

**ВИЗНАЧЕННЯ ГЕОЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ ВІДБУДОВИ ЗЕМЕЛЬ
ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ: ТЕОРЕТИЧНІ ПІДХОДИ**

**DEFINITION OF GEO-ECOLOGICAL MONITORING OF LAND RESTORATION IN
TRANSPORT INFRASTRUCTURE: THEORETICAL APPROACHES**



Юрченко Валентина Олександрівна, доктор технічних наук, професор, професор кафедри інженерної екології міст, Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, Харків, Україна, e-mail: yurchenko.valentina@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-7123-710X>



Телюра Наталія Олександрівна, кандидат технічних наук, доцент, Начальник науково-дослідної частини, Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, м. Харків, Україна, e-mail: Natalya.Telyura@kname.edu.ua

<https://orcid.org/0000-0003-0732-7789>



Кватадзе Аліна Іродіонівна, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри дорожньо-будівельних матеріалів і хімії, Національний транспортний університет, Київ, Україна, e-mail: kvatadze_alina@ukr.net, тел. +380662100191.

<https://orcid.org/0000-0001-8174-7728>

Анотація. Визначена актуальність теми дослідження. У роботі досягнута мета дослідження відносно обґрунтування теоретичних підходів до визначення геоecологічного моніторингу відбудови земель транспортної інфраструктури.

Запропоновані теоретичні підходи: функціональний: визначаються напрями та особливості розробки геоecологічного моніторингу; нормативно-правовий: обґрунтовуються нормативно-правові аспекти формування й застосування геоecологічного моніторингу використання земель на відбудову транспортної інфраструктури регіонів; екологічний: фокусується увага на екологічних напрямках здійснення моніторингових процедур; стейхолдерний: характеризується рівень та особливості взаємодії зацікавлених осіб щодо розробки й реалізації геоecологічного моніторингу використання земель на відбудову транспортної інфраструктури регіонів; моніторинговий: визначаються напрями та особливості здійснення моніторингових процедур; структурний: виокремлюються структурні елементи геоecологічного моніторингу використання земель на відбудову транспортної

інфраструктури регіонів; системний: розглядається геоecологічний моніторинг як сукупність земельних, екологічних, транспортних і безпекових чинників, що забезпечують реалізацію моніторингових процедур і взаємодію стейкхолдерів для підвищення ефективності використання земель на відбудову транспортної інфраструктури.

Узагальнюючи теоретико-методологічні підходи й у результаті систематизації нормативно-правового забезпечення, запропоновано визначення геоecологічного моніторингу використання земель для відбудови як система, що складається із земельних, екологічних, транспортних і безпекових чинників, які формують кількісну основу здійснення моніторингу із застосуванням математичних методів і моделей, геодезичного й геоінформаційного забезпечення, що дозволяє підвищити ефективність використання земель на відбудову транспортної інфраструктури, враховуючи рівень та особливості взаємодії стейкхолдерів.

Ключові слова: геоecологічний моніторинг, відбудова територій, землі транспортної інфраструктури, оцінка.

Вступ. Сучасні напрями розвитку як держави, так і регіонів потребують забезпечення ефективності відбудови земель транспортної інфраструктури як важливого ланцюга, що формує логістичну структуру й мережу. Поряд з цим, за останні роки поглиблюються проблемні аспекти відносно порушення об'єктів земельно-майнового комплексу транспортної інфраструктури внаслідок ведення агресивних бойових дій. Знижується екологічна безпека, зростають екологічні проблеми, втрати. У цьому контексті виникає необхідність формування й застосування геоecологічного моніторингу відбудови земель транспортної інфраструктури.

Огляд існуючих теоретичних розробок. Проблемні питання та особливості реалізації геоecологічного моніторингу відбудови земель транспортної інфраструктури визначені у роботах [1, 2].

Функціональні аспекти формування та застосування моніторингу транспортної інфраструктури визначені у розробках [3, 4]. На інтелектуальних інструментах забезпечення функціонування транспортної інфраструктури фокусується увага у [5]. Для розвитку транспортної інфраструктури формується й реалізується державна інтегрована інформаційна система забезпечення управління рухомими об'єктами (зв'язок, навігація, спостереження).

Для забезпечення моніторингу функціонування транспортної інфраструктури запропоновані інтелектуальні моніторингові системи. У цьому контексті визначена розробка [6].

Метою дослідження є обґрунтування теоретичних підходів до визначення геоecологічного моніторингу відбудови земель транспортної інфраструктури.

Виклад основного матеріалу. Для підвищення ефективності відбудови земель транспортної інфраструктури особливого значення має формування й реалізація моніторингових інструментів. Таким чином особливого значення має визначення геоecологічного моніторингу відбудови земель транспортної інфраструктури.

Слід вказати на важливість екологічного моніторингу, який розглядається як система спостережень, оцінки та прогнозування стану довкілля, його компонентів (повітря, вода, ґрунт, біорізноманіття) та антропогенного впливу, що включає фоновий, біологічний, медико-екологічний та інші види спостережень, які забезпечуються державною системою моніторингу з метою інформаційної підтримки управління охороною природи. На формуванні функціональних напрямів і законодавчого забезпечення зосереджується увага у роботах [7, 8].

Визначено державний, громадський, самоврядний, виробничий контроль, який через показники оцінки забруднення атмосферного повітря, поверхневих і морських вод, ґрунту здійснюється екологічний моніторинг [9].

Державна система моніторингу довкілля визначається як система спостережень, збирання, оброблення, аналізу, зберігання та обміну інформацією про стан довкілля, вплив на нього, прогнозування його змін та розроблення науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття

ефективних управлінських рішень в Україні з метою забезпечення досягнення Цілей сталого розвитку. Державна система моніторингу довкілля включає такі підсистеми:

- моніторинг атмосферного повітря;
- моніторинг вод;
- моніторинг земель і ґрунтів;
- моніторинг лісів;
- моніторинг біологічного та ландшафтного різноманіття;
- моніторинг у сфері управління відходами;
- моніторинг геологічного середовища;
- моніторинг впливу фізичних факторів (температура, шум, вібрація, іонізуюче та неіонізуюче випромінювання) [10].

Таблиця 1 – Характеристика технологічних рішень і засоби здійснення цифрового моніторингу [9]

Table 1 – Characteristics of technological solutions and means of digital monitoring [9]

Технологічні рішення і засоби	Характеристика
Платформа WaterBot	цифрова платформа, розроблена для моніторингу якості води. Вона включає в себе набір датчиків, які вимірюють різні параметри, такі як рН-рівень, температура, розчинений кисень, електрична провідність та інші. Дані з цих датчиків передаються до централізованої системи, де вони аналізуються та візуалізуються для операторів системи моніторингу. WaterBot надає зручний спосіб контролювати якість води та реагувати на зміни у реальному часі.
Сенсори для вимірювання концентрації речовин	Деякі цифрові сенсори спеціально призначені для вимірювання концентрації різних речовин у воді. Наприклад, сенсори на основі фотометрії можуть вимірювати концентрацію амонію, нітратів, фосфатів та інших хімічних сполук у воді. Ці сенсори зазвичай підключаються до цифрових платформ або систем моніторингу, де дані аналізуються та використовуються для оцінки якості води.
Датчики розташування та геопросторового моніторингу	Деякі цифрові платформи використовують GPS-датчики для вимірювання місцезнаходження та геопросторового розташування джерел води. Це дозволяє точно визначати місце забору проб та встановлення датчиків, що сприяє точному визначенню походження забруднень та аналізу зони впливу на якість води.
Датчики розташування та геопросторового моніторингу	Деякі цифрові платформи використовують GPS-датчики для вимірювання місцезнаходження та геопросторового розташування джерел води. Це дозволяє точно визначати місце забору проб та встановлення датчиків, що сприяє точному визначенню походження забруднень та аналізу зони впливу на якість води

Моніторинг геологічного середовища здійснюється державною геологічною службою України в порядку, встановленому Кабінетом Міністрів України. Моніторинг геологічного середовища є складовою державної системи моніторингу довкілля. З метою інформаційного забезпечення прийняття управлінських рішень, забезпечення прозорості даних та обміну інформацією щодо стану геологічного середовища, а також інших інформаційних потреб управління у сфері охорони та раціонального користування надрами використовуються сучасні інформаційні технології, зокрема автоматизовані інформаційні системи у сфері охорони та раціонального користування надрами. У межах інформації, що отримується у сфері охорони та раціонального користування надрами і використовується для інформаційних потреб управління в галузі охорони навколишнього природного середовища, у встановленому Кабінетом Міністрів України порядку забезпечується технологічна сумісність та здійснюється інформаційна взаємодія автоматизованих інформаційних систем у сфері охорони та

раціонального користування надрами із загальнодержавною екологічною автоматизованою інформаційно-аналітичною системою забезпечення прийняття управлінських рішень та доступу до екологічної інформації та з її мережею [10].

Моніторинг земель – це система спостереження за станом земель з метою своєчасного виявлення змін, їх оцінки, відвернення та ліквідації наслідків негативних процесів. У системі моніторингу земель проводиться збирання, оброблення, передавання, збереження та аналіз інформації про стан земель, прогнозування їх змін і розроблення науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття рішень щодо запобігання негативним змінам стану земель та дотримання вимог екологічної безпеки. Моніторинг земель є складовою частиною державної системи моніторингу довкілля. Залежно від цілей, спостережень і охоплення територій моніторинг земель може бути національним, регіональним і локальним. Ведення моніторингу земель здійснюється центральним органом виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері земельних відносин, центральним органом виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері охорони навколишнього природного середовища [16].

Висновки. Отже, обґрунтовані теоретичні положення щодо визначення геоecологічного моніторингу використання земель на відбудову транспортної інфраструктури регіонів та сформовано відповідний категоріальний апарат на основі запропонованих науково-практичних підходів:

- функціональний: визначаються напрями та особливості розробки геоecологічного моніторингу;
- нормативно-правовий: обґрунтовуються нормативно-правові аспекти формування й застосування геоecологічного моніторингу використання земель на відбудову транспортної інфраструктури регіонів;
- екологічний: фокусується увага на екологічних напрямках здійснення моніторингових процедур;
- стейкхолдерний: характеризується рівень та особливості взаємодії зацікавлених осіб щодо розробки й реалізації геоecологічного моніторингу використання земель на відбудову транспортної інфраструктури регіонів;
- моніторинговий: визначаються напрями та особливості здійснення моніторингових процедур;
- структурний: виокремлюються структурні елементи геоecологічного моніторингу використання земель на відбудову транспортної інфраструктури регіонів;
- системний: розглядається геоecологічний моніторинг як сукупність земельних, екологічних, транспортних і безпекових чинників, що забезпечують реалізацію моніторингових процедур і взаємодію стейкхолдерів для підвищення ефективності використання земель на відбудову транспортної інфраструктури.

На основі обґрунтування теоретико-методологічних підходів, нормативно-правового забезпечення сформовані елементи інформаційно-аналітичного забезпечення щодо формування та реалізації геоecологічного моніторингу використання земель на відбудову транспортної інфраструктури регіонів. Це надає можливості для побудови багаторівневої системи показників оцінки для геоecологічного моніторингу й розробки методу оцінки.

Узагальнюючи теоретико-методологічні підходи й у результаті систематизації нормативно-правового забезпечення, запропоновано визначення геоecологічного моніторингу використання земель для відбудови як система, що складається із земельних, екологічних, транспортних і безпекових чинників, які формують кількісну основу здійснення моніторингу із застосуванням математичних методів і моделей, геодезичного й геоінформаційного забезпечення, що дозволяє підвищити ефективність використання земель на відбудову транспортної інфраструктури, враховуючи рівень та особливості взаємодії стейкхолдерів.

Перелік посилань

1. Мамонов К.А., В'яткін Р.С., Чайка Т.М. Визначення геопросторового забезпечення використання земель промисловості на регіональному рівні. Комунальне господарство міст. 2025. Том 1. Вип. 189. С. 331–338. URL: <https://khg.kname.edu.ua/index.php/khg/article/view/6486/6406>
2. Мамонов К.А., Гой В.В., Телюра Н.О., Нелін Є.О. Напрями формування екологічного забезпечення використання земель для відбудови транспортної інфраструктури на регіональному рівні. Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. 2025. Вип. 117. Ч. 1. С. 116–123. URL: http://publications.ntu.edu.ua/avtodorogi_i_stroitelstvo/117.1/116.pdf
3. Гасанов Р.З., Іванов О.П. Адаптивне проріджування потоку даних у системах дистанційного моніторингу об'єктів транспортної інфраструктури. International scientific and technical conference Information Technologies in Metallurgy and Machine building – ITMM 2025. С. 193–198. URL: <https://journals.nmetau.edu.ua/index.php/itmm/article/view/2095/1325>
4. Liashenko D., Belenok V., Spitsa R., Pavlyuk D. Landslide GIS modelling with QGIS software. XIV International Scientific Conference «Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment», 10–13 November 2020, Kyiv. P. 1–5. DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.202056069>
5. Fan Y., Khattak A.J., Shay E. Intelligent Transportation Systems: What Do Publications and Patents Tell Us? Journal of Intelligent Transportation Systems. 2007. №11(2), Pp. 91–103. DOI: <https://doi.org/10.1080/15472450701301081>
6. Miroschnik M. Implementation of cryptographic algorithms on FPGA-based digital distributed systems. Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. 2015. № 2. С. 25–36. URL: <http://jiks.kart.edu.ua/article/view/51936>
7. Гетьман А.П. Екологічне право: підручник. Харків: Право, 2019. 552 с.
8. Bigun T., Poltavets F., Tulina E. Environmental audit in Ukraine: ways for solving some problems. Entrepreneurship, Economy and Law. 2020. № 11. P. 92–97. DOI: <https://doi.org/10.32849/2663-5313/2020.11.15>
9. Самусевич Я.В., Теницька І.А., Новикова Д.А. Екологічний контроль, моніторинг та аудит: нормативно-правове забезпечення та механізм реалізації в Україні. Сталий розвиток економіки. 2023. № 2. С. 196–202. DOI: <https://doi.org/10.32782/2308-1988/2023-47-28>
10. Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо державної системи моніторингу довкілля, інформації про стан довкілля (екологічної інформації) та інформаційного забезпечення управління у сфері довкілля. Закон України. Документ 2973-IX від 20.03.2023. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2973-20#Text>
11. Khan U.T. A review of water quality monitoring and analysis methods. Water Science and Technology. 2019. № 79(6). Pp. 1103–1117.
12. Sukhija M., Chopra A. Internet of Things (IoT)-enabled water quality monitoring systems. Environmental Science and Pollution Research. 2019. №26(6). Pp. 5456–5472.
13. Мамонов К.А., Радзінська Ю.Б., Фролов В.О., Євдокімов А.А., Штерндок Е.С. Застосування геоінформаційних систем і технологій у містобудівному моніторингу територіальних громад: теоретичні засади. Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. 2025. Вип. 117. Ч. 2. С. 213–219. URL: http://publications.ntu.edu.ua/avtodorogi_i_stroitelstvo/117.2/213.pdf
14. Mamonov K., Bieliatynskiy A., Gryanyk V., Kanivets O., Kovalenko L. Geospatial modeling of directions for the development and implementation of the land administration system at the regional level. Civil and Environmental Engineering. 2025. Vol. 0. Issue 0. URL: <https://sciendo.com/article/10.2478/cee-2025-0072>
15. Guo L., Xiao L., Tang X., Hu Z. Application of GIS and remote sensing techniques for water resources management. Environmental Science and Information Application Technology (ESIAT), 2010 International Conference on. Volume 2. DOI: <https://doi.org/10.1109/ESIAT.2010.5568931>
16. Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо діяльності Міністерства аграрної політики та продовольства України, Міністерства соціальної політики України, інших центральних органів виконавчої влади, діяльність яких спрямовується та координується через відповідних міністрів. Закон України. Документ 5462-VI від 01.01.2026. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5462-17#Text>

DEFINITION OF GEO-ECOLOGICAL MONITORING OF LAND RESTORATION IN TRANSPORT INFRASTRUCTURE: THEORETICAL APPROACHES

Valentyna Iurchenko, Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Urban Environmental Engineering and Management, O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, e-mail: yurchenko.valentina@gmail.com, tel. +380977933804, <https://orcid.org/0000-0001-7123-710X>

Natalia Teliura, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Research Department O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, e-mail: natalya.telyura@kname.edu.ua, <https://orcid.org/0000-0003-0732-7789>

Alina Kvatadze, PhD (Candidate of Technical Science), Associate Professor, Associate Professor of the Department of road construction materials and chemistry, Associate Professor, National Transport University, Kyiv, Ukraine, e-mail: kvatadze_alina@ukr.net, tel.+380662100191, <https://orcid.org/0000-0001-8174-7728>.

Summary. The relevance of the research topic has been determined. The work has achieved the research goal of substantiating theoretical approaches to defining geoecological monitoring of the restoration of transport infrastructure lands.

The following theoretical approaches are proposed: functional: the directions and features of the development of geo-ecological monitoring are determined; regulatory and legal: the regulatory and legal aspects of the formation and application of geo-ecological monitoring of land use for the restoration of transport infrastructure in regions are substantiated; ecological: focuses on the ecological directions of monitoring procedures; stakeholder: characterises the level and features of interaction between interested parties in the development and implementation of geo-ecological monitoring of land use for the restoration of transport infrastructure in regions; monitoring: determines the areas and characteristics of monitoring procedures; structural: identifies the structural elements of geo-ecological monitoring of land use for the reconstruction of regional transport infrastructure; systemic: geo-ecological monitoring is considered as a set of land, environmental, transport and security factors that ensure the implementation of monitoring procedures and the interaction of stakeholders to improve the efficiency of land use for the reconstruction of transport infrastructure.

Summarising theoretical and methodological approaches and as a result of systematising regulatory and legal support, it is proposed to define geo-ecological monitoring of land use for reconstruction as a system consisting of land, environmental, transport and security factors that form the quantitative basis for monitoring using mathematical methods and models, geodetic and geoinformation support, which allows for more efficient land use for the reconstruction of transport infrastructure, taking into account the level and characteristics of stakeholder interaction.

Keywords: geo-ecological monitoring, reconstruction of territories, land transport infrastructure, assessment.

References

1. Mamonov, K., Viatkin, R., Chaika, T. (2025) Determination of geospatial support for industrial land use at the regional level. *Communal Economy of Cities*. Volume 1. Issue 189. Pp. 331–338. <https://khg.kname.edu.ua/index.php/khg/article/view/6486/6406> [in Ukrainian].
2. Mamonov, K, Goi, V., Telyura, N., Nelin, E. (2025) Directions for the formation of ecological support for land use for the reconstruction of transport infrastructure at the regional level. *Automobile roads and road construction*. Issue 117. Part 1. Pp. 116–123. http://publications.ntu.edu.ua/avtodorogi_i_stroitelstvo/117.1/116.pdf [in Ukrainian].
3. Gasanov, R., Ivanov, O. (2025) Adaptive thinning of data flow in remote monitoring systems for transport infrastructure facilities. *International scientific and technical conference Information Technologies in Metallurgy and Machine Building – ITMM 2025*. P. 193–198. <https://journals.nmetau.edu.ua/index.php/itmm/article/view/2095/1325> [in Ukrainian].

4. Liashenko, D., Belenok, V., Spitsa, R., Pavlyuk, D. (2020) Landslide GIS modelling with QGIS software. XIV International Scientific Conference «Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment», 10–13 November 2020, Kyiv. P. 1–5. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.202056069> [in Ukrainian].
5. Fan, Y., Khattak, A.J., Shay, E. (2007) Intelligent Transportation Systems: What Do Publications and Patents Tell Us? Journal of Intelligent Transportation Systems. №11(2), Pp. 91–103. <https://doi.org/10.1080/15472450701301081>
6. Miroshnik, M. (2015) Implementation of cryptographic algorithms on FPGA-based digital distributed systems. Information and control systems in railway transport. № 2. Pp. 25–36. <http://jiks.kart.edu.ua/article/view/51936>
7. Hetman, A. (2019) Environmental Law: Textbook. Kharkiv: Pravo. 552 p.
8. Bigun, T., Poltavets, F., Tulina, E. (2020) Environmental audit in Ukraine: ways for solving some problems. Entrepreneurship, Economy and Law. № 11. P. 92–97. <https://doi.org/10.32849/2663-5313/2020.11.15> [in Ukrainian].
9. Samusevich, Y., Tenitskaya, I., Novikova, D. (2023) Environmental control, monitoring and auditing: regulatory and legal support and implementation mechanism in Ukraine. Sustainable economic development. № 2. Pp. 196–202. <https://doi.org/10.32782/2308-1988/2023-47-28> [in Ukrainian].
10. On Amendments to Certain Legislative Acts of Ukraine Regarding the State System of Environmental Monitoring, Information on the State of the Environment (Environmental Information) and Information Support for Environmental Management. Law of Ukraine. Document 2973-IX of 20 March 2023. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2973-20#Text> [in Ukrainian].
11. Khan, U.T. (2019) A review of water quality monitoring and analysis methods. Water Science and Technology. № 79(6). Pp. 1103–1117.
12. Sukhija, M., Chopra, A. (2019) Internet of Things (IoT)-enabled water quality monitoring systems. Environmental Science and Pollution Research. №26(6). Pp. 5456–5472.
13. Mamonov, K., Radzinska, Yu., Frolov, V., Evdokimov, A., Shterndok, E. (2025) Application of geographic information systems and technologies in urban planning monitoring of territorial communities: theoretical foundations. Automobile roads and road construction. Issue 117. Part 2. Pp. 213–219. http://publications.ntu.edu.ua/avtodorogi_i_stroitelstvo/117.2/213.pdf [in Ukrainian].
14. Mamonov, K., Bieliatynskiy, A., Gryanyk, V., Kanivets, O., Kovalenko, L. (2025) Geospatial modeling of directions for the development and implementation of the land administration system at the regional level. Civil and Environmental Engineering. Vol. 0. Issue 0. <https://sciendo.com/article/10.2478/cee-2025-0072>
15. Guo, L., Xiao, L., Tang, X., Hu, Z. (2010) Application of GIS and remote sensing techniques for water resources management. Environmental Science and Information Application Technology (ESIAT), International Conference on. Volume 2. <https://doi.org/10.1109/ESIAT.2010.5568931>
16. On amendments to certain legislative acts of Ukraine regarding the activities of the Ministry of Agrarian Policy and Food of Ukraine, the Ministry of Social Policy of Ukraine, and other central executive bodies whose activities are directed and coordinated through the relevant ministers. Law of Ukraine. Document 5462-VI dated 01.01.2026. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5462-17/#Text> [in Ukrainian].

Дата надходження до редакції 19.12.2025.

Дата прийняття статті після рецензування 17.01.2026.