифровим середовищем, де поєднуються картографічні матеріали, дані дистанційного зондування Землі, результати лабораторного контролю, відомості про пошкодження інфраструктури, характеристики земельних ділянок, показники стану атмосферного повітря, поверхневих і підземних вод, а також соціально-економічні параметри території [3].

Функціонально інформаційно-аналітична система для планування відбудови територій має включати кілька взаємопов'язаних модулів. Перший модуль – збір і верифікація даних – призначений для надходження інформації з геоінформаційних сервісів, безпілотних платформ, IoT-сенсорів, муніципальних реєстрів, кадастрових баз, екологічного моніторингу та звітів профільних служб. Другий модуль – аналітичний – виконує нормалізацію даних, просторову прив'язку, класифікацію об'єктів, побудову тематичних шарів і виявлення територій підвищеного ризику. Третій модуль – система підтримки прийняття рішень – формує сценарії відновлення, визначає пріоритетність об'єктів, оцінює альтернативи та дозволяє вибрати найбільш безпечний і ресурсно обґрунтований варіант.

Ключовим завданням такої системи є оцінювання екологічних ризиків. У межах технічної реалізації доцільно використовувати інтегральний показник ризику, який формується на основі сукупності нормованих індикаторів: рівня забруднення ґрунтів, вод і повітря; близькості до пошкоджених промислових або складських об'єктів; ступеня руйнування інженерної інфраструктури; ймовірності підтоплення, пожеж або повторного техногенного ураження. У загальному вигляді інтегральний ризик може бути поданий як

$$R = \sum(w_i x_i),$$

де x_i – нормовані індикатори екологічного стану та техногенної небезпеки, w_i – вагові коефіцієнти їх значущості. На основі отриманих значень може виконуватися зонування території за рівнями ризику: допустимий, підвищений, високий, критичний. Це дає можливість не лише візуалізувати проблемні ділянки, а й визначити послідовність першочергових відновлювальних заходів.

Важливою перевагою інформаційно-аналітичних систем є підтримка сценарного планування. У процесі відбудови необхідно враховувати не тільки поточний стан території, а й можливі наслідки різних управлінських рішень. Наприклад, відновлення житлового кварталу без попереднього аналізу стану ґрунтів, дренажної системи або близькості до потенційно небезпечних об'єктів може призвести до повторних витрат і нових загроз для населення. Натомість використання сценарного моделювання дозволяє порівнювати варіанти

за кількома критеріями: екологічна безпечність, вартість, терміни реалізації, соціальна значущість, енергоефективність, транспортна доступність і сумісність із планами просторового розвитку території [1, 4].

Отже, застосування інформаційно-аналітичних систем у плануванні відбудови територій з урахуванням екологічних ризиків є обґрунтованим і перспективним напрямом для сучасної України. Такі системи забезпечують підвищення якості управлінських рішень, прозорість пріоритезації відновлювальних заходів, зменшення ймовірності вторинних техногенних та екологічних загроз, а також сприяють переходу від реактивної моделі відбудови до проактивного, даними керованого управління територіальним розвитком. Подальші дослідження доцільно спрямувати на розроблення архітектури таких систем для рівня громади або регіону, а також на формування методів інтеграції екологічного моніторингу з цифровими платформами управління відбудовою.

Джерела та література

1. Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015–2030. Geneva: UNDRR, 2015. 37 p.
2. Environmental impact of the conflict in Ukraine: a preliminary review. Nairobi : United Nations Environment Programme, 2022. 92 p.
3. Burrough P. A., McDonnell R. A., Lloyd C. D. Principles of geographical information systems. 3rd ed. Oxford: 2015. 407 p.
4. ISO 14001:2015 Environmental management systems — Requirements with guidance for use. Geneva: International Organization for Standardization, 2015.
5. Про охорону навколишнього природного середовища: Закон України від 25.06.1991 № 1264-XII.
6. Про стратегічну екологічну оцінку: Закон України від 20.03.2018 № 2354-VIII.

УДК 316.485

Лазарюк В., канд. техн. наук, доц.; Окіпний І., канд. техн. наук, доц.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ЦИФРОВІ ІНДИКАТОРИ ПОВЕДІНКОВИХ РЕАКЦІЙ НА НЕБЕЗПЕКУ В УМОВАХ ВІЙНИ

Анотація. У роботі досліджено пошукову активність населення України як непрямий поведінковий індикатор реакцій на небезпеку в умовах повномасштабної війни. На основі даних Google Trends та Google Year in Search (2022–2025) показано зміну структури запитів від реакцій на безпосередню загрозу до інфраструктурної адаптації та повсякденних практик виживання. Запропоновано підхід до формування агрегованого індексу воєнно-тривожної пошукової поведінки, який дозволяє інтерпретувати динаміку змін характеру реакцій населення та оцінювати потенційні поведінкові ризики.

Ключові слова: пошукова активність, поведінкові реакції, колективний стрес, воєнні загрози, безпека життєдіяльності.

Lazaryuk V., Ph.D. (Tech.), Assoc. Prof.; Okipnyi I., Ph.D. (Tech.), Assoc. Prof.

Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ukraine

DIGITAL INDICATORS OF BEHAVIORAL RESPONSES TO THREAT IN WAR CONTEXTS

Abstract. The paper explores online search activity in Ukraine as an indirect behavioral indicator of how people respond to threat under conditions of full-scale war. Drawing on Google Trends and Google Year in Search data (2022–2025), it traces a shift in search patterns from immediate threat-related queries to infrastructure-focused concerns and everyday coping practices. The study outlines an approach to constructing an aggregated index of war-related anxiety in