

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО УПРАВЛІННЯ ТА ВІДНОВЛЕННЯ ДЕГРАДОВАНИХ ЗЕМЕЛЬ ЧЕРЕЗ ІННОВАЦІЙНІ ІНСТРУМЕНТИ ЗЕМЛЕУСТРОЮ

Герасимчук О.Л., Шевчук Л.М., Васильєва Л.А., Кагукіна А.М.

Державний університет «Житомирська політехніка»

вул. Чуднівська, 103, 10005, м. Житомир

kgt_gol@ztu.edu.ua, knz_shlm@ztu.edu.ua, knz_vla@ztu.edu.ua, ke_kham@ztu.edu.ua

Актуальність дослідження. Деградація земель в Україні, спричинена інтенсивним використанням та війною, становить загрозу продовольчій безпеці та екологічному балансу, вимагаючи негайних інноваційних рішень у землеустрої та управлінні земельними ресурсами, що є ключовим інструментом для раціонального використання, збереження та відтворення земельного фонду.

Метою статті є ідентифікація та аналіз ефективних сучасних підходів до управління та відновлення деградованих земель. Особлива увага приділяється інтеграції інноваційних інструментів землеустрою з метою збереження та раціонального використання земельних ресурсів.

Методологічна база роботи ґрунтувалася на всебічному теоретичному аналізі актуальної наукової літератури, чинних нормативно-правових актів та існуючих методик землеустрою, що стосуються рекультивативної деградованих земель. Додатково застосовано системний підхід для оцінки впливу інноваційних технологій на ефективність процесів відновлення земель.

Викладення основного матеріалу. Дослідження підкреслює значення землеустрою як комплексного механізму для профілактики деградації та реабілітації ґрунтів. Розглянуто такі інноваційні інструменти оцінки стану деградованих земель, як дистанційне зондування Землі, геоінформаційні системи та моніторинг органічного вуглецю. Запропоновано конкретні інноваційні підходи в землеустрої: регенеративний землеустрій, точне землеробство, біоінженерія та вертикальний землеустрій.

SWOT-аналіз використання інноваційних заходів землеустрою виявив їхні переваги (точність, оперативність, покращена візуалізація) та виклики (вартість, потреба в кваліфікованих кадрах, недосконала нормативно-правова база). Акцентовано увагу на необхідності законодавчої підтримки, програм компенсації, державного моніторингу та інтеграції стейкхолдерів.

Висновки. Застосування сучасних технологій дозволяє реалізовувати передові методи діагностики та управління земельними ресурсами, що сприятиме підвищенню точності даних, ефективному використанню ресурсів та зменшенню впливу на кліматичні зміни, забезпечуючи екологічну стійкість та соціально-економічні вигоди. *Ключові слова:* земельні ресурси, деградовані землі, землеустрій, управління земельними ресурсами, сталий розвиток територій.

Modern approaches to the management and restoration of degraded lands through innovative land management tools.
Herasymchuk O., Shevchuk L., Vasilieva L., Kagukina A.

Relevance of the study. Land degradation in Ukraine, caused by intensive use and war, poses a threat to food security and ecological balance, requiring immediate innovative solutions in land management and land resources management, which is a key tool for the rational use, preservation and reproduction of the land fund.

The purpose of the article is to identify and analyze effective modern approaches to the management and restoration of degraded lands. Special attention is paid to the integration of innovative land management tools for the purpose of preserving and rational use of land resources.

The methodological basis of the work was based on a comprehensive theoretical analysis of the current scientific literature, current regulatory legal acts and existing land management methods related to the reclamation of degraded lands. Additionally, a systematic approach was applied to assess the impact of innovative technologies on the effectiveness of land restoration processes.

Presentation of the main material. The study emphasizes the importance of land management as a comprehensive mechanism for the prevention of soil degradation and rehabilitation. Such innovative tools for assessing the state of degraded lands as remote sensing of the Earth, geographic information systems (GIS) and organic carbon monitoring are considered. Specific innovative approaches in land management are proposed: regenerative land management, precision agriculture, bioengineering and vertical land management.

SWOT analysis of the use of innovative land management measures revealed their advantages (accuracy, efficiency, improved visualization) and challenges (cost, need for qualified personnel, imperfect regulatory framework). Emphasis is placed on the need for legislative support, compensation programs, state monitoring and stakeholder integration.

Conclusions. The use of modern technology allows for the implementation of advanced methods of diagnostics and management of land resources, which will contribute to increasing data accuracy, efficient use of resources and reducing the impact on climate change, ensuring environmental sustainability and socio-economic benefits. *Key words:* land resources, degraded lands, land management, land resources management, sustainable development of territories.

Постановка проблеми. Деградація земель постає глобальною проблемою людства, вирішення якої потребує консолідації зусиль влади, науковців та землекористувачів. Порушення земельних ресурсів чинить негативний вплив на продуктивність екосистем, збереження біорізноманіття та соціально-економічний розвиток регіонів. Коли земля деградує або страждає від посухи, вона втрачає здатність підтримувати життя, що призводить до низки наслідків від неврожаю до міграції та конфліктів [1]. Це є одним із найбільших викликів для сталого розвитку.

Ефективне управління та відновлення деградованих земель потребує комплексного підходу. У зв'язку з цим постає потреба впровадження інноваційних методів землеустрою, які дозволяють не лише оцінити масштаби проблеми, а й мінімізувати її наслідки.

Актуальність дослідження. Інтенсивне використання земельних ресурсів для сільськогосподарського виробництва призвело до зростання кількості розораних земель, що супроводжується виникненням та розвитком деградації ґрунтів. Найвищий показник розораності в Україні [2] зафіксовано у 2019 році на рівні 54,3%. Площа сільськогосподарських земель становила 70,7% від загальної площі (рис. 1).



Рис. 1. Склад земельних ресурсів України станом на 1 січня 2020 року (складено згідно [2])

Впродовж останніх років кількість розораних земель скоротилася майже вдвічі, однак нераціональне використання викликало суттєві порушення складу та структури ґрунту. Ерозія ґрунтів, їх виснаженням, засоленням та зниженням біопродуктивності – основні ознаки деградаційних процесів, які характерні для України. Проте проблема деградації ґрунту є однією з найгостріших екологічних проблем сучасності, яка зачіпає питання світової продовольчої безпеки, економічного розвитку і екологічного балансу.

Ключовим інструментом для забезпечення ефективного управління земельними ресурсами виступає землеустрій, який забезпечує комплексний підхід до управління деградованими землями, створюючи умови для їх раціонального використання, відновлення та охорони.

Зв'язок авторського доробку із важливими науковими та практичними завданнями. Інтенсивне господарювання, кліматичні зміни та військові дії на території нашої держави посилюють та пришвидшують перебіг процесів деградації ґрунтового покриву. Аналіз інноваційних методів їх відновлення та впровадження сучасних технологій землеустрою забезпечить підґрунтя для створення ефективних планів раціонального використання земель, рекультивації порушених територій та моніторингу змін. Це сприятиме збереженню продуктивності ґрунтів, екологічному відновленню та підвищенню економічної цінності земельних ресурсів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження проблем деградації ґрунтів, їх охорони та раціонального використання не втрачають своєї актуальності впродовж багатьох десятиліть. Стрімкі кліматичні зміни, збройні конфлікти створюють нові виклики та ставлять перед науковцями завдання щодо пошуку шляхів оптимізації землекористування та відновлення деградованих ґрунтів. Вітчизняні та зарубіжні науковці в своїх дослідженнях приділили значну увагу вивченню питань деградації ґрунтів, їх охорони, а також засадам землеустрою. Вчені [3, 4] в своїх працях провели аналіз світових тенденцій сталого землекористування, досягнення цілей сталого розвитку та індикаторів деградації земель ЄС. Фахівці [5] розглядають землеустрій на принципах його практичного застосування для збереження та відновлення родючості ґрунтів. Чинники, що впливають на розвиток землеустрою та забезпечення сталого землекористування проаналізовано в працях науковців [6]. Роль землеустрою в територіальному плануванні та раціональному використанні територій досліджено авторами [7, 8]. Експерти [9] окреслили проблеми раціонального використання земель сільськогосподарського призначення, визначили причини їх деградації та запропонували шляхи подолання цих проблем з урахуванням рівня екологічного порушення зазначених територій.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Актуальність проблеми деградації ґрунтів, необхідності їх збереження та відновлення зазначена в численних наукових працях. Однак реалізація практичних рішень щодо управління та відновлення деградованих земель через інноваційні методи землеустрою розкриті недостатньо, що потребує їх подальшого дослідження.

Методологічне або загальнонаукове значення. Метою статті є визначення та аналіз ефективних сучасних підходів до управління та відновлення деградованих земель із застосуванням інноваційних інструментів землеустрою, спрямованих на збереження та раціональне використання земельних ресурсів. Методологія дослідження включала теоретичний аналіз наукової літератури, законодавчих актів та існуючих методик землеустрою, що стосу-

ються відновлення деградованих земель та системний підхід щодо оцінки впливу інноваційних технологій на процес відновлення земель.

Викладення основного матеріалу. Деградація ґрунтів є однією з ключових екологічних проблем, що знижує їхню продуктивність і порушує екосистемну рівновагу. Активне використання земельних ресурсів, втрата рослинного покриву, антропогенне забруднення ґрунтів, поширення ерозійних процесів та стрімкі кліматичні зміни – перелік причин деградації ґрунтів.

Від початку повномасштабного вторгнення використання земельних ресурсів в Україні суттєво скоротилось. Станом на початок 2024 р. площа територій України, придатних для ведення господарської діяльності, склала 48109,77 тис. га, тобто збільшилась на 16,78 % порівняно із 2022 р. та на 2,83 % відносно 2023 р.. Площа лісів на лісовкритих землях збільшилась на 18,53 % порівняно із 2022 р., сільськогосподарських угідь – на 16,69 %, зокрема ріллі та перелогів – на 15,31 %, сіножатей і пасовищ – на 24,07 % [10] (рис.2).

Розораність земель залишається стабільно високою, а у поєднанні зі зменшенням площі лісів та лісовкритих територій це підвищує ризик деградації ґрунтів.

В Україні відновлення та охорона ґрунтів регулюються законодавством, що охоплює основні аспекти охорони навколишнього середовища, раціонального використання земельних ресурсів, а також заходи щодо збереження родючості ґрунтів. Серед основних нормативно-правових актів слід відзначити Конституцію України, Земельний кодекс, Закон України «Про охорону земель», Закон України «Про державний контроль за використанням та охороною

земель» та інші нормативні документи, які регламентують основні напрямки й механізми щодо використання, охорони та відтворення ґрунтів. Україна також активно працює над адаптацією законодавства до європейських стандартів у рамках Угоди про асоціацію з ЄС. Особливу увагу приділяють боротьбі з ерозією ґрунтів, відновленню деградованих територій, а також впровадженню сучасних методів агро-екології.

Землеустрій відіграє важливу роль у захисті та відновленні деградованих земель, оскільки він є комплексним інструментом управління земельними ресурсами, спрямованим на їх раціональне використання, збереження та відтворення. Інноваційні підходи землеустрою для ефективної протидії деградації земель забезпечують їх стале використання. Комплекс таких заходів охоплює регенеративні практики, точне землеробство, біоінженерні рішення, оптимізацію водного режиму, а також системне відновлення деградованих ґрунтів, підкріплене законодавчими ініціативами та активною взаємодією зі стейкхолдерами. Завдання включають як діагностику й профілактику подальшої деградації ґрунтів, так і розробку заходів для їх реабілітації.

Сучасні технології дозволяють проводити точну діагностику стану ґрунтів. Центральне місце в цьому процесі посідає моніторинг органічного вуглецю в ґрунті, який є ключовим інструментом для оцінки деградації, управління та відновлення земель. Вміст органічної речовини, представлена органічним вуглецем – це критичний показник здоров'я, родючості та екосистемних функцій ґрунту, зниження якого вказує на деградаційні процеси, що мають серйозні наслідки для сільського господарства, екологічної стабільності та кліматичної стійкості. Для ефектив-

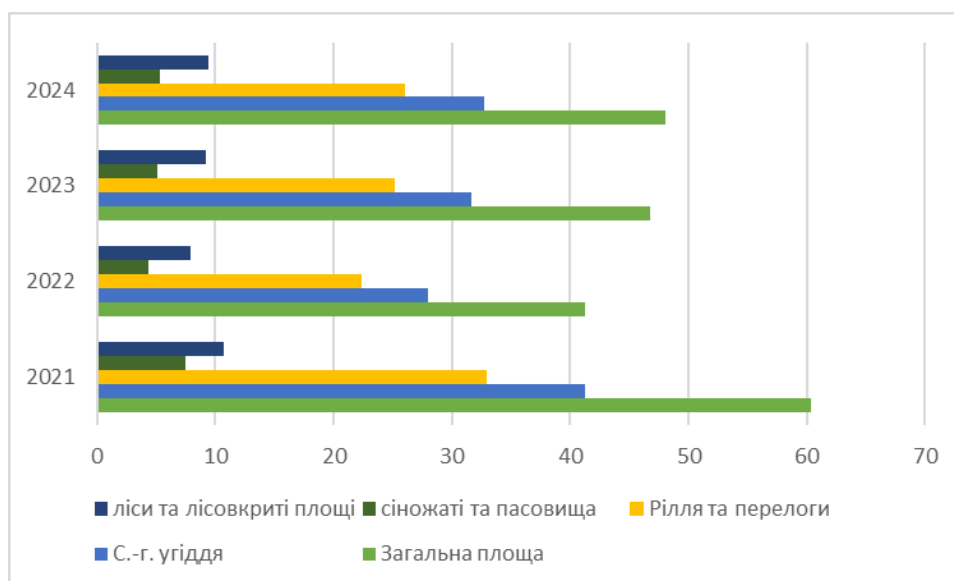


Рис 2. Динаміка земельних ресурсів України у 2021–2024 рр. (складено авторами на основі [10])

ної оцінки цих процесів активно використовуються супутникові знімки та дрони (ДЗЗ). Вони надають можливість оперативно та масштабно визначити рівень ерозії, засолення, а також зниження родючості ґрунтів. Отримана інформація, завдяки високій точності ДЗЗ, стає основою для виявлення проблемних ділянок.

Подальша інтеграція та аналіз цих просторових даних для візуалізації та прийняття обґрунтованих рішень відбувається за допомогою геоінформаційних систем (ГІС). ГІС дозволяють об'єднати дані ДЗЗ з іншими джерелами інформації, такими як лабораторні аналізи, створюючи комплексні карти стану ґрунтів. Це дозволяє не тільки оцінити поточний стан, а й відстежувати динаміку змін, моделювати розвиток деградаційних процесів та ефективність відновлювальних заходів.

Землеустрій стає платформою для реалізації практичних рішень у зменшенні деградації. Впровадження інноваційних заходів землеустрою має низку переваг і викликів (табл. 1).

Проведений SWOT-аналіз допомагає краще зрозуміти поточні можливості та виклики, пов'язані з використанням інноваційних заходів землеустрою для оцінки деградації, управління та відновлення

земель, та розробити ефективні стратегії для їхнього впровадження.

Висновки.

Землеустрій є важливим інструментом для забезпечення сталого управління земельними ресурсами. Серед ефективних підходів землеустрою виділяють регенеративні практики, точне землеробство, біоінженерні рішення, оптимізацію водного режиму, які потребують впровадження інноваційних засобів або технологій, що дозволяють реалізовувати передові методи діагностики та управління земельними ресурсами.

Проведений SWOT-аналіз використання сучасних технологій землеустрою для оцінки деградації, управління та відновлення земель демонструє їхні переваги: точність, оперативність, покращена візуалізація, а також виклики, що їх супроводжують, зокрема: висока вартість, потреба в кадрах, нормативно-правова база.

Інноваційні методи землеустрою є ключовими для вирішення проблем деградації земель. Вони дозволяють інтегрувати сучасні технології моніторингу, управління та відновлення, забезпечуючи екологічну стійкість і соціально-економічні вигоди. Розвиток таких підходів залежить від державної підтримки, наукових досліджень та міжнародної співпраці.

Таблиця 1

SWOT-аналіз використання інноваційних інструментів землеустрою для оцінки деградації, управління та відновлення земель

Сильні сторони:	Слабкі сторони:
Підвищена точність та об'єктивність оцінки деградації: Застосування ДЗЗ, ГІС, дронів забезпечує більш точні та об'єктивні дані про стан земель порівняно з традиційними методами.	Висока вартість впровадження та підтримки: Закупівля обладнання, програмного забезпечення, навчання персоналу та постійне оновлення технологій можуть бути значними фінансовими витратами.
Оперативність та масштабність моніторингу: Інноваційні технології дозволяють швидко охоплювати великі території та відстежувати динаміку деградаційних процесів у режимі реального часу або з високою періодичністю.	Потреба у висококваліфікованих кадрах: Ефективне використання інноваційних технологій вимагає наявності фахівців з відповідними знаннями та навичками в галузі ГІС, ДЗЗ, програмування, аналізу даних тощо.
Покращена візуалізація та аналіз даних: ГІС забезпечують потужні інструменти для візуалізації просторової інформації, проведення комплексного аналізу взаємозв'язків між різними факторами деградації.	Проблеми інтеграції з існуючими системами та даними: Необхідність інтеграції нових технологій з існуючими базами даних та робочими процесами може бути складною та потребувати значних зусиль.
Підвищення ефективності планування відновлювальних заходів: Точні дані та моделювання дозволяють розробляти більш цілеспрямовані та ефективні плани відновлення з урахуванням локальних особливостей.	Залежність від технічної інфраструктури та доступу до інтернету: Ефективне використання багатьох інноваційних технологій залежить від наявності стабільного інтернет-з'єднання та розвиненої технічної інфраструктури.
Можливість прогнозування та моделювання майбутніх змін: Застосування інформаційних технологій дозволяє прогнозувати розвиток деградаційних процесів та оцінювати ефективність різних сценаріїв управління.	Ризики, пов'язані з якістю та достовірністю даних: Необхідність ретельної перевірки та калібрування даних, отриманих з різних джерел (супутники, дрони, сенсори), для забезпечення їхньої достовірності.
Забезпечення прозорості та обґрунтованості прийняття рішень: Об'єктивні дані та аналіз сприяють більш прозорому та обґрунтованому прийняттю управлінських рішень у сфері земельних ресурсів.	Можливі етичні та конфіденційні питання: Збір та обробка великих обсягів просторових даних можуть викликати питання щодо приватності та конфіденційності інформації.
Покращення залучення зацікавлених сторін: Візуалізація даних та партисипативні ГІС-інструменти можуть сприяти кращому розумінню проблем та залученню громадськості до процесів прийняття рішень.	Недостатня нормативно-правова база: Відсутність або недосконалість нормативно-правового регулювання використання деяких інноваційних технологій (наприклад, дронів) може стримувати їхнє широке впровадження.

Можливості:	Загрози:
Покращення якості державного управління земельними ресурсами: Впровадження інновацій може підвищити ефективність державного земельного кадастру, моніторингу використання земель та контролю за дотриманням природоохоронного законодавства. Сприяння сталому сільському господарству: Технології точного землеробства, моніторингу стану ґрунтів та рослинності можуть допомогти оптимізувати використання ресурсів та зменшити негативний вплив на довкілля. Розвиток ринку геопросторових послуг та технологій: Зростаючий попит на інноваційні рішення у сфері землеустрою відкриває нові можливості для бізнесу та наукових досліджень. Покращення екологічної ситуації та адаптація до зміни клімату: Інноваційні підходи можуть допомогти у відновленні деградованих екосистем, підвищенні їхньої стійкості до кліматичних змін та зменшенні негативних наслідків. Залучення інвестицій та міжнародної допомоги: Активне впровадження сучасних технологій може зробити Україну більш привабливою для інвестицій та отримання міжнародної технічної допомоги у сфері управління земельними ресурсами. Підвищення обізнаності та екологічної культури: Візуалізація даних про стан земель та наслідки деградації за допомогою сучасних технологій може сприяти підвищенню обізнаності громадськості та формуванню екологічно відповідальної поведінки.	Повільне впровадження інновацій через бюрократію та консерватизм: Опір змінам та складні адміністративні процедури можуть гальмувати впровадження новітніх технологій. Недостатнє фінансування наукових досліджень та розробок: Обмежене державне фінансування може стримувати розвиток та адаптацію інноваційних рішень у сфері землеустрою. "Цифрова нерівність" та обмежений доступ до технологій: Нерівномірний доступ до сучасних технологій та недостатній рівень цифрової грамотності серед землекористувачів та органів управління можуть ускладнити їхнє широке впровадження. Ризик технологічної залежності від іноземних розробників: Необхідність розвитку власних технологічних рішень для забезпечення національної безпеки та зменшення залежності від іноземних постачальників. Можливість нецільового використання даних та технологій: Недостатній контроль за використанням геопросторових даних може призвести до їхнього неправомірного використання. Вплив геополітичної ситуації на доступ до технологій та обладнання: Міжнародні санкції або обмеження можуть ускладнити доступ до певних технологій та обладнання. Конкуренція з боку інших країн, які більш активно впроваджують інновації: Україна може втратити конкурентоздатність у сфері управління земельними ресурсами, якщо не буде активно впроваджувати сучасні технології.

Література

1. Конвенція Організації Об'єднаних Націй про боротьбу з опустелюванням (UNCCD). URL: <https://www.unccd.int/convention/official-documents> (дата звернення: 10.05.2025).
2. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні за 2019 рік. URL: <https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2022/10/Nats.-dop.-pro-stan-navk.-prirodного-seredovishha-v-Ukrayini-u-2019-rotsi.pdf> (дата звернення: 10.05.2025).
3. Butenko E., Loshakova Y. Sustainable land use and its assessment: global trends. *Землеустрій, кадастр і моніторинг земель*. № 3, 2019. С. 37-47.
4. Schillaci, C., Jones, A., Vieira, D., Munafò, M., & Montanarella, L. Evaluation of the united nations sustainable development goal 15.3.1 indicator of land degradation in the European Union. *Land Degradation & Development*, 34(1), 2022. P. 250-268. doi: 10.1002/ldr.4457.
5. Смирнова С. М., Тлустий А. В. Землеустрій на позиціях збереження родючості ґрунту. *Агросвіт*. 2020. № 1. С. 88-95. DOI: 10.32702/2306-6792.2020.1.88
6. Дзядикув Ю.В., Любезна І.В. Складові процесу покращення землеустрою в Україні. *Інноваційна економіка*. 2020. №1-2 (82). С. 139-144. DOI: 10.37332/2309-1533.2020.1-2.20
7. Стойко Н., Ковалишин О., Куліковська О., Тригуба А. Землеустрій як важлива функціональна складова планування використання земель. *Вісник ЛНУП. Серія: Архітектура та будівництво*, 2022. Вип. 23. С. 110-118.
8. Герасимчук О.Л., Мельник-Шамрай В.В., Шевчук Л.М., Васільєва Л.А. Інноваційні підходи до розвитку землеустрою в контексті сталого розвитку територій. *Екологічні науки* № 4(55). 2024 С. 202-206. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2024.есо.4-55.33>
9. Бурлака Н. І., Панько В. В. Екологічні наслідки деградації ґрунту та інноваційні шляхи її подолання. *Агросвіт*. 2020. № 7. С. 80-86. DOI: 10.32702/2306-6792.2020.7.80
10. Николок О., Пивовар П., Назаркіна Р., Стольнікович Г., Богонос М. Динаміка земельного фонду: як змінилися земельні ресурси України після 24 лютого 2022 року. *Центр досліджень продовольства та землекористування. Київська школа економіки*. 2024. 12 с.