

DOI: 10.32347/2076-815x.2025.88.375-389

УДК 332.3:332.02

**Прокопенко Н.І.,**

bilanp79@gmail.com, ORCID: 0000-0001-5046-6122,

Сумський національний аграрний університет,

д.п.н., професор **Браславська О.В.,**

oksana.braslavska@udpu.edu.ua, ORCID: 0000-0003-0852-686X,

к.е.н., доцент **Грицик О.М.,**

oleggricik32@gmail.com, ORCID: 0009-0001-5321-4753,

Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини

## **ВПЛИВ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ ЗЕМЛЕКОРИСТУВАННЯ НА ДЕГРАДАЦІЮ ҐРУНТІВ**

*Проведено дослідження впливу сучасних методів землекористування на якісний стан ґрунтів, зосереджуючись на таких аспектах, як їхня родючість, фізико-хімічні характеристики та екологічні функції. З'ясовано, що інтенсивне сільськогосподарське використання земель, надмірне застосування агрохімічних засобів, масштабне впровадження механізованих технологій та вирощування монокультур є ключовими чинниками, які сприяють деградації ґрунтового покриву. Детально проаналізовано проблеми, пов'язані із втратою органічних речовин у ґрунті, збільшенням ризиків ерозійних процесів, ущільненням структури ґрунтів та порушенням їхньої водопроникності, що значною мірою впливає на продуктивність сільськогосподарських земель. У статті оцінено потенціал використання сучасних супутникових технологій, таких як багатозональні знімки та кластерний аналіз світловідбивання, для ефективного моніторингу стану ґрунтового покриву. Доведено, що застосування цих технологій дозволяє не лише ідентифікувати зони деградації, але й виявляти аномальні явища, спричинені негативними агротехнологічними впливами, а також визначати ділянки, які потребують впровадження екологічно обґрунтованих заходів. Також обґрунтовано доцільність упровадження таких практик, як сівозмінна, органічне землеробство, агролісомеліорація, мінімальний обробіток ґрунту та точне землеробство, спрямованих на запобігання деградаційним процесам. Доведено, що ці методи є ефективними для збереження родючості ґрунтів, покращення їхньої екологічної стійкості та зниження негативних наслідків інтенсивного землекористування. Розроблено практичні рекомендації щодо впровадження інноваційних технологій у систему управління земельними ресурсами, включаючи біоремедіацію, автоматизовані системи моніторингу та аналіз даних із супутникових знімків. Отримані результати дослідження створюють*

базу для розробки ефективних науково обґрунтованих заходів, що сприятимуть поліпшенню стану ґрунтів, збереженню їхньої продуктивності та мінімізації екологічних ризиків, забезпечуючи сталий розвиток агроєкосистем у довгостроковій перспективі.

*Ключові слова:* землекористування; деградація ґрунтів; екологічна стійкість; сівозміна; супутникові технології; інноваційні методи.

**Постановка проблеми.** Деградація ґрунтів є однією з ключових екологічних проблем сучасності, яка має значний вплив на продовольчу безпеку, екосистемну стабільність та економічний розвиток. Умови інтенсивного використання земельних ресурсів, зокрема застосування хімічних добрив, пестицидів, гербіцидів, а також механізованих технологій, призводять до виснаження родючості ґрунтів, їх ерозії та забруднення. Особливо актуальним це питання є для України, де ґрунтовий покрив є стратегічним ресурсом, що забезпечує не лише сільськогосподарське виробництво, але й екологічну рівновагу. Сучасні методи землекористування, орієнтовані на короткострокове підвищення продуктивності, часто ігнорують довгострокові екологічні наслідки. Зростання попиту на продукти харчування, викликане демографічними змінами та урбанізацією, створює додатковий тиск на земельні ресурси, посилюючи ризики деградації ґрунтів. Крім того, глобальні кліматичні зміни та збільшення частоти екстремальних погодних явищ ще більше загострюють проблему. Актуальність дослідження зумовлена необхідністю розробки сталих підходів до землекористування, які мінімізують негативний вплив на ґрунти, забезпечуючи збереження їхньої родючості та екологічних функцій.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Аналіз наукових праць, присвячених проблемам впливу сучасних методів землекористування на стан ґрунтів, демонструє значну увагу дослідників до питання деградації ґрунтового покриву в умовах інтенсивного використання земельних ресурсів. Так у своїй роботі Хвесик М., Голян В. [1], відзначають, що інтенсивне використання земель без належного відновлення призводить до зниження родючості ґрунтів, погіршення їхньої структури та ерозійних процесів. У своєму дослідженні Стойко, НЄ., Стадницька О.В. [2], наголошують на зв'язку між монокультурним землеробством та втратою біорізноманіття ґрунтової мікрофлори, що впливає на стійкість екосистем. Вплив агрохімічних засобів, таких як добрива, пестициди та гербіциди, є предметом багатьох досліджень, у яких наголошується на їхньому значному внеску у хімічне забруднення ґрунтів. Наприклад, Бережняк Є., Наумовська О., Бережняк М. [3], звертають увагу на накопичення токсичних речовин у ґрунті через надмірне використання

хімікатів, що ускладнює природне відновлення ґрунтових ресурсів. Разом із цим, Ямелинець Т. [4], акцентує на проблемі ущільнення ґрунту внаслідок надмірного використання важкої техніки, що знижує його водопроникність і аерацію. У контексті моніторингу стану ґрунтів перспективним є використання сучасних супутникових технологій і вже як зазначають Македон В., Байлова О. [5], мультиспектральні супутникові знімки та кластерний аналіз світловідбивання дозволяють з високою точністю визначати деградаційні зони, а також планувати заходи з їх відновлення.

Щодо практичних заходів для мінімізації негативного впливу землекористування, Кістра С., Мол Г., Ліу Дж., Окс Дж. [6], обґрунтовують доцільність впровадження сівозміни, агролісомеліорації та органічного землеробства. Своєю чергою, Хаарен К., Ловетт А.А., Альберт К. [7], формують думки на важливості використання інноваційних технологій, таких як точне землеробство та біоремедіація, для забезпечення сталого розвитку аграрного сектору. Отже, існуючі дослідження формують ґрунтовну теоретичну базу, яка підтверджує актуальність впровадження екологічно безпечних підходів до землекористування, але водночас потребують подальших емпіричних досліджень для адаптації цих підходів до регіональних умов.

**Мета і задачі дослідження.** Мета статті – виявити фактори впливу сучасних методів землекористування на стан ґрунтів та запропонувати екологічно безпечні підходи направлені на збереження родючості ґрунтів і забезпечення безпечного використання земельних ресурсів.

**Завдання дослідження:**

- виявити основні чинники, що впливають на деградацію ґрунтів, зокрема інтенсивне землеробство, надмірне використання агрохімічних засобів, механізовані технології та монокультурне вирощування культур;
- оцінити ефективність застосування сучасних супутникових технологій для моніторингу стану ґрунтів, зокрема мультиспектральних знімків і кластерного аналізу світловідбивання;
- обґрунтувати доцільність впровадження екологічно безпечних практик землекористування, таких як сівозміна, органічне землеробство, агролісомеліорація, мінімальний обробіток ґрунтів та інноваційні технології.

**Матеріали та методи.** Основними джерелами інформації стали польові дослідження ґрунтового покриву, супутникові знімки високої роздільної здатності, а також дані картографічних матеріалів і результатів дистанційного зондування. Для аналізу змін у фізико-хімічних властивостях ґрунтів застосовувалися лабораторні методи, що включали визначення вмісту органічної речовини, гранулометричного складу, водопроникності та показників ущільнення. Моніторинг деградаційних зон здійснювався на основі

кластерного аналізу світловідбивання із використанням мультиспектральних супутникових знімків, отриманих із платформ RapidEye та Landsat-8, оброблених у програмному комплексі ENVI. Порівняльний аналіз ґрунтових карт та даних дистанційного зондування дозволив ідентифікувати зміни у структурі ґрунтового покриття внаслідок впливу різних методів землекористування. Для оцінки ефективності екологічно безпечних практик, таких як сівозмінна, агролісомеліорація та органічне землеробство, було залучено метод моделювання їх впливу на основні показники родючості ґрунтів. Системний підхід, застосований у дослідженні, дозволив врахувати регіональні ґрунтово-кліматичні особливості та синтезувати отримані результати для розробки практичних рекомендацій з оптимізації управління земельними ресурсами.

**Результати та їх обґрунтування.** Сучасна практика землекористування, що формується під впливом зростання глобальної економіки, науково-технічного прогресу та потреби забезпечення продовольчої безпеки, має безпосередній вплив на стан ґрунтів. Як стратегічний ресурс, ґрунти забезпечують функціонування екосистеми, підтримують сільськогосподарське виробництво та формують основу для економічної стабільності багатьох країн, однак методи їх використання нерідко призводять до деградації цього надзвичайно важливого природного ресурсу. Дослідження ключових методів землекористування дозволяє визначити основні причини змін стану ґрунтового покриття, а також оцінити можливі довгострокові наслідки їх застосування.

Інтенсивне землеробство, що базується на максимізації врожайності за рахунок постійного використання земель без достатнього часу для їхнього відновлення, є однією з головних причин виснаження ґрунтів. Постійна обробка ґрунтів із застосуванням сучасних технологій, агрохімічних засобів та іригаційних систем дозволяє досягати високих показників урожайності, однак одночасно сприяє деградації структури ґрунтів, зменшенню їхньої органічної складової та підвищенню ризику ерозії. Зниження родючості земель, викликане інтенсивною експлуатацією, ускладнює їхнє відновлення, особливо у регіонах з обмеженими ресурсами води або кліматичними змінами, що підсилюють негативний ефект цього виду землекористування [1, с. 57]. У нашому дослідженні, рис. 1. демонструє ґрунтову карту, яка деталізує розподіл основних типів ґрунтів на території господарства, що є критично важливим для оцінки їхнього стану в умовах інтенсивного використання земельних ресурсів. У поєднанні з чорно-білими зображеннями космічного знімка Landsat-8, представленими у форматі одноканального (В) та синтезованого (С) відображень, можна прослідкувати залежність між змінами у структурі ґрунтів та сучасними методами їх використання. Такий підхід дозволяє більш детально

аналізувати деградаційні процеси, викликані надмірним застосуванням механізованих технологій, хімічних засобів та монокультурного землеробства.

Поєднання географічних даних із дистанційним зондуванням надає можливість визначити зони ризику, пов'язані з ерозійними процесами, ущільненням ґрунтів та їх виснаженням. Аналіз чорно-білих та синтезованих зображень дозволяє ідентифікувати ділянки, які потребують впровадження екологічно безпечних практик землекористування, таких як сівозмінна, агролісомеліорація чи органічне землеробство.

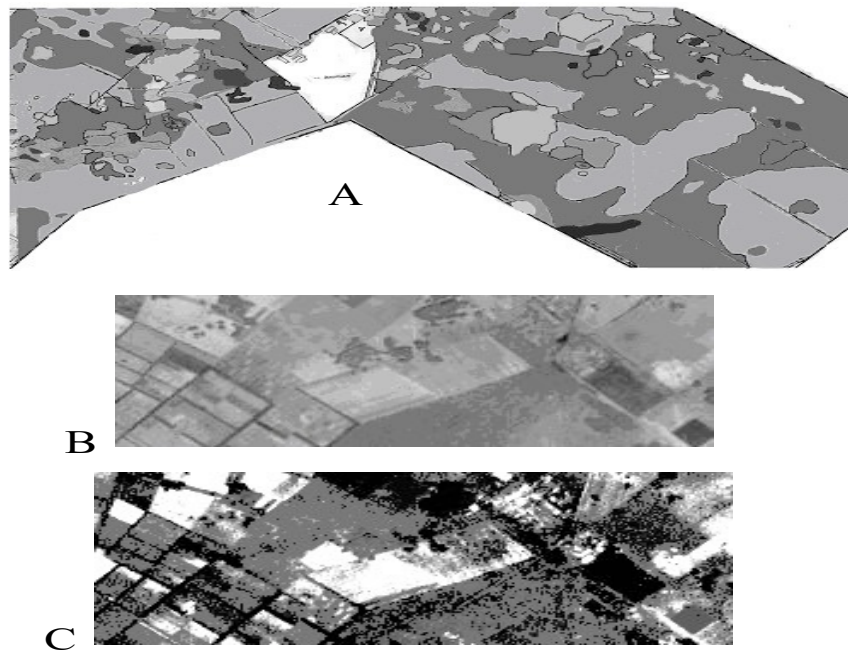


Рис. 1. Деталізація розподілу основних типів ґрунтів території (А), та одноканальна (В) і синтезована супутникова деталізація (С) [8]

Механізація сільського господарства, що значно підвищила продуктивність праці та скоротила терміни обробки земель, стала важливим кроком у розвитку сучасного землеробства, однак її вплив на ґрунти є двояким. З одного боку, механізовані технології дозволяють здійснювати точні операції, ефективно розподіляти ресурси та запобігати втратам врожаю, проте з іншого боку, часте застосування важкої техніки призводить до ущільнення ґрунтів, погіршення їхньої аерації та зменшення водопроникності. Ущільнення ґрунтів обмежує розвиток кореневої системи рослин, знижує біологічну активність ґрунтових організмів і значно зменшує загальну продуктивність земель, що, своєю чергою, підвищує ризик ерозії та зменшує здатність ґрунтів утримувати воду [9, с. 268].

Агрохімічні засоби, такі як мінеральні добрива, пестициди та гербіциди, стали невід'ємною частиною сучасного землеробства, оскільки дозволяють значно підвищити врожайність та ефективність обробки земель, однак їх надмірне використання має серйозні екологічні наслідки. Постійне внесення



хімічних добрив сприяє накопиченню токсичних елементів у ґрунті, що призводить до його забруднення та порушення хімічного балансу. Надмірне використання пестицидів знищує корисні ґрунтові організми, які забезпечують природну регуляцію хвороб і шкідників, а гербіциди пригнічують ріст бур'янів, але водночас впливають на чутливі види рослин, що сприяє зменшенню біорізноманіття. Всі ці процеси у довгостроковій перспективі призводять до зниження родючості ґрунтів і утворення так званих «мертвих зон» у сільськогосподарських регіонах [2].

Монокультурне землеробство, що полягає у вирощуванні одного виду культур на великих площах протягом тривалого часу, має низку економічних переваг, зокрема оптимізацію витрат на обробку земель та збирання врожаю, однак водночас сприяє швидкому виснаженню ґрунтів. Відсутність ротації культур зменшує кількість органічних речовин у ґрунті, що призводить до його дегуміфікації та погіршення фізико-хімічних властивостей. Окрім того, монокультури підвищують вразливість до шкідників і хвороб, що змушує аграріїв збільшувати використання агрохімікатів, погіршуючи екологічний стан земель. У довгостроковій перспективі такі методи ведення господарства призводять до зниження продуктивності земель, підвищення ризиків ерозії та необхідності значних інвестицій для відновлення ґрунтів.

На рис. 2. відображено ґрунтову карту досліджуваної земельної ділянки Гайворонського району, Кіровоградської області, та світловідбивання кожного окремого пікселя супутникового знімка (синтезований варіант С), що надає можливість детально аналізувати особливості та стан ґрунтів в межах території.



Рис. 2. Порівняння даних детальної ґрунтової карти земельної ділянки Гайворонського району, Кіровоградської області, де номерами позначено пікселі оцінки якості ґрунтів (масштаб 1:100) [10]

Використання кластерного аналізу світловідбивання дозволило визначити рівень схожості відбивної здатності (%) дев'яти мікроділянок, обмежених межами пікселів, які відносяться до різних відносно однорідних ґрунтових ареалів екосистеми чорноземно-солонцюватого типу. Зокрема, було виявлено,

що у межах природного фітоценозу два ґрунтові контури (ділянки №19 і №20), які в польових умовах були ідентифіковані як солоді, мали суттєві відмінності у світловідбиванні. Так, ґрунтовий контур ділянки № 19 був визначений як типовий та значно відрізнявся від інших ґрунтів за своєю відбивною здатністю. Водночас контур ділянки № 20, залежно від варіантів синтезу даних, виявляв схожість або з солонцюватим ґрунтом на рівні від 45 % до 90 %, або з лугово-чорноземним ґрунтом із показником до 92%. Отримані результати свідчать про потенціал супутникових технологій у поєднанні з ґрунтовими картами для точного визначення стану та типу ґрунтів, що дозволяє виявляти аномалії, пов'язані з сучасними методами землекористування, що утворює основу для ухвалення обґрунтованих рішень щодо зменшення деградації ґрунтів шляхом впровадження екологічно безпечних підходів та адаптивного управління земельними ресурсами [10].

Багатозональні знімки надають можливість створювати кольорові синтезовані зображення, які дозволяють більш точно оцінювати стан ґрунтів та інших географічних об'єктів у межах територій, що піддаються інтенсивному землекористуванню. Методика полягає у введенні трьох чорно-білих зональних знімків у комп'ютерну систему з подальшим накладанням основних кольорів – синього, зеленого та червоного, в результаті чого на екрані з'являється яскраве багатокольорове зображення. Завдяки зміні комбінацій зональних знімків і варіюванню кольорових каналів можна створювати різні синтезовані зображення, де об'єкти будуть виглядати або максимально наближеними до природних кольорів, або представленими в умовно змінених тонах, що дозволяє виділяти їх більш чітко та підвищувати точність ідентифікації [11].

З огляду на складнощі дешифрування ґрунтового покриття з побудовою цифрової моделі місцевості на рівнинних територіях, було запропоновано використання методу синтезу космічних знімків високої роздільної здатності. У даному методі мінімально необхідний рівень інформативності досягається за рахунок поєднання трьох кольорових каналів у системі RGB, реалізованої в програмному комплексі ENVI. У процесі дослідження, дешифрування проводилось у рамках виробничого випробування розробленої методики на території кількох фермерських господарств Гайворонського району, Кіровоградської області, яка, за даними кадастрової оцінки земель сільськогосподарського призначення, входить до групи районів із найсприятливішими ґрунтово-кліматичними умовами (бонітет понад 85 балів). На основі зіставлення картографічних матеріалів 1996 року з мультиспектральним знімком супутника Rapid Eye, що охоплює площу в 4000 га, було виявлено низку змін у межах досліджуваної території [12].

Результати аналізу показали, що долина річки Ташлик чітко простежується на сучасних знімках, тоді як частина лісових насаджень зазнала змін у зв'язку з незначними вирубками. Крім того, були виявлені зміни у межах окремих сільськогосподарських угідь, а також поява нових об'єктів – загонів, складів, сховищ техніки тощо (рис. 3.).

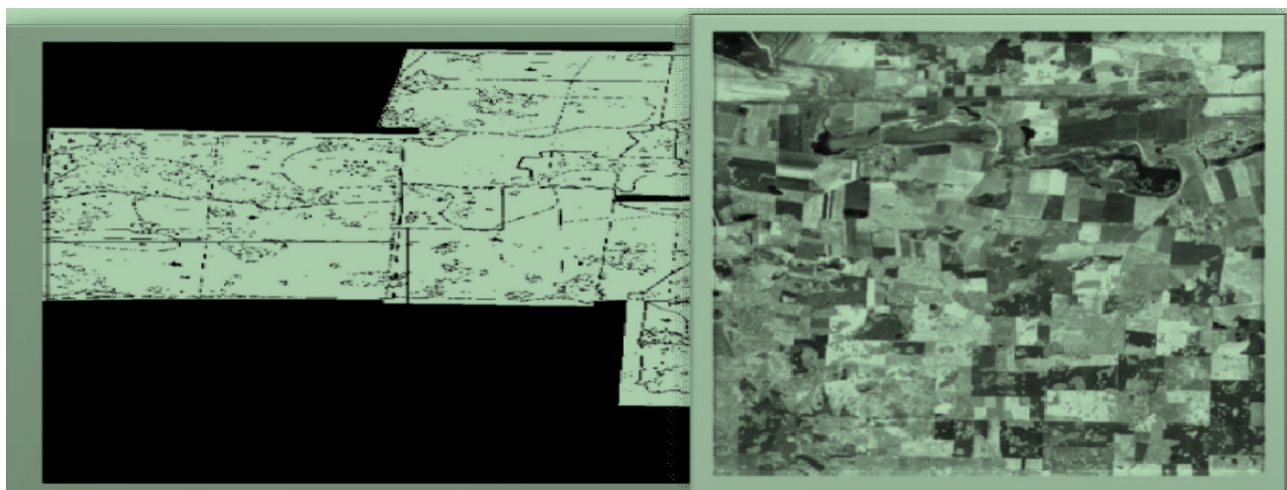


Рис. 3. Копія ґрунтової карти 1996 р. та космічного знімання 2022 р. досліджуваних земельних ділянок кількох фермерських господарств Гайворонського району, Кіровоградської області [13]

Оскільки за результатами повторного обстеження ґрунтів, проведеного на основі космічного знімка, не було виявлено ні залежних земель, ні самовільно освоєних територій, ні перенарізаних полів для сівозмін, створено об'єктивну основу для оцінки використання земель та їхньої якості. Застосування синтезованих зображень таким чином дозволяє не лише фіксувати зміни, пов'язані з сучасними методами землекористування, але й надає цінну інформацію для оптимізації управління земельними ресурсами та мінімізації деградації ґрунтів.

Типова картина результатів проведених польових досліджень, відображена на рис. 4А, демонструє, що під час початкового етапу обстеження майже все досліджуване поле було класифіковано як ґрунтовий комплекс звичайного чорнозему з наявністю солонцюватих плям, частка яких сягала до 25%. Нове обстеження ґрунтів, проведене у 2021–2022 рр. із використанням супутникового знімка RapidEye, виявило, що, за винятком двох ділянок у південно-східній частині поля, вся територія містила плями солонцюватих ґрунтів, які були відсутніми на попередній карті [14].

Нова ґрунтова карта, фрагмент якої представлено на рис. 4В, значно відрізняється від початкової карти (рис. 4А) тим, що виділено окремий ареал агроекологічної групи ґрунтів, яка потребує впровадження протисолонцюватої меліорації. Рівність північної межі цього ареалу, що збігається з кордонами



поля, свідчить про маскуючий вплив агроценозу, що ускладнює виявлення деградаційних змін у межах сільськогосподарських угідь.

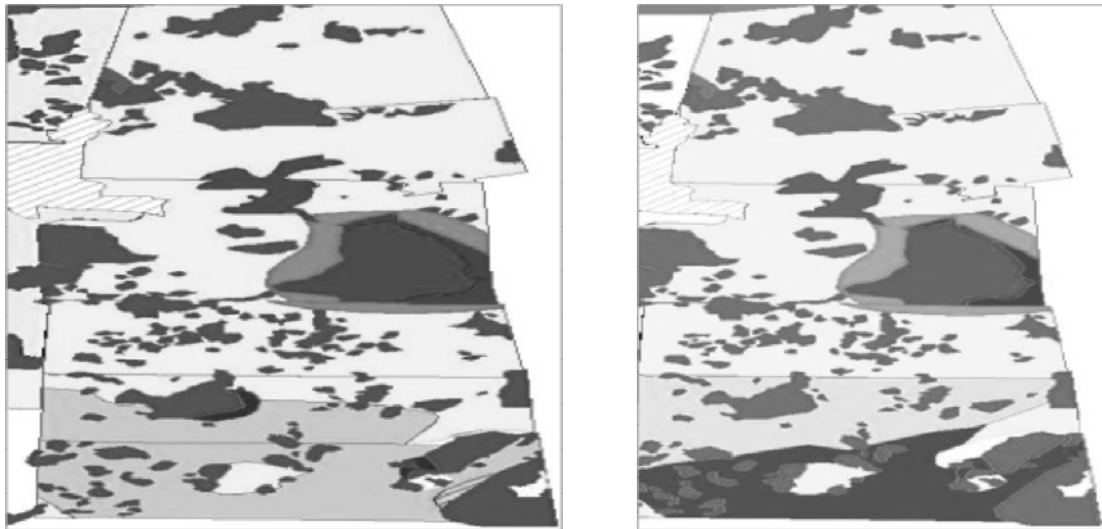
**А****В**

Рис. 4. Фрагменти карти деградації ґрунтів земельних ділянок на території Гайворонського району (Кіровоградська обл.), А – карта 1996 р., В – карта 2022 р. [8]

Наведені фактори свідчать про високу ефективність інфрачервоного аналізу для виявлення деградаційних ознак ґрунтів, викликаних сучасними методами землекористування, та про необхідність подальшого застосування таких методик для оцінки стану земель. Таким чином, синтезовані супутникові знімки дозволяють значно підвищити точність моніторингу змін ґрунтового покриття, пов'язаних із впливом сучасних методів землекористування, і сприяють формуванню науково обґрунтованих заходів для боротьби з деградацією ґрунтів.

Сучасні методи землекористування, що часто орієнтовані на отримання максимального прибутку у короткостроковій перспективі, вимагають перегляду та впровадження екологічно обґрунтованих підходів, які зможуть мінімізувати їхній негативний вплив на стан ґрунтів. Одним із найефективніших шляхів мінімізації негативного впливу землекористування на ґрунти є впровадження екологічно безпечних методів, що враховують потреби екосистем та зменшують ризики виснаження земельних ресурсів. Серед таких методів можна виділити застосування сівоzmіни, яка сприяє збереженню ґрунтової структури та підвищенню її родючості за рахунок чергування культур із різними потребами у поживних речовинах. Додатково до цього, практики мінімального або нульового обробітку ґрунту дозволяють зменшити ерозію, зберегти вологу та сприяти накопиченню органічної речовини, що є критично важливим для довгострокового збереження ґрунтів.

Органічне землеробство є перспективною альтернативою інтенсивним методам сільського господарства, яке базується на використанні природних процесів і біологічних ресурсів для підвищення врожайності. Відмова від хімічних добрив, пестицидів та гербіцидів у поєднанні із застосуванням компосту, зелених добрив та інших органічних матеріалів сприяє поліпшенню фізико-хімічних властивостей ґрунту, відновленню його родючості та зменшенню ризиків забруднення навколишнього середовища. Органічне землеробство також підтримує біорізноманіття, що є важливим елементом стійкості агроєкосистем, забезпечуючи довгострокове збереження земельних ресурсів [15].

Агролісомеліорацію ми визначаємо як інструмент для стабілізації стану ґрунтів у регіонах, що піддаються інтенсивній ерозії або іншим формам деградації і така техніка передбачає інтеграцію деревних і чагарникових насаджень у сільськогосподарські ландшафти для захисту ґрунтів від вітрової та водної ерозії, збереження вологи та поліпшення мікроклімату. Лісосмуги, які розташовуються вздовж полів, виконують функцію бар'єра, що захищає ґрунт від руйнування, а також сприяють накопиченню органічної речовини, що позитивно впливає на родючість земель [16, с. 404]. Додатково, агролісомеліорація підтримує екологічну рівновагу, створюючи умови для відновлення природних екосистем (табл. 1).

Таблиця 1

Технології та заходи мінімізації негативного впливу землекористування на деградацію ґрунтів (розроблено авторами)

| № з/п | Технологія/Захід          | Мета                              | Опис                                         | Очікуваний ефект                          |
|-------|---------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 1     | Сівозміна                 | Збереження родючості              | Регулярна зміна вирощуваних культур на полях | Зменшення виснаження ґрунтів              |
| 2     | Органічне землеробство    | Екологічна сталість               | Відмова від хімічних добрив та пестицидів    | Підвищення біологічної активності ґрунтів |
| 3     | Агролісомеліорація        | Захист від ерозії                 | Створення лісосмуг уздовж полів              | Покращення мікроклімату та захист ґрунтів |
| 4     | Нульовий обробіток ґрунту | Запобігання ерозії                | Мінімізація механічної обробки ґрунтів       | Збереження структури ґрунту               |
| 5     | Інноваційні технології    | Оптимізація використання ресурсів | Застосування точного землеробства            | Підвищення ефективності землекористування |

Сучасні інноваційні технології пропонують широкий спектр інструментів для збереження ґрунтів та підвищення ефективності їх використання. Зокрема, технології точного землеробства, які включають використання супутникових

знімків, датчиків та автоматизованих систем моніторингу, дозволяють оптимізувати внесення добрив, води та інших ресурсів, зменшуючи їхнє надмірне використання. Використання безпілотних літальних апаратів для моніторингу стану земель допомагає виявляти проблемні ділянки та здійснювати своєчасне коригування агротехнічних заходів. Інноваційні методи, такі як біоремедіація, що використовує мікроорганізми для відновлення забруднених ґрунтів, є важливим кроком у напрямку сталого розвитку агросектору.

**Висновки та рекомендації.** У результаті проведеного дослідження було встановлено, що інтенсивне землеробство, широке використання механізованих технологій, надмірне застосування агрохімічних засобів і практика монокультурного вирощування культур мають суттєвий вплив на стан ґрунтів, що виявляється у втраті їхньої родючості, погіршенні фізико-хімічних властивостей та зниженні екологічних функцій цього стратегічно важливого ресурсу. Дослідження також показало, що сучасні супутникові технології, зокрема багатозональні знімки та кластерний аналіз світловідбивання, є ефективними інструментами для моніторингу стану ґрунтів. Доведено, що використання цих методів дозволяє ідентифікувати зони, які зазнали деградації під впливом агротехнологій, та визначати пріоритетні ділянки, які потребують впровадження екологічно безпечних практик землекористування.

Було оцінено потенціал таких підходів, як органічне землеробство, сівозмінна, агролісомеліорація та впровадження інноваційних технологій, у контексті збереження ґрунтових ресурсів та визначено, що ці методи значно знижують негативний вплив землекористування, сприяють збереженню родючості ґрунтів та підвищують їхню екологічну стійкість, забезпечуючи довгострокову продуктивність земель. Обґрунтовано, що ключовою умовою мінімізації деградації ґрунтів є впровадження екологічно безпечних практик, зокрема використання органічних добрив, створення захисних лісосмуг і мінімізація механічної обробки ґрунтів. Було запропоновано впроваджувати адаптивні стратегії управління земельними ресурсами, які враховують специфіку регіональних ґрунтово-кліматичних умов і орієнтовані на досягнення сталого розвитку сільськогосподарського сектору, сприяючи як економічній ефективності, так і екологічній збалансованості землекористування.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Інституціональне забезпечення землекористування: теорія і практика: монографія / М.А. Хвесик, В.А. Голян. К.: НАН України, 2006. 160 с.
2. Стойко, Н.Є., Стадницька О.В. Ефективне використання деградованих і малопродуктивних сільськогосподарських земель: аспект

планування. Український журнал прикладної економіки. 2020. Том 5. № 1. С. 333–341. DOI: <https://doi.org/10.36887/2415-8453-2020-1-39>.

3. Бережняк Є.М., Наумовська О.І., Бережняк М.Ф. Деградаційні процеси в ґрунтах України та їх негативні наслідки для довкілля. Біологічні системи: теорія та інновації. 2022. Том 13. № 3-4. С. 96–109. DOI: [10.31548/biologiya13\(3-4\).2022.014](https://doi.org/10.31548/biologiya13(3-4).2022.014).

4. Ямелинець Т. Інформаційне ґрунтознавство : монографія. Львів : ЛНУ ім. Івана Франка, 2022. 352 с.

5. Македон В.В., Байлова О.О. Планування і організація впровадження цифрових технологій в діяльність промислових підприємств. Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія «Економічні науки». 2023. Випуск 47. С. 16-26. DOI: [10.32999/ksu2307-8030/2023-47-3](https://doi.org/10.32999/ksu2307-8030/2023-47-3)

6. Keesstra S., Mol G., Leeuw J., Okx J. et. al. Soil-Related Sustainable Development Goals: Four Concepts to Make Land Degradation Neutrality and Restoration Work. *Land*. 2018. 7 (4), 133. URL: <https://www.mdpi.com/2073-445X/7/4/133>

7. Haaren C.V., Lovett A.A., Albert C. *Landscape Planning with Ecosystem Services: Theories and Methods for Application in Europe*. Springer, Dordrecht, 2019. 511 p.

8. Landsat-8/LDCM. URL: <https://www.eoportal.org/satellite-missions/landsat-8-ldcm>

9. Hablovskyi B., Hablovska N., Shtohryn L., Kasiyanchuk D., Kononenko M. The Long-Term Prediction of Landslide Processes within the Precarpathian Depression of the Cernivtsi Region of Ukraine. *Journal of Ecological Engineering*. 2023. №24(7). pp. 254-262. <https://doi.org/10.12911/22998993/164753>

10. GIS for Land Administration – Esri. URL: [www.esri.com/industries/cadastre/](http://www.esri.com/industries/cadastre/)

11. Македон В.В., Валіков В.П., Федьора С.С. Удосконалення управління промисловими підприємствами на основі стратегій інноваційного розвитку. Європейський вектор економічного розвитку. 2019. №1. С. 108–125. DOI: [10.32342/2074-5362-2019-1-26-8](https://doi.org/10.32342/2074-5362-2019-1-26-8).

12. Згурська О., Корчинська О., Рубель К., Кубів С., Тарасюк А., Головченко О. Цифровізація національного агропромислового комплексу: нові виклики, реалії та перспективи. *Financial and Credit Activity Problems of Theory and Practice*. 2022. №6(47). С. 388–399. <https://doi.org/10.55643/fcaptp.6.47.2022.3929>.

13. NASA. Landsat Science. URL: <https://landsat.gsfc.nasa.gov/article/landsat-next-defined/>

14. Македон В.В., Валіков В.П., Рябик Г.Є. Розвиток світового ринку

ділових інтелектуальних послуг під впливом економіки 4.0. Нобелівський вісник. 2019. № 1. С. 59–72. DOI: 10.32342/2616-3853-2019-2-12-7.

15. Cowiea A.L., Orr B.J., Sanchez V.M.C., Chasek P., et. al. Land in balance: The scientific conceptual framework for Land Degradation Neutrality. Environmental Science and Policy. 2018. Volume 79, pp. 25-35.

16. Chen, F., Li, S., Hao, L., An, Y., Huo, L., Wang, L., Li, Y., Zhu, X. Research Progress on Soil Security Assessment in Farmlands and Grasslands Based on Bibliometrics over the Last Four Decades. Sustainability. 2024. No 16. p. 404. <https://doi.org/10.3390/su16010404>.

Senior Lecturer, **Prokopenko Nataliia**,  
Sumy National Agrarian University,  
Doctor of Pedagogical Sciences, Professor **Braslavska Oksana**,  
Candidate of Economic Sciences, Associate Professor **Grytsyk Oleg**,  
Pavlo Tychyna Uman State Pedagogical University

## IMPACT OF MODERN LAND USE METHODS ON SOIL DEGRADATION

The article studies the impact of modern land use methods on the quality of soils, focusing on such aspects as their fertility, physicochemical characteristics and ecological functions. It was found that intensive agricultural land use, excessive use of agrochemicals, large-scale introduction of mechanized technologies and monoculture cultivation are key factors contributing to soil degradation. The problems associated with the loss of organic matter in the soil, increased risks of erosion processes, soil compaction and impaired water permeability, which significantly affects the productivity of agricultural lands, are analyzed in detail. The article assesses the potential of using modern satellite technologies, such as multi-zone images and cluster analysis of light reflectance, for effective monitoring of the state of the soil cover. It has been proven that the use of these technologies allows not only to identify areas of degradation, but also to detect anomalous phenomena caused by negative agro-technological impacts, as well as to identify areas that require the implementation of environmentally sound measures. The feasibility of implementing practices such as crop rotation, organic farming, agroforestry, minimum tillage and precision agriculture aimed at preventing degradation processes has also been substantiated. It has been proven that these methods are effective for preserving soil fertility, improving their ecological sustainability and reducing the negative consequences of intensive land use. Practical recommendations have been developed for the implementation of innovative technologies in the land resources management



system, including bioremediation, automated monitoring systems and analysis of data from satellite images. The obtained research results create a basis for the development of effective scientifically based measures that will contribute to improving the condition of soils, preserving their productivity and minimizing environmental risks, ensuring the sustainable development of agroecosystems in the long term.

Keywords: land use; soil degradation; ecological sustainability; crop rotation; satellite technologies; innovative methods.

## REFERENCES

1. Khvesyk, M.A., Holyan V.K. (2006). Instytutsional'ne zabezpechennya zemlekorystuvannya: teoriya i praktyka: monohrafiya [Institutional support of land use: theory and practice: monograph], NAN Ukrayiny {in Ukrainian}.
2. Stoiko, N.Ye., Stadnytska, O.V. (2020). Efektyvne vykorystannya dehradovanykh i maloproduktyvnykh sil's'kohospodars'kykh zemel': aspekt planuvannya [Efficient use of degraded and low-productive agricultural lands: planning aspect]. Ukrayins'kyi zhurnal prykladnoyi ekonomiky [Ukrainian Journal of Applied Economics], 5(1), 333–341. DOI: <https://doi.org/10.36887/2415-8453-2020-1-39>. {in Ukrainian}.
3. Berezhnjak, Ye.M., Naumovska, O.I., Berezhnjak, M.F. (2022). Degradatsiyni protsesy v gruntakh Ukrayiny ta yikh negatyvni naslidky dlya dovkillya [Degradation processes in soils of Ukraine and their negative consequences for the environment]. Biologichni systemy: teoriya ta innovatsiyi [Biological Systems: Theory and Innovation], 13(3–4), 96–109. DOI: 10.31548/biologiya13(3-4).2022.014. {in Ukrainian}.
4. Yamelynets, T. (2022). Informatsiyne gruntoznavstvo : monohrafiya [Informational soil science: monograph]. Lviv: LNU named after Ivan Franko. {in Ukrainian}.
5. Makedon, V.V., Bailova O.O. (2023). Planning and organizing the implementation of digital technologies in the activities of industrial enterprises. Scientific Bulletin of Kherson State University. Series "Economic Sciences", Issue 47, 16-26. DOI: 10.32999/ksu2307-8030/2023-47-3. {in Ukrainian}.
6. Keesstra, S. and Mol, G., Leeuw, J., Okx, J. et. al. (2018). Soil-Related Sustainable Development Goals: Four Concepts to Make Land Degradation Neutrality and Restoration Work. Land. No. 7 (4), 133. Available at: <https://www.mdpi.com/2073-445X/7/4/133>. {in English}
7. Haaren, C.V. and Lovett, A.A., Albert, C. (2019). Landscape Planning with Ecosystem Services: Theories and Methods for Application in Europe. Springer, Dordrecht. {in English}

8. Landsat-8/LDCM. (2023). Retrieved from: <https://www.eoportal.org/satellite-missions/landsat-8-ldcm>. {in English}
9. Hablovskyi, B., Hablovska, N., Shtohryn, L., Kasiyanchuk, D., Kononenko, M. (2023). The Long-Term Prediction of Landslide Processes within the Precarpathian Depression of the Cernivtsi Region of Ukraine. *Journal of Ecological Engineering*, 24(7), 254-262. <https://doi.org/10.12911/22998993/164753>. {in English}
10. GIS for Land Administration – Esri. Retrieved from: [www.esri.com/industries/cadastre/](http://www.esri.com/industries/cadastre/) {in English}
11. Makedon V.V., Valikov V.P., Fedyora S.S. (2019). Udoskonalennya upravlinnya promyslovymy pidpryyemstvamy na osnovi stratehiy innovatsiynoho rozvytku [Improving the management of industrial enterprises based on innovative development strategies]. *European vector of economic development*, No.1, 108–125. DOI: 10.32342/2074-5362-2019-1-26-8. {in Ukrainian}
12. Zghurska, O., Korchynska, O., Rubel, K., Kubiv, S., Tarasiuk, A., & Holovchenko, O. (2022). Digitalization of the national agro-industrial complex: new challenges, realities and prospects. *Financial and Credit Activity Problems of Theory and Practice*, 6(47), 388–399. <https://doi.org/10.55643/fcaptp.6.47.2022.3929>. {in Ukrainian}.
13. NASA. Landsat Science. (2023). Retrieved from: <https://landsat.gsfc.nasa.gov/article/landsat-next-defined/> {in English}
14. Makedon V.V., Valikov V.P., Ryabyk G. E. (2019). Rozvytok svitovoho rynku dilovykh intelektual'nykh posluh pid vplyvom ekonomiky 4.0 [Development of the world market of business intellectual services under the influence of economy 4.0]. *Nobelevskiy vestnik*, no. 1, 59-72. DOI: 10.32342/2616-3853-2019-2-12-7. {in Ukrainian}
15. Cowiea, A.L. and Orr, B.J., Sanchez, V.M.C., Chasek, P., et. al. (2018). Land in balance: The scientific conceptual framework for Land Degradation Neutrality. *Environmental Science and Policy*. Vol. 79, 25-35. {in English}
16. Chen, F., Li, S., Hao, L., An, Y., Huo, L., Wang, L., Li, Y., & Zhu, X. (2024). Research Progress on Soil Security Assessment in Farmlands and Grasslands Based on Bibliometrics over the Last Four Decades. *Sustainability*, 16(1), 404. <https://doi.org/10.3390/su16010404>. {in English}