УДК 502.3:631.4:504.06
DOI https://doi.org/10.32846/2306-9716/2026.eco.6-69.31

ЗЕМЛЕЗНАВЧІ ПІДХОДИ ДО ЕКОЛОГІЧНОЇ СЕРТИФІКАЦІЇ ҐРУНТІВ: ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ, ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ ТА СТАЛОСТІ ЗЕМЛЕКОРИСТУВАННЯ

Парахненко В.Г. (orcid.org/0000-0002-4312-6194),
Мандебура С.В. (orcid.org/0000-0001-7952-5974)
Уманський національний університет
вул. Інститутська 1, 20300, м. Умань,
vladparachnenko@ukr.net, eko14b.mandebura@gmail.com

Здійснено комплексне дослідження землезнавчих підходів до екологічної сертифікації ґрунтів як інструменту інтегрованого оцінювання їхнього екологічного стану, якості та придатності до сталого використання. Актуальність дослідження визначається посиленням антропогенного впливу на земельні ресурси, інтенсифікацією сільськогосподарського виробництва, деградаційними процесами, забрудненням ґрунтового покриву, порушенням природних ґрунтових функцій та необхідністю впровадження сучасних механізмів екологічного контролю землекористування. За таких умов екологічна сертифікація ґрунтів може розглядатися як комплексний механізм систематизації інформації про якість земель, рівень антропогенного навантаження та потенційні екологічні ризики.

У роботі обґрунтовано теоретико-методологічні засади застосування землезнавчого підходу під час екологічної сертифікації ґрунтів. Розглянуто взаємозв'язок між ґрунтовими властивостями, характером землекористування, інтенсивністю антропогенних впливів та екологічною стійкістю земельних систем. Визначено доцільність комплексного врахування фізичних, хімічних, фізико-хімічних та біологічних характеристик ґрунтів під час формування системи їх екологічної оцінки. Особливе значення надано показникам вмісту органічної речовини, кислотності, гранулометричного складу, поживного режиму, забруднення потенційно токсичними елементами, стану ґрунтової біоти та інших параметрів, які характеризують функціональний стан ґрунтового покриву.

Обґрунтовано необхідність переходу від оцінювання окремих властивостей ґрунту до інтегрованої системи екологічної сертифікації, здатної відображати сукупний вплив природних і антропогенних чинників. Запропоновано розглядати екологічну сертифікацію як послідовну процедуру, що передбачає ідентифікацію земельної ділянки, визначення базових ґрунтових характеристик, встановлення рівня антропогенного навантаження, оцінювання потенційних екологічних ризиків та формування узагальненої характеристики екологічного стану ґрунту. Такий підхід забезпечує можливість порівняння земель за визначеними критеріями та створює інформаційну основу для прийняття обґрунтованих рішень у сфері землекористування.

Особливу увагу приділено використанню індикаторів якості ґрунтів та показників екологічного ризику в системі сертифікаційного оцінювання. Розглянуто перспективність поєднання лабораторних досліджень ґрунтів із методами біоіндикації, дистанційного зондування Землі, геоінформаційного аналізу та просторового картографування. Застосування таких методів дає змогу виявляти просторову неоднорідність ґрунтового покриву, визначати осередки деградації та забруднення, оцінювати тенденції зміни якості земель і формувати просторово диференційовані рекомендації щодо їх подальшого використання.

Встановлено, що землезнавчий підхід до екологічної сертифікації ґрунтів сприяє підвищенню обґрунтованості оцінювання стану земельних ресурсів та дозволяє враховувати не лише поточні характеристики ґрунтового покриву, а й ризики його подальшої деградації. Інтеграція показників якості ґрунтів, параметрів антропогенного навантаження та індикаторів екологічної стійкості створює передумови для удосконалення системи екологічного моніторингу та управління земельними ресурсами. Екологічна сертифікація при цьому може бути використана як інформаційний інструмент підтримки сталого землекористування, планування заходів із відновлення деградованих земель та запобігання погіршенню екологічного стану ґрунтів.
Ключові слова: землезнавство, екологічна сертифікація ґрунтів, якість ґрунтів, ґрунтовий покрив, земельні ресурси, екологічний ризик, деградація ґрунтів, антропогенне навантаження, екологічна безпека, моніторинг ґрунтів, біоіндикація, геоінформаційні технології, сталий розвиток, стале землекористування, екологічний стан земель.

Soil science approaches to environmental certification of soils: assessment of quality, environmental risks, and sustainability of land use. Parakhnenko V., Mandebura S.

A comprehensive study was conducted on soil science approaches to environmental certification of soils as a tool for the integrated assessment of their environmental condition, quality, and suitability for sustainable use. The relevance of this study stems from the increasing anthropogenic impact on land resources, the intensification of agricultural production, degradation processes, soil contamination, the disruption of natural soil functions, and the need to implement modern mechanisms for environmental control of land use. Under these conditions, environmental certification of soils can be viewed as a comprehensive mechanism for systematizing information on land quality, the level of anthropogenic pressure, and potential environmental risks.

This study substantiates the theoretical and methodological foundations for applying a soil science approach during the environmental certification of soils.

This study examines the relationship between soil properties, land-use patterns, the intensity of anthropogenic impacts, and the ecological stability of land systems. It establishes the need for a comprehensive consideration of the physical, chemical,

© Парахненко В.Г., Мандебура С.В., 2026
Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

physicochemical, and biological characteristics of soils when developing a system for their ecological assessment. Particular emphasis is placed on indicators such as organic matter content, acidity, particle size distribution, nutrient status, contamination with potentially toxic elements, the condition of soil biota, and other parameters that characterize the functional state of the soil cover.

The necessity of transitioning from the assessment of individual soil properties to an integrated system of environmental certification capable of reflecting the cumulative impact of natural and anthropogenic factors is substantiated. It is proposed to view environmental certification as a sequential procedure that involves identifying a land plot, determining basic soil characteristics, establishing the level of anthropogenic pressure, assessing potential environmental risks, and formulating a generalized characterization of the soil's environmental condition. This approach enables the comparison of land parcels based on defined criteria and provides an information foundation for making informed decisions regarding land use.

Particular attention is paid to the use of soil quality indicators and environmental risk indicators in the certification assessment system. The potential of combining laboratory soil analyses with methods of bioindication, remote sensing, geoinformation analysis, and spatial mapping is examined. The application of such methods makes it possible to identify spatial heterogeneity in the soil cover, determine areas of degradation and contamination, assess trends in land quality changes, and formulate spatially differentiated recommendations for their future use.

It has been established that a soil science-based approach to environmental certification of soils contributes to a more sound assessment of the state of land resources and allows for consideration not only of the current characteristics of the soil cover but also of the risks of its further degradation. The integration of soil quality indicators, anthropogenic pressure parameters, and environmental sustainability indicators creates the conditions for improving the system of environmental monitoring and land resource management. In this context, environmental certification can serve as an informational tool to support sustainable land use, plan measures for the restoration of degraded lands, and prevent the deterioration of soil health. *Key words:* soil science, environmental certification of soils, soil quality, soil cover, land resources, environmental risk, soil degradation, anthropogenic pressure, environmental safety, soil monitoring, bioindication, geoinformation technologies, sustainable development, sustainable land use, environmental status of land.

Постановка проблеми. У сучасних умовах посилення антропогенного впливу на природні та антропогенно трансформовані території особливої актуальності набувають питання збереження ґрунтових ресурсів, підтримання їхньої екологічної якості та забезпечення раціонального й сталого землекористування. Інтенсифікація сільськогосподарського виробництва, надмірне використання агрохімікатів, механічне навантаження на ґрунтовий покрив, ерозійні процеси, дегуміфікація, ущільнення та забруднення ґрунтів зумовлюють погіршення їхніх фізичних, хімічних і біологічних властивостей. Додатковим фактором ризику виступають зміни структури землекористування та кліматичні трансформації, які можуть посилювати вразливість ґрунтових систем до деградаційних процесів. За таких умов виникає потреба у формуванні комплексних підходів до оцінювання екологічного стану земель, які дають змогу одночасно враховувати природні властивості ґрунтів, характер антропогенного навантаження та потенційні ризики їх подальшого погіршення.

Важливим напрямом удосконалення системи екологічного контролю земельних ресурсів є розвиток екологічної сертифікації ґрунтів. Її застосування може забезпечувати систематизовану оцінку якісних характеристик ґрунтового покриву, рівня антропогенного впливу, наявності ознак деградації та ступеня екологічної безпеки конкретних земельних ділянок. На відміну від оцінювання окремих ґрунтових показників, сертифікаційний підхід передбачає формування комплексної характеристики ґрунту на основі сукупності взаємопов'язаних критеріїв. Це створює передумови для об'єктивнішого порівняння земель, визначення територій із підвищеним екологічним ризиком та обґрунтування подальших заходів щодо їх охорони і відновлення [1, с. 104].

Актуальність дослідження. У сучасній науковій літературі зростає інтерес до проблем збереження ґрунтових ресурсів, оцінювання їхньої екологічної якості та формування ефективних механізмів сталого землекористування. Ґрунтовий покрив є одним із ключових компонентів наземних екосистем, оскільки забезпечує продуктивність земель, регулювання водного та біогеохімічного циклів, накопичення органічного вуглецю, підтримання біорізноманіття та виконання низки інших екосистемних функцій. Водночас посилення антропогенного впливу, інтенсифікація агровиробництва, зміна структури землекористування, ерозійні процеси, деградація органічної речовини та надходження забруднювальних речовин створюють передумови для погіршення функціонального стану ґрунтів.

Сучасні дослідження ґрунтових систем дедалі більше орієнтуються на комплексне оцінювання їхніх фізичних, хімічних і біологічних властивостей. Такий підхід дає можливість визначати не лише окремі характеристики ґрунту, а й загальний рівень його екологічної якості та здатність виконувати природні функції в умовах антропогенного навантаження. Особливого значення набуває розроблення систем індикаторів, які можуть бути використані для порівняння ґрунтів різного генезису, різного типу землекористування та різного ступеня трансформації [2, с. 88].

Важливим напрямом розвитку цієї проблематики є екологічна сертифікація ґрунтів, яка може розглядатися як інструмент комплексної характеристики стану земельного ресурсу. Її методологічна цінність полягає у можливості об'єднання результатів ґрунтознавчих, агрохімічних, біологічних та екологічних досліджень у структуровану систему оцінювання. Формування обґрунтованих сертифікаційних критеріїв дозволяє перейти від разового визначення окремих показників

до системного контролю якості ґрунтів, виявлення негативних тенденцій та інформаційного забезпечення управління земельними ресурсами.

Новизна: дослідження полягає у розробленні та обґрунтуванні землезнавчого підходу до екологічної сертифікації ґрунтів, який передбачає комплексне врахування їхніх природних властивостей, якісного стану, рівня антропогенного навантаження та потенційних екологічних ризиків. Запропоновано розглядати екологічну сертифікацію не лише як процедуру фіксації окремих параметрів ґрунтового покриву, а як системний інструмент оцінювання його функціонального стану та інформаційного забезпечення сталого управління земельними ресурсами [3, с. 111].

Удосконалено методологічні засади комплексної оцінки якості ґрунтів шляхом поєднання фізичних, хімічних, фізико-хімічних і біологічних характеристик у єдину систему сертифікаційного оцінювання. Обґрунтовано доцільність одночасного врахування показників органічної речовини, кислотності, поживного режиму, водно-фізичних властивостей, рівня забруднення, біологічної активності та ознак деградації ґрунтового покриву. Такий підхід дозволяє отримувати більш цілісну характеристику екологічного стану земель порівняно з оцінюванням окремих властивостей ґрунту.

Подальшого розвитку набув підхід до визначення екологічних ризиків у системі сертифікації ґрунтів через врахування не тільки фактичного рівня забруднення, але й потенційної міграції забруднювальних речовин, їхньої доступності для живих організмів, накопичення у ґрунтовому профілі та можливого впливу на функціонування ґрунтових екосистем. Це створює можливість диференціювати земельні ділянки за рівнем екологічної вразливості та визначати пріоритетність природоохоронних і відновлювальних заходів.

Методологічне або загальнонаукове значення дослідження полягає у формуванні інтегрованого землезнавчого підходу до екологічної сертифікації ґрунтів, що ґрунтується на комплексному поєднанні положень ґрунтознавства, землезнавства, екології, раціонального природокористування та концепції сталого землекористування. Запропонована методологічна основа передбачає системне врахування природних властивостей ґрунтового покриву, його фізичних, хімічних і біологічних характеристик, ступеня антропогенної трансформації, проявів деградаційних процесів та потенційних екологічних ризиків. Це дає можливість сформувати цілісне уявлення про якісний і функціональний стан ґрунтів та визначити основні чинники, що впливають на їхню стійкість [4, с. 67].

У межах запропонованого підходу акцент зроблено на інтеграції різнотипних показників якості ґрунтів у єдину систему екологічного оцінювання. Передбачається врахування вмісту органічної речовини, кислотності, поживного режиму, гранулометричного складу, водно-фізичних властивостей, біологічної активності, рівня забруднення та ознак деградації ґрунтового покриву. Комплексне використання зазначених характеристик дозволяє оцінювати не лише окремі властивості ґрунту, а й його здатність виконувати екологічні та продуктивні функції в умовах різного рівня антропогенного навантаження.

Важливою складовою методологічного підходу є врахування екологічних ризиків, пов'язаних із погіршенням якості ґрунтів та зміною характеру їх використання. Особливу увагу приділено можливості оцінювання накопичення і міграції потенційно небезпечних речовин, зміни біологічної активності ґрунтів, посилення ерозійних процесів, дегуміфікації, ущільнення, засолення та інших форм деградації. Поєднання цих характеристик із даними про інтенсивність землекористування створює основу для визначення рівня екологічної вразливості земельних ділянок та обґрунтування відповідних заходів їх охорони [5, с. 56].

Виклад основного матеріалу. Дослідження ґрунтового покриву в сучасних умовах потребує переходу від визначення окремих фізико-хімічних характеристик до комплексного оцінювання його екологічного стану, функціональної здатності та стійкості до антропогенних впливів. Ґрунт є складною природною системою, у якій взаємопов'язані мінеральна частина, органічна речовина, ґрунтова волога, повітря, мікроорганізми та ґрунтова фауна. Зміна одного з цих компонентів може спричиняти ланцюгові трансформації інших властивостей і, відповідно, впливати на продуктивність земель та екологічні функції ґрунтового покриву. Тому об'єктивна оцінка його стану має ґрунтуватися на системному аналізі комплексу взаємопов'язаних показників [6, с. 44].

У межах запропонованого землезнавчого підходу екологічна сертифікація ґрунтів розглядається як структурована система оцінювання, спрямована на визначення якісного стану земельної ділянки, рівня її антропогенної трансформації та потенційної екологічної небезпеки. На відміну від традиційного лабораторного контролю окремих параметрів, сертифікаційна модель передбачає узгоджене використання результатів ґрунтознавчих, агрохімічних, екологічних і біологічних досліджень. У результаті формується комплексна характеристика ґрунту, яка може бути використана для прийняття рішень щодо подальшого характеру його використання, необхідності проведення відновлювальних заходів та визначення допустимого рівня антропогенного навантаження.

Основою сертифікаційного оцінювання доцільно вважати систему індикаторів, здатних відображати основні компоненти якості ґрунту. До базових характеристик можуть належати реакція ґрунтового середовища, вміст органічної речовини, гранулометричний склад, структурний стан, щільність складення, водопроникність, вологоємність та забезпеченість основними елементами живлення. Важливе зна-

чення мають також показники біологічної активності, чисельності та функціонального стану ґрунтових мікроорганізмів, оскільки саме біологічні процеси значною мірою визначають інтенсивність трансформації органічної речовини, кругообіг поживних елементів та здатність ґрунту до природного відновлення [7, с. 119].

Окремий блок екологічної сертифікації має охоплювати оцінювання забруднення та пов'язаних із ним ризиків. Надходження потенційно токсичних елементів, залишків пестицидів, нафтопродуктів та інших небезпечних речовин може змінювати хімічні й біологічні властивості ґрунтів та створювати ризики їх подальшого поширення в компоненти екосистем. При цьому екологічна оцінка не повинна обмежуватися встановленням фактичної концентрації забруднювача. Необхідно враховувати його рухомість, доступність для рослин і ґрунтових організмів, можливість вертикальної та горизонтальної міграції, здатність до накопичення та потенційні наслідки тривалого впливу. Такий підхід забезпечує більш реалістичне визначення рівня екологічного ризику земельної ділянки [8, с. 298].

Головні висновки. У результаті проведеного дослідження обґрунтовано роль землезнавчого підходу в системі екологічної сертифікації ґрунтів як основи комплексного оцінювання їхнього якісного та екологічного стану. Встановлено, що сучасна сертифікація ґрунтових ресурсів має виходити за межі визначення окремих агрохімічних показників і передбачати інтегроване врахування фізичних, хімічних, біологічних та просторових характеристик ґрунту. Такий підхід дає змогу встановлювати ступінь відповідності ґрунтів екологічним критеріям, виявляти негативні тенденції їх трансформації та формувати обґрунтовані засади для подальшого управління земельними ресурсами [9, с. 854].

Визначено, що екологічна якість ґрунтів формується під впливом сукупності природних і антропогенних чинників, серед яких особливе значення мають інтенсивність землекористування, характер агротехнологій, надходження забруднювальних речовин, ерозійні процеси, зміни органічної речовини, ущільнення, порушення водного режиму, засолення та підкислення. Тому об'єктивна сертифікаційна оцінка повинна базуватися на системі взаємопов'язаних індикаторів, здатних відображати не лише поточний стан ґрунту, а й потенційні ризики його подальшої деградації.

Обґрунтовано доцільність включення до системи екологічної сертифікації показників, що характеризують фізико-механічні властивості ґрунту, вміст органічної речовини, реакцію ґрунтового середовища, забезпеченість основними елементами живлення, біологічну активність, рівень забруднення потенційно небезпечними речовинами та здатність ґрунту виконувати екосистемні функції. Комплексне використання зазначених характеристик дозволяє сформувати більш об'єктивне уявлення про функціональний стан ґрунтового покриву та визначити його стійкість до антропогенного навантаження.

Показано, що важливою складовою сертифікаційної процедури має бути оцінювання екологічних ризиків, пов'язаних із деградацією та забрудненням ґрунтів. Врахування не лише фактичного вмісту потенційно небезпечних речовин, а й особливостей їх міграції, доступності для живих організмів, можливості накопичення та переміщення в суміжні компоненти екосистеми створює передумови для більш обґрунтованого визначення рівня екологічної небезпеки. Це особливо важливо для земель, що зазнають інтенсивного сільськогосподарського, промислового або урбанізованого впливу.

Перспективи використання результатів дослідження. Результати дослідження можуть бути використані для вдосконалення науково-методичних засад екологічної сертифікації ґрунтових ресурсів та підвищення обґрунтованості оцінювання їхнього сучасного стану. Запропонований землезнавчий підхід створює можливості для комплексного врахування фізичних, хімічних, біологічних і просторових характеристик ґрунтів, визначення рівня їх екологічної стійкості, виявлення ознак деградації та встановлення потенційних екологічних ризиків, пов'язаних із різними формами землекористування.

Практичне використання отриманих результатів можливе у системах екологічного моніторингу земель, під час проведення ґрунтових обстежень, оцінювання стану агроландшафтів, розроблення програм охорони та відновлення земельних ресурсів. Запропонована система показників може бути використана органами державного та місцевого управління, землевласниками і землекористувачами, аграрними підприємствами, природоохоронними установами та науково-дослідними організаціями для отримання комплексної інформації про якісний і екологічний стан ґрунтів та обґрунтування відповідних управлінських рішень.

У подальших дослідженнях доцільним є розроблення інтегральних індексів екологічної якості ґрунтів, які поєднуватимуть окремі фізичні, хімічні та біологічні показники в єдину систему оцінювання. Це сприятиме більш стандартизованому порівнянню різних земельних ділянок, визначенню напрямів зміни їхнього екологічного стану та встановленню пріоритетів щодо відновлення ґрунтового покриву.

Результати дослідження можуть бути покладені в основу розроблення практичних рекомендацій щодо екологічно безпечного землекористування, збереження ґрунтової родючості та запобігання деградації земель. Їх застосування сприятиме переходу від переважно реактивного підходу до управління ґрунтовими ресурсами, за якого заходи здійснюються вже після прояву негативних змін, до превентивної моделі, орієнтованої на раннє виявлення ризиків і попередження погіршення стану ґрунтів.

Література

1. Берзіна С. В., Капотя Д. Ю., Бузан Г. С. Екологічна сертифікація та маркування : методичний довідник. Київ : *Інститут екологічного управління та збалансованого природокористування*, 2017. 114 с.
2. Герасимчук О. Л., Шевчук Л. М., Васільєва Л. А., Кагукіна А. М. Сучасні підходи до управління та відновлення деградованих земель через інноваційні інструменти землеустрою. *Екологія земельних ресурсів*. 2025. № 3(60). DOI: https://doi.org/10.32846/2306-9716/2025.eco.3-60.10.
3. Дем'янюк О. С., Симочко Л. Ю., Шацьман Д. К. Структура та динаміка мікробних угруповань ґрунтів трансформованих екосистем. Environmental Research, Engineering and Management. 2020. DOI: https://doi.org/10.5755/j01.erem.76.4.23508.
4. Крайнюков О. М., Кривицька І. А., Найдьонова О. Є. Еколого-токсикологічна оцінка якості ґрунтів території Харківського району Харківської області. *Український журнал природничих наук*. 2024. DOI: https://doi.org/10.32782/naturaljournal.7.2024.3.
5. Лялько В. І., Жолобак Г. М., Ходоровський А. Я. Космічний моніторинг довкілля як інструмент екологічної безпеки. *Ukrainian Journal of Remote Sensing*. 2019. DOI: https://doi.org/10.36023/ujrs.2019.20.145.
6. Палапа Н. В., Гончар С. М. Екологічні ризики, пов'язані із сільськогосподарською діяльністю людини. *Агроекологічний журнал*. 2022. № 1. DOI: https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2022.255189.
7. Скрипчук П. М., Скрипчук М. М. Екологічна сертифікація територій природно-господарських систем та об'єднаних громад: діджиталізація та бізнес-процеси для циркулярної економіки. Вісник Хмельницького національного університету. *Економічні науки*. 2023. № 3(318). С. 295–304. DOI: https://doi.org/10.31891/2307-5740-2023-318-3-46.
8. Manson S., Nekaris K. A. I., Rendell A., Budiadi, Imron M. A., Campera M. Agrochemicals and Shade Complexity Affect Soil Quality in Coffee Home Gardens. Earth. 2022. Vol. 3, No. 3. P. 853–865. DOI: https://doi.org/10.3390/earth3030049.
9. Parakhnenko, V., Honcharuk, V., Balabak, O., Dekarchuk, M., Dekarchuk, S., Borovyk, P., & Shemiakin, M. (2026). Assessment of the ecological safety of the Ukrainian Polissya region based on landscape-ecological and radioecological approaches under martial law. Journal Environmental Problems, 11(1), 50-60. https://doi.org/10.23939/ep2026.01.050

Дата першого надходження статті до видання: 02.10.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 04.11.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 23.11.2026