ISSN 2310-4678

НААН

ІНСТИТУТ АГРОЕКОЛОГІЇ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

НАУКОВО-ПРАКТИЧНИЙ ЖУРНАЛ

ЗБАЛАНСОВАНЕ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

4/2024

НАУКОВО-ПРАКТИЧНИЙ ЖУРНАЛ

ЗБАЛАНСОВАНЕ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

Виходить 4 рази на рік

№ 4/2024

Київ • 2024

Засновники:

Інститут агроекології і природокористування НААН

ТОВ "Екоінвестком"

Свідоцтво про реєстрацію
КВ № 18960-7750 Р від 29.05.2012 р.

Видавець:

ТОВ "Екоінвестком"

Свідоцтво про реєстрацію
ДК № 4293 від 02.04.2012 р.

Адреса редакції:

03143, м. Київ, вул. Метрологічна, 12
тел./факс: (044) 526–33–36
www.natureus.org.ua
e-mail: nature_us@ukr.net

Журнал включено
до Переліку наукових фахових видань України (Категорія "Б")
згідно з наказом Міністерства освіти і науки України № 409 від 17.03.2020 р.
за такими спеціальностями: 051 — Економіка, 101 — Екологія,
201 — Агрономія, 205 — Лісове господарство.

Журнал включено
до міжнародних інформаційних та наукометричних баз:
RePEc, Research Bible, Google Scholar,
Advanced Science Index, Polska Bibliographia Naukowa

Рекомендовано до друку
Вченою радою Інституту агроекології
і природокористування НААН
(протокол № 12 від 14.11.2024 р.)

Підписано до друку 25.11.2024 р. Формат 60×84/8. Друк офсетний.
Ум. друк. арк. 15,81. Наклад 300 прим. Зам. № ЗП-04-24.
Оригінал-макет та друк ТОВ "ДІА". 03022, Київ-22, вул. Васильківська, 45

ЗМІСТ

CONTENTS

ЗМІСТ

CONTENTS

УДК 332.122:338.43

DOI: 10.33730/2310-4678.4.2024.319376

МЕТОДИЧНИЙ ІНСТРУМЕНТАРІЙ ТА ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНІ МЕХАНІЗМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ АГРАРНОГО СЕКТОРУ

О.І. Дребот
доктор економічних наук, професор, академік НААН
Інститут агроекології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)
e-mail: drebot_oksana@ukr.net; ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2681-1074

О.С. Дем'янюк
аспірант
Інститут агроекології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)
e-mail: 5266517@gmail.com; ORCID: https://orcid.org/0009-0006-9452-1772

Розглянуто методичні підходи та організаційно-економічні механізми, орієнтовані на забезпечення сталого розвитку вітчизняного аграрного сектору. Визначено, що сталий розвиток агросектору як основа продовольчої безпеки та експортного потенціалу потребує інтеграції інноваційних інструментів, зокрема точного землеробства та адаптивних технологій для оптимізації управлінських процесів. Досліджено комплекс методичних інструментів для аналізу ефективності аграрного виробництва, що базується на екологічному аудиті діяльності підприємства. Визначено інноваційні інструменти, що формують стійкість агросектору України в сучасних умовах. Підтверджено важливість економічної та екологічної стійкості аграрних підприємств у контексті національної політики підтримки сталого розвитку. Досліджено значення державного регулювання, субсидування та податкових пільг у впровадженні сталих агротехнологій. Запропоновано підходи до забезпечення довгострокової конкурентоспроможності аграрного сектору України та його інтеграції в глобальні ланцюги створення доданої вартості на основі сприяння досягненню стратегічних Цілей сталого розвитку країни.

Ключові слова: *аграрне виробництво, стійке сільське господарство, інноваційні інструменти, механізм сталого розвитку екологічний аудит, управлінські рішення.*

ВСТУП

В умовах сучасних глобальних викликів актуальним питанням є забезпечення досягнення Цілей сталого розвитку, що передбачає застосування системного підходу й зміцнення можливостей в усіх галузях економіки і розроблення механізмів та інструментів для їх реалізації [1]. При цьому важливим залишається досягнення балансу між економічними, соціальними та екологічними складовими для економічного зростання і добробуту [2].

Аграрний сектор має вирішальне значення для досягнення Цілей сталого розвитку, оскільки забезпечує продовольчу безпеку, сприяє розвитку й добробуту сільського населення та стимулює економічний прогрес [3; 4]. Водночас агровиробництво є потужним чинником впливу на клімат, забруднення навколишнього середовища, виснаження та втрати природних ресурсів (ґрунтових, водних та ін.), зменшення біорізноманіття та посилення соціальної нерівності [5; 6], тим самим створюючи ризики для досягнення сталого розвитку. Це свою чергою визначає необхідність для сільського господарства в усьому світі балансу між зростаючим попитом на продукти харчування та більш стійкими методами ведення сільського господарства [7; 8], у т.ч. за підтримки "зеленої" економіки, біоекономіки, циркулярної економіки [9].

Варто зазначити, що для України сталий розвиток аграрного сектору набуває критичного значення у забезпеченні економічної стабільності та продовольчої безпеки в сучасних умовах і потребує розроблення ефективних механізмів та інструментів. Однак поточні проблеми, серед яких виснаження природних ресурсів, погіршення стану ґрунтових і водних ресурсів, ринкова нестабільність, пов'язана з військовою агресією, ставлять під загрозу ефективність вітчизняної аграрної галузі [10]. Нестача сучасних методик та інструментів для оцінки й управління стійкістю аграрних підприємств значно ускладнює можливості ефективного використання ресурсів та адаптації суб'єктів господарювання до зміни умов бізнес-середовища.

Крім того, аграрний сектор стикається з проблемами нерівномірного доступу до інноваційних технологій [11], що ускладнює процес

підвищення конкурентоспроможності та екологічної відповідальності галузі. Для цього необхідно розробити ефективний організаційно-економічний механізм, який сприяв би упровадженню інновацій, зниженню витрат на ресурси та водночас мінімізував негативний вплив діяльності агропідприємств на навколишнє природне середовище.

Одним із головних обмежень у зазначеному аспекті є недосконалість чинної нормативно-правової бази та відсутність підтримки держави для стимулювання агропідприємств до впровадження стійких методів [12; 13]. Зокрема, аграрні підприємства часто стикаються з обмеженими можливостями фінансування для впровадження інноваційних технологій, а також браком досвіду щодо сталого управління ресурсами. Усе це потребує комплексного підходу до розробки методичних інструментів і механізмів, які дозволили б агровиробникам оцінювати свій потенціал для досягнення сталого розвитку та оптимізувати ресурси в довгостроковій перспективі.

Отже, вищезазначене визначає актуальність дослідження дієвих методичних інструментів та організаційно-економічних механізмів для забезпечення сталого розвитку вітчизняного аграрного сектору, які враховували б сучасні виклики та сприяли підвищенню економічної ефективності агропідприємств.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Аналіз сучасних досліджень підкреслює ключову роль українського аграрного сектору. Навіть в умовах воєнного та повоєнного стану вітчизняний аграрний сектор може мати певні перспективи, а тому забезпечення його економічної безпеки та стійкості є дуже важливим завданням для держави. Його вирішення вимагає співпраці та зусиль уряду, бізнесу та громадських організацій, а також підтримки міжнародних партнерів [10]. Важливим залишається забезпечити розвиток вітчизняного агросектору на засадах сталого розвитку із дотриманням стійкості в усіх трьох вимірах: екологічному, соціальному та економічному [14]. Для цього потрібні інноваційні, стійкі та інклюзивні підходи до сільського господарства.

Так, у дослідженнях Т.О. Шматковської визначено необхідність розробки методик оцінки ефективності аграрних підприємств з урахуванням підходів сталого розвитку, зокрема з використанням показників, що дають змогу оцінювати економічні, соціальні та екологічні аспекти діяльності підприємства, сприяючи таким чином комплексній оцінці та розвитку сталих принципів ведення бізнесу [15; 16].

На думку М.О. Багорки, процес екологізації агросектору має здійснюватися за допомогою організаційно-економічного механізму, який представляє собою сукупність організаційних форм та економічних важелів, спрямованих на підвищення економіко-екологічної ефективності суспільного виробництва і стимулювання природоохоронних заходів [17]. Власне, організаційно-економічний механізм екологізації економічного розвитку розглядають як інтеграцію екологічних цілей та засобів їх реалізації в систему стратегічного управління економічною системою [18].

Сучасні дослідження проблем формування методичного інструментарію та організаційно-економічних механізмів забезпечення сталого розвитку аграрного сектору характеризуються значною різноманітністю підходів. Зокрема, підкреслюється важливість економічної стійкості аграрних підприємств як основи стабільного розвитку національної економіки та акцентують увагу на актуальності інноваційного управління ресурсами, що дає змогу знизити залежність аграрних підприємств від традиційних підходів господарювання. Однак значна кількість агропідприємств в умовах воєнного стану зменшили свою інноваційну діяльність, що пов'язано з бізнес-ризиками, обмеженими ресурсами й недостатньою мотивацією для впровадження інноваційних рішень, а також із невизначеністю щодо майбутніх умов і ризиків, що впливає на прийняття рішень щодо інвестування [19; 20]. Також низька активність інноваційної діяльності в аграрному секторі економіки пов'язана з недосконалістю організаційно-економічного механізму освоєння інновацій, що призводить до зростання витрат, зниження конкурентоспроможності продукції та негативно впливає на соціально-економічний розвиток села [21].

О.П. Хаєцька зазначає, що низький рівень інноваційної активності підприємств аграрного сектору є результатом неналежного стану державного фінансування інноваційної діяльності, що свідчить про істотні диспропорції між величиною інвестування власних коштів і коштів державного бюджету [20].

Питання фінансування та державної підтримки аграрного сектору розглянуте в працях О.В. Ковальової, яка зазначає, що впровадження державних субсидій, пільгових кредитів та податкових стимулів є важливими складовими організаційно-економічного механізму, спрямованого на стимулювання аграрних підприємств до впровадження сталих методів господарювання. При цьому акцентовано, що систематичне оновлення державних програм підтримки є надзвичайно важливим для забезпечення довготривалої стійкості галузі [22].

У працях М.І. Дзямулича велика увага приділена впровадженню сучасних інформаційних технологій і методів аналітики для підвищення ефективності управління. Зокрема, акцентується на значенні цифровізації в розвитку аграрного сектору, а саме на впровадженні точного землеробства, сенсорних технологій тощо. Автор вважає, що ці інструменти є ключовими для підвищення конкурентоспроможності агропідприємств в умовах глобалізації [23; 24].

Також варто відзначити працю Л.І. Галас, у якій розкрито специфіку організаційного механізму управління агросектором з акцентом на важливості кооперації між малими та середніми аграрними підприємствами, що сприяє оптимізації витрат і підвищенню конкурентоспроможності. На думку авторки, співпраця між підприємствами та обмін знаннями є критично важливими для розвитку інноваційних підходів у сфері агропромислового комплексу [25].

Отже, питання сталого розвитку аграрного сектору є складним і багатогранним, потребує комплексного підходу й базується на необхідності подальших досліджень щодо розроблення ефективного методичного інструментарію та організаційно-економічного механізму забезпечення розвитку галузі. Незважаючи на теоретичні та практичні розробки вітчизняних учених-економістів, потребує поглиблених досліджень та удосконалення формування інструментів і економічних механізмів розвитку аграрного сектору на засадах сталого розвитку, виявлення сучасних викликів і ризиків, удосконалення системи еколого-економічного управління аграрною галуззю.

Метою дослідження є визначення інструментів і механізмів, застосування яких дасть змогу оптимізувати використання ресурсів аграрних підприємств, підвищити конкурентоспроможність галузі та посилити її економічну стабільність через упровадження інноваційних технологій.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Інформаційну основу роботи становили сучасні результати наукових досліджень і методичних розробок щодо формування організаційно-економічного механізму в аграрному секторі для переходу на засади сталого розвитку.

Для виконання поставлених завдань використовувалися такі методи досліджень: монографічний, аналізу та синтезу, абстрактно-логічний та ін.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Сприяння переходу аграрному сектору на засади сталого розвитку має вирішальне значення в усьому світі не лише для збільшення доходів, досягнення продовольчої безпеки, покращення харчування, стійкості та збереження екосистем, а й для добробуту нинішніх і майбутніх поколінь [26].

Сталий розвиток агросектору є ключовою умовою для гарантування продовольчої безпеки як основи економічної стабільності та соціального благополуччя країни. Продовольча безпека передбачає наявність достатніх і якісних продуктів харчування для населення, незалежність від зовнішніх джерел постачання та стійкість виробництва, яке може реагувати на зміну потреб ринку та інші чинники впливу. Щоб бути стійким, агросектор має задовольняти потреби сьогодення та майбутніх поколінь, забезпечуючи як отримання прибутку, так і підтримку здоров'я навколишнього природного середовища та соціально-економічну рівність.

Успішне досягнення цілі переходу вітчизняного аграрного сектору на засади сталого розвитку передбачає розроблення інструментів і механізмів впровадження стійких методів. Однак досягнення цих цілей в аграрному секторі стає дедалі складнішим завданням через збільшення навантаження на природні ресурси та їх виснаження, зміни клімату, нестабільну геополітичну ситуацію, ринкові зміни, недостатність фінансових і висококваліфікованих кадрових ресурсів та ін., що загострюється деструктивним впливом війни на аграрну сферу України. Щоб протистояти цим викликам, необхідне прийняття обґрунтованих рішень щодо впровадження ефективних стратегій розвитку сільського господарства та сільських територій.

Тому досягнення сталого розвитку аграрної галузі потребує інтеграції інноваційних інструментів, які здатні забезпечити ефективне використання ресурсів, зниження витрат і довгострокову економічну стійкість (*рис. 1*).

Однією з основних причин необхідності інтеграції інноваційних інструментів у бізнес-процеси агровиробництва є оптимізація використання природних і виробничих ресурсів. Загальновідомо, що аграрне виробництво залежить від природних ресурсів та їх якості, але їхній нераціональний розподіл і використання призводять до зниження продуктивності, виснаження та втрати агроресурсів, деградації агроекосистем і загострюють проблему змін клімату. Тому стале сільське господарство залежить від міждисциплінарних і мультидисциплінарних досліджень, які гармонізують фундаментальні та прикладні науки і сприяють співпраці між різними зацікавленими сторонами [26].

Спілкування, обмін інформацією та передача знань є фундаментальними для аграрної

Рис. 1. Інноваційні інструменти, що формують стійкість агросектору України
Джерело: систематизовано авторами на основі [14; 27; 28].

сфери. Тому введення цифрових технологій та оцифрування сільського господарства і харчових ланцюгів займає важливе місце [29]. Широко відомим прикладом використання інформаційних технологій у сільському господарстві є точне землеробство, яке нині застосовують майже на всіх етапах у рослинництві та все частіше у тваринництві для підвищення як економічної ефективності, так і загальної стійкості діяльності.

Проблеми забруднення навколишнього середовища та зростання попиту на продукти харчування за одночасного забезпечення продовольчої безпеки та стійкості потребують ефективного використання природних ресурсів і сучасних технологій, таких як штучний інтелект, аналітика та цифрові технології, які можуть підвищити ефективність використання агроресурсів, підвищити продуктивність у рослинництві і тваринництві, забезпечити стійкість до впливу різних чинників. Однак сільське господарство має здійснити цифрову трансформацію, щоб реалізувати ці переваги. Управління об'єктами також може оптимізувати процеси підтримки та зменшити виробничі витрати, а використання відновлюваних джерел енергії дозволить пом'якшити проблеми забруднення навколишнього середовища.

Сталий розвиток агросектору передбачає ефективне управління агроресурсами з урахуванням довготривалої стійкості. У такому аспекті інноваційні інструменти дають змогу вести оперативний моніторинг їх стану, виявляти та систематизувати наявні ризики, оптимізувати використання агроресурсів, забезпечуючи збалансоване виробництво з меншими витратами й загальним підвищенням ефективності. При цьому без інтеграції таких рішень аграрне виробництво стає менш передбачуваним, а витрати — нестабільними, що негативно позначається на продовольчій безпеці та експортному потенціалі.

Крім того, виникає потреба в адаптації українських аграрних підприємств до змін у ринковому середовищі та стимулюванні підвищення їхньої конкурентоспроможності. Ринки агропродукції загалом характеризуються нестабільністю, залежністю від сезонних умов і високою конкуренцією. Тому агровиробникам необхідно швидко адаптуватися до подібних змін, підтримуючи стабільність постачання продукції та її якість. Інноваційні інструменти дозволяють підприємствам оптимізувати бізнес-процеси, зменшувати витрати на виробництво та більш динамічно реагувати на зміни в попиті й пропозиції. Така адаптація підвищує стій-

кість агропідприємств і забезпечує стабільність продовольчого забезпечення, що і є ключовим аспектом сталого розвитку.

З іншого боку, інтеграція інноваційних інструментів допомагає вирішити проблему залежності сільськогосподарських підприємств від трудових ресурсів і збільшити продуктивність праці. Агросектор традиційно є достатньо трудомісткою галуззю і залежить від сезонної зайнятості, що обмежує його стійкий розвиток [30]. Технологічні та цифрові інновації дозволяють автоматизувати низку виробничих процесів, підвищуючи продуктивність і знижуючи потребу у великій кількості ручної праці. Такий підхід скорочує залежність галузі від сезонних робітників, підсилюючи гнучкість та ефективність агропідприємств.

Загалом, можна стверджувати, що інтеграція інноваційних інструментів сприяє підвищенню економічної стійкості агросектору та забезпечує його довготривалу продуктивність, яка є основою підтримання продовольчої безпеки країни. Без таких інструментів агропідприємства можуть стикатися з великими витратами, нестабільністю постачання та ризиками, які важко контролювати за допомогою традиційних методів. Відповідно, завдяки інноваціям аграрний сектор має змогу не лише підтримувати стабільне виробництво, але й розвиватися в умовах динамічних змін ринку, дефіциту матеріальних і кадрових ресурсів, непередбачуваних кліматичних змін, забезпечуючи стабільність національної економіки загалом.

Аналіз ефективності аграрного виробництва є важливим етапом для оцінки стійкості й продуктивності аграрних підприємств, особливо за умови зростаючої потреби в їх ресурсній ефективності. Використання методичних інструментів дозволяє систематично оцінити фінансову, економічну та екологічну результативність виробничих процесів, що і є основою для оптимізації управлінських рішень. Також ці інструменти сприяють виявленню слабких місць і визначенню потенційних шляхів подальшого розвитку підприємства.

Серед основних методичних інструментів для аналізу ефективності аграрного виробництва виокремлюють фінансово-економічний, виробничий та порівняльний аналіз, а також екологічний аудит. При цьому перший охоплює розрахунки рентабельності, продуктивності капіталу та інших фінансових показників, що відображають загальний стан підприємства. Другий зосереджується на ефективності використання наявних ресурсів та продуктивності праці, що дозволяє оцінити доцільність упровадження нових технологій і змін в організації процесів. Третій передбачає зіставлення результатів з іншими підприємствами галузі або показниками попередніх періодів, що дає змогу виявити конкурентні переваги та слабкі сторони суб'єкта господарювання.

Окремо необхідно виділити екологічний аудит, який є важливим інструментом аналізу екологічної стійкості агропідприємства. За його допомогою проводять оцінювання рівня дотримання екологічних норм та обґрунтованість ресурсокористування підприємства. При цьому моделювання і прогнозування, що базуються на використанні інформаційних технологій, дозволяють оцінювати потенційний розвиток суб'єкта господарювання з урахуванням різних сценаріїв, зважаючи на зміну як ринкових, так і екологічних умов (*рис. 2*).

Необхідно зазначити, що державне регулювання відіграє ключову роль у впровад-

Рис. 2. Схема екологічного аудиту як інструменту аналізу ефективності аграрного підприємства
Джерело: розроблено авторами.

женні стійких технологій в аграрному секторі, оскільки саме воно стимулює підприємства до переходу на екологічно безпечні та ресурсоефективні практики. Зокрема, через законодавче регулювання держава встановлює стандарти та нормативи, яких агропідприємства повинні дотримуватися, щоб зменшити негативний вплив на навколишнє природне середовище та підвищити ефективність використання ресурсів. Такі вимоги сприяють упровадженню новітніх технологій, але через високі початкові витрати вони часто потребують додаткової фінансової підтримки, зокрема з боку держави або міжнародних партнерів.

При цьому субсидії та інші форми державної допомоги компенсують витрати підприємств на закупівлю й упровадження інноваційних рішень, що дозволяє агропідприємствам зменшувати витрати на енергію, добрива, воду та ін. Відповідно, державні програми фінансової підтримки певним чином сприяють досягненню цілі переходу до сталого розвитку, дозволяючи підприємствам швидше інтегрувати сучасні технології, які підвищують продуктивність та екологічну стійкість. Завдяки цим заходам державне регулювання і субсидування відіграють важливу роль у забезпеченні продовольчої безпеки та економічної стійкості аграрного сектору.

Загальна схема організаційно-економічного механізму сталого розвитку агросектору України, що базується на основних складових сталого розвитку (економічній, екологічній, соціальній), повинна включати в себе такі ключові елементи, як основні інструменти та економічні механізми для пом'якшення та/або подолання ризиків (*рис. 3*).

Упровадження організаційно-економічного механізму сприятиме ефективному функціонуванню аграрного сектору для забезпечення продовольчої безпеки, поліпшення соціально-економічного стану і розвитку сільських територій, у т.ч. отримання доходів, гідних умов життя та праці для всіх зайнятих у сільському господарстві, збереження природних ресурсів і раціональне використання виробничих ресурсів.

Застосування запропонованих економічних інструментів і механізмів забезпечить раціональне використання агро- та виробничих ресурсів, підвищення економічної ефективності сільського господарства та впровадження інновацій, зменшення екологічного навантаження на навколишнє середовище і покращення екологічної ситуації, підвищення соціального добробуту населення. Зокрема, фінансові інструменти через дотації і субсидії сприятимуть більш ширшому впровадженню екологічно безпечних агротехнологій, кредитування агровиробників на вигідних умовах — відновленню та модернізації виробництва та перехід на альтернативні джерела енергії.

Інформаційні та освітні інструменти включають інформаційно-комунікаційні технології та навчальні програми, технології штучного інтелекту, які дають змогу підвищувати продуктивність виробництва, оптимізувати управління ресурсами та сприяють впровадженню сталих практик у сільському господарстві. Цифрові інструменти можуть запропонувати керівні принципи управління, ефективного використання ресурсів, у т.ч. у вирішенні проблеми нестачі робочої сили, підвищити обізнаність агровиробників щодо сучасних інноваційних розробок тощо.

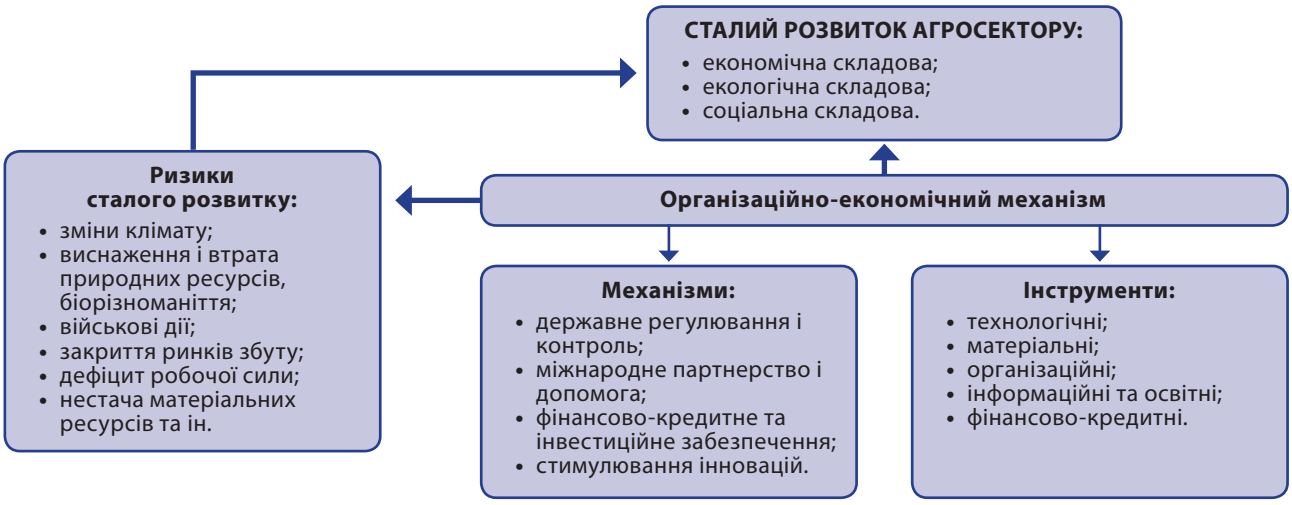


Рис. 3. Схема організаційно-економічного механізму сталого розвитку агросектору України
Джерело: розроблено авторами.

Механізми державного регулювання через удосконалення законодавчої бази та гармонізації міжнародних стандартів забезпечать дієвий контроль за використанням земельних, ґрунтових, водних і біологічних ресурсів, підтримку впровадження альтернативних екологічних технологій (наприклад, органічного землеробства та ін.) та інновацій в агровиробництві. Упровадження сучасних технологій розвитку інновацій і створення функціонального партнерства між державою та бізнесом в аграрній сфері здатне забезпечити сталий розвиток агросектору та підвищити його конкурентоспроможність на світових ринках.

ВИСНОВКИ

Забезпечення сталого розвитку аграрного сектору в Україні передбачає впровадження комплексного методичного інструментарію та ефективних організаційно-економічних механізмів. Водночас поєднання інноваційних технологій, ефективного управління ресурсами та екологічної відповідальності сприятиме підвищенню довгострокової конкурентоспроможності галузі. Сталий розвиток агросектору повинен базуватися на оптимізації виробничих процесів, зниженні залежності від традиційних ресурсів і використанні цифрових технологій, що забезпечують його адаптацію до ринкових викликів.

Ключову роль у довгостроковій конкурентоспроможності вітчизняного агросектору повинні відігравати державне регулювання та фінансова підтримка. Державні стимули та цільові програми підтримки мають сприяти активному впровадженню сталих технологій та зробити їх більш доступними для агропідприємств різних форм власності й масштабів. Створення інтегрованої системи оцінки сталого розвитку дозволить аграрним підприємствам комплексно оцінювати свою ефективність і краще адаптуватися до нестабільності ринку, підвищуючи ефективність аграрного сектору України.

ЛІТЕРАТУРА

1. Hariram N.P., Mekha K.B., Suganthan V., Sudhakar K. Sustainalism: An Integrated Socio-Economic-Environmental Model to Address Sustainable Development and Sustainability. *Sustainability*. 2023. No. 15 (13). 10682. DOI: https://doi.org/10.3390/su151310682
2. Hajian M., Jangchi Kashani S. Evolution of the Concept of Sustainability. From Brundtland Report to Sustainable Development Goals. In book: *Sustainable Resource Management*. 2021. P. 1–24. DOI: 10.1016/B978-0-12-824342-8.00018-3
3. Shahmohamadloo R.S., Febria C.M., Fraser E.D.G., Sibley P.K. The Sustainable Agriculture Imperative: A Perspective on the Need for an Agrosystem Approach to Meet the United Nations Sustainable Development Goals by 2030. *Integr. Environ. Assess Manag*. 2022. No. 18. P. 1199–1205. DOI: 10.1002/ieam.4558
4. Kumar P., Hendriks T., Panoutsopoulos H., Brewster C. Investigating FAIR data principles compliance in Horizon 2020 funded Agri-food and rural development multi-actor projects. *Agric. Syst*. 2024. 214. 103822. DOI: https://doi.org/10.1016/j.agsy.2023.103822
5. El Bilali H., Strassner C., Ben Hassen T. Sustainable Agri-Food Systems: Environment, Economy, Society, and Policy. *Sustainability*. 2021. No. 13 (11). 6260. DOI: https://doi.org/10.3390/su13116260
6. Trigo A., Marta-Costa A., Fragoso R. Principles of sustainable agriculture: Defining standardized reference points. *Sustainability*. 2021. No. 13. 4086. DOI: https://doi.org/10.3390/su13084086
7. FAO. 2017. The future of food and agriculture — trends and challenges. Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome, 2017. 180 p. URL: https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/2e90c833-8-e84-46f2-a675-ea2d7afa4e24/content (accesed: 12.09.2024).
8. Calicioglu O., Flammini A., Bracco S., Bellù L., Sims R. The Future Challenges of Food and Agriculture: An Integrated Analysis of Trends and Solutions. *Sustainability*. 2019. No. 11 (1). 222. DOI: https://doi.org/10.3390/su11010222
9. Дребот О., Дем'янюк О. Синергія зеленої економіки, біоекономіки і циркулярної економіки у досягненні Цілей Сталого Розвитку. *Вклад молодих вчених у розбудову незалежності України: матеріали II Науково-практичної конференції, приуроченої до Дня прапора та Дня Незалежності України* (Київ, 23–24 серпня 2024 р.). Київ, 2024. С. 40–43.
10. Герасимчук С.Г. Забезпечення економічної безпеки та стійкості аграрного сектору України в умовах військового та пост-військового стану. *Європейський науковий журнал економічних та фінансових інновацій*. 2023. No. 1 (11). С. 84–97. DOI: http://doi.org/10.32750/2023-0107
11. Доброва Н.В., Каражия Е.А. Інноваційні технології в агробізнесі: роль у підвищенні ефективності та конкурентоспроможності. *Науковий вісник Одеського національного економічного університету*. 2024. № 5–6. С. 123–128. DOI: https://doi.org/10.32680/2409-9260-2024-5-6-318-319-123-128
12. Григор'єва Х.А. Державна підтримка сільського господарства України: проблеми правового забезпечення: монографія. Херсон: Видавничий дім "Гельветика". 2019. 596 с.
13. Прунцева Г.О. Аналіз ефективності державної підтримки сільськогосподарських підприємств. *Економіка і організація управління*. 2020. № 1 (37). С. 79–88. DOI: 10.31558/2307-2318.2020.1.8
14. FAO. 2014. Building a common vision for sustainable food and agriculture. Principles and approaches. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, 2014. 56 p. URL: https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/cd7ebb4f-da7c-474d-83df-b5cc224d2ff8/content (accesed: 12.09.2024).

15. Шматковська Т.О., Сосна Г.М. До проблематики підвищення ефективності діяльності підприємства на інноваційних засадах. *Фінансовий простір*. 2016. № 1 (21). С. 114–118.
16. Shmatkovska T., Dziamulych M., Yakubiv V., Myshko O., Stryzheus L., Yakubiv R. Economic efficiency of land use by agricultural producers in the system of their non-current assets analysis: a case study of the agricultural sector of Ukraine. *Scientific Papers Series "Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development"*. 2020. No. 20 (3). P. 543–554.
17. Багорка М.О. Основні складові мотиваційного механізму екологізації аграрного виробництва. *Бізнес-навігатор*. 2018. Вип. 1–1. С. 62–66. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/bnav_2018_1-1_15 (дата звернення: 20.09.2024).
18. Дубодєлова А.В., Юринець О.В., Федорів М.М. Організаційно-економічні механізми екологізації виробництва на вітчизняних підприємствах. *Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Проблеми економіки та управління*. 2011. № 698. С. 156–162.
19. Михайлик О.М., Бірак Є.В. Інвестиційно-інноваційна діяльність підприємств в умовах воєнного стану. *Економіка і суспільство*. 2023. Вип. 58. DOI: https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-58-86
20. Хаєцька О.П. Інноваційно-інвестиційне забезпечення розвитку аграрного сектору економіки України. *Економіка, фінанси, менеджмент: актуальні питання науки і практики*. 2024. № 2. С. 123–141. DOI: 10.37128/2411-4413-2024-2-8
21. Людвік І.І. Особливості інноваційного розвитку українських аграрних підприємств в сучасних умовах. *Економіка, фінанси, менеджмент: актуальні питання науки і практичної діяльності*. 2023. № 2 (64). С. 119–134. DOI: 10.37128/2411- 4413-2023-2-8
22. Ковальова О.В. Структурна політика в механізмі трансформацій аграрного сектора економіки: теоретико-методичний аспект досліджень. *Збірник наукових праць Таврійського державного агротехнологічного університету. Серія: Економічні науки*. 2018. № 1. С. 90–98.
23. Дзямулич М.І., Фадєєва І.Г., Шматковська Т.О. Промисловий інтернет речей та його застосування у бізнес-процесах. *Економічний форум*. 2021. № 3. С. 54–59. DOI: 10.36910/6775-2308-8559-2021-3-7
24. Dziamulych M., Moskovchuk A., Vavdiiuk N., Kovalchuk N., Kulynych M., Naumenko N. Analysis and economic and mathematical modeling in the process of forecasting the financial capacity of milk processing enterprises of the agro-industrial sector: a case study of Volyn region, Ukraine. *Scientific Papers Series "Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development"*. 2021. No. 21 (1). P. 259–272.
25. Галас Л.І., Дзямулич М.І., Шматковська Т.О. Особливості експортної діяльності сільськогосподарських підприємств в Україні. *Економічний форум*. 2021. № 2. С. 7–79. DOI: 10.36910/6775-2308-8559-2021-2-9
26. Hu Y., Zhao T., Guo Y. et al. 100 essential questions for the future of agriculture. *Modern Agriculture*. 2023. No. 1 (1). P. 4–12. DOI: https://doi.org/10.1002/moda.5
27. Symochko L., Demyanyuk O., Demianiuk O. Innovative technologies for crop production in the context of sustainable development: EU priorities in mitigating future challenges. *Інноваційні екологобезпечні технології в рослинництві в умовах воєнного стану: матеріали III Всеукраїнської науково-практичної конференції* (Київ, 20 серпня 2024 р.). Київ, 2024. С. 8–11.
28. Стійкість українського агросектору / Київська школа економіки. 2023. URL: https://kse.ua/ua/about-the-school/news/seriya-diskusiy-kse-agrotsentru-diskusiya-3-stiykist-ukrayinskogo-agrosektoru/ (дата звернення 10.10.2024).
29. El Bilali H., Allahyari M.S. Transition towards sustainability in agriculture and food systems: Role of information and communication technologies. *Information Processing in Agriculture*. 2018. No. 5 (4). P. 456–464. DOI: https://doi.org/10.1016/j.inpa.2018.06.006
30. Самайчук С.І. Особливості формування і відтворення трудових ресурсів в аграрному секторі економіки. *Таврійський науковий вісник. Серія: Економіка*. 2020. Вип. 1. С. 201–207. DOI: https://doi.org/10.32851/2708-0366/2020.1.25

METHODOLOGICAL TOOLKIT AND ORGANIZATIONAL AND ECONOMIC MECHANISMS FOR ENSURING SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE AGRICULTURAL SECTOR

Drebot O.
Doctor of Economics Sciences, Professor, Academician of NAAS
Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS (Kyiv, Ukraine)
e-mail: drebot_oksana@ukr.net; ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2681-1074

Demianiuk O.
Postgraduate student
Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS (Kyiv, Ukraine)
e-mail: 5266517@gmail.com; ORCID: https://orcid.org/0009-0006-9452-1772

Methodological approaches and organizational and economic mechanisms aimed at ensuring the sustainable development of the domestic agricultural sector are examined. It is established that sustainable development of the agricultural sector, as the foundation of food security and export potential, requires the integration of innovative tools, including precision agriculture and adaptive technologies, to optimize management processes. A comprehensive set of methodological tools for analyzing the efficiency of agricultural production based on

environmental audits of enterprise activities is studied. Innovative instruments shaping the resilience of Ukraine's agricultural sector under current conditions are identified. The importance of economic and environmental sustainability of agricultural enterprises in the context of national sustainable development policies is affirmed. The role of state regulation, subsidies, and tax incentives in the implementation of sustainable agrotechnologies is explored. Approaches to ensuring the long-term competitiveness of Ukraine's agricultural sector and its integration into global value chains are proposed, focusing on advancing the country's strategic Sustainable Development Goals.

Keywords: *agricultural production, sustainable agriculture, innovative tools, sustainable development mechanism, environmental audit, management decisions.*

REFERENCES

1. Hariram, N.P., Mekha, K.B., Suganthan, V., & Sudhakar, K. (2023). Sustainalism: An Integrated Socio-Economic-Environmental Model to Address Sustainable Development and Sustainability. *Sustainability, 15 (13)*, 10682. DOI: https://doi.org/10.3390/su151310682 [in English].
2. Hajian, M., & Jangchi Kashani, S. (2021). Evolution of the Concept of Sustainability. From Brundtland Report to Sustainable Development Goals. In book: *Sustainable Resource Management*, 1–24. DOI: 10.1016/B978-0-12-824342-8.00018-3 [in English].
3. Shahmohamadloo, R.S., Febria, C.M., Fraser, E.D.G., & Sibley, P.K. (2022). The Sustainable Agriculture Imperative: A Perspective on the Need for an Agrosystem Approach to Meet the United Nations Sustainable Development Goals by 2030. *Integr. Environ. Assess Manag., 18*, 1199–1205. DOI: 10.1002/ieam.4558 [in English].
4. Kumar, P., Hendriks, T., Panoutsopoulos, H., & Brewster, C. (2024). Investigating FAIR data principles compliance in Horizon 2020 funded Agri-food and rural development multi-actor projects. *Agric. Syst., 214*, 103822. DOI: https://doi.org/10.1016/j.agsy.2023.103822 [in English].
5. El Bilali, H., Strassner, C., & Ben Hassen, T. (2021). Sustainable Agri-Food Systems: Environment, Economy, Society, and Policy. *Sustainability, 13 (11)*, 6260. DOI: https://doi.org/10.3390/su13116260 [in English].
6. Trigo, A., Marta-Costa, A., & Fragoso, R. (2021). Principles of sustainable agriculture: Defining standardized reference points. *Sustainability, 13*, 4086. DOI: https://doi.org/10.3390/su13084086 [in English].
7. FAO. (2017). The future of food and agriculture — trends and challenges. Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome. 180 p. URL: https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/2e90c833-8e84-46-f2-a675-ea2d7afa4e24/content [in English].
8. Calicioglu, O., Flammini, A., Bracco, S., Bellù, L., & Sims, R. (2019). The Future Challenges of Food and Agriculture: An Integrated Analysis of Trends and Solutions. *Sustainability, 11 (1)*, 222. DOI: https://doi.org/10.3390/su11010222 [in English].
9. Drebot, O., & Demianiuk, O. (2024). Cynerhiia zelenoi ekonomiky, bioekonomiky i tsyrkuliarnoi ekonomiky u dosiahnenni Tsilei Staloho Rozvytku [Synergy of the green economy, bioeconomy and circular economy in achieving the Sustainable Development Goals]. *Vklad molodykh vchenykh u rozbudovu nezalezhnosti Ukrainy: materialy II Naukovo-praktychnoi konferentsii, pryurochenoi do Dnia prapora ta Dnia Nezalezhnosti Ukrainy (Kyiv, 23–24 Serpnia 2024) — The contribution of young scientists to the development of Ukraine's independence: materials of the 2nd Scientific and Practical Conference dedicated to the Day of the Flag and Independence Day of Ukraine (p. 40–43)*. Kyiv [in Ukrainian].
10. Herasymchuk, S. (2023). Zabezpechennia ekonomichnoi bezpeky ta stiikosti ahrarnoho sektoru Ukrainy v umovakh viiskovoho ta post-viiskovoho stanu [Ensuring economic security and sustainability of the agricultural sector of Ukraine in the conditions of the military and post-military state]. *Yevropeiskyi naukovyi zhurnal ekonomichnykh ta finansovykh innovatsii — European scientific journal of Economic and Financial Innovation, 1 (11)*, 84–97. DOI: http://doi.org/10.32750/2023-0107 [in Ukrainian].
11. Dobrova, N., & Karazhiya, E. (2024). Innovatsiini tekhnolohii v ahrobiznesi: rol u pidvyshchenni efektyvnosti ta konkurentospromozhnosti [Innovative technologies in agribusiness: a role in improving efficiency and competitiveness]. *Naukovyi visnyk Odeskoho natsionalnoho ekonomichnoho universytetu — Scientific Bulletin of the Odessa National Economic University, 5–6*, 123–128. DOI: https://doi.org/10.32680/2409-9260-2024-5-6-318-319-123-128 [in Ukrainian].
12. Hryhorieva, Kh.A. (2019). *Derzhavna pidtrymka silskoho hospodarstva Ukrainy: problemy pravovoho zabezpechennia: monohrafiia [State support of agriculture of Ukraine: problems of legal support: monograph]*. Kherson: Vydavnychyi dim "Helvetyka" [in Ukrainian].
13. Pruntseva, H.O. (2020). Analiz efektyvnosti derzhavnoi pidtrymky silskohospodarskykh pidpryiemstv [Analysis of the effectiveness of state support for agricultural enterprises]. *Ekonomika i orhanizatsiia upravlinnia — Economics and organization of management, 1 (37)*, 79–88. DOI: 10.31558/2307-2318.2020.1.8 [in Ukrainian].
14. FAO. (2014). Building a common vision for sustainable food and agriculture. Principles and approaches. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. 56 p. URL: https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/cd7ebb4f-da7c-474d-83df-b5cc224d2ff8/content [in English].
15. Shmatkovska, T.O., & Sosna, H.M. (2016). Do problematyky pidvyshchennia efektyvnosti diialnosti pidpryiemstva na innovatsiinykh zasadakh [To the problem of the increase of efficiency of activity of the enterprise on innovative principles]. *Finansovyi prostir — Financial space, 1 (21)*, 114–118 [in Ukrainian].
16. Shmatkovska, T., Dziamulych, M., Yakubiv, V., Myshko, O., Stryzheus, L., & Yakubiv, R. (2020). Economic efficiency of land use by agricultural producers in the system of their non-current assets analysis: a case study of the

agricultural sector of Ukraine. *Scientific Papers Series "Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development", 20 (3)*, 543–554 [in English].
17. Bahorka, M.O. (2018). Osnovni skladovi motyvatsiinoho mekhanizmu ekolohizatsii ahrarnoho vyrobnytstva [Main composition of motivating mechanism of ecology of agricultural production]. *Biznes-navihator — Business navigator, 1-1*, 62–66. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/bnav_2018_1-1_15 [in Ukrainian].
18. Dubodielova, A.V., Yurinets, O.V., & Fedoriv, M.M. (2011). Orhanizatsiino-ekonomichni mekhanizmy ekolohizatsii vyrobnytstva na vitchyznianykh pidpryiemstvakh [Organizational and economic mechanisms of environmentalization of production at domestic enterprises]. *Visnyk Natsionalnoho universytetu "Lvivska politekhnika". Problemy ekonomiky ta upravlinnia — Bulletin of the Lviv Polytechnic National University. Problems of economics and management, 698*, 156–162 [in Ukrainian].
19. Mykhailyk, O.M., & Birak, Ye.V. (2023). Investytsiino-innovatsiina diialnist pidpryiemstv v umovakh voiennoho stanu [Investment and innovation activities of enterprises under martial law]. *Ekonomika i suspilstvo — Economy and society, 58*. DOI: https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-58-86 [in Ukrainian].
20. Khaietska, O. (2024). Innovatsiino-investytsiine zabezpechennia rozvytku ahrarnoho sektoru ekonomiky Ukrainy [Innovation and investment provision of development of agrarian sector of economy of Ukraine]. *Ekonomika, finansy, menedzhment: aktualni pytannia nauky i praktyky — Economy, finances, management: Topical issues of science and practice, 2*, 123–141. DOI: 10.37128/2411-4413-2024-2-8 [in Ukrainian].
21. Liudvik, I.I. (2023). Osoblyvosti innovatsiinoho rozvytku ukrainskykh ahrarnykh pidpryiemstv v suchasnykh umovakh [Features of innovative development of Ukrainian agricultural enterprises in modern conditions]. *Ekonomika, finansy, menedzhment: aktualni pytannia nauky i praktychnoi diialnosti — Economy, finance, management: topical issues of science and practical activity, 2 (64)*, 119–134. DOI: 10.37128/2411- 4413-2023-2-8 [in Ukrainian].
22. Kovalova, O.V. (2018). Strukturna polityka v mekhanizmi transformatsii ahrarnoho sektora ekonomiky: teoretyko-metodychnyi aspekt doslidzhen [Structural policy in the transformation mechanism of the agricultural sector of economics: theoretic al and methodological aspects of researches]. *Zbirnyk naukovykh prats Tavriiskoho derzhavnoho ahrotekhnolohichnoho universytetu. Seriia: Ekonomichni nauky — Scientific bulletin of the Tavria State Agrotechnological University. Economic sciences, 1*, 90–98 [in Ukrainian].
23. Dziamulych, M.I., Fadieieva, I.H., & Shmatkovska, T.O. (2021). Promyslovyi internet rechei ta yoho zastosuvannia u biznes-protsesakh [Industrial Internet of Things and its application in business processes]. *Ekonomichnyi forum — Economic Forum, 3*, 54–59. DOI: 10.36910/6775-2308-8559-2021-3-7 [in Ukrainian].
24. Dziamulych, M., Moskovchuk, A., Vavdiiuk, N., Kovalchuk, N., Kulynych, M., & Naumenko, N. (2021). Analysis and economic and mathematical modeling in the process of forecasting the financial capacity of milk processing enterprises of the agro-industrial sector: a case study of Volyn region, Ukraine. *Scientific Papers Series "Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development", 21 (1)*, 259–272 [in English].
25. Halas, L.I., Dziamulych, M.I., & Shmatkovska, T.O. (2021). Osoblyvosti eksportnoi diialnosti silskohospodarskykh pidpryiemstv v Ukraini [Peculiarities of export activity of agricultural enterprises in Ukraine]. *Ekonomichnyi forum — Economic Forum, 2*, 74–79. DOI: 10.36910/6775-2308-8559-2021-2-9 [in Ukrainian].
26. Hu, Y., Zhao, T., Guo, Y. et al. (2023). 100 essential questions for the future of agriculture. *Modern Agriculture, 1 (1)*, 4–12. DOI: https://doi.org/10.1002/moda.5 [in English].
27. Symochko, L., Demyanyuk, O., & Demianiuk, O. (2024). Innovative technologies for crop production in the context of sustainable development: EU priorities in mitigating future challenges. *Innovatsiini ekolohobezpechni tekhnolohii v roslynnytstvi v umovakh voiennoho stanu: materialy III Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii (Kyiv, 20 Serpnia 2024) — Innovative environmentally safe technologies in crop production under martial law: materials of the 3rd All-Ukrainian Scientific and Practical Conference (p. 8–11)*. Kyiv [in English].
28. Stiikist ukrainskoho ahrosektoru [Sustainability of the Ukrainian agricultural sector]. (2023). *Kyivska shkola ekonomiky — Kyiv School of Economics*. URL: https://kse.ua/ua/about-the-school/news/seriya-diskusiy-kse-agrotsentru-diskusiya-3-stiykist-ukrayinskogo-agrosektoru/ [in Ukrainian].
29. El Bilali, H., & Allahyari, M.S. (2018). Transition towards sustainability in agriculture and food systems: Role of information and communication technologies. *Information Processing in Agriculture, 5 (4)*, 456–464. DOI: https://doi.org/10.1016/j.inpa.2018.06.006 [in English].
30. Samaichuk, S. (2020). Osoblyvosti formuvannia i vidtvorennia trudovykh resursiv v ahrarnomu sektori ekonomiky [Features of formation and and reproduction of labor resources in the agrarian economy sector]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk. Seriia: Ekonomika — Taurida Scientific Herald. Series: Economics, 1*, 201–207. DOI: https://doi.org/10.32851/2708-0366/2020.1.25 [in Ukrainian].

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

ДРЕБОТ Оксана Іванівна, доктор економічних наук, професор, академік НААН, директор, Інститут агроекології і природокористування НААН (вул. Метрологічна, 12, м. Київ, Україна, 03143; e-mail: drebot_oksana@ukr.net; ORCID: https://orcid.org/0000- 0003-2681-1074).

ДЕМ'ЯНЮК Олександр Сергійович, аспірант, Інститут агроекології і природокористування НААН (вул. Метрологічна, 12, м. Київ, Україна, 03143; e-mail: 5266517@gmail.com; ORCID: https://orcid.org/0009-0006-9452-1772).

УДК 330.15:634.1:338.439:502.3 DOI: 10.33730/2310-4678.4.2024.319396

РОЗВИТОК ЗБАЛАНСОВАНОГО ІНТЕНСИВНОГО САДІВНИЦТВА: СТРАТЕГІЧНІ ОРІЄНТИРИ ПЛАНУВАННЯ В КОНТЕКСТІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОДОВОЛЬЧОЇ БЕЗПЕКИ

Є.В. Мішенін
доктор економічних наук, професор
Інститут агроекології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)
e-mail: eugeniy_mishenin@yahoo.com; ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1597-3270

О.О. Бендасюк
доктор економічних наук, доцент
Інститут агроекології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)
e-mail: obendasiu@gmail.com; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7865-494X

О.І. Боцула
кандидат економічних наук, старший дослідник
Інститут агроекології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)
e-mail: botsulaiap@ukr.net; ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7047-0102

О.І. Гриник
кандидат економічних наук
Інститут агроекології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)
e-mail: grynyk_olga@ukr.net; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9606-3414

У статті розглянуто сучасний стан вітчизняного садівництва та охарактеризовано напрями його організаційно-економічного розвитку в контексті забезпечення продовольчої безпеки. Визначено основні проблеми економічного, організаційного та технологічного характеру, що стримують подальший збалансований розвиток інтенсивного садівництва. Враховуючи вагому соціально-еколого-економічну роль галузі садівництва у забезпеченні продовольчої безпеки країни та в умовах повномасштабного вторгнення РФ, зроблено акцент на необхідності вирішення низки завдань, зокрема розроблення нової стратегії подальшого збалансованого розвитку галузі. Обґрунтовано доцільність системного підходу до стратегічного планування на основі узгодження інтересів усіх зацікавлених сторін, а також запропоновано враховувати особливості галузі садівництва щодо впливу природно-кліматичних чинників. Зроблено висновок, що ведення інтенсивного садівництва та ефективне використання землі для закладання садів у стратегічному форматі мають передбачати не лише проведення інтегрованої оцінки ландшафтних особливостей рельєфу, природно-кліматичних умов, дотримання визначеного переліку агротехнологічних і технічних вимог тощо, а й уточнення та прийняття низки законодавчо-нормативних актів. У схематичному форматі визначено стратегічні орієнтири підвищення конкурентоспроможності продукції садівництва на інноваційних засадах. Визначено, що розроблення комплексної стратегії розвитку садівничої галузі дозволить оптимізувати ризики та забезпечити стійке виробництво вітчизняної конкурентоспроможної продукції садівництва в контексті забезпечення продовольчої безпеки. З метою визначення стратегічних напрямів розвитку збалансованого інтенсивного садівництва, виявлення можливих ризиків і шляхів їх подолання обґрунтовано доцільність застосування SWOT-аналізу. Охарактеризовано етапність здійснення стратегічного планування збалансованого інтенсивного садівництва з урахуванням галузевої специфіки, а також у контексті забезпечення продовольчої безпеки. Для ефективного розвитку збалансованого інтенсивного садівництва визначено основні організаційно-інституціональні заходи.

Ключові слова: *стратегічне планування, плодово-ягідні культури, SWOT-аналіз, організаційно-інституціональне забезпечення.*

ВСТУП

Соціально-економічна ефективність функціонування аграрного сектору України визначається не лише рівнем забезпечення національної, продовольчої та екологічної безпеки, збалансованим використанням природно-ресурсного потенціалу, а й упровадженням новітніх підходів до виробництва високоякісної конкурентоспроможної сільськогосподарської продукції. Територіально-регіональне агрогосподарюван-

ня вирізняється унікальними природно-кліматичними, земельними, економічними та людськими ресурсами, що створює умови для стійкого розвитку високоефективного інтенсивного садівництва як джерела здорового харчування та засобу підтримки нормальної життєдіяльності населення.

Садівництво без перебільшення є пріоритетною галуззю сільськогосподарського виробництва, що значною мірою визначає продовольчу безпеку країни. Проте останнім часом спостерігається зменшення масштабів виробництва продукції садівництва, що зумовлено такими чинниками: військовими діями на території країни; кліматичними змінами; невиправданою руйнацією та скороченням площ плодоносних насаджень; відсутністю належного матеріально-технічного та кадрового забезпечення, яке не відповідає високій трудомісткості виробництва; низькою мотивацією до здійснення специфічних відтворювальних процесів у виробництві [12–14].

Між тим, питання ведення збалансованого інтенсивного садівництва в контексті забезпечення продовольчої безпеки передбачає певну комплексність і системність у використанні земельних, матеріально-фінансових та трудових ресурсів. Сучасний організаційно-економічний рівень ведення інтенсивного садівництва не повною мірою забезпечує необхідні обсяги виробництва плодово-ягідних культур. Стримуючими факторами є такі: маркетингові "провали" власного виробництва, висока залежність від природно-кліматичних умов у контексті глобальних кліматичних змін, біологічні особливості плодово-ягідних культур, недостатній рівень розвитку необхідної інфраструктури (зберігання, заморозка та переробка продукції садівництва) та розробки проєктів для закладки кожного саду та ягідника.

Враховуючи вагому соціально-еколого-економічну роль галузі садівництва у забезпеченні продовольчої безпеки країни та в контексті повномасштабного вторгнення РФ, нагальним є вирішення низки завдань: розроблення нової стратегії подальшого збалансованого розвитку галузі; внесення змін до чинних нормативно-правових актів і розробка нових, спрямованих на ведення інтенсивного садівництва на екосистемних і ландшафтних засадах; підвищення технологічних характеристик багаторічних насаджень та їх стійкості до антропогенних екологічних факторів, що сприятиме забезпеченню стабільності виробництва плодово-ягідних культур; створення сучасної системи генної інженерії та належного інфраструктурного забезпечення галузі садівництва [1].

Збалансована інтенсифікація є основним напрямом розвитку галузі садівництва та передбачає, з одного боку, проведення наукових досліджень щодо використання біологічних, агроекологічних, еколого-економічних і технологічних факторів виробництва, які в садівництві безпосередньо пов'язані з відтворювальними процесами. З іншого боку, необхідними є:

- *по-перше*, рівень інтенсивності виробництва продуктів садівництва, що відображає ступінь концентрації виробництва та праці на окремо взятій земельній площі, а саме: ресурсний потенціал галузі, що визначається як відношення вартості основних та оборотних фондів, трудових і земельних ресурсів; щільність плодових насаджень на 1 га саду; коефіцієнт інтенсивності (відношення фактичних виробничих витрат до планових на 1 га саду); питому вагу інтенсивних садів у загальній площі садів. Це дозволить, з одного боку, відстежувати обсяг застосування основних груп ресурсів на одиницю площі багаторічних насаджень. З іншого боку, кожна з наведених вище груп показників може бути конкретизована відповідно до тих видів ресурсів, які мають найбільш важливе значення при виробництві певних видів продукції садівництва;
- *по-друге*, оцінка економічної ефективності процесу інтенсифікації садівництва, яка визначається за допомогою таких показників: виробництво валової продукції галузі; вихід продукції з 1 га саду та термін окупності капітальних вкладень в закладку плодово-ягідних культур і догляд за ними; садовіддача як відношення вартості валової продукції садівництва до вартості багаторічних насаджень; окупність додаткових вкладень в інтенсифікацію виробництва; рівень рентабельності.

У цьому контексті варто відзначити, що в схваленій Концепції галузевої Програми розвитку садівництва України на період до 2025 року [2] затверджено низку заходів, спрямованих на стимулювання розвитку садівничої галузі, зокрема: заходи з активізації інвестиційної політики та формування амортизаційного фонду; удосконалення цінової політики; раціональне розміщення промислових насаджень основних плодових порід; сортова політика та політика розвитку власної розсадницької бази; впровадження прогресивних технологій виробництва плодів і ягід; систем зрошення; захист плодово-ягідних насаджень від шкідників і хвороб; механізація виробництва та удосконалення системи зберігання та переробки плодів і ягід. Крім того, Програмою передбачено збільшення площ, зайнятих під садами, на 4,5%. Також з

метою стимулювання розвитку галузі садівництва Верховною Радою України 17 грудня 2021 року було прийнято Закон України "Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо стимулювання розвитку виноградарства та садівництва" [3]. Не менш важливим питанням щодо стратегічного сталого розвитку вітчизняного інтенсивного садівництва є дотримання екологічних вимог (правил, нормативів, стандартів, регламентів) користування природними ресурсами, які виникають у процесі ведення виробничо-господарської діяльності.

Таким чином, необхідно зазначити, що визначені агроекологічні, організаційно-економічні, технологічні та соціально-еколого-економічні особливості функціонування галузі садівництва, а також необхідні організаційно-інституціональні заходи мотиваційного характеру актуалізують дослідження в напрямі формування стратегічних орієнтирів планування збалансованого інтенсивного розвитку галузі в контексті забезпечення продовольчої безпеки країни.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Дослідження проблеми стратегічного планування проводилися багатьма вченими, які визначили спектр характеристик його інформаційно-аналітичного забезпечення відповідно до особливостей різних періодів розвитку економіки країни. Стратегічним орієнтирам економічного зростання галузі садівництва присвячені роботи багатьох вітчизняних учених, чільне місце серед них займають праці Я.І. Алмашій, М.М. Артеменка, О.Ю. Єрмакова, Л.А. Мармуль, В.А. Рульєва, В.С. Уланчука, Д.Ф. Харківського, І.І. Червена, В.В. Юрчишина та ін. З огляду на особливості та тенденції сучасних змін у розвитку промислового садівництва України, дослідження комплексу соціально-еколого-економічних питань щодо посилення стратегічного планування розвитку в контексті забезпечення продовольчої безпеки набувають виняткової актуальності та потребують певного поглиблення.

Мета дослідження полягає в подальшому формуванні загальної методології стратегічного планування розвитку збалансованого інтенсивного садівництва з урахуванням галузевої специфіки в контексті забезпечення продовольчої безпеки.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Теоретико-методологічною основою дослідження є діалектичний метод пізнання, системний і комплексний підхід до вивчення проблеми стратегічного планування збалансованого інноваційного розвитку садівництва в контексті забезпечення продовольчої безпеки. Для досягнення поставленої мети та вирішення завдань дослідження використовували такі основні загальнонаукові методи: *абстрактно-логічний* — для виявлення основних принципових положень і соціально-еколого-економічних факторів, які формують змістовну основу стратегічних орієнтирів планування інтенсивного садівництва; *системно-структурний* — для визначення пріоритетних ознак структуризації організаційно-економічних та еколого-економічних параметрів інтенсифікації садівництва; *монографічний* — для вивчення та узагальнення факторів і процесів, що визначають особливості стратегічного планування розвитку збалансованого інтенсивного садівництва.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Сучасний стан агропромислового комплексу України потребує вдосконалення системи стратегічного планування розвитку як на рівні аграрного сектору загалом, так і садівничої галузі зокрема. Під час розроблення стратегії збалансованого розвитку інтенсивного садівництва передусім необхідно враховувати соціально-еколого-економічні цілі ведення підприємницької діяльності на різних ієрархічних рівнях господарювання (національному, регіональному, локальному). Механізми та інструментарій реалізації стратегічного плану ведення збалансованого інтенсивного садівництва повинні бути орієнтовані на державну підтримку, кооперацію та диверсифікацію виробництва, а також забезпечення продовольчої безпеки.

Основними проблемами, що гальмують ефективний розвиток збалансованого інтенсивного садівництва, є:

1) недостатня загальна та екологічна якість продукції галузі садівництва, що зумовлена низькою конкурентоспроможністю продукції на внутрішньому ринку; відсутністю сортової ідентифікації плодів власного виробництва для безпосередніх споживачів; високою залежністю цінових параметрів на свіжу та перероблену продукцію від кон'юнктури ринку; обмеженістю пропозиції продукції тощо;
2) недостатність комплексних організаційно-технологічних розробок для ведення інтенсивного садівництва, орієнтованих на кінцевий результат; неповне використання економічних переваг концентрації та спеціалізації виробництва; відсутність спеціалізованих механізованих комплексів інфраструктурного характеру; дефіцит фінансових

і матеріальних ресурсів; недотримання технологій відтворювальних процесів; моральне та фізичне зношення матеріально-технічної бази; низький рівень механізації виробничих процесів через недостатнє виробництво спецтехніки; нераціональні витрати праці; сезонний характер робіт у садівництві; брак висококваліфікованих постійних працівників; низька якість посадкового матеріалу та недосконалість системи його вирощування і сертифікації; актуальні проблеми переробки та зберігання плодово-ягідних культур;

3) невирішені технологічні проблеми, зокрема застосування неефективних схем розміщення дерев і низький рівень фітосанітарного стану плодово-ягідних культур.

Ведення інтенсивного садівництва та ефективне використання земель для закладання садів у стратегічному форматі повинні передбачати не лише інтегровану оцінку ландшафтних особливостей рельєфу, природно-кліматичних умов, дотримання визначеного переліку агротехнологічних і технічних вимог тощо, а й уточнення та прийняття низки законодавчо-нормативних актів, які мають охоплювати: врегулювання ключових питань галузі садівництва щодо розміщення насаджень, сортової політики, зберігання та переробки плодово-ягідної продукції, сертифікації й стандартизації технологічних процесів; внесення змін до нормативно-правових актів, що регулюють земельні відносини цільового призначення та грошову оцінку земель, зайнятих під інтенсивне садівництво; створення ефективної системи фінансування та кредитування галузі; стимулювання державних і місцевих програм підтримки та сприяння розвитку садівництва тощо [4].

Реалізація зазначених заходів у перспективі сприятиме сталому розвитку галузі садівництва, покращить соціально-економічне становище сільських територій, наповнить національний ринок вітчизняною продукцією, створить нові робочі місця тощо.

Стратегічне планування ведення інтенсивного садівництва повинно враховувати такі його основні переваги: використання середньо- і низькорослих плодово-ягідних культур; застосування системи краплинного зрошення, що значно вирішує проблему відсутності вологи; висока плодоносність; використання протиградової сітки для захисту культур від граду, сонячних опіків та інших несприятливих впливів.

У цьому контексті слід зазначити, що в останні десятиріччя відбулися значні зміни в площах насаджень під ведення інтенсивного садівництва, а завдяки використанню інтенсивних технологій та передового досвіду в галузі вдалося досягти значного зростання урожайності. Так, за роки незалежності України посівні площі під плодово-ягідні культури зменшилися на 63%. Зокрема, лише у період з 1990 до 1991 року було закладено 863,7 тис. га, тоді як на сезон 2020 року цей показник знизився до 323,0 тис. га. Дані Державної служби статистики України свідчать, що лише за період 2014–2021 років площа зменшилася в середньому на 17,3%. Разом з тим у 2022–2023 роках відбулося незначне зменшення площ з 193 тис. га до 187 тис. га, що становить 3,3%. Також варто зазначити, що більшість площ, відведених для садівництва та вирощування плодово-ягідних культур, зосереджена в приватних господарствах населення, і лише 20,8% виробляється у промислових садах. У період 2022–2023 років середня урожайність плодово-ягідних культур збільшилася на 2,5%, причому лише за 2023 рік їх частка в промисловому секторі склала 20%, або 394 тис. т, а в приватних господарствах населення — 80% (1602 тис. т). Зменшення площ насаджень спричинило зниження виробництва плодів та ягід на 30%. За підрахунками фахівців, лідерами у виробництві продукції садівництва є Вінницька, Чернівецька, Дніпропетровська, Львівська, Закарпатська та Хмельницька області, на які припадає 1117 тис. т, що на 6% більше, ніж середній показник по Україні. Загалом по Україні сукупний валовий збір плодово-ягідних культур у 2023 році становив майже 2 мільйони тонн [5; 6].

Головними напрямами інтенсифікації галузі садівництва є вдосконалення організації виробництва плодово-ягідних культур, що передбачає: створення високопродуктивних насаджень; удосконалення породно-сортового складу насаджень, впровадження у виробництво сортів, стійких до основних хвороб і шкідників, врожайних та з високою еколого-економічною ефективністю; застосування новітніх технологій зрошення багаторічних насаджень; здійснення комплексних заходів боротьби зі шкідниками та хворобами; відтворення багаторічних насаджень шляхом садообігу. Інтенсифікація садівництва здійснюється на інноваційних засадах, що забезпечуватиме конкурентоспроможність продукції. На рівень конкурентоспроможності продукції садівництва в умовах інноваційного інтенсивного розвитку впливають різноманітні взаємопов'язані фактори (*рис. 1*).

Далі зазначимо, що доцільним є застосування проблемно-орієнтованого підходу до розроблення теоретико-методологічної бази стратегічного планування розвитку інтенсивного садівництва з урахуванням його організаційно-технологічних особливостей, визначення соціально-еколого-економічних проблем та їх відображення в стратегічному ракурсі [9].

При цьому розроблення комплексної стратегії розвитку садівничої галузі дозволить оптимізувати ризики та забезпечити стійке виробництво вітчизняної конкурентоспроможної продукції садівництва в контексті забезпечення продовольчої безпеки. Цьому сприятиме низка чинників, зокрема: більш повне використання науково-кадрового потенціалу; збалансованість трудових, матеріально-технічних, технологічних, фінансових та інформаційних ресурсів; створення ефективного механізму господарювання, який враховуватиме попит і пропозицію ринку на плодово-ягідні культури [10]. З метою визначення стратегічних напрямів розвитку збалансованого інтенсивного садівництва, уточнення завдань і цілей, виявлення можливих ризиків і шляхів їх подолання та визначення стратегії розвитку доцільним є застосування SWOT-аналізу. Основними перевагами цього аналізу є: узагальнення та систематизація внутрішніх і зовнішніх факторів, гнучкість, визначення конкурентних переваг і формування стратегічних пріоритетів розвитку галузі. Поряд з перевагами SWOT-аналіз має й певні недоліки, зокрема неможливість врахування усіх сильних і слабких сторін, ризиків, а також неадаптованість до мінливого навколишнього середовища.

Водночас виправданим є проведення не лише SWOT-аналізу проєкцій сильних і слабких сторін галузі, узагальнення проблемних ситуацій, зовнішніх загроз, можливостей і шляхів її розвитку, а й здійснення постійного моніторингу економічних результатів виробництва в галузі садівництва, а також оцінка її потенційних можливостей для розробки стратегічного планування розвитку.

При проведенні досліджень результативності стратегічного планування та управління розвитком садівництва доцільним є використання методики визначення сильних сторін, як-от висока додаткова вартість плодово-ягідних культур, різноманітність асортименту та високий попит на свіжу продукцію, можливість оперативного управління системами землеробства та технологіями виробництва, а також слабких сторін (занизька кон'юнктурна стабільність, недостатня механізація, управління логістикою), запропонованої Р. Капланом і Д. Нортоном [11]. Це дає можливість уникнути ризиків, викликаних порушенням внутрішньогалузевих пропорцій (розплідники — товарне виробництво), а також тих, що спричинені природними умовами, і на цій основі сформулювати найбільш перспективні напрями подальшого сталого розвитку галузі садівництва. До основних належать: державна підтримка найбільш капіталомістких робіт (закладка плантацій,

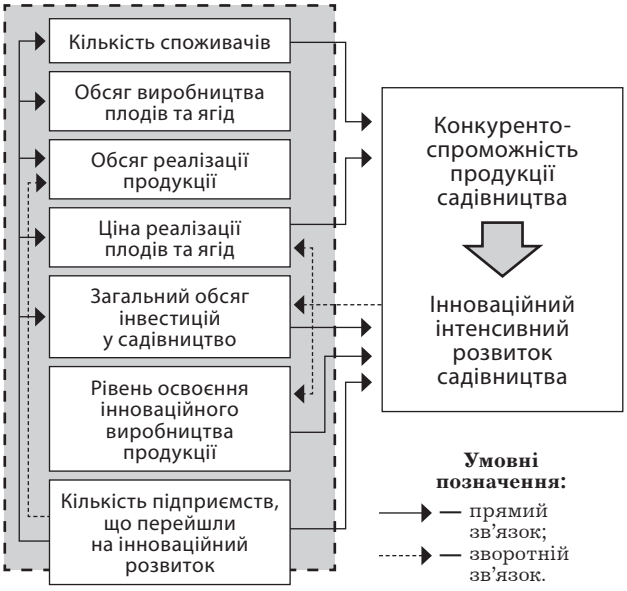


Рис. 1. Механізм інноваційного інтенсивного розвитку та конкурентоспроможності продукції садівництва

Джерело: розроблено на основі [7; 8].

необхідний догляд тощо); застосування ресурсозберігаючих і ресурсоощадних технологій у процесі вирощування плодово-ягідних культур; перехід до повної цифровізації всіх етапів виробничого ланцюга продукції садівництва; підвищення екологічної безпеки та біологізація землеробства; інтенсифікація селекції плодово-ягідних культур; здійснення планування відтворення за розширеним типом; пропагування здорового харчування.

Процес стратегічного планування посідає провідне місце в системі стратегічного управління галуззю садівництва. Його метою є: забезпечення швидкої реакції на зовнішні та внутрішні зміни, що виникають у процесі ведення садівництва на етапі його децентралізації та диверсифікації; сприяння інтернаціоналізації садівничих підприємств і посилення їх конкурентоздатності; використання науково обґрунтованих пропозицій щодо ведення господарської діяльності; посилення інноваційно-технологічних процесів. Більш стисло, мета стратегічного планування полягає у впровадженні послідовності господарювання в контексті ефективного функціонування галузі та її підприємств у довгостроковій перспективі. Разом з тим період стратегічного планування залежить від специфіки галузі, рівня невизначеності та динамічності середовища. Тому необхідність визначення періоду стратегічного планування, коригування або перегляду стратегій залежить від конкретних умов господарювання, що визна-

чають також ступінь деталізації стратегічних планів. Слід виділити декілька етапів у системі стратегічного планування розвитку ведення збалансованого інтенсивного садівництва. Так, на першому етапі значну увагу слід приділити короткостроковому плануванню аспектів техніко-технологічного вдосконалення виробництва продукції садівництва, а саме: доведенню обсягів використання мінеральних добрив до допустимих норм, здійсненню сортооновлення плодово-ягідних насаджень, зниженню втрат продукції за рахунок мінімізації часу між збиранням та моментом продажу. Другий етап — середньострокове планування, що передбачає поступовий перехід до точного землеробства та біологізованого ведення галузі. Нарешті, третій етап — довгострокове планування, яке включає широку механізацію найбільш трудомістких процесів, створення логістичних баз даних для виробництва та збуту плодово-ягідної продукції; інформатизація виробничо-управлінських процесів шляхом впровадження інформаційних платформ; економіко-математичне моделювання виробничих програм; орієнтація системи мотивації персоналу на досягнення стратегічних цілей розвитку садівництва.

Наголосимо, що на першому етапі здійснення стратегічного планування необхідно також провести конструктивну розробку стратегії, а саме: визначення основних принципів і цілей, окреслення завдань і напрямів їх вирішення та пріоритетів інтенсивного розвитку садівництва. Стратегічними напрямами розвитку галузі на цьому етапі мають стати: підвищення якісних параметрів виробництва; раціональне використання природних і матеріально-технічних ресурсів; впровадження новітніх технологій і дотримання екологічних вимог ведення господарської діяльності, що сприятиме сталому розвитку галузі та підвищенню врожайності плодово-ягідних насаджень [1]. На наступному етапі відбувається напрацювання конкретних рішень, спрямованих на досягнення цілей і завдань стратегії, визначення кількісних параметрів, механізмів та інструментів державної підтримки, де необхідно передбачити величину компенсаційних виплат на вирощування плодово-ягідних культур, надання дотацій на покриття збитків, здешевлення матеріально-технічних ресурсів, транспортних тарифів, створення єдиної цінової стратегії господарювання тощо [12–14].

З метою забезпечення стійкого та ефективного розвитку збалансованого інтенсивного садівництва доцільно реалізувати такі організаційно-інституціональні заходи: внести зміни до системи оподаткування садівничих підприємств, зробивши її більш відповідною умовам виробництва та його специфіці; здійснити реструктуризацію податкових боргів підприємств, зокрема накопичених у період війни; у процесі повоєнного відновлення економіки країни запровадити суворіший контроль цін на продукцію підприємств-монополістів; провести реконструкцію насаджень з метою створення інтенсивних садів тощо.

Резюмуючи, зазначимо, що процес стратегічного планування збалансованого інтенсивного розвитку садівництва має враховувати схильність виробництва продукції до значного впливу природно-кліматичних і соціально-економічних факторів. Це зумовлює важливу організаційно-інституціональну роль держави в системній, комплексній і планомірній підтримці галузі для забезпечення продовольчої безпеки країни.

ВИСНОВКИ

На основі аналізу сучасного стану галузі садівництва в Україні зроблено висновок, що її розвиток значною мірою залежить від агрокліматичних умов, технічного забезпечення та рівня впровадження новітніх технологій. Враховуючи вагому соціально-еколого-економічну роль галузі садівництва в забезпеченні продовольчої безпеки країни, а також в умовах повномасштабного вторгнення РФ та глобальних кліматичних викликів, постає необхідність вирішення низки соціально-еколого-економічних завдань щодо розроблення нової стратегії подальшого збалансованого інтенсивного розвитку галузі. Розроблення комплексної стратегії розвитку садівничої галузі дозволить оптимізувати ризики та забезпечити стійке виробництво вітчизняної конкурентоспроможної продукції садівництва в контексті забезпечення продовольчої безпеки. Доцільним є проведення не лише SWOT-аналізу сильних і слабких сторін садівництва, узагальнення проблемних ситуацій, зовнішніх загроз, можливостей і шляхів розвитку галузі, а й здійснення постійного моніторингу економічних результатів виробництва, його потенційних можливостей для розробки стратегічного планування. Слід виділити кілька етапів у системі стратегічного планування розвитку ведення збалансованого інтенсивного садівництва: короткострокове, середньострокове та довгострокове планування. В умовах трансформаційних змін, таких як війна, кліматичні аномалії, особливо зростає потреба в організаційно-інституціональному забезпеченні збалансованого інтенсивного розвитку садівництва в стратегічному форматі.

Подальші дослідження доцільно спрямувати на конкретну розробку стратегічного плану збалансованого інтенсивного розвитку садівництва в регіональному розрізі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бендасюк О.О., Алмашій Я.І. Еколого-економічні проблеми сучасного садівництва та шляхи їх вирішення. *Збалансоване природокористування*. 2023. № 3. С. 84–92. DOI: 10.33730/2310-4678.3.2023.287820
2. Про схвалення Концепції галузевої Програми розвитку садівництва України на період до 2025: Наказ Мінагрополітики України, Української академії аграрних наук від 21.07.2008 р. № 443/73. URL: https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0443555-08 (дата звернення: 10.10.2024).
3. Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо стимулювання розвитку виноградарства та садівництва: Закон України від 17.12.2021 р. № 1989-IX. URL: https://ips.ligazakon.net/document/MN024770 (дата звернення: 10.10.2024).
4. Коваль А.О. Концептуальні засади розвитку сучасного ринку ягідництва. *Збалансоване природокористування*. 2020. № 1. С. 58–66. DOI: https://doi.org/10.33730/2310-4678.1.2020.203939 (дата звернення: 10.10.2024).
5. Обсяги виробництва плодово-ягідної продукції в Україні. *Ягідник*. 2024. URL: http://www.jagodnik.info/obsyagy-vyrobnytstva-plodovo-yagidnoyi-produktsiyi-v-ukrayini-stabilni/ (дата звернення: 12.10.2024).
6. Плодово-ягідна галузь України: стан та перспективи. *Агрохім-Партнер*. 2024. URL: https://agrohp.com.ua/news/plodovo-yagidna-galuz-ukrajini-stan-ta-perspektivi-rozvitku (дата звернення: 12.10.2024).
7. Матвійчук Н.П. Функціонування галузі садівництва в умовах глобалізації. *Науковий вісник Херсонського державного університету*. 2017. Вип. 24. Ч. 1. С. 65–68. URL: http://www.ej.kherson.ua/journal/economic_24/1/15.pdf (дата звернення: 12.09.2024).
8. Рульєв В.А. Ринкова концепція відновлення та розвитку промислового садівництва. *Вісник аграрної науки*. 2003. № 8. С. 5–60.
9. Бечко П.К., Власюк С.А., Ролінський О.В., Кобилянський М.О. Стратегічне планування в системі регуляторних механізмів розвитку підприємницької діяльності аграрного сектора економіки. *Бізнес Інформ*. 2020. № 1. С. 156–164. DOI: https://doi.org/10.32983/2222-4459-2020-1-156-164
10. Бурляй О.Л., Коваленко О.С., Підопригора О.В. Конкурентоспроможність продукції садівництва України в умовах поглиблення євроінтеграційних процесів. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2016. Вип. 89 (2). С. 73–91. URL: https://journal.udau.edu.ua/assets/files/89/Ekon/Ukr/7.pdf (дата звернення: 12.10.2024).
11. Kaplan R.S., Norton D.P. The Balanced Scorecard — Measures then drive Performance. *Harvard Business Review*. 1992. Vol. 70, No. 1. P. 71–79.
12. Мішенін Є.В., Бендасюк О.О., Боцула О.І. Організаційно-економічне обґрунтування екологічно сталого розвитку інтенсивного садівництва: інноваційно-інвестиційний аспект. *Збалансоване природокористування*. 2024. № 1. С. 45–52. DOI: 10.33730/2310-4678.1.2024.302622
13. Vysochanska M., Zubchenko V., Koval A. Ecological and economic process of adaptation of berry cultivation in Ukraine. *International Journal of Innovative Technologies in Economy*. 2023. Vol. 2 (42). Pp. 1–8. DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ijite/30062023/7996
14. Височанська М.Я., Зубченко В.В. Еколого-економічні основи збалансованості розвитку садівництва України. *Агроекологічний журнал*. 2023. № 3. С. 18–29. DOI: https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2023.287760

DEVELOPMENT OF BALANCED INTENSIVE HORTICULTURE: STRATEGIC PLANNING GUIDELINES IN THE CONTEXT OF FOOD SECURITY

Mishenin Ye.
Doctor of Economics, Professor
Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS (Kyiv, Ukraine)
e-mail: eugeniy_mishenin@yahoo.com; ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1597-3270

Bendasiuk O.
Doctor of Economics, Associate Professor
Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS (Kyiv, Ukraine)
e-mail: obendasiuk@gmail.com; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7865-494X

Botsula O.
Candidate of Economic Sciences, Senior Research Fellow
Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS (Kyiv, Ukraine)
e-mail: botsulaiap@ukr.net; ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7047-0102

Hrynyk O.
Candidate of Economic Sciences
Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS (Kyiv, Ukraine)
e-mail: grynyk_olga@ukr.net; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9606-3414

The article considers the current state of domestic horticulture, characterises directions of its organisational and economic development in the context of ensuring food security. The main problems of economic, organisational and technological nature that hinder further balanced development of intensive horticulture are identified. Given the significant socio-ecological and economic role of the horticulture industry in ensuring the country's food security and in the context of a full-scale invasion of the Russian Federation, the authors em-

phasises the need to solve a number of problems, in particular, to develop a new strategy for further balanced development of the industry. The authors substantiates the need for a systematic approach to strategic planning based on the coordination of interests of all stakeholders, and on this basis suggests the need to take into account the peculiarities of the horticulture industry in terms of the impact of natural and climatic factors. It is concluded that intensive horticulture and efficient use of land for planting gardens in a strategic format should include not only an integrated assessment of landscape features of the relief, natural and climatic conditions, compliance with a certain list of agrotechnological and technical requirements, etc. but also clarification and adoption of a number of legislative and regulatory acts. The strategic guidelines for increasing the competitiveness of horticultural products on an innovative basis are defined in a schematic format. It is determined that the development of a comprehensive strategy for the development of the horticultural industry will allow to optimise risks and optimise the sustainable production of domestic competitive horticultural products in the context of food security. In order to determine the strategic directions of development of balanced intensive horticulture, identify possible risks and ways to overcome them, the necessity of applying SWOT analysis is substantiated. A certain stage of implementation of strategic planning of balanced intensive horticulture, taking into account industry specifics, as well as in the context of food security, has been characterised. In order to ensure the effective development of balanced intensive horticulture, the main organisational and institutional measures have been identified.

Keywords: *strategic planning, fruit and berry crops, SWOT analysis, organisational and institutional support.*

REFERENCES

1. Bendasiuk, O.O., & Almashii, Ya.I. (2023). Ekoloho-ekonomichni problemy suchasnoho sadivnytstva ta shliakhy yikh vyrishennia [Ecological and economic problems of modern horticulture and ways to solve them]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannia — Balanced nature using, 3*, 84–92. DOI: 10.33730/2310-4678.3.2023.287820 [in Ukrainian].
2. Pro skhvalennia Kontseptsii haluzevoi Prohramy rozvytku sadivnytstva Ukrainy na period do 2025: Nakaz Minahropolityky Ukrainy, Ukrainskoi akademii ahrarnykh nauk vid 21.07.2008 r. № 443/73 [On approval of the Concept of the Sectoral Programme for the Development of Horticulture in Ukraine for the period up to 2025: Order of the Ministry of Agrarian Policy of Ukraine, Ukrainian Academy of Agrarian Sciences of 21.07.2008, No. 443/73]. (2008). URL: https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0443555-08 [in Ukrainian].
3. Pro vnesennia zmin do deiakykh zakonodavchykh aktiv Ukrainy shchodo stymuliuvannia rozvytku vynohradarstva ta sadivnytstva: Zakon Ukrainy vid 17.12.2021 № 1989-IX [On Amendments to Certain Legislative Acts of Ukraine on Stimulating the Development of Viticulture and Horticulture: Law of Ukraine from 17.12.2021 No. 1989-IX]. (2021). URL: https://ips.ligazakon.net/document/MN024770 [in Ukrainian].
4. Koval, A.O. (2020). Kontseptualni zasady rozvytku suchasnoho rynku yahidnytstva. [Conceptual principles of development of the modern berry market]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannia — Balanced nature using, 1*, 58–66. DOI: https://doi.org/10.33730/2310-4678.1.2020.203939 [in Ukrainian].
5. Obsiahy vyrobnytstva plodovo-yahidnoi produktsii v Ukraini [Production volumes of fruit and berry products in Ukraine]. (2024). *Yahidnyk*. URL: http://www.jagodnik.info/obsyagy-vyrobnytstva-plodovo-yagidnoyi-produktsiyi-v-ukrayini-stabilni/ [in Ukrainian].
6. Plodovo-yahidna haluz Ukrainy: stan ta perspektyvy [The fruit and berry industry of Ukraine: current state and prospects]. (2024). *Ahrokhim-Partner — Agrochem-Partner.* URL: https://agrohp.com.ua/news/plodovo-yagidna-galuz-ukrajini-stan-ta-perspektivi-rozvitku [in Ukrainian].
7. Matviichuk, N.P. (2017). Funktsionuvannia haluzi sadivnytstva v umovakh hlobalizatsii [Functioning of the horticulture industry in the context of globalisation]. *Naukovyi visnyk Khersonskoho derzhavnoho universytetu — Scientific Bulletin of Kherson State University, 24, (1)*, 65–68. URL: http://www.ej.kherson.ua/journal/economic_24/1/15.pdf [in Ukrainian].
8. Ruliev, V.A. (2003). Rynkova kontseptsiia vidnovlennia ta rozvytku promyslovoho sadivnytstva [The market concept of restoration and development of industrial horticulture]. *Visnyk ahrarnoi nauky — Bulletin of Agricultural Science, 8*, 5–60 [in Ukrainian].
9. Bechko, P.K., Vlasiuk, S.A., Rolinskyi, O.V., & Kobylianskyi, M.O. (2020). Stratehichne planuvannia v systemi rehuliatornykh mekhanizmiv rozvytku pidpryiemnytskoi diialnosti ahrarnoho sektora ekonomiky [Strategic Planning in the System of Regulatory Mechanisms for the Development of Entrepreneurial Activity in the Agricultural Sector of the Economy]. *Biznes Inform — Business Inform, 1*, 156–164. DOI: https://doi.org/10.32983/2222-4459-2020-1-156-164 [in Ukrainian].
10. Burliai, O.L., Kovalenko, O.S., & Pidopryhora, O.V. (2016). Konkurentospromozhnist produktsii sadivnytstva Ukrainy v umovakh pohlyblennia yevrointehratsiinykh protsesiv [Competitiveness of Ukrainian horticultural products in the context of deepening European integration processes]. *Zbirnyk naukovykh prats Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva — Collection of scientific papers of the Uman National University of Horticulture, 89 (2)*, 73–91. URL: https://journal.udau.edu.ua/assets/files/89/Ekon/Ukr/7.pdf [in Ukrainian].
11. Kaplan, R.S., & Norton, D.P. (1992). The Balanced Scorecard — Measures That Drive Performance. *Harvard Business Review, 70 (1)*, 71–79 [in English].
12. Mishenin, Ye.V., Bendasiuk, O.O., & Botsula, O.I. (2024). Orhanizatsiino-ekonomichne obgruntuvannia ekolohichno staloho rozvytku intensyvnoho sadivnytstva: innovatsiino-investytsiinyi aspect [Organisational and economic

substantiation of ecologically sustainable development of intensive horticulture: innovation and investment aspect]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannia — Balanced nature using, 1*, 45–52. DOI: 10.33730/2310-4678.1.2024.302622 [in Ukrainian].

13. Vysochanska M., Zubchenko V., Koval A. (2023). Ecological and economic process of adaptation of berry cultivation in Ukraine. *International Journal of Innovative Technologies in Economy, 2 (42)*, 1–8. DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ijite/30062023/7996 [in English].
14. Vysochanska M.Ia., Zubchenko V.V. (2023). Ekoloho-ekonomichni osnovy zbalansovanosti rozvytku sadivnytstva Ukrainy [Ecological and economic bases of balanced development of horticulture in Ukraine]. *Ahroekolohichnyi zhurnal — Agroecological journal, 3*, 18–29. DOI: https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2023.287760 [in Ukrainian].

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

МІШЕНІН Євген Васильович, доктор економічних наук, професор, провідний науковий співробітник відділу економіки природокористування в агросфері, Інститут агроекології і природокористування НААН України (вул. Метрологічна, 12, м. Київ, Україна, 03143; e-mail: eugeniy_mishenin@yahoo.com; ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1597-3270).

БЕНДАСЮК Олег Олександрович, доктор економічних наук, доцент, заступник завідувача відділу економіки природокористування в агросфері, Інститут агроекології і природокористування НААН України (вул. Метрологічна, 12, м. Київ, Україна, 03143; e-mail: obendasiuk@gmail.com; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7865-494X).

БОЦУЛА Олександр Іванович, кандидат економічних наук, старший дослідник, завідувач відділу агроекології і біобезпеки, Інститут агроекології і природокористування НААН (вул. Метрологічна, 12, м. Київ, Україна, 03143; e-mail: botsulaiap@ukr.net; ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7047-0102).

ГРИНИК Ольга Іванівна, кандидат економічних наук, завідувач відділу науково-організаційного, кадрового та правового забезпечення, Інститут агроекології і природокористування НААН України (вул. Метрологічна, 12, м. Київ, Україна, 03143; e-mail: grynyk_olga@ukr.net; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9606-3414).

Новини

Новини

Новини • Новини • Новини

В Україні фіксують екологічні проблеми, які виникли через війну. Фахівці заявляють зокрема і про шкоду від хімічних речовин, які використовують у боєприпасах. Перший заступник міністра захисту довкілля та природних ресурсів України Олена Крамаренко в інтерв'ю РБК-Україна сказала, що найбільшої шкоди довкіллю завдають ракети. Вона зазначила, що важкі метали, такі як ртуть і свинець, входять до складу сполук, які використовують для детонації вибухових речовин. Крамаренко підкреслила, що найважливіші складові у звичайних боєприпасах — тротил, октаген, сірка, гексоген, тетрил — всі вони несуть загрозу для здоров'я людей: "*Найбільшої шкоди довкіллю завдають ракети. Їхнє паливо отруює ґрунт і воду, провокує хімічне забруднення довкілля. Пожежі спричиняють викиди у повітря, забруднення атмосфери, і ще вони знищують родючий шар нашої землі. У майбутньому такі деградовані ґрунти довгий час не можна буде використовувати для сільськогосподарського виробництва, вони не даватимуть врожай. Тобто вони будуть законсервовані*". За її даними, загальна кількість викидів, спричинених війною, (іншими словами, виключно військові викиди CO_2), склала 180 млн тонн CO_2-еквіваленту. Для порівняння, це більше, ніж річні викиди таких країн, як Австрія (73,4 млн тонн), Норвегія (72,1 млн тонн) та Румунія (102,7 млн тонн). За її словами, шкода довкіллю України від війни на сьогодні оцінюється орієнтовно у понад 2,6 трильйони гривень. Серед них 1 трлн грн — забруднення ґрунтів, 773 млрд грн — забруднення атмосферного повітря продуктами горіння, 84 млрд грн — забруднення вод. 628 млрд грн — це збитки природно-заповідному фонду.

УДК 332.025.12:519.681.2 DOI: 10.33730/2310-4678.4.2024.319394

ВИБІР КРИТЕРІЇВ ПОБУДОВИ МОДЕЛЕЙ УПРАВЛІННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯМ ЕКОСИСТЕМ

О.І. Дребот
доктор економічних наук, професор, академік НААН
Інститут агроекології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)
e-mail: drebotoksana@gmail.com; ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2681-1074

В.О. Гурєєв
доктор технічних наук, старший дослідник, професор, академік АТН України
Харбінський інститут технологій (м. Харбін, КНР)
e-mail: viktor.gurieiev@hit.edu.cn; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8496-3626

О.Є. Черненко
Громадська спілка "ГІС-Асоціація України" (м. Київ, Україна)
e-mail: oleksii.chernenko@infotec.ua; ORCID: https://orcid.org/0009-0006-7145-5047

Сьогодні актуальними є доповнення наявних терміносистеми, методології та методик, що дозволять здійснювати планування та реалізацію владно-розпорядчих рішень щодо управління в сучасних умовах. У процесі дослідження з'ясовано необхідність створення нових інструментів, зокрема понятійного апарату та терміносистеми. Обговорено проблематику розробки нової мови із залученням останніх досягнень у відповідних напрямах прикладної лінгвістики, інформаційних технологій і сучасних методах математичного моделювання. Зроблено спробу показати роль і місце цієї проблематики в сучасній науковій парадигмі. Мета статті — аналіз передумов і формування сенсів Образу майбутнього екосистем для подальшої роботи, пов'язаної з вибором критеріїв побудови моделей управління функціонуванням екосистем, які дозволять сформувати базові атрактори соціально-економічного розвитку в довгостроковій стратегічній перспективі. Моделювання показує, що всі зазначені фактори взаємно доповнюють і посилюють один одного, підвищуючи ефективність використання систем підтримки прийняття рішень та їхній вплив на якість управління. У процесі такого синтезу формується ефект синергізму. За потреби до цих факторів можуть висуватися специфічні вимоги залежно від конкретних умов, що виникають у Вікнах можливостей Образу майбутнього екосистем. Ці фактори мають значний і комплексний вплив на структуру управління функціонуванням екосистем загалом. Зокрема, розвиток деяких внутрішніх мов і розвинених систем їхньої інтерпретації переважно впливає на структуру управління системноутворюючими процесами, тоді як розвиток операційних систем обчислювальної техніки визначає архітектуру моделей. Формування базових атракторів соціально-економічного розвитку в довгостроковій стратегічній перспективі в межах нових моделей управління функціонуванням екосистем потребує створення нової мови, понятійного апарату та терміносистеми. Суть цієї проблеми полягає в необхідності мати універсальні засоби синтезу даних із різних наративів, що використовуються для формування "бази моделі" на основі гуманітарних і природничих дисциплін, які потім мають бути виражені мовою математичного моделювання і застосовуватися для створення та функціонування реальних проєктів.

Ключові слова: *природні та штучні екосистеми, критерії побудови моделей управління розвитку екосистем, комплексний еквівалент, Natural language processing, базові атрактори соціально-економічного розвитку, природа — людина — суспільство — держава, необхідний семантичний компонент.*

ВСТУП

У назві цієї статті термін "екосистема" використано в множині. Слід зробити кілька акцентів, щоб подальший виклад матеріалу був зрозумілим, цілісним та обґрунтованим.

Акцент перший — про "множинність екосистем": автори погоджуються з формулюванням Ю. Одума: "Будь-яка єдність, що включає всі організми на даній ділянці та взаємодіє з фізичним середовищем таким чином, що потік енергії створює чітко визначену трофічну структуру, видову різноманітність (обмін речовинами й енергією між біотичною та абіотичною частинами) всередині системи, є екологічною системою" [1], включаючи в це поняття також штучні та природно-господарські екосистеми. Визначено для цього твердження ключовий критерій — особливості розподілу

потоків речовини, енергії та інших ресурсів, які забезпечують життєдіяльність у межах певної екосистеми.

Акцент другий — розуміння значення "складності" моделей екосистем як ключового параметра вибору критеріїв побудови цих моделей. Суб'єкт управління повинен відповідати якістю власної структурної складності як об'єкту управління — йдеться про властивості робастності стосовно структури моделі управління, так і процесам, які відбуваються в "контурі управління" та навколо нього під час функціонування цієї екосистеми.

Акцент третій — з огляду на обмежений обсяг статті, пропонуємо прийняти таке апріорне твердження: "У сучасній фазі свого розвитку світова соціально-економічна домінуюча глобальна мономодель перебуває в стані фазової кризи, своєрідного фазового переходу — у розумінні якісної характеристики, домінуючої сьогодні єдиної соціально-економічної системи". До такого твердження нас підштовхують слова Мадлен Олбрайт: "... ми намагаємося зрозуміти технології XXI століття і керувати ними за допомогою способу мислення XX століття та набору державних інститутів XIX століття. Очевидно, що для вирішення нових завдань потрібні інституційні перетворення. Необхідна і адаптація способу мислення до викликів XXI століття" [2].

Актуальність теми визначається необхідністю розробки та доповнення наявних терміносистеми, методології та методик, які дозволять здійснювати планування та реалізацію владно-розпорядчих рішень у сфері управління як в умовах перехідного етапу (точки біфуркації) — коротко- і середньострокове планування, так і в умовах наступного якісного рівня, що автори розуміють як Образ майбутнього, відповідно до традиційної термінології — стратегічне планування. Для формування таких можливостей планування необхідні надійні критерії, які дозволять, виступаючи як формальними, так і емпіричними, будувати несуперечливі моделі управління сталим функціонуванням екосистем в умовах високого ступеня невизначеності та життєвої необхідності глибокої адаптивної взаємодії природних, природно-господарських та інших штучних типів екосистем у рамках однієї моделі.

Мета дослідження визначається як спроба формування сенсів Образу майбутнього екосистем для подальшої роботи, пов'язаної з побудовою таких моделей управління функціонуванням екосистем, які дозволять сформувати базові атрактори соціально-економічного розвитку в довгостроковій стратегічній перспективі (у стратегічному плануванні).

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Вивченню тематики вибору критеріїв побудови моделей управління функціонуванням екосистем присвячена певна низка досліджень. Значна частина з них зосереджена на критичній оцінці адекватності екологічних моделей як вкрай необхідного критерію підвищення їхньої корисності [3; 4]. Є інформаційні платформи, що розглядають цю проблему в контексті Індустрії 4.0 в Україні, як практичні аспекти функціонування моделей інноваційних промислових екосистем [5]. Певною мірою узагальнюють матеріали на цю тему та формують комплексне уявлення про стан проблеми наступні автори та їхні дослідження, викладені в зазначених працях: М.А. Голубець "Екосистемологія" [6], К.О. Сорока "Основи теорії систем і системного аналізу" [7], В.В. Лавров "Системний підхід як методологічна основа для оцінки і зменшення загроз біорізноманіттю (лісові екосистеми)" [8]. Однак, незважаючи на глибину виконаних досліджень, відкритим залишається питання вибору критеріїв побудови моделей управління функціонуванням екосистем, і саме йому автори вважають за важливе присвятити цю роботу.

Екосистеми — це надскладні системи, що складаються з живих і неживих компонентів, які взаємодіють між собою. Вони відіграють важливу роль у підтримці життя на Землі, а також у регулюванні клімату, очищенні води та повітря, у забезпеченні продуктами харчування.

Однак екосистеми також вразливі до впливу людини та змін клімату. Антропогенне забруднення, інтенсивне землекористування та інші фактори негативно впливають на екосистеми, що може призвести до їх руйнування.

Для ефективного управління екосистемами необхідно розуміти їхню структуру, функціонування та взаємодію з навколишнім середовищем і мати можливості розробляти ефективні заходи щодо підтримки функціонування, збереження та відновлення екосистем.

Моделі управління функціонуванням екосистем — це інструменти, що ґрунтуються на математичних моделях, які адекватно описують взаємодію між компонентами екосистеми в просторі та часі.

Вибір критеріїв для побудови моделей управління функціонуванням екосистем є важливим завданням. До основних критеріїв вибору моделей управління функціонуванням екосистем можна віднести наступні:

1. **Мета управління** — пов'язана зі збереженням біорізноманіття, відновленням екосистем та їх раціональним використанням.

2. **Характеристика окремих екосистем:** їх структура, функціонування, взаємодія

з навколишнім середовищем і ступінь впливу людини.

3. **Доступні наявні дані** про структуру кожної окремої екосистеми, режими її функціонування, взаємодія з навколишнім середовищем і вплив людини.

4. **Методичні можливості:** методи математичного моделювання, статистичного аналізу і комп'ютерного моделювання.

5. **Ресурси:** час, фінанси, людські та технічні ресурси.

Вибір критеріїв дозволяє побудувати моделі, які відповідають поставленим цілям і відображають основні характеристики екосистеми.

Модель управління функціонуванням екосистеми є важливим інструментом для їх збереження та відновлення.

Сучасні інформаційні технології дозволяють створювати більш точні й реалістичні моделі управління функціонуванням екосистем. Це пов'язано з розвитком таких технологій, як великі дані (*Big Data*), штучний інтелект (*AI*), комп'ютерне моделювання тощо.

Big Data дають змогу збирати та аналізувати великі обсяги інформації про екосистеми. AI дозволяє будувати моделі, які можуть навчатися та адаптуватися до нових умов, що робить їх більш точними й реалістичними. Комп'ютерне моделювання дає можливість створювати віртуальні моделі екосистем і проводити експерименти з ними без ризику завдати шкоди.

Ці наукові досягнення відкривають нові можливості для збереження та відновлення екосистем. Вони дозволяють створювати більш точні та реалістичні моделі, що можуть сприяти розробці ефективних заходів щодо управління екосистемами.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Для дослідження питання вибору критеріїв побудови моделей управління функціонуванням екосистем застосовується *методологія комплексного системного підходу, методи якісного та структурного аналізу*. Для детальнішого вивчення використовується також *метод декомпозиції, роздільного виявлення та розгляду окремих частин проблеми* — доменів.

Зауважимо також, що як інструмент реалізації зазначених методів автори застосовують два види нейролінгвістичного програмування (НЛП). Зокрема, НЛП, що включає такі техніки, як **"Рефреймінг"** і **TOTE** (які використовуються в цьому випадку при аналізі коротко- і середньострокового планування), та **NLP** як **Natural Language Processing** — набір інструментів на стику засобів традиційної лінгвістики та комп'ютерних наук — засобів і технологій для візуалізації семантичної спорідненості слів у вигляді мережі, необхідних при написанні моделей на мовах програмування. Для доведення окремих положень буде використано антитезу як вид доказу "від зворотного".

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Ми визначаємо поняття **"домен"** як своєрідний ***комплексний еквівалент*** — невід'ємний органічний елемент моделі, який являє собою найвищий абстрактний метарівень групування організмів / об'єктів у системі наукової класифікації, у вигляді наборів метаданих відповідних баз даних (БД) (*з перевірками на цілісність та обмеженнями*) власного предметного поля, з метою можливості трансформації БД у бази знань (БЗ) в режимі реального часу.

Потрібно більш детально приділити увагу точному визначенню та розумінню порівняно нового терміна **"комплексний еквівалент"**. Щодо безпосереднього сенсу значення цього терміна, варто зауважити, що існує термін "пресупозиція" (від лат. *prae* — попереду, перед і *suppositio* — підкладання, закладання). Його значення в лінгвістичній семантиці — "необхідний семантичний компонент, який забезпечує наявність сенсу в твердженні". Говорячи про наш час, робимо висновок, що *складність* соціально-економічних систем (в розумінні їх як моделі) та, відповідно, екосистем усіх типів, а разом з тим і *швидкість процесів, які в них відбуваються*, зростають за експонентною. Зростання складності та швидкості продовжується в часі паралельно з процесом моніторингу навколишнього середовища та прийняттям владно-розпорядчих рішень. У цьому контексті можна звернутися до метафори (фактично — апріорного твердження), сформульованої в принципі невизначеності Гейзенберга: ми не можемо одночасно визначити координати та швидкість об'єкта дослідження. З огляду на приклад, ми можемо застосувати замість поняття "пресупозиція" поняття "комплексний еквівалент" як певний лінгвістичний патерн. У сучасних умовах дослідження розвитку процесів, що відбуваються в екосистемах, коли ви надаєте чомусь певне значення на підставі "ключів доступу", доступних для спостереження (як засобів достовірності та верифікації) до розуміння сенсу явища / предмета, що спостерігаєте, не маючи часто інших прямих підтверджень його якісних чи кількісних характеристик (що є характерним для перехідного періоду — проходження "точки біфуркації"). У такому випадку термін "*комплексний еквівалент*" виступає в умовах

певного рівня складності як необхідний семантичний компонент, який забезпечує наявність сенсу в твердженні.

Таким чином, формується цілісний опис моделі — як у перехідний період, так і на етапі входження її в Образ майбутнього, оскільки в структурі моделі відсутні дані, що розміщені поза межами структури того чи іншого домену. Зазначимо при цьому розуміння й сприйняття авторами того факту, що реальне життя та процеси, які в ньому відбуваються, демонструють значно вищий рівень складності та організації, ніж найдосконаліша модель.

Зважаючи на таке уявлення про предмет дослідження, **його мета** визначається авторами як ***спроба формування сенсів Образу майбутнього екосистем*** для подальшої роботи, пов'язаної з побудовою таких моделей управління функціонуванням екосистем, ***які дозволять сформувати базові атрактори соціально-економічного розвитку*** в довгостроковій стратегічній перспективі (*під час стратегічного планування*).

Завданнями дослідження, відповідно, є:

- Обговорення критеріїв формування та використання математичних методів в межах Образу майбутнього екосистем як засобів визначення параметрів Вікон можливостей — варіантів наборів параметрів і можливостей ефективних трансформацій екосистем. Дослідження останніх слід ініціювати в процесі обґрунтування та формування цілей управління (*владно-розпорядчих рішень*) на період фазового переходу (*на час проходження точки біфуркації: коротко- та середньострокового планування*).
- Виявлення критеріїв, які визначають параметри (*форми, зміст, значення*) доменів моделей функціонування екосистем.
- Враховуючи міждисциплінарний характер дослідження, обговорити та запропонувати можливі засоби і шляхи пошуку та формування системних критеріїв прогнозування: ресурсного забезпечення, витрат, можливостей, ризиків і загроз на етапі побудови моделей функціонування екосистем.

Говорячи про предмет дослідження, не можна оминути цілі та завдання, які ставляться для побудови моделей функціонування екосистем. У період фазового переходу головною метою створення таких моделей є пошук і досягнення реальної можливості для перетворення об'єднаного планування, управління і контролю як у перехідний період (*коротко- і середньострокове планування*), так і в наступний за ним період розвитку (*стратегічний розвиток*) на новому якісному рівні в об'єктивну реальність конкретних процесів соціально-економічної діяльності в контексті ***комплексного еквівалента "природа — людина — суспільство — держава"***.

Сенс цього *комплексного еквівалента* також потребує більш детального пояснення. ***"Природа — людина — суспільство — держава"*** в розумінні сукупності цих якісних визначень як єдиного поняття, як єдиного комплексного еквівалента, виступає *універсальним способом визначення критеріїв* як для прийняття, так і для оцінки якості та повноти владно-розпорядчих рішень, розподілу відповідальності як за діяльність у межах управління функціонуванням екосистем, так і за результати цієї діяльності. Беручи на себе відповідальність за будь-яке владно-розпорядче рішення щодо управління, ми постаємо перед проблемою вибору критеріїв оцінки як цілей, так і ймовірних результатів і наслідків такого рішення. Простий порівняльний аналіз демонструє, що об'єктивним і водночас ефективним є критерій "*природа — людина — суспільство — держава*". Прийняте рішення має бути однаково ефективним (не суперечити інтересам, а сприяти, якщо не розвитку, то принаймні можливості виживання з найменшими втратами) на всіх без винятку рівнях:

- *окремої людини, її сім'ї, всього комплексу їхніх інтересів*;
- *суспільства* — розглядається як територіальна громада, адміністративний район, регіон, з точки зору можливостей збереження ними свого потенціалу та управління ресурсами і ризиками; також суспільство можна розглядати як трудовий колектив або соціальний прошарок (наприклад, пенсіонери або люди з інвалідністю);
- *держави* — як механізму примусу своїх підлеглих елементів і структур задля захисту їхнього суверенітету в усіх життєво важливих питаннях, їхнього життєзабезпечення та підтримання повноцінного й безпечного функціонування в межах Вікон можливостей, що задаються зовнішніми (природними, політичними, військовими тощо) обставинами.

Досягненню такої мети, на нашу думку, мають сприяти комплексні рішення, спрямовані на синтез нових системних феноменів і досягнення таким чином ефекту синергізму — формування платформних рішень.

Період фазового переходу характеризується високим рівнем невизначеності. Це призводить до проблеми якісного формування та наповнення доменів. Насамперед у контексті розуміння цього наповнення як забезпечення безпеки в певних елементах критичної інфраструктури: екологічної безпеки природних екосистем, енергетичної безпеки, продовольчої безпеки,

інформаційно-психологічної та інформаційно-технічної безпеки, загальної соціальної безпеки (*обумовленої специфікою розвитку соціального середовища в умовах воєнного часу*).

З метою представлення характеру та якості процесів, які можуть нас очікувати в Образі майбутнього екосистем, пропонуємо застосувати антитезу, побудовану на ретроспективному аналізі аналогічних періодів (*фазових криз раніше існуючих моделей*) в історії людства, що зафіксовані в письмових джерелах, підтверджені артефактами та фундаментальними дослідженнями. Як антитезу запропоновано твердження: кожна криза соціально-економічних моделей (*систем*) в обов'язковому порядку (*якщо не відбувається деградація системи*) передбачає наявність на наступному етапі після фазового переходу ***розвитку технологій, заснованих на нових знаннях*** (*нових системних феноменах*). Відмінною якісною характеристикою таких технологій є їхня несумісність із попереднім періодом розвитку — вони принципово не можуть бути застосовані в його межах. Як підтвердження цього твердження наводимо ретроспективний аналіз відомих (*таких, що отримали загальновизнане трактування у світовій історичній науці*) "фазових криз": Неолітична революція (XII ст. д.н.е.), наслідки розпаду Римської Імперії (IV–V ст. н.е.), Криза XIV–XV ст., відома як Криза Пізнього Середньовіччя, або "криза феодалізму".

Що важливо у контексті цілей і завдань нашого дослідження? Як результат декомпозиції існуючих моделей екосистем, ми бачимо, що вони ***"в базі"*** мають певний рівень і форму взаємовідносин доменів різного роду. Ідея, закладена в нашому дослідженні, виражена у виборі відповідних критеріїв, передбачає, що, використовуючи наявну "базу" (*відштовхуючись від неї / виходячи з неї*), шляхом впровадження перетворень і новацій, ми досягаємо в умовах Образу майбутнього екосистем нового, більш стійкого до викликів і більш прийнятного для всіх сторін якості функціонування моделі на фундаменті таких ***"нових системних феноменів"***, які безпосередньо впливають на:

- якість життя;
- якість культури переробки ресурсів шляхом організації індустріального виробництва, що відповідає викликам часу;
- якість управління ризиками та можливостями розвитку.

Таких перетворень, однак, неможливо досягти лише через модернізацію. Оскільки в рамках існуючої моделі діють певні системні обмеження, які унеможливлюють в Образі майбутнього екосистем досягнення тих якісних натуральних показників, що є нашою головною метою — вони не сумісні з попереднім періодом розвитку та не можуть бути застосовані в його межах.

Ми визначили вихідний об'єкт дослідження — критерії побудови моделей управління функціонуванням екосистем, із усім набором атрибутів, необхідних для їх (*моделей*) експериментальної віртуальної реалізації. Як це зазвичай буває в експериментальній науково-дослідній міждисциплінарній роботі, пов'язаній, зокрема, з макроекономічними якісними перетвореннями об'єкта дослідження, пропонуємо діяти поетапно, застосовуючи до вибору критеріїв побудови моделей певний комплекс алгоритмів у наступному порядку (*з практики НЛП*):

- калібрування об'єкта дослідження;
- підстроювання під його специфічні особливості в умовах фазової кризи;
- вибір відповідних критеріїв для включення нових системних феноменів до структури моделі Образу майбутнього — ведення побудови моделей управління екосистемами на їх основі.

Приступаючи до алгоритму калібрування, ми, безумовно, розуміємо, що в цьому контексті йдеться про ***мову програмування моделей управління функціонування екосистем***. Тобто, говорячи про код, на якому буде написано програму відповідної моделі, ми повинні:

A. Виявити структуру деякої мови [9]. Позначимо її S_a.

B. Потім — структуру доменів та їх взаємовідносин (*ієрархію*), у яких використовується виявлена нами структура мови. Назвемо її "структурою спорідненості" S_b.

C. Зрештою, нам необхідно для повноти калібрування виявити структуру, яка регулює "*просторову організацію*" структури спорідненості в рамках моделі. Назвемо її S_c.

Очевидно, що це поверхневі структури, в яких можна виявити схожість тією мірою, якою ***вони є реалізаціями більш глибинної структури*** — приналежності до певного адміністративно-територіального поділу та певного типу господарсько-економічної моделі [10]. Назвемо її S_x.

Якщо ми виявляємо / формулюємо ***нове продуктивне явище***, яке *можна описати в існуючих структурних термінах* (S_a, S_b, S_c), то не залишиться іншого виходу, як просто встановити для нього наявність ще однієї — четвертої —поверхневої структури: S_d. Для цієї структури глибинна структура S_x постане як сукупність правил її трансформації поряд з S_a, S_b, S_c. Таке нове продуктивне явище ми можемо

визначити як ***модернізацію***, ***інновацію*** тощо щодо існуючої моделі, оскільки воно, відповідно до сукупності правил, що визначаються структурою S_x, ***сприймає усі її обмеження***. Такий стан речей ***не може задовольнити вибір критеріїв*** побудови нових моделей управління функціонуванням екосистем через відсутність можливості досягнення поставлених цілей.

Якщо ж, навпаки, ми виявляємо / формулюємо якісні трансформації, які є комплексом рішень, здійснюваних на основі ***"нових системних феноменів"*** — S_D, що не можуть бути описані структурою S_x, вони будуть для вихідної моделі гомологічними поверхневим структурам S_a, S_b і S_c у тому випадку, якщо останні, ***в результаті якісної трансформації, що їх охопила***, будуть описані як S_A, S_B, S_C і будуть приведені вже не до глибинної структури S_x, а ***до глибинної структури, яка представляє <u>Нову модель</u>*** — S_y.

Своєю чергою S_x та S_y також можна розглядати як маніфестації більш глибинної структури S_n, як це показано на *рис. 1*.

При системному аналізі цього уявлення про структуру якісних трансформацій вибору критеріїв побудови моделей управління функціонуванням екосистем стає зрозуміло, що такий метод уявлення є справедливим за суворого дотримання двох принципів:

А. Структура S_n, описана як остання, найбільш глибинна в цьому ряду, є такою лише як певний рубіж, якого досяг розвиток моделі функціонування екосистем на цьому етапі. Нове дослідження може позбавити S_n статусу глибинної структури, ***статусу "останнього коду"***, перетворюючи її на одну з проміжних поверхневих структур відповідного статусу.

Б. Якісний фазовий перехід ***від коду до метакоду*** можливий виключно при виявленні ***"нових системних феноменів"***, які змушують до перебудови пояснюючих моделей — їх зведення в нових умовах [11]. ***За відсутності таких феноменів ми не маємо підстав для формулювання нових метакодів.***

Зазначимо, що прогнозне моделювання такого роду (*за відсутності системних феноменів*) є суто теоретичним і не може бути підставою для прийняття рішень щодо управління та владно-розпорядчих рішень. Таким чином, представлений спосіб калібрування факторів побудови моделей дає нам підстави для формування ***надійних критеріїв:***

- визначення перспективних способів і шляхів розвитку;
- визначення тупикових / небажаних напрямів розвитку — які не містять "нових системних феноменів";
- формування методологічної бази для побудови моделей функціонування екосистем, розробки систем підтримки прийняття рішень і відповідних повнофункціональних тренажерів (*як невід'ємного структурного елемента нових моделей*).

Також цей спосіб калібрування дозволяє з високим ступенем надійності здійснити підстроювання під специфічні особливості в умовах фазової кризи та якісно перейти до вибору відповідних критеріїв для включення ***"нових системних феноменів"*** до структури моделі Образу майбутнього екосистем.

Насамкінець ми хочемо висловити думку щодо доцільності створення ***"платформи комунікації" для міждисциплінарного обговорення*** всієї сукупності питань, пов'язаних із вибором критеріїв, розробкою та побудовою моделей управління функціонуванням екосистем. Як конкретний приклад практичного позитивного досвіду створення такого "майданчика" пропонуємо розглянути принципи організації ***Конференцій Мейсі*** (*Macy conferences*). Ці конференції стали циклом зустрічей учених різних академічних дисциплін, які проводилися в Нью-Йорку під керівництвом ***Френка Фремонт-Сміта*** з Фонду Джозайї Мейсі мо-

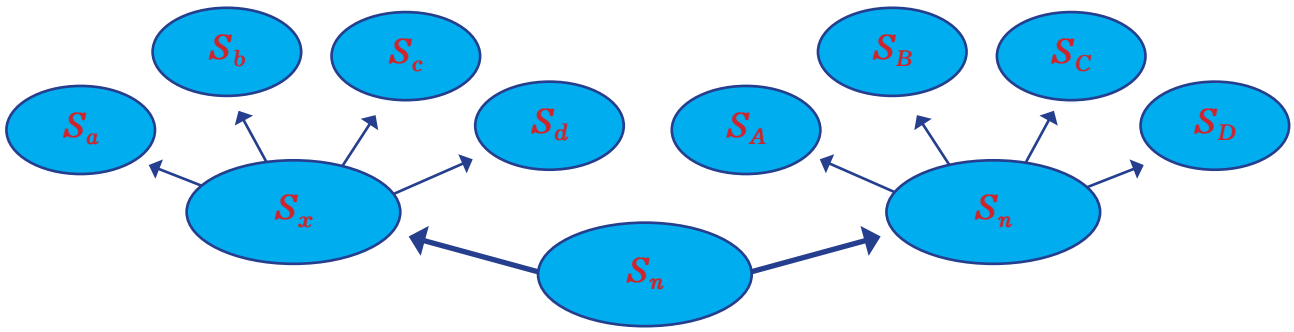


Рис. 1. Порівняльні структурні схеми "інновацій" на основі "нових системних феноменів"
Джерело: [10].

лодшого (*Josiah Macy Jr. Foundation*) з 1941 до 1960 року. Головною метою конференцій було змістовне спілкування між представниками різних наукових дисциплін і відновлення єдності науки на міждисциплінарному рівні — вони мали явно виражений міждисциплінарний характер. Серед них були й різні конференції, призначені для висвітлення конкретних тем. Загалом проведено 160 конференцій за 19 років діяльності. Конференції Мейсі фактично являли собою бесіди в межах конференції, ***під час яких учасники представляли дослідження на тих стадіях, коли вони ще перебували в процесі розробки*** (а не після їх завершення). Вони були формальнішими, ніж звичайні бесіди (*документи готувалися заздалегідь і розповсюджувалися*), але менш формальними, ніж академічні конференції. ***Транзакції Мейсі*** були фактично тезовими транскрипціями конференцій, що поширювалися серед тих, хто мав значення, але не міг бути присутнім. Вони були набагато неформальнішими, ніж типові публікації переглянутих версій матеріалів конференцій, і служили для залучення до процесу наукового обміну додаткових учених [12].

ВИСНОВКИ

Побудова моделей для вирішення ***завдань функціонування та доцільності управління функціонуванням екосистем*** актуалізує проблему спрощення взаємодії людини з інститутами управління (*при збереженні надійності управління процесами*) в умовах постійного підвищення рівня складності систем у рамках Вікон можливостей Образу майбутнього екосистем. Особливо гостро ця проблема постає при організації режимів зворотного зв'язку та складніших діалогів (*які часто виникають в умовах високого ступеня невизначеності*) у контексті взаємодії ***"природа — людина — суспільство — держава"***. Такі режими набувають поширення через тенденції збільшення спектру використання моделювання в управлінні функціонуванням екосистем унаслідок якісної своєрідності завдань, які вимагають вирішення.

Шляхи вирішення цієї проблеми, при переведенні її в розряд поточних завдань, полягають, на нашу думку, як у наближенні (*більш точній формалізації*) алгоритмічних мов машинного коду (*що використовуються при написанні моделей і програм підтримки прийняття рішень, галузевих тренажерів*) до тих різновидів лексики, якими оперують звичайні користувачі, так і в розвитку автоматизованих рішень — посередників (*операційних систем*), які забезпечують зв'язок між усіма рівнями користувачів: ***людиною***, ***суспільством*** і ***державою***, що, взаємодіючи, спільно організують загалом процес вирішення всього комплексу завдань.

Моделювання показує, що всі зазначені фактори взаємно доповнюють і посилюють один одного, підвищуючи ефективність використання систем підтримки прийняття рішень та їхній вплив на якість управління, створюючи в процесі цього синтезу ***ефект синергізму***. За потреби можливе висунення до них специфічних вимог залежно від конкретних умов, що виникають у Вікнах можливостей Образу майбутнього екосистем. Ці фактори мають суттєвий і комплексний вплив на структуру управління функціонуванням екосистем загалом. Зокрема, ***розвиток деяких внутрішніх мов і розвинених систем їх інтерпретації*** переважно впливає на структуру управління системноутворюючими процесами, тоді як ***розвиток операційних систем*** обчислювальної техніки визначає архітектуру моделей. Очікується, що характерною особливістю такого впливу буде його ***несуперечність та узгодженість впливу зазначених факторів*** (*ефект зв'язності платформних рішень*) на вибір критеріїв побудови моделей управління функціонуванням екосистем.

Як уточнюючий висновок зазначимо, що формування базових атракторів соціально-економічного розвитку в довгостроковій стратегічній перспективі в рамках нових моделей управління функціонуванням екосистем вимагає створення нової мови, понятійного апарату та терміносистеми. Суть цієї проблеми полягає в тому, що нам важливо мати (*у нас повинні існувати*) універсальні ***способи синтезу даних різних наративів,*** *одержуваних для формування "бази моделі" з різних гуманітарних і природничих дисциплін*, які потім мають бути виражені мовами математичного моделювання.

ЛІТЕРАТУРА

1. Odum E., Barrett G. Fundamentals of Ecology. Cengage Learning, 2004. 624 p.
2. Secretary Albright Speaks At #DisinfoWeek. *We Need 21st Century Responses*. 2017. URL: https://medium.com/dfrlab/we-need-21st-century-responses-6b7eed6750a4 (accessed: 14.08.2024).
3. Getz W.M. et al. Making ecological models adequate. *Ecology Letters*. 2018. Vol. 21, No. 2. P. 153–166. DOI: 10.1111/ele.12893
4. Bullock J.M., Ding H. A guide to selecting ecosystem service models for decision-making. World Resources Institute. 2018. 48 p. URL: https://www.ceh.ac.uk/sites/default/files/ESPA%20Guide%20to%20Ecosystem%20Services%20Modeling%20final%20web.pdf (accessed: 14.08.2024).

5. Юрчак О. Модель інноваційних екосистем промислових хайтек — практичні аспекти. *Індустрія 4.0 в Україні*. 2019. URL: https://industry4-0-ukraine.com.ua/2019/02/23/model-of-innovative-ecosytem-for-industrial-high-tech/ (дата звернення: 14.08.2024).
6. Голубець М.А. Екосистемологія. Львів, 2000. 316 с.
7. Сорока К.О. Основи теорії систем і системного аналізу. Х.: ХНАМГ, 2004. 291 с.
8. Лавров В.В. Системний підхід як методологічна основа для оцінки і зменшення загроз біорізноманіттю (лісові екосистеми). *Оцінка і напрямки зменшення загроз біорізноманіттю України*. За заг. ред. О.В. Дудкіна. Київ: Хімджест, 2003. С. 156–273.
9. Gödel K. On Formally Undecidable Propositions of the Principia Mathematica and Related Systems. I. 1931. The Undecidable: Basic Papers On Undecidable Propositions, Unsolvable Problems And Computable Functions, edited by Davis M. New York: Raven Press, 1965. P. 6–8.
10. Еко У. Отсутствующая структура. Введение в семиологию. URL: https://knizhnik.org/umberto-eko/otsutstvujuschaja-struktura-vvedenie-v-semiologiju/3 (дата обращения: 14.08.2024).
11. Позитивные графы и вычислимая сводимость на них как математические модели баз данных: проект. URL: https://kbtu.edu.kz/ru/nauka/o-nauke/proekty-nir/ap08856493-kalmurzaev-b-s (дата обращения: 14.08.2024).
12. Macy conferences. Wikipedia. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Macy_conferences#cite_note-1 (accessed: 14.08.2024).

SELECTION OF MODEL BUILDING CRITERIA MANAGING THE FUNCTIONING OF ECOSYSTEMS

Drebot O.
Doctor of Economic Sciences, Professor, Academician of NAAS
Institute of Agroecology and Enviromental Management of NAAS (Kyiv, Ukraine)
e-mail: drebotoksana@gmail.com; ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2681-1074

Gurieiev V.
Doctor of Technical Sciences, Senior Researcher, Academician of ATS of Ukraine
Harbin Institute of Technology (Harbin, China)
e-mail: viktor.gurieiev@hit.edu.cn; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8496-3626

Chernenko O.
Public Union "GIS Association of Ukraine" (Kyiv, Ukraine)
e-mail: oleksii.chernenko@infotec.ua; ORCID: https://orcid.org/0009-0006-7145-5047

Today, it is important to supplement the existing terminology, methodology and techniques that will allow planning and implementation of administrative decisions on management in the new conditions. The study reveals the need to build these new tools: the conceptual apparatus and the terminology system. Accordingly, the problems of developing a new language are discussed with the use of the latest achievements in the relevant areas of applied linguistics, information technology and modern methods of mathematical modeling. An attempt is made to show the role and place of this issue in the modern scientific paradigm. The purpose an attempt to form the meanings of the Image of the future of ecosystems for further work related to the selection of criteria for building models of management of the functioning of ecosystems, which will allow forming the basic attractors of socio-economic development in a long-term strategic perspective. The modeling shows us that all these factors mutually complement and reinforce each other in improving the efficiency of decision support systems and their impact on improving the quality of management, creating a synergistic effect in the process of such synthesis. Specific requirements may be imposed on them, if necessary, depending on the specific conditions that arise in the Windows of Opportunity of the Ecosystems' Future Image. These factors have a significant and complex impact on the management structure of ecosystems in general. In particular, the development of some internal languages and advanced systems of their interpretation mainly affects the structure of management of system-forming processes, while the development of computer operating systems determines the architecture of models. The formation of the basic attractors of socio-economic development in the long-term strategic perspective within the framework of new models of ecosystem management requires the formation of a new language, conceptual apparatus and terminology. The essence of this problem is that it is important for us to have universal means of synthesizing data from different narratives obtained to form a "model base" from various humanities and natural sciences, which should then be expressed in the language of mathematical modeling and used for the design and operation of real projects.

Keywords: *natural and artificial ecosystems, criteria for building ecosystem development management models, complex equivalent, Natural Language Processing, basic attractors of socio-economic development, Nature — Man — Society — State, necessary semantic component.*

REFERENCES

1. Odum, E., & Barrett, G. (2004). Fundamentals of Ecology. Cengage Learning [in English].

2. Secretary Albright Speaks At #DisinfoWeek. (2017). *We Need 21st Century Responses*. URL: https://medium.com/dfrlab/we-need-21st-century-responses-6b7eed6750a4 [in English].
3. Getz, W.M. et al. (2018). Making ecological models adequate. *Ecology Letters, 21 (2)*, 153–166. DOI: 10.1111/ele.12893 [in English].
4. Bullock, J.M., & Ding, H. (2018). A guide to selecting ecosystem service models for decision-making. World Resources Institute. URL: https://www.ceh.ac.uk/sites/default/files/ESPA%20Guide%20to%20Ecosystem%20Services%20Modeling%20final%20web.pdf [in English].
5. Yurchak, O. (2019). Model innovatsiinykh ekosystem promyslovykh khaitek — praktychni aspekty [Model of innovative ecosystems of industrial high-tech — practical aspects]. *Industriia 4.0 v Ukraini — Industry 4.0 in Ukraine*. URL: https://industry4-0-ukraine.com.ua/2019/02/23/model-of-innovative-ecosytem-for-industrial-high-tech/ [in Ukrainian].
6. Holubets, M.A. (2000). *Ekosystemolohiia [Ecosystemology]*. Lviv [in Ukrainian].
7. Soroka, K.O. (2004). *Osnovy teorii system i systemnoho analizu [Fundamentals of systems theory and systems analysis]*. Kh.: KhNAMH [in Ukrainian].
8. Lavrov, V.V., & Dudkin, O.V. (Ed.). (2003). Systemnyi pidkhid yak metodolohichna osnova dlia otsinky i zmenshennia zahroz biorizномanittiu (lisovi ekosystemy) [System approach as a methodological basis for assessing and reducing threats to biodiversity (forest ecosystems)]. *Otsinka i napriamky zmenshennia zahroz biorizномanittiu Ukrainy — Assessment and directions for reducing threats to biodiversity of Ukraine*. Kyiv: Khimdzhest [in Ukrainian].
9. Gödel, K., & Davis M. (Ed.). (1931, 1965). *On Formally Undecidable Propositions of the Principia Mathematica and Related Systems. I. The Undecidable: Basic Papers On Undecidable Propositions, Unsolvable Problems And Computable Functions*. New York: Raven Press [in English].
10. Eko, U. (n.d.). *Otsutstvuyushchaya struktura. Vvedenie v semiologiyu [Missing Structure. Introduction to Semiology]*. URL: https://knizhnik.org/umberto-eko/otsutstvujuschaja-struktura-vvedenie-v-semiologiju/3 [in Russian].
11. Pozitivnye grafy i vychislimaya svodimost na nih kak matematicheskie modeli baz dannyh: proekt [Positive Graphs and Computable Reducibility on Them as Mathematical Models of Databases: project]. (n.d.). URL: https://kbtu.edu.kz/ru/nauka/o-nauke/proekty-nir/ap08856493-kalmurzaev-b-s [in Russian].
12. Macy conferences. (n.d.). *Wikipedia*. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Macy_conferences#cite_note-1 [in English].

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

ДРЕБОТ Оксана Іванівна, доктор економічних наук, професор, академік НААН, директор, Інститут агроекології і природокористування НААН (вул. Метрологічна, 12, м. Київ, Україна, 03143; e-mail: drebot_oksana@ukr.net; ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2681-1074).

ГУРЄЄВ Віктор Олександрович, доктор технічних наук, старший дослідник, професор, академік АТН України, Харбінський інститут технологій (м. Харбін, КНР; e-mail: viktor.gurieiev@hit.edu.cn; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8496-3626).

ЧЕРНЕНКО Олексій Євгенович, ГС "ГІС-Асоціація України" (пр. Академіка Глушкова, б. 42, м. Київ, Україна, 03189, e-mail: oleksii.chernenko@infotec.ua; ORCID: https://orcid.org/0009-0006-7145-5047).

УДК 332.2:332.05 DOI: 10.33730/2310-4678.4.2024.319391

ОСНОВНІ ЗАСАДИ МОДЕЛЮВАННЯ ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОГО ЕФЕКТУ ЗБАЛАНСОВАНИХ ІНТЕРЕСІВ ГОСПОДАРЮВАННЯ

О.І. Ковалів
доктор економічних наук, головний науковий співробітник
Інститут агроекології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)
e-mail: okovaliv@ukr.net; ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4908-7963

А.О. Новаленко
аспірантка
Інститут агроекології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)
e-mail: anastasia05091995@gmail.com; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4260-4190

Враховуючи сучасний стан управління та господарювання в Україні, руйнівні наслідки війни, а також потреби подальшого інноваційного розвитку, розкрито науково обґрунтовані вимоги моделювання відповідних першочергових кроків системної імплементації земельних імперативів Конституції України. Метою статті є обґрунтування основних засад збалансованого моделювання та досягнення еколого-економічних ефектів як базових інтересів кожної людини-громадянина та всіх суб'єктів власності й господарювання, зокрема в агросфері, що узгоджуються із законами природи та суспільства і ґрунтуються на чинних земельних нормах Конституції України. Сутність основних засад збалансованого моделювання комфортної життєдіяльності криється в першочерговому й невідкладному визнанні загальнолюдських принципів права та імперативів засадничих норм першого розділу Основного Закону України. З'ясовано, що на такій основі відбувається усвідомлене самопроявлення кожного українця на рідній землі рівноправною та життєлюбною людиною третього тисячоліття з єдиним українським громадянством, яка природно (автоматично) від народження до смерті стає співзасновником держави і співвласником землі та її природних ресурсів. Доведено, що таке проявлення може відбутися лише за умов самоутвердження (спільно — разом з іншими, такими ж громадянами України) співвласником і володарем всієї української землі та її природних ресурсів, а також архітектором і відповідальним творцем власної сім'ї, родини, роду, гармонійно облаштовуючи комфортний простір життєдіяльності. Реалізація засад моделювання збалансованих інтересів господарювання, зокрема в агросфері, як платформи комфортної життєдіяльності на рідній землі відбуватиметься лише за умов домагання: оволодівати й поглиблювати правдиві знання свідомого "проявлення" та "утвердження" законних прав і можливостей кожного українця на гідне та чесне життя в збалансованому достатку; рішучого й негайного очищення (самоочищення) "авгієвих стаєнь", а також захищення конституційних прав усіма доступними методами і засобами, утверджуючи правовий конституційний лад в Україні.

Ключові слова: *Конституція України, земля, система, природні ресурси, право, земельна економіка, комфортна життєдіяльність.*

ВСТУП

Через надмірну експлуатацію унікальних українських чорноземів у погоні за наживою виснажуються та піддаються ерозії ґрунти, безповоротно знижується їхня природна родючість і руйнується водорегуляторна здатність, забруднюється та деградує довкілля. Зникають природні ландшафти разом із рідкісною рослинністю, водними джерелами, звірями, птахами та комахами. Аналіз і моніторинг стану використання земель, особливо в сільській місцевості, а також спроби виправити ситуацію, зокрема, через інституціональний розвиток земельного устрою та еколого-економічні преференції в Україні залишаються в центрі уваги багатьох учених і практиків [1–3].

Розпорядженням Кабінету Міністрів України від 19 січня 2022 р. № 70-р схвалено Концепцію Загальнодержавної цільової програми використання та охорони земель [4], яка, на жаль, також не реалізується.

До наявних проблем тепер додалися ще й зовнішня воєнна агресія рашизму та окупація російською федерацією Криму і частини території Сходу та Півдня України. Унаслідок смертоносної війни проти України відбулася (і продовжує відбуватися) жахлива руїна життєдіяльності всіх громадян України, їхнього фізичного та матеріального простору, будівель, споруд, інфраструктури та іншого майна. Знищуються, забруднюються і руйнуються природні ресурси як природні об'єкти права власності

Українського народу — основне національне багатство, включаючи довкілля, ландшафти, водні джерела і цілі природні екосистеми тощо.

Таким чином, завдаються непоправні збитки громадянам України як єдиному повноправному власнику землі та її природних ресурсів [5].

Беручи участь у Науково-практичній конференції (22–23 березня 2024 року), присвяченій Всесвітньому метеорологічному дню "На варті кліматичних дій" та Всесвітньому дню водних ресурсів "Вода для миру", яку започаткував Український гідрометеорологічний інститут НАН України, ми дали старт (своєрідний внесок у нашу перемогу на внутрішньому фронті) проявленню правдивих знань у частині конституційних прав Українського народу також "на повітря" і "на воду" як складових чинників норми "земля", що є головними і незамінними компонентами нашого життя, оскільки основні засади цієї потреби вже конституційно вмотивовано, науково обґрунтовано і достатньо публічно обговорено. Сподіваємось, що освітяни, науковці, державні службовці, громадські активісти різноманітних природоохоронних товариств, установ і організацій України, у тому числі природо-ресурсних галузей, озброївшись здобутими нами знаннями "конституційного земельного прагматизму", приєднаються до такого "старту".

Важливо усвідомити, що господарська діяльність як інтереси на землях сільськогосподарського призначення (агросфера) здебільшого не враховує вимоги бажаного функціонування ***інших категорій земель***, на які негативно впливає існуюча аграрна діяльність і які (категорії) належать до системи природоохоронних агролісоландшафтів у геопросторі конкретного водозбору (басейну малої чи великої річки).

До ***інших категорій земель*** як об'єктів цільового функціонування за основним цільовим призначенням і за взаємовпливами, які мають особливий правовий режим (вимоги ст. 18 і 19 Земельного кодексу України), належать:

- землі природно-заповідного та іншого природоохоронного призначення;
- землі оздоровчого призначення;
- землі рекреаційного призначення;
- землі історико-культурного призначення;
- землі лісогосподарського призначення;
- землі водного фонду та ін.

Відомо, що велика розораність угідь через пріоритетність агробізнесу поглинула ці категорії земель. З іншого боку, вимога врегулювання існуючих екологічних, економічних, історико-культурних, водогосподарських та інших проблем на розораних землях потребує відновлення (формування) природних агролісоландшафтів і конкретних земельних ділянок окреслених категорій земель, особливо природно-заповідного та іншого природоохоронного призначення, з позиції національних інтересів, що є також початковою (стартовою) вимогою для сталого розвитку України.

Із цих та інших позицій нами вже обґрунтовувалась потреба виведення з інтенсивного землеробства понад п'яти мільйонів гектарів таких земель [6].

Водночас розкрито першопричини багаторічного блокування "щирих намірів" багатьох науковців у пошуку дієвих шляхів і методів формування системи охорони та раціонального використання земель як основи сталого розвитку українського суспільства серед цивілізованих народів світу. Щоб допомогти зняти ці перепони, які видавалися начебто "законними", ми обґрунтували правдиві знання економіко-правової сутності конституційного земельного права як відповідних чинників функціонування простору комфортної життєдіяльності та господарювання в процесі здійснення системного земле- та природокористування, зокрема в агросфері [7].

На основі подальшого аналізу і розкриття авторських аргументів щодо причинно-наслідкових зв'язків порушення де-факто конституційного права власності Українського народу на землю та її природні ресурси як на природні об'єкти було з'ясовано, що основною причиною є саме антиконституційне гібридне законотворення і, як наслідок, руйнування системи раціонального природокористування. На жаль, ця "хвороба" найбільше вплинула на стан нормування процесу використання й охорони земель водорегулюючого, природно-заповідного та іншого природоохоронного призначення [8]. Через це прискорено деградують на всій території України цілі системи природних агролісоландшафтів як "скелетів" живих екосистем і функціонального простору збалансованого природокористування.

У зв'язку з цим, досліджуючи й моделюючи будь-які соціальні відносини в просторі життєдіяльності громадян України, особливо соціально-економічні, неможливо оминути "людину" як безпосереднього учасника й заінтересованого суб'єкта в таких відносинах держави (її органів) до їхніх прав і свобод та власності. На таку вимогу вказують й імперативи норм статті 3 Конституції України: "Людина, її життя і здоров'я, честь і гідність, недоторканність і безпека визнаються в Україні найвищою соціальною цінністю. Права і свободи людини та їх гарантії визначають зміст і спрямованість діяльності держави. Держава відповідає перед людиною за свою діяльність. Утвердження і

забезпечення прав і свобод людини є головним обов'язком держави" [9].

Тому, героїчно перемагаючи зовнішнього ворога, ми зобов'язані здолати також внутрішніх ворогів людяності, правди, права, волі та добра, виконуючи історичну місію збереження і становлення сталої та сильної держави української нації на власній землі, творячи в особистій подобі серед вільних народів світу оновлену квантову систему заможної життєдіяльності в чистому довкіллі при здоровому репродуктивному дітонародженні (демографічному зростанні нації), яка функціонуватиме в геопросторі "Національної земельної комори України" за законами неживої та живої природи і конституційно вмотивованого громадянського суспільства.

Вбачається, що наукові дослідження проблем використання та охорони природних ресурсів педосфери в агролісоландшафтах, а також формування наукових висновків і пропозицій як реальних засад моделювання комфортного простору життєдіяльності та головних передумов збалансованого природокористування, з урахуванням уже здобутих нами нових знань "конституційного земельного прагматизму", розкриватимуть суть завдань нашого фундаментального наукового дослідження "Оцінювання та моделювання еколого-економічного ефекту балансування інтересів природокористування в агросфері України" (черговий етап 2024 р.), що виконується в межах загального завдання 37.00.02.02.Ф "Організаційно-економічні засади збалансованого користування природними об'єктами в агросфері України" (ДР № 0121U108866).

Метою нашої статті є обґрунтування основних засад збалансованого моделювання і досягнення еколого-економічних ефектів як базових інтересів кожної людини-громадянина та всіх суб'єктів власності й господарювання, зокрема в агросфері, що узгоджуються із законами природи та суспільства і ґрунтуються на чинних земельних нормах Конституції України.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Наукові дослідження та публікації відомих нам науковців із цієї проблематики переважно розкривають механізми імплементації наявних в Україні норм законодавчих і нормативно-правових актів, які, на жаль, не базуються та не узгоджуються з чинними імперативами декларованих конституційних норм земельних відносин і природокористування.

Водночас залишається актуальним в усьому просторі України потреба в наукових дослідженнях з урахуванням антикорупційного збалансованого розвитку та оптимального функціонування прозорої системи використання всіх природних ресурсів. Це стосується, зокрема, водних джерел і самих природних гідроекосистем та дієвої агролісомеліорації. Важливо здійснювати відповідальні природоохоронні заходи, які узгоджуються з міжнародними договорами й угодами, такими як: Конвенція про охорону біотичного різноманіття (Ріо-де-Жанейро, 1992), Всеєвропейська стратегія збереження біотичного та ландшафтного різноманіття (Софія, 1995), Європейська ландшафтна конвенція (Флоренція, 2000), Конвенція про збереження мігруючих видів тварин (Бонн, 1979), Конвенція про охорону дикої флори і фауни та природних середовищ існування в Європі (Берн, 1979), Конвенція про водно-болотні угіддя, що мають міжнародне значення, головним чином як середовища існування водоплавних птахів (Рамсар, 1971) тощо.

Здійснювана земельна реформа в Україні переважно охоплювала низку соціально важливих процесів, спрямованих на забезпечення економічного розвитку через створення умов для товарного сільськогосподарського виробництва. Це привернуло комплексну увагу економічної та юридичної науки до проведення земельної реформи в нашій державі, яку здебільшого розглядали як аграрну.

Варто погодитися з М. Пугачовим і М. Кобцем, що така земельна реформа охоплювала не лише правові земельні відносини, а й відносини власності на засоби виробництва [10]. Співвідношення земельних складових із питаннями доступності засобів виробництва робить земельну реформу немовби центральним питанням для національної економіки України та створює підґрунтя для дискусій щодо підходів до здійснення земельних трансформацій.

Треба також констатувати той факт, що, на жаль, досі не знайдено наукових досліджень і відповідних публікацій, виконаних будь-ким із відомих нам численних учених-аграріїв та економістів, окрім авторів, які відкривали б науково обґрунтовані шляхи та механізми, що базуються на засадах земельних норм Конституції України і функціонують у когнітивній економічній системі управління економікою України на користь людини з урахуванням національних інтересів людини-громадянина як "співзасновника" держави і "співвласника" землі та її природних ресурсів — основного національного багатства, що де-юре перебуває під особливою охороною держави.

Розглядаючи обмеження органів і посадових осіб державної влади, слід погодитися зі сформованим М. Марченком концептом зв'язаності правом щодо повноважень глави

Української держави [11]. Однак, на противагу ліберальному баченню М. Марченка, який вважає доцільним не зв'язаність правом цих посадових осіб та органів публічної влади, а їх підкорення конституційним нормам-принципам, ми вважаємо, що це підкорення має будуватися на безумовному та імперативному дотриманні використання землі та її природних ресурсів із метою забезпечення процвітання єдиного носія влади в нашій державі — народу. Отже, маємо підстави вважати, що дискреційні за своєю економічною та правовою природою повноваження органів публічної влади мають підкорятися ключовим конституційно закріпленим економічним принципам формування простору та умов комфортної життєдіяльності в чистому й здоровому довкіллі всіх громадян України.

На такій основі, в системному зв'язку засадничих норм Конституції України, нами (Олександером Ковалівим) вперше запропоновано новий розділ економіки — "Когнітивну земельну економіку", яка діє в просторово-часовій сфері як складова новітньої соціально-економічної формації для прискореного розвитку випереджаючої конкурентоспроможної економіки в чистому й здоровому довкіллі, з метою зростання відповідних прибутків (доходів) усіх потенційних учасників природокористування та валового національного продукту, підвищуючи добробут усіх громадян України [12].

Визначення відношення економічних і соціальних факторів із позиції когнітивного підходу для дослідження їх у фундаментальному та практичному взаємозв'язку дозволило автору О. Коваліву створити піраміду-модель як системотворчу конструкцію для опису холістичних процесів і відносин у "когнітивних економічних системах", особливо земельних, із феноменальною властивістю самокомпенсації складності, — так звана "Когнітивна Піраміда Олександера Коваліва", яка діє в запропонованій сфері економіки.

Досліджуючи фундаментальні напрацювання О. Коваліва з аналізу так званої земельно-аграрної реформи та перспектив формування системного підходу до нормативно-правового забезпечення звершення земельної реформи як нової парадигми, колеги звертають увагу на унікальне вперше застосоване автором стисле визначення природних об'єктів права власності Українського народу: "земля та її природні ресурси", яке посилило цементуючу основу для становлення України як суверенної, незалежної, демократичної, соціальної та правової держави, що поширюється на всю її територію як унітарної держави. Вважається, що автор О. Ковалів своїми результатами впритул наблизився до прямої аналогії чи навіть інтуїтивного розкриття прямого зв'язку між дією фундаментальних законів неживої і живої природи та суспільства, де в людей проявляється техногенна діяльність на гносеологічній основі [13; 14].

Важливо, що центральний, отриманий зі звершенням земельної реформи, результат як цілеспільний ефект [15] за правилом спільних цілей такого звершення, визначається результуючим вектором сумарної дії параметрів моделі ієрархічної системи у вигляді піраміди-моделі (Фіг 10, на вершині піраміди — людина-громадянин) — це динамічно сформований у просторі та часі світовий рівень комфортної життєдіяльності людини-громадянина, її сім'ї, родини і громади, у процесі якої (життєдіяльності) забезпечується раціональне земле- та природокористування й збереження довкілля. Для цього, відповідно до когнітивного моделювання [16], у межах когнітивної земельної економіки як новітньої соціально-економічної формації, у рамках якої здійснюється продукування, формалізація, поширення і впровадження нових знань, також визначаються умови та параметри реформування всіх існуючих державних інститутів із питань землі та її природних ресурсів. На жаль, поки що ці наукові відкриття не знайшли віддзеркалення в наукових публікаціях інших колег-науковців, що підсилює наші твердження.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Інформаційну основу дослідження становлять Конституція України, вітчизняні та міжнародні законодавчі й нормативно-правові акти у сфері суспільних відносин, економіки природокористування, земельних відносин; матеріали і звіти Державної служби статистики України, Державної служби України з питань геодезії, картографії та кадастру, Державного земельного кадастру, НААН; наявні матеріали та висновки власних наукових досліджень і практичного досвіду.

У процесі виконання поставлених завдань використовували такі методи досліджень: *монографічний* (опрацювання наукових публікацій і власних публікацій на шпальтах загальнонаціональної преси для обговорення їх у громадянському середовищі, нормативних документів, статистичних даних); *абстрактно-логічний* (теоретичні узагальнення та формулювання висновків); *аналізу та синтезу* (обґрунтування методології системного дослідження) тощо.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Систематизовані й узагальнені здобуті нами нові знання конституційного земельного прагма-

тизму з метою науково-практичного обґрунтування правової пріоритетності збалансованого використання природних об'єктів як основного національного багатства — з позиції національних інтересів (інтересів усіх громадян) — вказали на те, що ***мінливість*** форм власності "на землю" як на природні ресурси, починаючи від "перебудови СРСР" і до сьогодення (*на час прийняття Декларації про державний суверенітет України у 1990 році було розпочато земельну реформу на землях "державної власності", пізніше, з 1992 року, — на землях надуманої "колективної власності", і на такій міфічній антиконституційній власності, на жаль, вона продовжується донині, тому що в Конституції України відсутня така власність на землю та її природні ресурси, а, навпаки, задекларовано виключне право власності Українського народу*), ***породила*** в Україні наявні антиконституційні "ринкові земельні проблеми", оскільки здійснювана так звана земельна реформа як аграрна вважається нікчемною і такою, що не введена в чинне конституційне поле України [17].

При цьому новітні (після 24 лютого 2022 року) правові інтереси етнічних українців, як і всіх повноправних громадян України, які героїчно стали на захист РІДНОЇ ЗЕМЛІ, ***проявилися*** *в боях* і почали ***утверджуватися*** де-факто як такі, що цілковито узгоджуються з конституційно вмотивованими імперативами чинних норм щодо земельних відносин і природокористування, адже природні ресурси як природні об'єкти є субстанцією життєдіяльності й незамінною основою добробуту кожної людини. Невід'ємним і невідкладним ***завданням*** як надважливим інтересом життя УКРАЇНЦІВ-ПЕРЕМОЖЦІВ НА РІДНІЙ ЗЕМЛІ визнається також безкомпромісне впровадження дієвих форм, методів і засобів протидії існуючій внутрішній "корумпованій агресії".

Доведено, що практичне розв'язання наявних проблем у земельних відносинах і природокористуванні значною мірою залежить від оперативності втілення Радою національної безпеки і оборони України та Верховною Радою України пропонованих автором О. Ковалівим науково обґрунтованих інновацій і системних заходів "Нової парадигми звершення земельної реформи в Україні" [8].

В обґрунтованому процесі "звершення" центральне місце має займати просторове прогнозування та моделювання розвитку всіх базових адміністративно-територіальних одиниць місцевого самоврядування в розрізі басейнів малих річок, з урахуванням всіх категорій земель одночасно на всій території держави, як і в усіх цивілізованих країнах. Такий цілісний державний землевпорядний та архітектурно-будівельний процес має здійснюватися за безпосередньої участі місцевих громад та інститутів громадянського суспільства. Від початку звершення такої земельної реформи має проводитися в часі й просторі тотальна диджиталізація та моніторинг усіх її кроків і наслідків.

Саме ці обов'язкові загальнонаціональні заходи дадуть змогу передусім ідентифікувати та сертифікувати всі природні об'єкти, які мають некомерційне призначення. Тому надважливою складовою в системі заходів формування бажаних об'єктів господарювання є творчий та індивідуальний підхід до першорядного ***моделювання*** (прийняття науково обґрунтованих проєктних рішень) і відтворення механізмів ***природно*** функціонуючих екосистем в просторі елементарного водозбору й басейну кожної конкретної малої річки.

Оскільки різні категорії земель, особливо спеціального призначення, як природні об'єкти є своєрідними й неповторними в усіх без винятку природно-кліматичних зонах України, їхнє використання в господарській системі максимально узгоджуватиметься із цільовим функціональним призначенням і матиме відповідний статус (національного, регіонального, місцевого рівня), для чого безперешкодно набуватиметься першочергове право користування (власності) на відповідні земельні ділянки (межі), а саме під:

- нерукотворні природні об'єкти, які мають духовну (чудотворну), цілющу й життєдайну силу, історичну пам'ять і цінність (джерела, печери, скелі, балки, долини, купелі, парки, байраки, цвинтарі, місця перебування святих, преподобних, героїв тощо), що не можуть використовуватися поза божественним, духовним призначенням, тому мають перебувати в безстроковому (переважно в безоплатному) користуванні громад українського християнства та інших громад (етнічних корінних народів), члени яких постійно проживають на території України;
- природні об'єкти, які мають природно-заповідну, природоохоронну, оздоровчу, рекреаційну, історико-культурну та іншу цінність, що не можуть використовуватися поза відповідним цільовим призначенням і повинні перебувати у відповідному безстроковому користуванні (громадян України, їхніх об'єднань, українських юридичних осіб тощо) [6].

Розглядаючи шляхи відтворення природних агролісоландшафтів як головної передумови збалансованого природокористування та зважаючи на те, що такі неповторні природні об'єкти, в просторі яких споконвічно проживали дбайливі господарі та їхні сім'ї — генофонд

української нації, на превеликий жаль, прискорено деградують на всій території України, ми дійшли висновку, що на сучасному етапі державотворення та формування простору комфортної життєдіяльності найголовнішим завданням є добровільне повернення молодих людей (їхніх сімей) до цього середовища.

Моделюючи в рамках Міжнародної науково-практичної конференції "Збалансоване природокористування: традиції, перспективи, та новації" (17–18 жовтня 2024 р.) шляхи формування сталого і збалансованого природокористування в умовах існуючого стану України, ми довели, що лише повноцінна імплементація (проявлення) земельних норм Конституції України є інноваційним "ключем" до можливого системного врегулювання наявних проблем через звершення бажаної земельної реформи в Україні як нової парадигми раціонального природокористування.

У зв'язку з цим найціннішою інноваційною інвестицією, особливо на етапі переможного становлення та розбудови України-Руси як зразкової держави серед вільних народів світу, забезпечуючи водночас збалансоване природокористування, є здобуті правдиві знання права, що базуються на законах неживої і живої природи та суспільства й цілковито узгоджуються з засадничими імперативами чинних норм Основного Закону України.

Важливо знати, що суспільство живе (має жити) за такими ж законами, як і природа загалом. Когерентність природи та суспільства приводить до утворення самоузгоджувального потенціалу, і система життєдіяльності стає стійкою та врівноваженою. Тому життєдіяльність (функціонування в просторі й часі) кожної нормальної людини є натуральною та повинна відбуватися в процесі природокористування без посередництва й зайвих структур управління і контролю — в конкретних умовах буття та суспільних відносин.

Оскільки наявний стан природокористування ускладнився зовнішньою воєнною агресією та окупацією росією частини суверенної України, виникає потреба в терміновій адекватній реакції Ради національної безпеки і оборони України, яку очолює Президент України (Головнокомандувач), і Верховної Ради України стосовно однозначного захисту прав і національних інтересів усіх громадян України. Особливі комплексні й системні заходи здійснюватимуться на деокупованих територіях як невід'ємні складові загальнонаціональних рішень.

У такому інноваційному процесі необхідно, не чекаючи закінчення війни, здійснити в усьому геопросторі держави важливі кроки. *По-перше*, негайно і в максимально стислі терміни розробити та схвалити загальнонаціональний план термінових дій як єдиний проєкт реконструкції та відновлення України на засадах конституційно вмотивованих пріоритетів у процесі звершення земельної реформи як нової парадигми конституційного оптимізму, що базується на засадах когнітивної земельної економіки.

По-друге, реформувати чинні державні інститути шляхом утворення нової позавідомчої Національної земельної установи України — за аналогією до Національного банку України. Впорядкувати антиконституційне законодавство та значно скоротити існуючий на сьогодні чиновницький апарат.

По-третє, навести безапеляційний і достовірний порядок в Національній земельній коморі України. Провести (переважно камеральну) суцільну інвентаризацію і загальнонаціональний облік землі та її природних ресурсів як природних об'єктів права власності Українського народу (взяти їх на баланс), а також одночасну й повсюдну суцільну ревізію всіх створених від початку державотворення земельних ділянок за їхнім цільовим функціональним призначенням як об'єктів цивільних прав, що перебувають у власності громадян, юридичних осіб чи держави, незалежно від фактичного та юридичного статусу й стану використання.

По-четверте, здійснити за участю місцевих громад у відкритому діалозі когнітивне просторове прогнозування та моделювання розвитку всіх територій і всіх категорій земель одночасно на всій території держави як новий цілісний державний землевпорядний та архітектурно-будівельний процес реконструкції і відновлення України в розрізі територій місцевих рад базового рівня (у межах і поза межами населених пунктів) та басейнів малих річок.

По-п'яте, запровадити національний регуляторний принцип, за яким сплачується рентоузгоджувальний дохід чи земельний податок повною мірою всіма, хто користується природними об'єктами прав власності Українського народу, надаючи державну цільову підтримку (преференції) лише активним і правопослушним учасникам природокористування.

По-шосте, забезпечити безкомпромісну (безпрецедентну) відповідальність усіх учасників земельних відносин і природокористування за порушення норм Конституції України як норм прямої дії або за інші протиправні вчинки.

Така модель впровадження заходів (кроків) з формування конституційно вмотивованого природокористування в умовах існуючого стану України дає можливість за правом досягти безболісного еколого-економічного ефекту балансування інтересів, особливо в агросфері.

Спираючись на ст. 14 Основного Закону України, де земля є основним національним багатством, що перебуває під особливою охороною держави, можемо зробити наголос на тому, що конституціонодавець також:

- визначає особливий правовий режим землі, яка уособлює всі її природні ресурси, що знаходяться в межах території України, та природні ресурси її континентального шельфу, виключної (морської) економічної зони, що є природними об'єктами права власності Українського народу, і їх взаємозв'язок з Українським народом як носієм публічної влади (ст. 5 Конституції України);
- встановлює статус основного національного багатства щодо землі та її природних ресурсів і, відповідно, їх особливої ролі для національної економіки та екологічної безпеки України;
- визначає землю та її природні ресурси як ключові для розвитку держави через застосування словосполучення "основне національне багатство".

Тому такі вимоги будуватимуться на безумовному та імперативному підкоренні використання землі та її природних ресурсів з метою забезпечення процвітання єдиного носія влади в нашій державі — народу [18].

Важливо, що здобуття перемоги в героїчній боротьбі Українського народу з рашизмом за вільну та гідну життєдіяльність на власній українській землі також зобов'язує всіх нас, скориставшись різноманітною допомогою цивілізованого світового співтовариства, негайно розгорнути повсякденну системну державотворчу роботу, починаючи з себе в усьому геопросторі України, включно з розв'язанням проблем повернення працездатної репродуктивної молоді в рідні місця та створення комфортного простору для їхньої життєдіяльності, зорієнтованого на раціональне використання та охорону всіх категорій землі та її природних ресурсів, особливо в агросфері, як природних об'єктів абсолютного права власності Українського народу — основного національного багатства, що де-юре перебуває під особливою охороною держави. У цьому контексті нами доведено, що спочатку необхідно забезпечити де-факто імплементацію чинних земельних норм Конституції України, починаючи з комплексного та системного оздоровлення всіх агролісоландшафтів як природних екосистем на всіх водозборах басейнів малих річок України [20].

Тому, перемагаючи внутрішніх і зовнішніх ворогів людяності, правди, права, волі та добра, виконуючи історичну місію збереження та становлення сталої і сильної держави української нації на власній Богом даній землі (Орія-Русь-Україна), творячи серед вільних народів світу оновлену цілісну систему заможної життєдіяльності в чистому довкіллі та здоровому репродуктивному дітонародженні, яка функціонуватиме за законами природи і суспільства, усвідомлюючи відповідальність перед Богом, власною совістю, попередніми, нинішнім та прийдешніми поколіннями, керуючись загальнолюдськими принципами, правами та імперативами засадничих норм Основного Закону України як закону прямої дії, всі національно свідомі українці мають однозначно, беззастережно та безкомпромісно об'єднуватися і діяти за принципами: "В своїй хаті й своя правда, і сила, і воля" та "Один за всіх, і всі за одного".

Ключ до такої загальнонаціональної перемоги криється саме в земельних імперативах статей першого розділу чинної Конституції України, сутність якого вимагає від кожного українця проявитися:

- рівноправною і життєлюбною людиною третього тисячоліття з єдиним українським громадянством, що водночас є невід'ємною суб'єктною клітиною Українського народу, яка природно (автоматично) від народження до смерті стає співзасновником суверенної і незалежної, демократичної, соціальної, правової, унітарної держави і співвласником землі та її природних ресурсів (природних об'єктів) — основного національного багатства, що знаходяться в цілісному й недоторканному геопросторі, омежованому кордоном України, який навіки закарбовано Всеукраїнським референдумом і по праву визнано світовим співтовариством у 1991 році;
- гордим громадянином, який природно володіє та перманентно вживає українську мову в усіх сферах суспільної життєдіяльності в Україні, а також у державних відносинах на міжнародному рівні, гарантуючи вільний розвиток і використання мов корінних народів і національних меншин в Україні, розвиток їхньої етнічної, культурної та релігійної самобутності. Саме в цьому контексті закладено особистісний і суспільний консолідуючий інтерес розвитку української нації, її історичної свідомості, традицій і культури, дбайливо підживлюючи на родовій джерельній основі національно-культурні та мовні потреби українців, які проживають за межами України;
- талановитим будівничим і господарем, логічно облаштовуючи комфортний, інноваційно привабливий простір особистої (сімейної) життєдіяльності в чистому і здоровому довкіллі, базуючись на національних, родових і місцевих традиціях та культурах української нації, без зайвої тяганини, в усіх сферах, пов'язаних

Рис. 1. Основні чинники моделювання комфортного простору та умов життєдіяльності всіх громадян України в процесі державотворення

Джерело: розроблено О. Ковалівим.

із земле- і природокористуванням, генеруючи "непозичений капітал нації" та власний "сімейний бюджет", в основі яких лежить національна система когнітивної земельної економіки, де людина, її життя і здоров'я, честь і гідність, недоторканність і безпека визнаються найвищою соціальною цінністю.

На такій основі самопроявлення конституційних засадничих імперативів кожен українець має усвідомлено з "душею" утвердитися:

- спільно з іншими громадянами України, котрі мають лише єдине українське громадянство як повноправний народ, єдиним носієм суверенітету і єдиним джерелом влади, яку народ здійснює безпосередньо та через обрані нами органи державної влади (законодавчу, виконавчу і судову) та органи місцевого самоврядування, у межах, визначених Конституцією України як законом прямої дії;
- співвласником і володарем (співвласницею і володаркою) усієї української землі та її природних ресурсів як природних об'єктів — основного національного багатства, облікованих і взятих на баланс у позавідомчій установі — загальнонаціональному інституті "Національна земельна комора України", заснованому на унікально захищених геоінформаційній, земельно-реєстраційній та інших системах;
- архітектором і відповідальним творцем власної сім'ї, родини, роду, гармонійно облаштовуючи комфортний простір життєдіяльності на всіх рівнях творення і функціонування (помешкання, поселення, регіону та держави загалом), підтримуючи екологічну рівновагу та забезпечуючи захист прав і свобод від будь-яких антиконституційних зазіхань і будь-якого шкідництва в усіх куточках "власного дому".

Нами доведено, що чинники збалансованого моделювання та досягнення еколого-економічних ефектів як базових інтересів комфортної життєдіяльності кожної людини-громадянина та всіх суб'єктів власності й господарювання, особливо в агросфері, на засадах "когнітивної земельної економіки" є платформою сучасного державотворення в Україні (*рис. 1*).

Надважливої невід'ємної складової досягнення успіху в процесі творення нашої комфортної життєдіяльності на рідній землі, де життєдайність бере свій генеруючий початок у просторі природних агролісоландшафтів, маємо настирливо домагатися:

- оволодіти та поглибити правдиві знання про наше свідоме "проявлення" та "утвердження" законних прав і можливостей кожного українця на гідне та чесне життя в збалансованому достатку на рідній землі і якнайшвидше поширити їх, не чекаючи закінчення війни. Такі знання стають реальною "зброєю", здатною захистити та спрямувати до перемоги, відкриваючи можливості для реалізації власних здібностей, адже "озброєний" українець спроможний зайняти відповідну нішу в державній чи місцевій службі або стати вільним господарем своєї життєдіяльності та взірцевим українця для інших народів;
- рішучого та негайного очищення (самоочищення) "авгієвих стаєнь" від численних ворожих агентів, колаборантів і корупціонерів, від будь-якого гібридного фальшу, хабарництва, корупції, лукавства, підлабузництва, брехні, махінацій, маніпуляцій, злодіянь і неправди в будь-яких існуючих сферах нашої життєдіяльності як першопричин руйнування суверенітету та територіальної цілісності України, послаблення правової, економічної, екологічної та інформаційної безпеки, порушення прав і свобод доброчесних громадян, а також захисту іменем усього Українського народу всіма доступними методами та засобами, включаючи Збройні Сили України та інші військові формування, безпощадно усуваючи від органів державної влади (законодавчої, виконавчої і судової) та місцевого

самоврядування всіх зловмисників як антиконституційних "діячів", утверджуючи правовий конституційний лад в Україні [19].

Обґрунтовані конституційно вмотивовані імперативи для збалансованого моделювання процесу природокористування (господарювання), зокрема в агросфері, та основні кроки їх повноцінної імплементації, що узгоджуються із законами природи та суспільства, є незаперечною основою для досягнення еколого-економічних ефектів як базових інтересів кожної людини-громадянина та всіх господарюючих суб'єктів.

ВИСНОВКИ

Враховуючи сучасний стан управління та господарювання в Україні, руйнівні наслідки війни та потребу в подальшому інноваційному розвитку, не чекаючи завершення цієї війни, ми розкрили науково обґрунтовані вимоги до моделювання програмного здійснення в усьому геопросторі держави відповідних першочергових кроків системної імплементації земельних імперативів чинних норм Конституції України.

Сутність основних засад збалансованого моделювання та досягнення еколого-економічних ефектів як базових інтересів комфортної життєдіяльності кожної людини-громадянина і всіх суб'єктів власності й господарювання, зокрема в агросфері, криється в першочерговому й невідкладному визнанні загальнолюдських принципів права та імперативів засадничих норм першого розділу Основного Закону України, які однозначно, беззастережно й безкомпромісно спонукають об'єднуватися і діяти повсюдно по правді й по праву.

На цій основі відбувається усвідомлене самопроявлення кожного українця на рідній землі: рівноправною і життєлюбною людиною третього тисячоліття з єдиним українським громадянством, яка природно (автоматично) від народження до смерті стає співзасновником держави і співвласником землі та її природних ресурсів (природних об'єктів) — основного національного багатства; гордим громадянином, який природно володіє і перманентно вживає українську мову в усіх сферах суспільної життєдіяльності в Україні; талановитим будівничим і господарем особистої (сімейної) життєдіяльності в чистому та здоровому довкіллі.

Важливо, що таке проявлення може відбутися лише за умов самоутвердження спільно — разом з іншими, такими ж повноправними громадянами України — на рідній землі, а саме: єдиним носієм суверенітету та єдиним джерелом влади; співвласником і володарем (співвласницею і володаркою) усієї української землі та її природних ресурсів як природних об'єктів — основного національного багатства; архітектором і відповідальним творцем власної сім'ї, родини, роду, гармонійно облаштовуючи комфортний простір життєдіяльності на всіх рівнях творення і функціонування, підтримуючи екологічну рівновагу та забезпечуючи захист прав і свобод від будь-яких антиконституційних спокус і будь-якого шкідництва в усіх куточках "власного дому".

Відповідно до положень Основного Закону України, органи та посадові особи державної влади мають певні обмеження при реалізації своїх повноважень щодо основного національного багатства, оскільки законодавство у сфері земельних відносин і природокористування повинне будуватися на основі конституційних норм-принципів і бути спрямованим на підвищення еколого-економічного ефекту від їх раціонального використання. Тому слід вважати, що дискреційні за своєю еколого-економічною та правовою природою повноваження органів публічної влади мають цілковито підкорятися ключовим конституційно закріпленим принципам щодо "власності і господарювання".

Реалізація основних засад моделювання еколого-економічного ефекту збалансованих інтересів господарювання, зокрема в агросфері, як платформи комфортної життєдіяльності на рідній землі відбуватиметься лише за умов домагання: оволодівати та поглиблювати правдиві знання свідомого "проявлення" та "утвердження" законних прав і можливостей кожного українця на гідне та чесне життя в збалансованому достатку; рішучого і негайного очищення (самоочищення) "авгієвих стаєнь", а також реального захищення конституційних прав всіма доступними методами і засобами, утверджуючи правовий конституційний лад в Україні.

ЛІТЕРАТУРА

1. Балюк С.А., Шимель В.В., Соловей В.Б. Про стан та завдання відновлення, охорони і управління ґрунтовими ресурсами України. *Вісник аграрної науки*. 2024. № 2 (851). С. 5–10. DOI: https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202402-01
2. Третяк А.М., Прядка Т.М. Тренд інституціонального розвитку земельного устрою сільських територій в Україні. *Агросвіт*. 2023. № 16. С. 3–10. DOI: https://doi.org/10.32702/2306-6792.2023.16.3
3. Прядка Т.М., Дребот О.І., Комарова Н.В. Сталий (збалансований) розвиток землекористування — базова основа формування земельного устрою України. *Агроекологічний журнал*. 2024. № 3. С. 18–25. DOI: https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2024.311177
4. Про схвалення Концепції Загальнодержавної цільової програми використання та охорони земель: Роз-

порядження Кабінету Міністрів України від 19 січня 2022 р. № 70-р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/go/70-2022-%D1%80 (дата звернення: 11.10.2024).
5. Ковалів О.І. Засади трансформації існуючого землеробства в інтересах українських сімейних (фермерських) господарів, в тому числі воїнів-переможців. *Інноваційні екологобезпечні технології рослинництва в умовах воєнного стану:* Матеріали ІІ Всеукраїнської науково-практичної конференції (Київ, 31 серпня 2023 року). С. 89–93.
6. Ковалів О.І. Особливі передумови подальшого розвитку ринкових земельних відносин в агроландшафтах України. *Збалансоване природокористування*. 2019. № 2. С. 164–172. DOI: https://doi.org/10.33730/2310-4678.2.2019.184177
7. Ковалів О.І. Тиражування правдивих знань конституційного земельного права — основа сталого природокористування в Україні. *Агроекологічний журнал*. 2024. № 2. С. 33–44. DOI: https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2024.305651
8. Ковалів О.І. Врегулювання існуючих проблем на землях природно-заповідного та іншого природноохоронного призначення — старт інваріантного розвитку України. *Збалансоване природокористування*. 2024. № 3. С. 29–39. DOI: https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2024.305651
9. Конституція України. *Відомості Верховної Ради України*. 1996. № 30.
10. Пугачов М., Кобець М. Земельна реформа в Україні. К., 2004. 24 с.
11. Марченко М.В. Аксіологічні засади права вето Президента України в контексті формування людиноцентристської правової ідеології. *Економіка. Фінанси. Право*. 2017. № 9/1. С. 36–39. DOI: http://efp.in.ua/uk/journal-item/175
12. Ковалів О.І. "Cognitive land economy" as a way of accomplishment the objective laws of living and non-living nature and society. *Збалансоване природокористування*. 2021. № 2. С. 13–23. DOI: https://doi.org/10.33730/2310-4678.2.2021.237988
13. Заіка А.О. Regulatory and legal support of land reform in Ukraine. *Збалансоване природокористування*. 2021. № 2. С. 24–34. DOI: https://doi.org/10.33730/2310-4678.2.2021.237986
14. Морозов О.Ф., Новаленко А.О. Гносеологічні засади створення нової парадигми Олександером Ковалівим. *Збалансоване природокористування: традиції, перспективи та інновації:* матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Київ, 20–21 жовтня 2021 р.). К.: 2021. С. 81–84.
15. Морозов О.Ф. Відношення суб'єкт-об'єкт як цілеспільний ефект у структурі економічного простору. *Економіст*. 2017. № 8. С. 30–34. URL: http://jnas.nbuv.gov.ua/article/UJRN-0000767867 (дата звернення: 11.10.2024).
16. Axelrod R.M. The structure of decision: The cognitive maps of political elites. Princeton, Princeton University Press, 1976. 404 p.
17. Ковалів О.І. Генезис суб'єктності алгоритму користування природними об'єктами права власності Українського народу. *Збалансоване природокористування*. 2024. № 2. С. 23–32. DOI: https://doi.org/10.33730/2310-4678.2.2024.309919
18. Новаленко А.О. Інституційні питання земельної реформи в Україні: економіко-правовий аспект. *Конституційно-правовий статус Автономної Республіки Крим:* збірник наукових праць "Інституційна трансформація правової системи": наук.-практ. круг. стіл (м. Київ, 10 лютого 2023 р.). 2024. С. 99–100.
19. Ковалів О.І. Відновлення агролісоландшафтів України — головна передумова збалансованого природокористування. *Екологічна безпека та збалансоване природокористування в агропромисловому виробництві:* матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (м. Київ, 4–5 лип. 2024 р.). Том 2. С. 56–61.

BASIC PRINCIPLES OF MODELING THE ECOLOGICAL AND ECONOMIC EFFECT OF BALANCED BUSINESS INTERESTS

Kovaliv O.
Doctor of Economic Sciences, Chief Researcher
Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS (Kyiv, Ukraine)
e-mail: okovaliv@ukr.net; ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4908-7963

Novalenko A.
Postgraduate student
Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS (Kyiv, Ukraine)
e-mail: anastasia05091995@gmail.com ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4260-4190

Based on the current state of management and the economy in Ukraine, taking into account the devastating consequences of the war, as well as the need for further innovative development, scientifically based requirements for modeling the corresponding priority steps of the systematic implementation of the land imperatives of the Constitution of Ukraine are revealed. The purpose of the article is to substantiate the basic principles of balanced modeling and to achieve ecological and economic effects as the basic interests of every person-citizen and all subjects of property and management, particular in the agricultural sector, which are consistent with the laws of nature and society and are based on the current land norms of the Constitution of Ukraine. The essence of the basic principles of balanced modeling of a comfortable lifestyle lies in the primary and urgent recognition of universal principles of law and imperatives of the basic norms of the First Section of the Basic Law of Ukraine.

It was found out that on such a basis the conscious self-manifestation of every Ukrainian takes place on his native land as an equal and life-loving person of the third millennium with a single Ukrainian citizenship, who naturally (automatically) from birth to death becomes a co-founder of the state and a co-owner of the land and its natural resources. It has been proven that such a manifestation can take place only under the conditions of self-assertion (jointly — together with other similar citizens of Ukraine) as a co-owner and master of the entire Ukrainian land and its natural resources, as well as an architect and responsible creator of one's own family, kindred, clan, harmoniously arranging a comfortable living space. The implementation of the principles of modeling balanced business interests, including in the agricultural sector, as a platform for comfortable life activities on the native land, will take place only under the conditions of striving to master and deepen the true knowledge of the conscious "manifestation" and "assertion" of the legal rights and opportunities of every Ukrainian in a dignified and honest way life in balanced abundance; decisive and immediate cleaning (self-cleaning) of the "Augian stables", as well as protection of constitutional rights by all available methods and means, establishing the legal constitutional system in Ukraine.

Keywords: *Constitution of Ukraine, land, system, natural resources, law, land economy, comfortable lifestyle.*

REFERENCES

1. Baliuk, S.A., Shymel, V.V., & Solovei, V.B. (2024). Pro stan ta zavdannia vidnovlennia, okhorony i upravlinnia gruntovymy resursamy Ukrainy [About the state and tasks of restoration, protection and management of soil resources of Ukraine]. *Visnyk ahrarnoi nauky — Herald of Agrarian Science, 2 (851)*, 5–10. DOI: https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202402-01 [in Ukrainian].
2. Tretiak, A.M., & Priadka, T.M. (2023). Trend instytutsionalnoho rozvytku zemelnoho ustroiu silskykh terytorii v Ukraini [Trend of institutional development of land managementin rural areas in Ukraine]. *Ahrosvit — Agrosvit, 16*, 3–10. DOI: https://doi.org/10.32702/2306-6792.2023.16.3 [in Ukrainian].
3. Priadka, T.M., Drebot, O.I., & Komarova, N.V. (2024). Stalyi (zbalansovanyi) rozvytok zemlekorystuvannia — bazova osnova formuvannia zemelnoho ustroiu Ukrainy [Sustainable (balanced) development of land use is the basic basis for the formation of the land system of Ukraine]. *Ahroekolohichnyi zhurnal — Agroecological journal, 3*, 18–25. DOI: https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2024.311177 [in Ukrainian].
4. Pro skhvalennia Kontseptsii Zahalnoderzhavnoi tsilovoi prohramy vykorystannia ta okhorony zemel: Rozporiadzhennia Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 19 sichnia 2022 r. № 70-r. [On the approval of the Concept of the National target program of land use and protection: Order of the Cabinet of Ministers of Ukraine from January 19, 2022 No. 70]. (2022). URL: https://zakon.rada.gov.ua/go/70-2022-%D1%80 [in Ukrainian].
5. Kovaliv, O.I. (2023). Zasady transformatsii isnuiuchoho zemlerobstva v interesakh ukrainskykh simeinykh (fermerskykh) hospodariv, v tomu chysli voiniv — peremozhtsiv [Principles of transformation of existing agriculture in the interests of Ukrainian family (farmers) owners, including warriors–winners]. *Innovatsiini ekolohobezpechni tekhnolohii roslynnytstva v umovakh voiennoho stanu: Materialy II Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii (Kyiv, 31 serpnia 2023 roku) — Innovative environmentally friendly crop production technologies under martial law: Proceedings of the II All-Ukrainian Scientific and Practical Conference (Kyiv, August 31, 2023)* (p. 89–93). [in Ukrainian].
6. Kovaliv, O.I. (2019). Osoblyvi peredumovy podalshoho rozvytku rynkovykh zemelnykh vidnosyn v ahrolandshaftakh Ukrainy [Special prerequisites for further development of market land relations in agricultural landscapes of Ukraine]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannja — Balanced nature using, 4*, 164–172. DOI: https://doi.org/10.33730/2310-4678.2.2019.184177 [in Ukrainian].
7. Kovaliv, O.I. (2024). Tyrazhuvannia pravdyvykh znan konstytutsiinoho zemelnoho prava — osnova staloho pryrodokorystuvannia v Ukraini [Replication of the true knowledge of constitutional land law is the basis of sustainable nature management in Ukraine]. *Ahroekolohichnyi zhurnal — Agroecological journal, 2*, 33–44. DOI: https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2024.305651 [in Ukrainian].
8. Kovaliv, O.I. (2024). Vrehuliuvannia isnuiuchykh problem na zemliakh pryrodno-zapovidnoho ta inshoho pryrodno-okhoronnoho pryznachennia — start invariantnoho rozvytku Ukrainy [Settlement of existing problems on the lands of nature reserve and other nature protection purpose — the start of the invariant development of Ukraine]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannia — Balanced nature using, 3*, 29–39. DOI: https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2024.305651 [in Ukrainian].
9. Konstytutsiia Ukrainy [The Constitution of Ukraine]. (1996). *Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy — Information from the Verkhovna Rada of Ukraine, 30*. [in Ukrainian].
10. Puhachov, M., & Kobets, M. (2004). Zemelna reforma v Ukraini [Land reform in Ukraine]. Kyiv [in Ukrainian].
11. Marchenko, M.V. (2017). Aksiolohichni zasady prava veto Prezydenta Ukrainy v konteksti formuvannia liudynotsentrystskoi pravovoi ideolohii [Axiological principles of the veto right of the President of Ukraine in the context of the formation of human-centered legal ideology]. *Ekonomika. Finansy. Pravo. — Economy. Finances. Right, 9/1*, 36–39. DOI: http://efp.in.ua/uk/journal-item/175 [in Ukrainian].
12. Kovaliv, O.I. (2021). "Cognitive land economy" as a way of accomplishment the objective laws of living and non-living nature and society. *Zbalansovane pryrodokorystuvannja — Balanced nature using, 4*, 13–23. DOI: https://doi.org/10.33730/2310-4678.2.2021.237988 [in English].
13. Zaika, A.O. (2021). Regulatory and Legal Support of Land Reform in Ukraine. *Zbalansovane pryrodokorystuvannja — Balanced nature using, 2*, 24–34. DOI: https://doi.org/10.33730/2310-4678.2.2021.237986 [in English].

14. Morozov, O.F., & Novalenko, A.O. (2021). Hnoseolohichni zasady stvorennia novoi paradyhmy Oleksanderom Kovalivym [The epistemological principles of creation of a new paradigm by the Oleksander Kovalev]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannia: tradytsii, perspektyvy ta innovatsii: materialy Mizhnar. nauk.-prakt. konf. (Kyiv, 20–21 zhovtnia 2021 r.) — Balanced nature management: traditions, prospects and innovations: materials of the International Scientific and Practical Conference (Kyiv, October 20–21, 2021)* (p. 81–84). [in Ukrainian].
15. Morozov, O.F. (2017). Vidnoshennia subiekt-obiekt yak tsilespilnyi efekt u strukturi ekonomichnoho prostoru [The relation is a subject-object as a fatal effect in the structure of economic space]. *Economist — Economist, 8*, 30–34. URL: http://jnas.nbuv.gov.ua/article/UJRN-0000767867 [in Ukrainian].
16. Axelrod, R.M. (1976). The structure of decision: The cognitive maps of political elites. Princeton: Princeton University Press [in English].
17. Kovaliv, O.I. (2024). Henezys subiektnosti alhorytmu korystuvannia pryrodnymy obiektamy prava vlasnosti Ukrainskoho narodu [The genesis of the subjectivity of the algorithm for the use of natural objects owned by the Ukrainian people]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannia — Balanced nature using, 2*, 23–32 DOI: https://doi.org/10.33730/2310-4678.2.2024.309919 [in Ukrainian].
18. Novalenko, A.O. (2024). Instytutsiini pytannia zemelnoi reformy v Ukraini: ekonomiko-pravovyi aspekt [Institutional issues of land reform in Ukraine: economic and legal aspect]. *Konstytutsiino-pravovyi status Avtonomnoi Respubliky Krym: zbirnyk naukovykh prats "Instytutsiina transformatsiia pravovoi systemy": nauk.-prakt. kruh. stil (m. Kyiv, 10 liutoho 2023 r.) — Constitutional and legal status of the Autonomous Republic of Crimea: collection of scientific works "Institutional transformation of the legal system": scientific-practical. round table* (pp. 99–100) Kyiv: zbirnyk naukovykh prats "Instytutsiina transformatsiia pravovoi systemy" [in Ukrainian].
19. Kovaliv, O.I. (2024). Vidnovlennia ahrolisolandshaftiv Ukrainy — holovna peredumova zbalansovanoho pryrodokorystuvannia [Restoration of agroforestry landscapes of Ukraine is the main prerequisite for balanced nature management]. *Ekolohichna bezpeka ta zbalansovane pryrodokorystuvannia v ahropromyslovomu vyrobnytstvi: materialy Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii (Kyiv, 4–5 lyp. 2024 r.). — Ecological safety and balanced environmental management in agroindustrial production: materials of the International Scientific and Practical Conference (Kyiv, July 4–5, 2024). Volume 2.* (p. 56–61). [in Ukrainian].

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

КОВАЛІВ Олександер Іванович, доктор економічних наук, старший науковий співробітник, заслужений працівник сільського господарства України, головний науковий співробітник, Інститут агроекології і природокористування НААН (вул. Метрологічна, 12, м. Київ, 03143, Україна; e-mail: okovaliv@ukr.net; ORCID: https:// orcid.org/0000-0003-4908-7963).

НОВАЛЕНКО Анастасія Олександрівна, аспірантка, Інститут агроекології і природокористування НААН (вул. Метрологічна, 12, м. Київ, 03143, Україна; e-mail: anastasia05091995@gmail.com; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4260-4190).

Новини

Новини

Новини • Новини • Новини

Учені намагаються знайти спосіб зупинити глобальне потепління. Нове дослідження, опубліковане в журналі Nature Microbiology, показало, що в цій боротьбі може допомогти поширений тип водоростей. Команда біологів з Китаю, Великої Британії та Португалії, яка вивчала водорості підкласу Pelagophyceae, помітила у них здатність виробляти речовину під назвою диметилсульфоніопропіонат (ДМСП). Її активно виділяють морські мікроорганізми для захисту від різких стрибків солоності води, її температури і тиску. Тепер же з'ясувалося, що водорості також здатні його виробляти. ДМСП є джерелом газу диметилсульфід (ДМС) — саме він створює характерний "запах моря". Під час потрапляння цього газу в атмосферу продукти його окислення сприяють формуванню хмар, а ті, своєю чергою, відбивають частину сонячних променів назад у космос, тим самим захищаючи планету від додаткового нагрівання.

УДК 338.43

DOI: 10.33730/2310-4678.4.2024.319398

УПРАВЛІННЯ НАЦІОНАЛЬНИМИ ПРИРОДНИМИ ПАРКАМИ: ДОСВІД ФРАНЦІЇ ДЛЯ УКРАЇНИ

М.Х. Шершун
доктор економічних наук, професор, провідний науковий співробітник
Інститут агроекології та природокористування НААН (м. Київ, Україна)
e-mail: M.X.SHERSHUN@ukr.net; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9947-8949

І.С. Микитин
старший викладач
Національний університет водного господарства та природокористування (м. Рівне, Україна)
e-mail: irynamykytyn23@gmail.com; ORCID: https://orcid.org/0009-0003-6212-6872

Н.М. Клим
кандидат економічних наук, доцент
Національний лісотехнічний університет України (м. Львів, Україна)
e-mail: klym.nadya@gmail.com; ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4949-6644

Збереження та охорона біорізноманіття є однією з найважливіших складових збалансованого розвитку суспільства. В Україні станом на 01.01.2021 р. налічувалося 8633 об'єкти природно-заповідного фонду загальною площею 4,1 млн га. Наразі внаслідок нападу росії окупованими залишаються понад 900 об'єктів природно-заповідного фонду (далі — ПЗФ) площею 1,24 млн га, що становить приблизно третину площі ПЗФ України. Серед них є національні природні парки, яких в Україні налічується 56 і вони займають площу 1 399 161 га, що становить 30,6% від загальної площі природно-заповідного фонду України. Післявоєнна відбудова, відновлення заповідних територій, інтеграція до європейської спільноти поставлять перед природоохоронними організаціями нові завдання. Наведено досвід Франції щодо повоєнного відновлення природно-заповідних територій та управління національними природними парками. Це є особливо важливим у контексті вступу України до Європейського Союзу та адаптації національного законодавства до європейських нормативів. Розроблено пропозиції щодо вдосконалення управління національними природними парками на основі досвіду Франції.

Ключові слова: *природно-заповідний фонд, регіональний природний парк, проєкт охорони парку.*

ВСТУП

Питання збереження біорізноманіття та вдосконалення управління об'єктами природно-заповідного фонду перебувають у центрі уваги багатьох держав. Основними засадами (стратегією) державної екологічної політики України на період до 2030 року передбачено збільшення площі природно-заповідного фонду до 15% від загальної території країни, що є стратегічним завданням для досягнення екологічної збалансованості території України. На жаль, масштабна агресія росії призвела до того, що станом на сьогодні понад третина території природно-заповідного фонду нашої країни так чи інакше постраждала від військової агресії, а отже, питання відновлення цих об'єктів є надзвичайно актуальним.

Вступ України до ЄС вимагатиме більш суворого дотримання природоохоронного законодавства. Тому важливо вивчити досвід країн ЄС в управлінні заповідними територіями та впровадити їхні кращі практики в роботу установ ПЗФ. У цьому контексті особливий інтерес викликає досвід Франції — країни, що має схожі з Україною природно-кліматичні умови та значний досвід відновлення заповідних територій після військових дій.

Метою нашої роботи є виявлення особливостей післявоєнного відновлення заповідних територій Франції та аналіз підходів до управління французькими національними природними парками.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Дослідженню різних аспектів формування та подальшого управління об'єктами природно-заповідного фонду присвячені наукові розробки вчених Т. Андрієнко, Ю. Грищенка, О. Клімова, В. Пащенка, О. Топчієва, Ю. Шеляг-Сосонка, А. Якимчук.

Досвід управління національними парками США та Європейського Союзу розглянуто в статті Н. Попадинця та ін. Підкреслено

важливість залучення зацікавлених сторін до процесу прийняття рішень та підвищення обізнаності громадськості про значення національних парків. Також зазначено, що туризм і зміна клімату створюють нові виклики для управління парками, що є актуальним і для України [1].

О. Дребот та І. Купріянчик обґрунтовують напрями вдосконалення фінансової складової економічного механізму розвитку парків, підкреслюючи необхідність узгодження організаційно-економічних, правових, фінансових та екологічних інструментів, що є важливим аспектом у роботі національних парків держав ЄС [2].

У роботах О. Дребот [3] і Т. Кошелюк [4] проаналізовано вплив держави на управління природоохоронними територіями.

Однак питання післявоєнного відновлення природно-заповідних територій є недостатньо вивченим.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Матеріали дослідження включали законодавчі та нормативні акти, наукові праці, монографії, а також офіційні звіти й бази даних, пов'язані з управлінням природно-заповідними територіями у Франції та Україні. Основну увагу приділено аналізу французьких законів про національні парки (*Loi n° 60-708 du 22 juillet 1960* та *Loi n° 2006-436 du 14 avril 2006*) та Закону України "Про природно-заповідний фонд". Під час дослідження використовувалися також офіційні сайти французьких національних парків (*Parcs Nationaux de France*), звіти Міжнародного союзу охорони природи (*International Union for Conservation of Nature*) та українські інформаційні ресурси.

Для досягнення мети дослідження було використано такі методи: *абстрактно-логічний метод* — застосований для обґрунтування наукових висновків, аналізу та синтезу інформації про правові основи управління національними природними парками (далі — НПП) у Франції та Україні; *метод порівняльного аналізу* — дозволив зіставити структуру, функціонування та фінансування національних парків двох країн. Особливу увагу приділено відмінностям між національними та регіональними парками; *монографічний метод* — використаний для вивчення досвіду управління природоохоронними територіями, зокрема аналізу французьких практик збереження та відновлення біорізноманіття; *метод статистичної обробки даних* — застосований для аналізу кількісних характеристик НПП та їхньої динаміки.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Серед екосистем, що зазнають негативного впливу воєнних дій, найбільше страждає екосистема ґрунту.

Унаслідок розриву боєприпасів будь-якого калібру відбувається часткова хімічна реакція, що призводить до забруднення ґрунтів та атмосфери. Окрім відносно безпечних CO_2 та водяної пари, в процесі окиснення 1 кг вибухівки в повітря потрапляє кілька десятків кубічних метрів токсичних газів: SO_2, NO_x, CO (зокрема, ароматичні вуглеводні, які є значно токсичніші, ніж звичайні). Зрештою, оксиди сірки та нітрогену повертаються в ґрунт з атмосфери через кислотні дощі, що змінюють pH ґрунту та можуть викликати опіки рослин [6]. Значних ушкоджень зазнають також лісові екосистеми через ведення інтенсивних боїв біля них.

Для відновлення пошкоджених територій застосовують консервацію земель. По всьому світу мільйони мінних гектарів залишаються під забороною — у Північній Африці, Азії, Південній Америці та Європі. У Лівії третина її території вважається забрудненою наземними мінами та нерозірваними боєприпасами, що залишилися з часів Другої світової війни [8].

Понад 100 років тому, після Першої світової війни, Франція створила "Червону зону" (*Zone Rouge*), передавши на довічне відновлення дикої природи 1200 квадратних кілометрів родючих земель, понівечених війною. Згодом ця площа була зменшена до 100 км^2, однак у 544 муніципалітетах поблизу "Червоної зони" у 2012 році було заборонено споживання питної води через надмірний уміст перхолату, який використовується у виробництві ракет і боєприпасів [7].

Саме такий сценарій, який є прийнятним для розвинених країн Західної Європи, варто розглядати й в Україні. Ставлення до охорони довкілля та екологічної безпеки в нашій країні має бути на рівні стандартів західноєвропейських держав.

Франція, завдяки своєму географічному та кліматичному різноманіттю, є однією з найбагатших країн Європи з точки зору екосистем. Вона охоплює Альпи, Піренеї, Середземноморське та Атлантичне узбережжя, а також тропічні регіони в заморських територіях, таких як Гвіана, Реюньйон та Гваделупа. Природні заповідники та національні парки відіграють ключову роль у збереженні унікальної флори та фауни, які перебувають під загрозою через зміни клімату, антропогенний вплив та урбанізацію.

У 2023 р. уряд Франції затвердив Стратегію біорізноманіття до 2030 року, яка передбачає низку заходів для захисту та відновлення природних наземних і морських територій. Ця стратегія передбачає, зокрема:

- збільшення площі природоохоронного фонду Франції;
- заборону імпорту продуктів, які сприяють вирубуванню лісів за кордоном;
- відновлення прерій, які є поглиначами вуглецю, і вирішення проблеми забруднення водних ресурсів;
- повний екозахист морських акваторій і материкових льодовиків, із яких на сьогодні під захистом перебуває лише 60% територій;
- створення заповідних територій та висадження мільйона дерев і 50 тисяч кілометрів живоплотів тощо.

Для реалізації цих заходів французький уряд виділив майже 1 мільярд євро у 2024 році, що на 250 мільйонів більше, ніж у 2022.

Національні парки Франції (*Parcs Nationaux de France*) охоплюють 60 730 км^2, або майже 8% території країни [11]. Разом з іншими природоохоронними територіями вони відіграють важливу роль у збереженні біорізноманіття для нинішнього та майбутніх поколінь. Щорічно національні парки приймають понад 8 мільйонів відвідувачів. Екологічні стежки парків, загальна довжина яких 10 100 км, робить їх ідеальним місцем для активного відпочинку, а також для підвищення обізнаності населення щодо збереження біорізноманіття.

Парки у Франції почали створюватися після 1960 року, коли був прийнятий Закон "Про створення національних парків" № 60-708 від 22 липня 1960 р. [12]. Цей закон став першим великим дієвим інструментом, який привів до створення 7 національних природних парків.

Наступний Закон "Про національні парки, морські природні парки та регіональні природні парки" № 2006-436, прийнятий 14 квітня 2006 р. [13], сприяв створенню ще чотирьох парків. Таким чином, Франція нараховує 11 національних природних парків, 8 з яких розташовані на материковій частині [17].

Згідно з французьким законодавством, Національний природний парк — це "суша або морська територія, де природне середовище, зокрема фауна, флора, ґрунт, надра, атмосфера, води, ландшафти та за необхідності культурна спадщина становлять особливий інтерес та, що важливо, потрібно забезпечити їх захист від деградації та загроз, які можуть змінити їх різноманітність, склад, зовнішній вигляд та еволюцію". Він складається з одного або кількох ядер, що визначаються як земельні та морські райони, які підлягають охороні, а також периферійної території, яка охоплює всю або частину території муніципалітетів, що покликані бути частиною національного парку, зокрема, через їхню географічну безперервність або екологічну солідарність із ядром, вирішили дотримуватися статуту національного парку та добровільно внести свій внесок у цей захист. Парк може включати території, що належать до морського суспільного надбання та вод, що знаходяться під державним суверенітетом. Парк поділяють на зони:

1) серце парку (*zone cœur*) — зона з високим рівнем охорони, де діяльність людини максимально обмежена для збереження природних екосистем;

2) зона підтримки, або периферія (*aire d'adhésion*) — прилеглі території, де громади співпрацюють з адміністрацією парку для збереження довкілля та сталого розвитку. Закон [13] передбачає мінімальні площі територій національних парків, тобто парки повинні мати не менше 50 км^2 на плато та 100 км^2 у горах.

Крім цього, Законом [13] визначено необхідність прийняття проєкту охорони парку, збереження та сталого розвитку на 15 років і трирічних програм дій (планів реалізації). Новий закон про національні парки Франції приніс зміни в управлінні та відновленні балансу між органами національного парку.

Французька модель управління Національним парком тепер має три складові: Раду директорів, Наукову раду, Економічну, соціальну та культурну раду. Рада директорів складається з представників держави, місцевих і регіональних органів влади та їхніх асоціацій, представників персоналу парку, а також вибраних місцевих активістів-природолюбів. До них входять, зокрема, представники асоціацій охорони навколишнього середовища, мешканці та користувачі [9; 10; 11; 15]. Слід зазначити, що роль представників місцевої влади в Раді директорів посилилася, оскільки вони повинні мати не менше половини місць у складі [5]. Зросла також роль Наукової (вченої) ради, голова якої є членом Ради директорів. Учена рада приймає рішення щодо організації та проведення наукових робіт на території парку й надає дозволи на роботу в самому ядрі парку. Нова структура — Економічна, соціальна та культурна рада — допомагає Раді директорів та директору, зокрема, в організації економічної політики, контролі за виконанням статуту та представленні місцевої культури.

У 2015 році загальний бюджет 10 національних парків Франції, який переважно фінансується державою, становив майже 79 млн євро

[14]. Він структурований: складається з операційного бюджету та інвестицій, спрямованих на розвиток парку. Операційний бюджет складає основну частину загального бюджету. У 2015 році на всі парки він становив 88% від загального бюджету проти 12% для інвестиційного бюджету.

Операційний бюджет національних парків використовується для фінансування трьох основних статей: заробітної плати — 71% операційних витрат у 2015 р.; позаштатних операційних витрат (технічне обслуговування та ремонт, вивіски, закупівлі матеріалів, поїздки, страхові внески, навчання та дослідження) — 22%; витрат на втручання (субсидії для прямої підтримки певних дій на території парків) — 7% операційних витрат.

Поряд із національними парками у Франції створюються регіональні парки (*Parcs naturels régionaux*). Різниця між національними та регіональними природними парками у Франції полягає в рівні управління, цілях збереження природи та впливі на місцеві громади (*табл. 1*).

Взаємодія та партнерство — один із ключових підходів у розвитку французьких парків сьогодні. Це стосується не тільки парку та людей / організацій, які його безпосередньо оточують, а й інших парків. Природні парки часто беруть участь у створенні мереж, асоціацій, які вирішують певні проблеми, зокрема питання підприємництва та його відповідність принципам сталого розвитку [16]. Так, Федерація природних регіональних парків Франції заохочує підприємців започатковувати свою справу на територіях парків, надаючи інформацію про бажані напрями: туризм, екоаграрне виробництво, ремісництво, медицина тощо. Водночас зацікавлений підприємець може на сайті Федерації заповнити формуляр-побажання, описавши свою пропозицію. Федерація розглядає пропозицію та допомагає підприємцю обрати найбільш оптимальний парк і підхід для втілення його бізнес-ідеї в контексті сталого розвитку.

У 1980 році в Україні був створений перший національний парк "Карпатський" площею 503 км^2. На сьогодні в нашій країні є 56 націо-

Таблиця 1

Різниця між національними та регіональними парками Франції

	Національні природні парки	**Регіональні природні парки**
Масштаб та адміністративний рівень	Це великі охоронювані території, що перебувають під національним управлінням. Вони мають значну екологічну цінність і часто розташовані на природних територіях, які є важливими для збереження біорізноманіття. Управління такими парками здійснюється на державному рівні.	Це території, що охоплюють декілька муніципалітетів та управління ними здійснюється на рівні регіонів або місцевих органів влади. Регіональні парки мають на меті збереження природних ландшафтів, але при цьому враховують потреби місцевих громад та економічного розвитку.
Мета	Збереження природних ресурсів на національному рівні, надаючи великі можливості для досліджень, екологічної освіти та екотуризму. Вони орієнтовані на збереження природних ландшафтів, рідкісних та унікальних видів.	Збереження природи, але вони більше орієнтовані на інтеграцію природоохоронних заходів з економічними та соціальними аспектами розвитку регіону. Це може включати сталий розвиток, агротуризм і збереження традиційних ландшафтів.
Законодавство та правила	Підпадають під суворіший контроль, і тут є обмеження на використання природних ресурсів, що мають на меті збереження біорізноманіття та екологічної цілісності.	Дозволяють більше гнучкості у використанні земельних ресурсів і можуть активно співпрацювати з місцевими громадами щодо управління територією, підтримуючи сталий розвиток місцевих економік.
Розмір території	Зазвичай більші за площею та мають особливий статус охорони природи на національному рівні.	Можуть бути меншими за площею, але охоплюють широкі території з важливими культурними та природними ландшафтами.

Джерело: сформовано на основі [13].

Таблиця 2

Порівняння кількісних характеристик парків Франції та України

Показники	Франція	Україна
Площа території держави км^2	551 695	603 628
Кількість національних парків	11	56
Площа території національних парків, км^2	60 730	16 275
Термін дії проєкту організації території національного парку, років	15	10
Термін дії плану реалізації, років	3	5
Кількість зон у парку	2	4
Кількість регіональних природних парків	58	57
Площа території регіональних природних парків, км^2	117 000	18 000

Джерело: сформовано на основі [11; 14].

нальних природних парків і 57 регіональних ландшафтних парків (*табл. 2*).

Із *таблиці 2* видно, що площа парків Франції в середньому є більшою за площу українських парків. Однак кількість національних парків у Франції значно менша. В Україні в національних парках виділяють заповідну зону, зони регульованої та стаціонарної рекреації, а також господарську зону, тоді як у Франції парки поділяються на зону з високим рівнем охорони та зону підтримки. Проєкти організації території національного парку (стратегії парку) у Франції розробляються на більш тривалий термін — 15 років, в той час як плани реалізації мають коротший термін — 3 роки.

Цікавою є ситуація з розвитком регіональних парків. Українське законодавство має однакові вимоги до створення та організації роботи національних і регіональних парків, за винятком того, що "регіональні ландшафтні парки є природоохоронними рекреаційними установами місцевого чи регіонального значення, що створюються з метою збереження в природному стані типових або унікальних природних комплексів та об'єктів, а також забезпечення умов для організованого відпочинку населення" [18]. Регіональні ланшафтні парки фінансуються із місцевого бюджету. Саме відсутність фінансування призвела до того, що, наприклад, у Рівненській області на території Дерманськo-Мостівського ландшафтного парку був створений Дерманськo-Острозький національний природний парк, на території регіонального ландшафтного парку "Прип'ять-Стохід" — Нобельський національний природний парк, а на території Надслучанського ландшафтного парку було створено проєкт національного природного парку "Соколині гори". По суті, унікальні ландшафти та заповідні об'єкти регіональних парків сьогодні є складовою частиною національних парків. Підвищення статусу природно-заповідних територій є нормальною практикою, однак в області фактично жодний регіональний парк так і не запрацював. Така ситуація спостерігається не тільки в Рівненській області.

Французька модель управління національними парками заслуговує на увагу, оскільки концентрує науковий потенціал території, що сприяє активізації наукових досліджень на території парку та залученню молоді до природоохоронних заходів. Включення представників місцевої влади до ради директорів парку допоможе вирішити нагальні питання та зробить роботу парку більш прозорою.

Важливим моментом у фінансуванні національних парків є виділення коштів на інвестиції, що дає змогу паркам розвиватися.

ВИСНОВКИ

1. Національні природні парки відіграють ключову роль у збереженні біорізноманіття, екологічній освіті, сталому туризмі та інтеграції місцевих громад у природоохоронну діяльність. Досвід Франції в цій сфері є цінним для вдосконалення української моделі управління парками.

2. Україна повинна врахувати досвід Франції, зокрема створення "Червоних зон" для тривалого відновлення територій, що постраждали внаслідок війни. Необхідно розробити довгострокову стратегію реабілітації природних екосистем.

3. Управлінська модель Франції, яка поєднує участь наукових рад, місцевих органів влади та громадськості, демонструє високу ефективність. Це сприяє залученню молоді, розвитку

наукових досліджень і підвищенню прозорості управління.

4. Важливим аспектом є збільшення інвестицій у національні парки, що дозволяє покращити інфраструктуру, підтримувати екологічну рівновагу та створювати нові робочі місця. Збільшення державного фінансування може стати ключовим чинником успіху.

5. Інтеграція природоохоронних заходів із соціально-економічними потребами місцевих громад сприяє сталому розвитку та ефективному використанню природних ресурсів.

6. Вступ України до ЄС вимагає адаптації національного законодавства до європейських стандартів. Це включає створення нових механізмів управління парками, вдосконалення планування та забезпечення належного фінансування.

7. Необхідно розробити спеціальні програми підтримки регіональних парків, що дозволить уникнути втрати унікальних ландшафтів і підвищить ефективність їхньої роботи.

ЛІТЕРАТУРА

1. Попадинець Н.М., Графська О.І., Галаченко О.О. Зарубіжний досвід управління територіями природних парків. *Збалансоване природокористування*. 2023. № 3. С. 32–38. DOI: https://doi.org/10.33730/2310-4678.3.2023.289321
2. Дребот О.І., Купріянчик І.П. Еколого-економічний механізм збалансованості розвитку національних природних парків. *Збалансоване природокористування*. 2023. № 3. С. 14–20. DOI: https://doi.org/10.33730/2310-4678.3.2023.289317
3. Дребот О.І. Система державного управління природно-заповідним фондом України та її регіонів. *Регіональна економіка*. 2011. № 4. С. 205–209.
4. Кошелюк Т.В. Інституційна система управління національними природними парками в Україні. *Актуальні проблеми вдосконалення чинного законодавства України*. 2020. № 54. С. 74–89.
5. Хребтій І. В. Децентралізація у Франції: досвід для України. *Аспекти публічного правління*. 2018. Том 6. № 9. С. 32–42. DOI: https://doi.org/10.15421/151852
6. Воєнні дії на сході України — цивілізаційні виклики людству. Львів: ЕПЛ, 2015. 136 с.
7. The Real "No-Go Zone" of France: A Forbidden No Man's Land Poisoned by War. URL: https://www.messynessychic.com/2015/05/26/the-real-no-go-zone-of-france-a-forbidden-no-mans-land-poisoned-by-war/ (accessed: 28.11.2024).
8. Василюк О., Колодежна В. Якою має бути доля пошкоджених вибухами українських територій. *ГО "Українська природоохоронна група"*. URL: https://uncg.org.ua/iakoiu-maie-buty-dolia-poshkodzhenykh-vybukhamy-ukrainskykh-terytorij/#_ftnref6 (дата звернення: 28.11.2024).
9. Bornet E. La gouvernance scientifique des parcs naturels régionaux (PNR) français: entre savoir-faire et faire savoir. CIST2023 — Apprendre des territoires / Enseigner les territoires, Collège international des sciences territoriales (CIST). Nov 2023. Aubervilliers, Campus Condorcet, centre des Colloques, France. P. 387–390.
10. Décret n° 67–158 du 1 mars 1967 INSTITUANT DES PARCS NATURELS REGIONAU. URL: https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000000674543?utm_source=chatgpt.com (accessed: 28.11.2024).
11. Les parcs nationaux de France. URL: http://www.parcsnationaux.fr. (accessed: 28.11.2024).
12. Loi n° 60–708 du 22 juillet 1960 relative à la création de parcs nationaux. URL: https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000000512209/2020-10-28/ (accessed: 28.11.2024).
13. Loi n° 2006-436 du 14 avril 2006 relative aux parcs nationaux, aux parcs naturels marins et aux parcs naturels régionaux. URL: https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000000609487 (accessed: 28.11.2024).
14. Микитин Т.М., Шершун М.Х. Еколого-економічні основи розвитку територій національних природних парків: монографія; за наук. ред. проф. М.Х. Шершуна. Рівне: Волинські обереги, 2024. 400 с.
15. Ferretti-Gallon K., Griggs E., Shrestha A., Wang G. National parks best practices: Lessons from a century's worth of national parks management. *International Journal of Geoheritage and Parks*. 2021. Volume 9. Issue 3. P. 335–346. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijgeop.2021.05.004
16. Giran J.-P. (député du Var). Les parcs nationaux, une référence pour la France, une chance pour ses territoires, juin 2003. URL: https://www.vie-publique.fr/rapport/26480-les-parcs-nationaux-une-reference-pour-la-france-une-chance-pour-ses (accessed: 28.11.2024).
17. Merveilleux du Vignaux P. L'aventure des Parcs nationaux: la création des Parcs nationaux français, fragments d'histoire. Montpellier: édition de L'Atelier technique des espaces naturels, décembre 2003. 223 p.
18. Про природно-заповідний фонд: Закон України від 16.06.1992 № 2456-XII. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2456-12#Text (дата звернення: 28.11.2024).

MANAGEMENT OF NATIONAL NATURAL PARKS: FRENCH EXPERIENCE FOR UKRAINE

Shershun M.
Doctor of Economics, Professor, Leading Researcher
Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS (Kyiv, Ukraine)
e-mail: M.X.SHERSHUN@ukr.net; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9947-8949

Mykytyn I.
Senior Lecturer
National University of Water Management and Environmental Management (Rivne, Ukraine)
e-mail: irynamykytyn23@gmail.com; ORCID: https://orcid.org/0009-0003-6212-6872

Klym N.
Candidate of Economic Sciences, Docent,
Ukrainian National Forestry University (Lviv, Ukraine)
e-mail: klym.nadya@gmail.com; ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4949-6644

Preservation and protection of biodiversity is one of the most important components of the balanced development of society. In Ukraine, as of 01.01.2021, there were 8633 objects of the nature reserve fund with a total area of 4.1 million hectares. Currently, as a result of the Russian attack, more than 900 objects of the nature reserve fund (NRF) with an area of 1.24 million hectares remain occupied, which is approximately a third of the area of the NRF of Ukraine. Among them are national natural parks, of which there are 56 in Ukraine and they occupy an area of 1 399 161 hectares, which is 30.6% of the total area of the nature reserve fund of Ukraine. Post-war reconstruction, restoration of protected areas, integration into the European community will pose new challenges for environmental organizations. The experience of France in the post-war restoration of nature reserves and management of national natural parks is presented. This is especially important in the context of Ukraine's accession to the European Union, the adaptation of legislation to European standards. Proposals have been developed to improve the management of national natural parks based on the experience of France.

Keywords: *nature reserve fund, regional natural park, park protection project.*

REFERENCES

1. Popadynets, N.M., Hrafska, O.I., & Halachenko, O.O. (2023). Zarubizhnyi dosvid upravlinnia terytoriiamy pryrodnykh parkiv [Foreign experience in managing natural park territories]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannia — Balanced nature using, 3*, 32–38. DOI: https://doi.org/10.33730/2310-4678.3.2023.289321 [in Ukrainian].
2. Drebot, O.I., & Kupriianchyk, I.P. (2023). Ekoloho-ekonomichnyi mekhanizm zbalansovanosti rozvytku natsionalnykh pryrodnykh parkiv [Ecological and economic mechanism for balanced development of national natural parks]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannia — Balanced nature using, 3*, 14–20. DOI: https://doi.org/10.33730/2310-4678.3.2023.289317 [in Ukrainian].
3. Drebot, O.I. (2011). Systema derzhavnoho upravlinnia pryrodno-zapovidnym fondom Ukrainy ta yii rehioniv [The system of state management of the nature reserve fund of Ukraine and its regions]. *Rehionalna ekonomika — Regional economy, 4*, 205–209 [in Ukrainian].
4. Kosheliuk, T.V. (2020). Instytutsiina systema upravlinnia natsionalnymy pryrodnymy parkamy v Ukraini [Institutional system of management of national natural parks in Ukraine]. *Aktualni problemy vdoskonalennia chynnoho zakonodavstva Ukrainy — Current problems of improving the current legislation of Ukraine, 54*, 74–89 [in Ukrainian].
5. Khrebtii, I.V. (2018). Detsentralizatsiia u Frantsii: dosvid dlia Ukrainy [Decentralization in France: experience for Ukraine]. *Aspekty publichnoho pravlinnia — Aspects of public governance, 6, 9*, 32–42. DOI: https://doi.org/10.15421/151852 [in Ukrainian].
6. Voienni dii na skhodi Ukrainy — tsyvilizatsiini vyklyky liudstvu [Military actions in the east of Ukraine — civilizational challenges to humanity]. (2015). Lviv: EPL [in Ukrainian].
7. The Real "No-Go Zone" of France: A Forbidden No Man's Land Poisoned by War. URL: https://www.messynessychic.com/2015/05/26/the-real-no-go-zone-of-france-a-forbidden-no-mans-land-poisoned-by-war/ [in French].
8. Vasyliuk, O., & Kolodezhna, V. (n.d.). Yakoiu maie buty dolia poshkodzhenykh vybukhamy ukrainskykh terytorii [What should be the fate of the Ukrainian territories damaged by explosions]. *HO "Ukrainska pryrodookhoronna hrupa" — NGO "Ukrainian Nature Conservation Group"*. URL: https://uncg.org.ua/iakoiu-maie-buty-dolia-poshkodzhenykh-vybukhamy-ukrainskykh-terytorij/#_ftnref6 [in Ukrainian].
9. Bornet E. (2023). La gouvernance scientifique des parcs naturels régionaux (PNR) français: entre savoir-faire et faire savoir. CIST2023 — Apprendre des territoires / Enseigner les territoires, Collège international des sciences territoriales (CIST). Aubervilliers, Campus Condorcet, centre des Colloques, France [in French].
10. Décret n° 67–158 du 1 mars 1967 INSTITUANT DES PARCS NATURELS REGIONAU. (1967). URL: https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000000674543?utm_source=chatgpt.com [in French].
11. Les parcs nationaux de France. (n.d.) URL: http://www.parcsnationaux.fr. [in French].
12. Loi n° 60–708 du 22 juillet 1960 relative à la création de parcs nationaux. (1960). URL: https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000000512209/2020-10-28/ [in French].
13. Loi n° 2006-436 du 14 avril 2006 relative aux parcs nationaux, aux parcs naturels marins et aux parcs naturels régionaux. (2006). URL: https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000000609487 [in French].
14. Mykytyn, T.M., & Shershun, M.Kh. (Ed.). (2024). *Ekoloho-ekonomichni osnovy rozvytku terytorii natsionalnykh pryrodnykh parkiv: monohrafiia [Ecological and economic foundations of the development of national natural park territories: monograph].* Rivne: Volynski oberehy [in Ukrainian].
15. Ferretti-Gallon, K., Griggs, E., Shrestha, A., & Wang, G. (2021). National parks best practices: Lessons from a century's worth of national parks management. *International Journal of Geoheritage and Parks, 9, 3*, 335–346. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijgeop.2021.05.004 [in English].

16. Giran, J.-P. (député du Var). (2003). Les parcs nationaux, une référence pour la France, une chance pour ses territoires. URL: https://www.vie-publique.fr/rapport/26480-les-parcs-nationaux-une-reference-pour-la-france-une-chance-pour-ses [in French].
17. Merveilleux du Vignaux, P. (2003). L'aventure des Parcs nationaux: la création des Parcs nationaux français, fragments d'histoire. Montpellier, édition de L'Atelier technique des espaces naturels [in French].
18. Pro pryrodno-zapovidnyi fond: Zakon Ukrainy vid 16.06.92 [About the nature reserve fund: Law of Ukraine from 16.06.1992]. (1992). URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2456-12#Text [in Ukrainian].

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

ШЕРШУН Микола Харитонович, доктор економічних наук, професор, провідний науковий співробітник, Інститут агроекології і природокористування НААН (вул. Метрологічна, 12, м. Київ, Україна, 03143; e-mail: M.X.SHERSHUN@ukr.net; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9947-8949).

МИКИТИН Ірина Степанівна, старший викладач, Національний університет водного господарства та природокористування (вул. Соборна, 11, м. Рівне, Україна, 33000; e-mail: irynamykytyn23@gmail.com; ORCID: https://orcid.org/0009-0003-6212-6872).

КЛИМ Надія Михайлівна, кандидат економічних наук, доцент, Національний лісотехнічний університет України (вул. Генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057; e-mail: klym.nadya@gmail.com; ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4949-6644).

Новини

Новини

Новини • Новини • Новини

Нацпарк «Подільські Товтри» продовжує підвищувати свою рекреаційну привабливість та доступність. Національний природний парк "Подільські Товтри" за активної підтримки Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України вже другий рік поспіль втілює в життя амбітний план — розвиток рекреації та туризму. 2021–2022 рр. команда Парку працювала над впорядкуванням рекреаційної ділянки "Сокіл" (у с. Сокіл Жванецької громади). Сьогодні там паспортизований пляж, місця для відпочинку на природі, будиночки для проживання та багато іншого. З кінця минулого і до сьогодні активно наповнюємо рекреаційну ділянку "Давня Бакота".

УДК 631:15.332.3

DOI: 10.33730/2310-4678.4.2024.319366

НЕЙТРАЛЬНА ДЕГРАДАЦІЯ ЗЕМЕЛЬ: БІБЛІОМЕТРИЧНИЙ ЛАНДШАФТ

А.В. Кучер
доктор економічних наук, старший дослідник
Національний університет "Львівська політехніка" (м. Львів, Україна)
Національний науковий центр "Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського" (м. Харків, Україна)
e-mail: anatolii.v.kucher@lpnu.ua; ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5219-3404

С.Ю. Василенко
аспірант
Державний біотехнологічний університет (м. Харків, Україна)
e-mail: vasylenkosyu@ukr.net; ORCID: https://orcid.org/0009-0007-8749-9439

У.В. Іванюк
кандидат економічних наук, доцент
Національний університет "Львівська політехніка" (м. Львів, Україна)
e-mail: uliana.v.ivaniuk@lpnu.ua; ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8845-9120

У статті висвітлено результати теоретичного аналізу тенденцій, сучасного стану та бібліометричного ландшафту публікаційної активності щодо нейтральної деградації земель у світі на основі бази даних Scopus. Установлено, що за збереження зафіксованих середньорічних темпів зростання публікаційної активності прогнозна щорічна продуктивність за цим напрямом досліджень у світі у 2025 р. перебуватиме на рівні 83 документів, з них 28 робіт буде присвячено безпосередньо питанням нейтральної деградації земель. Дослідження з аналізованої тематики сконцентровані переважно в розвинених країнах (Китай, Індія, Німеччина, Австралія, Італія). Аналіз міжкраїнової співпраці дозволив ідентифікувати чотири кластери: 1) Ефіопія, Франція, Кенія, Ліван, Нідерланди, Португалія та Велика Британія; 2) Індія, Ізраїль, Японія, Південна Африка, Південна Корея, Туреччина; 3) Австралія, Китай, Німеччина, Іран, Іспанія; 4) Аргентина, Італія, Швейцарія, США. Дотепер Україна перебуває за межами цих кластерів, що свідчить про необхідність активізації міжнародної співпраці у сфері досліджень, присвячених нейтральній деградації земель. Пріоритетними для налагодження співпраці вважаємо європейські установи, що входять до десятки провідних організацій світу за публікаційною активністю та/або за фінансуванням досліджень із нейтральної деградації земель. Ідентифіковано й схарактеризовано чотири кластери ключових слів, які відображають основні напрями досліджень у світі: 1) збереження органічного вуглецю ґрунту в контексті зміни клімату й охорони довкілля; 2) продуктивність земель і нейтральна деградації земель, опустелювання в контексті сталого розвитку; 3) деградація земель, землекористування, земельний покрив та управління землями, зокрема стале; 4) екосистемні послуги, екологічні та економічні аспекти відновлення екосистем. Основні напрями досліджень, виділені за кожним із чотирьох кластерів на основі найуживаніших термінів, можуть бути корисними для українських учених у розвитку цих напрямів як пріоритетних. У контексті оцінювання деградації земель унаслідок війни важливими є перші два кластери, а з позиції післявоєнного відновлення — останні два.

Ключові слова: *зміни клімату, економіка землекористування, стале управління землями, бібліометричний аналіз.*

ВСТУП

Концепцію нейтрального балансу деградації земель (НБДЗ) уперше представлено до розгляду Конвенцією Організації Об'єднаних Націй (ООН) по боротьбі з опустелюванням (КБО ООН), схвалено міжнародною спільнотою під час Конференції ООН Ріо+20 у 2012 році та затверджено як частину Порядку денного у сфері сталого розвитку на період до 2030 року у 2015 році. За визначенням КБО ООН, нейтральна деградація земель — це "стан, за якого кількість і якість земельних ресурсів, необхідних для підтримки функцій і послуг екосистем та зміцнення продовольчої безпеки, залишаються стабільними або підвищуються у встановлених масштабах у часі та просторі та в екосистемах" [1].

У 2015 році ООН оголосила досягнення нейтральності деградації земель однією із цілей сталого розвитку — ЦСР 15 ("Життя на суші",

завдання 15.3: "До 2030 року вести боротьбу з опустелюванням, відновити деградовані землі та ґрунти, включаючи землі, що потерпають від опустелювання, засух і повеней, та прагнути того, щоб у всьому світі не погіршувався стан земель") [2].

На сучасному етапі досягнення нейтральності деградації земель в Україні ускладнюється не тільки застосуванням несталих практик управління землекористуванням, а й негативним впливом збройної агресії рф і бойових дій на земельні ресурси, що істотно посилюють деградаційні процеси [3–8].

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Результати теоретичного аналізу найцитованіших у світі публікацій, згідно з базою Scopus, що містять фразу "land degradation neutrality" у назві, анотації та/або ключових словах (TITLE-ABS-KEY), показали, що в них розглянуто сутність, концептуальні засади, виклики та перспективи досягнення нейтральної деградації земель. Зокрема, увага світової наукової спільноти сконцентрована на таких питаннях: розкриття сутності концепції нейтралітету деградації землі та розгляд її функціонування через Конвенції Ріо [9; 10]; виклики (зокрема екологічні), можливості та шляхи досягнення нульової чистої деградації земель [11; 12]; взаємозв'язок ґрунтів і Цілей сталого розвитку ООН, зокрема чотири концепції, щоб зробити нейтральною деградацію землі та відновлювальні роботи, а також ґрунт як основа для створення сприятливих умов для переходу до сталого управління земельними ресурсами [13–15]; мінімізація ерозії органічного вуглецю ґрунту вітром для нейтральності деградації землі та управління покривними культурами та збереження води під виноградниками та садами [16; 17]; кількісна оцінка та політичні наслідки тривалої зміни взаємодії між екосистемними послугами, зумовлена екологічним відновленням [18].

Оскільки здоров'я та продуктивність земельних ресурсів у світі погіршуються, тоді як попит на ці ресурси зростає, то метою нейтральності деградації землі є збереження або посилення природного капіталу землі та пов'язаних із ним екосистемних послуг. Нейтральність означає відсутність чистих втрат природного капіталу землі порівняно з еталонним станом або базовою лінією. Планування нейтральності передбачає прогнозування ймовірного кумулятивного впливу рішень щодо землекористування та управління земельними ресурсами, а потім зрівноваження очікуваних втрат заходами, спрямованими на досягнення еквівалентних здобутків. Зрівноваження має відбуватися лише в межах окремих типів земель, що відрізняються за земельним потенціалом, для забезпечення обміну за принципом "подібне на подібне". Заходи для досягнення нейтральності деградації земель включають практики сталого управління земельними ресурсами, які дозволяють уникнути або зменшити деградацію, а також зусилля, спрямовані на припинення деградації шляхом відновлення або рекультивації деградованих земель. Ієрархія заходів реагування "Уникнути > Зменшити > Повернути деградацію земель" формулює пріоритети в плануванні втручань щодо нейтральної деградації земель. Управління реалізацією цих заходів здійснюють, як правило, на ландшафтному рівні за допомогою інтегрованого планування землекористування, тоді як досягнення оцінюють на національному рівні [10].

Попри наявні ґрунтовні напрацювання щодо концептуальних основ нейтральної деградації земель [9–18], залишається багато відкритих питань, зокрема щодо сучасного стану та тенденцій наукового забезпечення вирішення цієї проблеми, оцінювання й моніторингу досягнення нейтральності деградації земель, економічного регулювання процесу сталого управління земельними ресурсами.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Метою цієї роботи є висвітлення результатів теоретичного аналізу тенденцій, сучасного стану та бібліометричного ландшафту публікаційної активності щодо нейтральної деградації земель у світі на основі бази Scopus.

Для досягнення поставленої мети під час дослідження використано такі методи: *бібліометричний і кластерний аналіз із використанням програмного забезпечення VOSviewer* — для визначення напрямів досліджень щодо нейтральної деградації земель; *статистичний аналіз* — для виявлення тенденцій публікаційної активності щодо нейтральної деградації земель; *монографічний* — для узагальнення результатів дослідження.

Інформаційною основою дослідження нами обрано публікації, проіндексовані в базі даних Scopus, які містять фразу "land degradation neutrality" у назві, анотації та/або ключових словах (TITLE-ABS-KEY).

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Аналіз публікаційної активності за базою Scopus показав істотне зростання інтенсивності досліджень щодо нейтральної деградації земель у світі, особливо починаючи з 2018 р. (*рис. 1*).

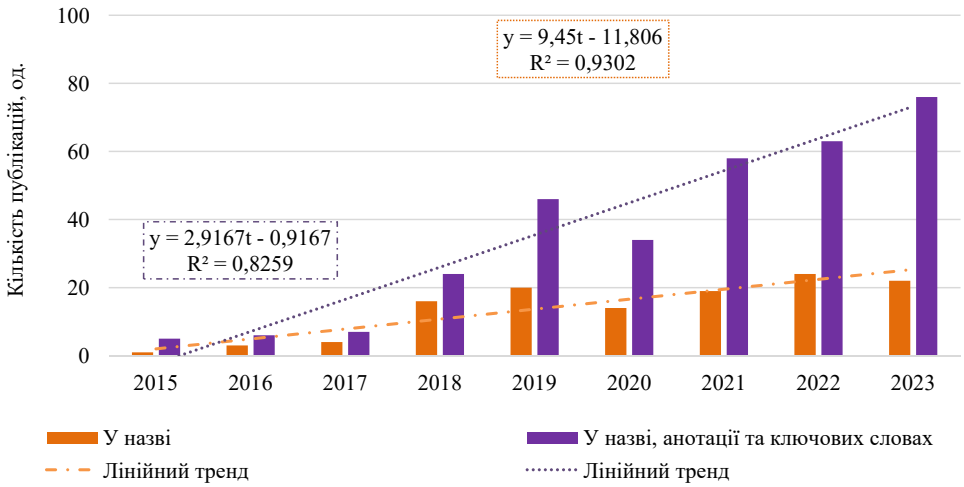


Рис. 1. Динаміка кількості проіндексованих у Scopus публікацій, які містять у назві, анотації, ключових словах термін "land degradation neutrality", 2015–2023 рр.

Джерело: розроблено на основі даних бази Scopus.

Результати дослідження продемонстрували, що загалом за 2015–2023 рр. у Scopus проіндексовано 319 опублікованих документів, що містять фразу "land degradation neutrality" у назві, анотації та/або ключових словах (TITLE-ABS-KEY), у тому числі 123 публікації (41,4%), що мають цю фразу в назві, тобто безпосередньо стосуються нейтральної деградації земель. Так, перші публікації з'явилися у 2015 р.; до 2017 р. їх щорічна кількість не перевищувала 10 од.; максимум публікаційної активності характерний для 2023 р. (76 документів станом на 2024 р.). Водночас найбільше робіт, що містять у назві фразу "land degradation neutrality", опубліковано у 2022 р. (24 од.), при цьому до 2018 р. їх щорічна кількість не перевищувала 5 од.

У 2023 р. наукова продуктивність (в оцінці за кількістю публікацій) була більшою у 15,2 раза, ніж у 2015 р. Середньорічні темпи зростання публікаційної активності протягом 2015–2023 рр. у світі становлять 9,5 робіт (за публікаціями, що містять фразу "land degradation neutrality" у назві, анотації та/або ключових словах), зокрема 2,9 роботи — за публікаціями, що містять цю фразу в назві. За умови збереження зафіксованих темпів зростання публікаційної активності можна прогнозувати з високою ймовірністю досягнення щорічної продуктивності за цим напрямом досліджень у світі у 2025 р. на рівні 83 документів, у тому числі 28 робіт безпосередньо щодо нейтральної деградації земель.

Світовими лідерами за кількістю публікацій є Китай (54 роботи, або 16,9% від загального обсягу), Індія (49 робіт, або 15,3%), Німеччина (41 робота, або 12,8%), Австралія (36 робіт, або 11,3%) та Італія (31 робота, або 9,7%) (*рис. 2*). Українські вчені опублікували дві роботи [19; 20], що становить 0,62% світового потоку публікацій. У загальному рейтингу Україна посідала 54-ту позицію. Ці роботи присвячено питанням стану, проблем і стратегії сталого управління ґрунтовими ресурсами України [19], а також оцінюванню деградації земель з використанням глобальних і національних су-

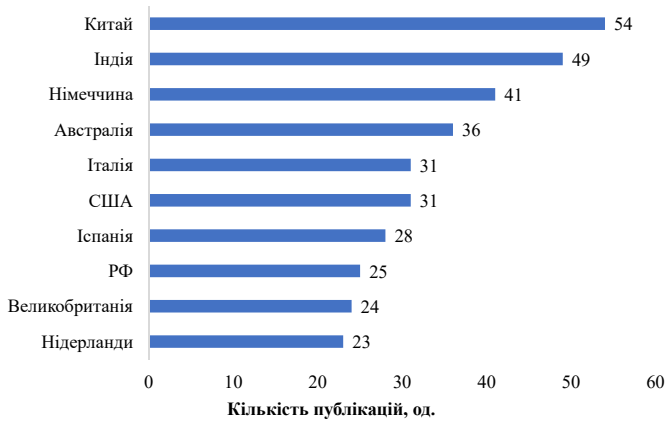


Рис. 2. Країни-лідери світу за кількістю проіндексованих у Scopus публікацій, які містять у назві, анотації, ключових словах термін "land degradation neutrality", 2015–2023 рр.

Джерело: розроблено на основі даних бази Scopus.

Примітка: сума документів під час рейтингування в розрізі країн є більшою за загальну кількість публікацій у зв'язку з можливістю подвійного рахунку, зумовлену міжкраїновою співпрацею авторів. Тобто авторами однієї статті є представники різних країн.

путникових наборів даних у рамках програми ООН [20].

Кластеризація міжкраїнової співпраці у сфері досліджень нейтральної деградації земель дала змогу ідентифікувати чотири кластери (*рис. 3*). До першого кластера належать 7 країн: Ефіопія, Франція, Кенія, Ліван, Нідерланди, Португалія та Велика Британія; до другого кластера входять 6 країн — Індія, Ізраїль, Японія, Південна Африка, Південна Корея, Туреччина; третій кластер об'єднує п'ять країн — Австралія, Китай, Німеччина, Іран, Іспанія; четвертий кластер охоплює чотири країни — Аргентина, Італія, Швейцарія, США. Хронологічна візуалізація міжкраїнової співпраці вказує на те, що вона існувала між вказаними країнами й раніше, проте відносно недавно (після 2020 р.) наукову співпрацю започатковано між Індією, Японією, Китаєм та Південною Кореєю.

Аналіз провідних організацій світу за кількістю проіндексованих у Scopus публікацій, що містять у назві термін "land degradation neutrality", свідчить, що найбільше робіт опублікували вчені з Китайської академії наук — 25. Загалом, на 10 організацій-лідерів світу за публікаційною активністю щодо нейтральної деградації земель припадало 136 робіт, що становить 42,6% від світового публікаційного потоку.

Аналіз провідних організацій, які найбільш інтенсивно фінансували дослідження для публікації у Scopus, що містять у назві термін "land degradation neutrality", свідчить, що до числа організацій-лідерів світу за кількістю профінансованих досліджень належать такі: National Natural Science Foundation of China, Китай (34 роботи), Chinese Academy of Sciences, Китай (16 робіт), Ministry of Science and Technology of the People's Republic of China, Китай (11 робіт), National Key Research and Development Program of China, Китай (11 робіт), European Commission, ЄС (9 робіт), Russian Science Foundation, РФ (8 робіт), Seventh Framework Programme, ЄС (7 робіт), Indian Council of Agricultural Research, Індія (6 робіт), Fundação para a Ciência e a Tecnologia, Португалія (5 робіт), Global Environment Facility, увесь світ (5 робіт). Із географічного погляду основні організації-спонсори досліджень щодо нейтральної деградації земель з Китаю становлять 40% від 10 провідних установ. Отже, Китай має досить потужний фінансовий потенціал для фінансування цих досліджень, на відміну від інших країн.

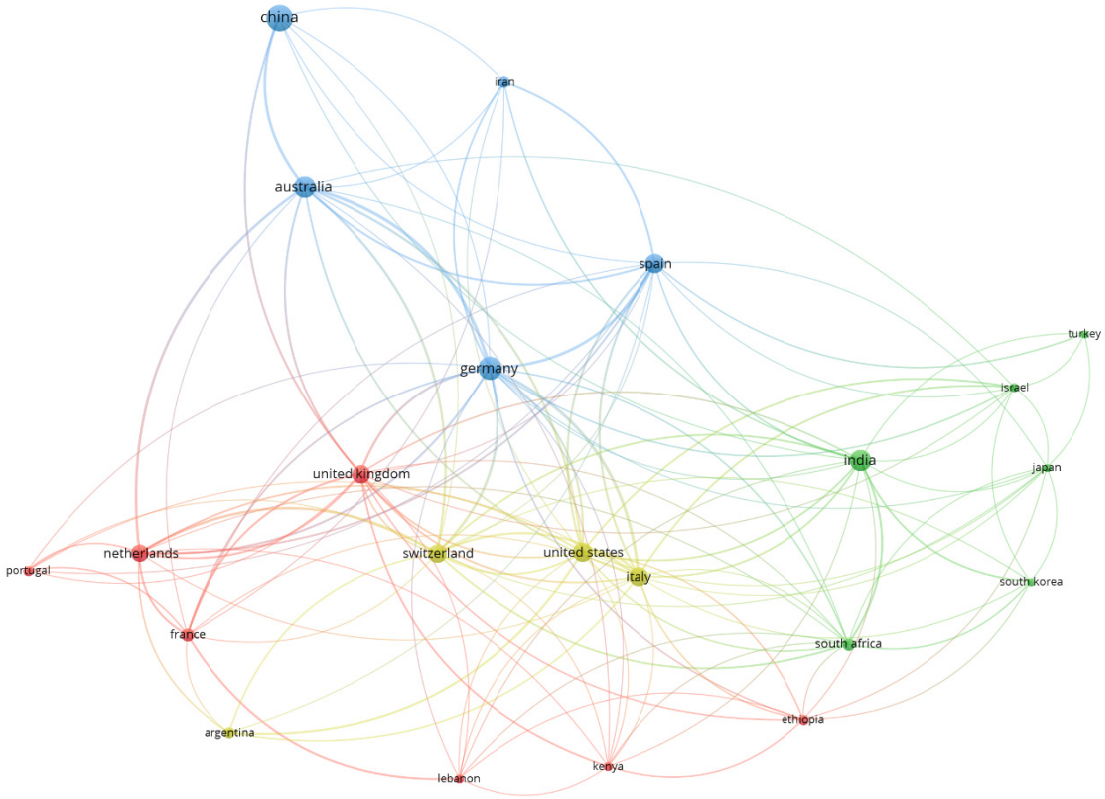


Рис. 3. Бібліографічна карта кооперації країн під час публікації результатів із питань нейтральної деградації земель у світі, 2015–2023 рр.

Джерело: розроблено на основі даних бази Scopus за допомогою VOSviewer.

Аналіз за типом документів свідчить, що більше двох третин (75,0%) робіт опубліковано у формі статей; 11% — розділи книг; 6% — рецензії (огляди); 5% — конференційні матеріали (*рис. 4*).

Результати аналізу документів за галузями знань указують на те, що питання нейтральної деградації земель досліджуються в межах різних наук. Найбільше документів опубліковано за профілем природничих наук (35,6%), аграрних і біологічних наук (19,7%), соціальних наук (16,5%), дещо менше — у сфері наук про Землю (9,6%) та інженерії (3,9%) (*рис. 5*).

Таким чином, у світі нейтральну деградацію земель досліджують переважно з позиції природничих, аграрних, біологічних, соціальних наук, наук про Землю, інженерії (сукупно 85,3%). Окремо економічні науки не виділено, проте якщо взяти разом із соціальними науками, то частка досліджень становитиме 16,5%. Це вказує на певний міждисциплінарний характер досліджень нейтральної деградації земель у світі й розуміння цього явища не стільки з економічних позицій, скільки з погляду наук про довкілля, аграрних і біологічних наук. Водночас результати цього огляду свідчать про необхідність активізації економічних досліджень для досягнення нейтрального рівня деградації земель на різних рівнях управління, щоб сприяти реалізації ЦСР.

У результаті дослідження побудовано бібліометричну карту найуживаніших термінів у статтях щодо нейтральної деградації земель, яка включає 57 ключових слів, що використовуються не менше 10 разів, об'єднаних у чотири кластери (*рис. 6*). В окремих випадках одні й ті ж терміни вжито в однині та множині, що зумовлює їх повторення як у межах одного, так і в різних кластерах.

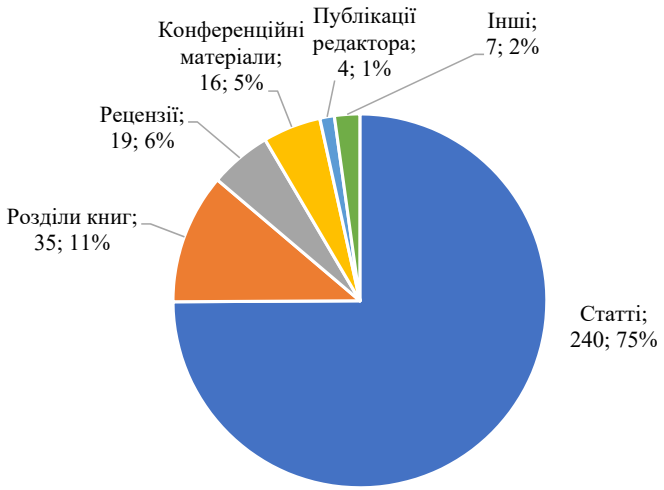


Рис. 4. Розподіл за типом проіндексованих у Scopus публікацій, які містять у назві, анотації, ключових словах термін "land degradation neutrality", 2015–2023 рр.

Джерело: розроблено на основі даних бази Scopus.

Результати кластеризації дали змогу вирізнити основні напрями досліджень за кожним із кластерів на основі найуживаніших термінів:

- **кластер 1** (червоний) включає 18 ключових слів: сільськогосподарські землі (39 разів), сільське господарство (41), біорізноманіття (48), вуглець (47), секвестрація вуглецю (42), зміни клімату (52), екосистема (45), екологічна політика (38), охорона довкілля (51), віднов-

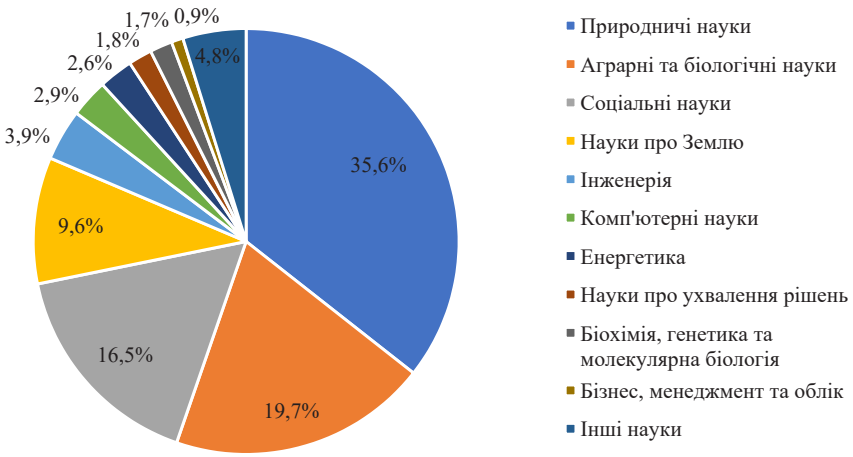


Рис. 5. Розподіл (структура) за галуззю досліджень проіндексованих у Scopus публікацій, які містять у назві, анотації, ключових словах термін "land degradation neutrality", 2015–2023 рр.

Джерело: розроблено на основі даних бази Scopus.

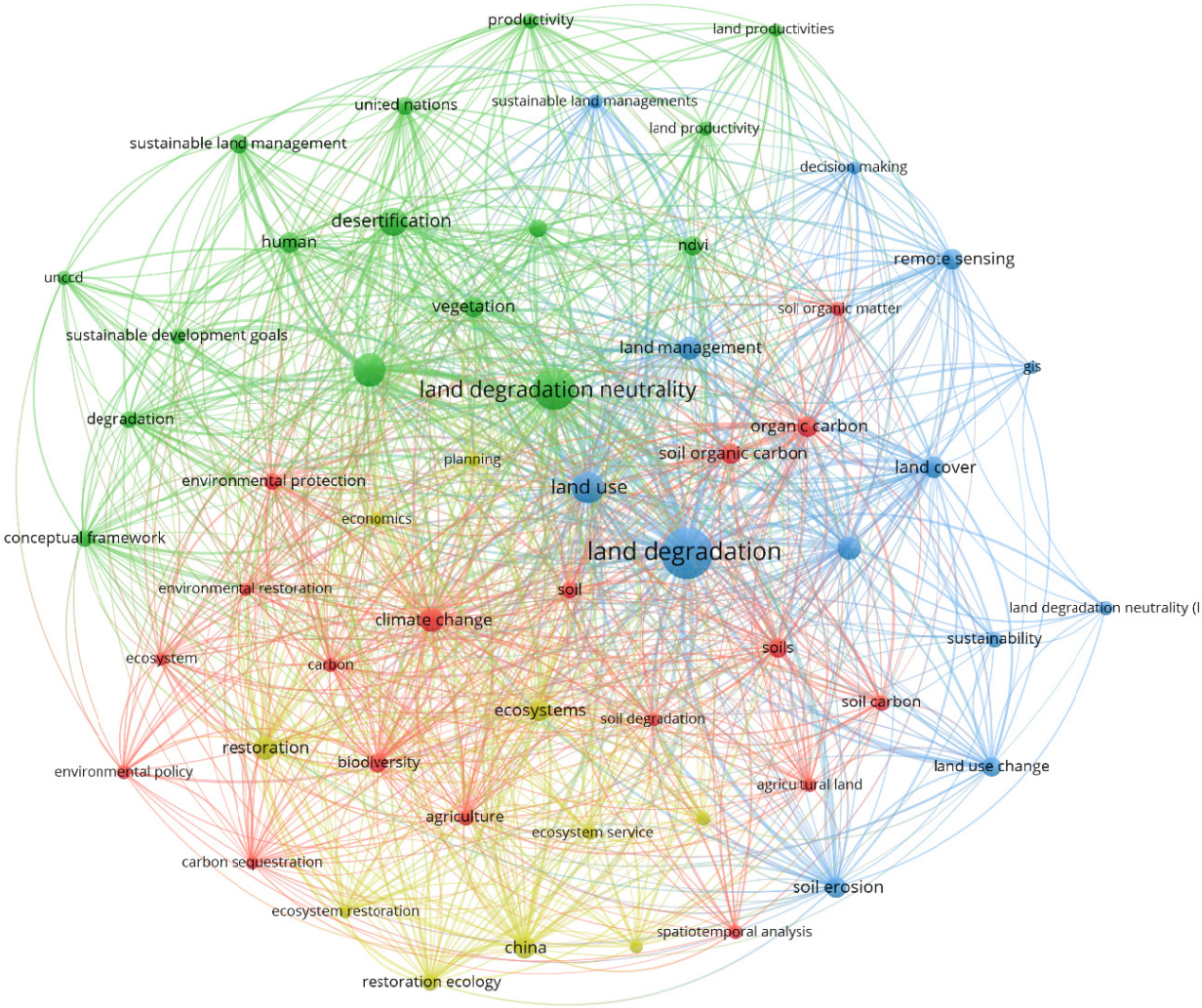


Рис. 6. Бібліографічна карта найбільш уживаних термінів у публікаціях із питань нейтральної деградації земель у світі, 2015–2023 рр.

Джерело: розроблено на основі даних бази Scopus за допомогою VOSviewer.

лення довкілля (35), органічний вуглець (54), ґрунт+ґрунти (51+51), ґрунтовий вуглець (41), деградація ґрунтів (42), ґрунтовий органічний вуглець (49), органічна речовина ґрунту (40), просторово-часовий аналіз (38); характеризується дослідженнями щодо органічного вуглецю ґрунту в контексті зміни клімату й охорони довкілля;

- **кластер 2** (зелений) включає 16 ключових слів: концептуальна основа/фреймворк (41), деградація (43), опустелювання (52), моніторинг довкілля (49), людський (49), нейтральна деградація земель (55), продуктивність земель (74), NDVI (43), продуктивність (41), сталий розвиток (56), цілі сталого розвитку (40), стале управління землями (38), UNCCD (34), Організація Об'єднаних Націй (46), вегетація (48); концентрується на дослідженні продуктивності земель і нейтральної деградації земель, опустелювання в контексті сталого розвитку;
- **кластер 3** (синій) включає 13 ключових слів: ухвалення рішень (33), ГІС (29), земельний покрив (52), деградація земель (56), нейтральна деградація земель (21), управління землями (50), землекористування (56), зміна землекористування (44), дистанційне зондування (44), ерозія ґрунтів (47), сталість (33), ціль сталого розвитку (51), стале управління землями (38); спрямований на вивчення деградації земель, землекористування, земельного покриву та управління (зокрема стале) землями;
- **кластер 4** (жовтий) включає 10 ключових слів: Китай (49), економіка (44), відновлення екосистеми (40), екосистемна послуга+послуги (45+42), екосистеми (53), планування (44), відновлення (53), екологічне відновлення (45), збереження ґрунтів (40); фокусується на ви-

вченні питань екосистемних послуг, екологічних та економічних аспектах відновлення екосистем.

Хронологічна візуалізація вказує на те, що в останні роки вчені найбільш інтенсивно використовували такі терміни, як цілі сталого розвитку, планування, екосистемні послуги. Водночас раніше більш інтенсивно використовували такі терміни: деградація, зміни клімату, відновлення, деградація земель, органічний вуглець тощо.

З'ясовано, що до числа 15 найбільш інтенсивно використовуваних ключових слів у проаналізованих публікаціях належать: деградація земель (139 од.), нейтральна деградація земель (94 од.), сталий розвиток (62 од.), землекористування (54 од.), опустелювання (45 од.), зміни клімату (32 од.), цілі сталого розвитку (29 од.), відновлення (29 од.), управління землями (28 од.), земельний покрив (26 од.), органічний ґрунтовий вуглець (26 од.), дистанційне зондування (24 од.), екосистеми (24 од.), органічний вуглець (23 од.), ерозія ґрунту (22 од.). Отже, це вказує на те, що нейтральна деградація земель тісно пов'язана зі сталим розвитком, змінами клімату та управлінням землекористування.

Результати аналізу п'яти найбільш цитованих у світі, згідно з базою Scopus, публікацій 2023-го року, що містять у назві, анотації чи ключових словах термін "land degradation neutrality" (*табл. 1*), свідчать, що ці дослідження присвячено переважно питанням прогресу в досягненні нейтральної деградації земель як однієї із Цілей сталого розвитку на різних рівнях управління з домінуванням наддержавного (як-то Європейський Союз) та національного рівнів.

Із прискоренням урбанізації та індустріалізації вуглецева нейтральність і викиди вуглекислого газу стали загальними цілями сталого розвитку в усьому світі. На основі кластерного аналізу метаданих 1615 публікацій із бази Web of Science вчені виділили три напрями поточних досліджень: викиди вуглецю, пов'язані з енергетикою, викиди метану та енергетична біомаса. Майбутні тенденції в цій галузі включають кумулятивні викиди вуглецю, сектор житлового будівництва, вимірювання викидів метану, внесення азотних добрив, нейтральність деградації земель та супутникове вимірювання метану [21]. Отже, у цьому випадку дослідники розглядають нейтральну деградацію земель у контексті застосування азотних добрив для сільськогосподарських культур відповідно до умов різних регіонів.

У контексті післявоєнної відбудови корисним є висновок групи китайських дослідників про те, що проєкти відновлення екосистем (далі — ПВЕ) сприяють забезпеченню нейт-

Таблиця 1

Найбільш цитовані у світі публікації 2023-го року щодо нейтральної деградації земель

№	Назва публікації	Автори	Джерело (журнал)	Cite-Score 2023	Кількість цитат
1	Глобальна оцінка вуглецевої нейтральності та пікових викидів вуглекислого газу: поточні виклики та перспективи на майбутнє	Yang S., Yang D., Shi W. та ін.	Environmental Science and Pollution Research	8,7	79
2	Чи приносять корегування адаптивної політики супутні переваги екосистемі, сільському господарству та економіці в зусиллях щодо нейтральності деградації землі? Докази з південно-східного узбережжя Китаю	Jiang C., Wang Y., Yang Z., Zhao Y.	Environmental Monitoring and Assessment	4,7	56
3	Оцінка змін водоохоронного потенціалу під впливом нейтралізації наслідків деградації земель на типовому водозбірному басейні басейну Жовтої річки, Китай	Zuo D., Chen G., Wang G. та ін.	Ecological Indicators	11,8	33
4	Оцінка деградації земель у Внутрішній Монголії між 2000 і 2020 роками на основі даних дистанційного зондування	Zhao L., Jia K., Liu X., Li J., Xia M.	Geography and Sustainability	16,7	29
5	Оцінка показника 15.3.1 Цілі сталого розвитку ООН щодо деградації земель у Європейському Союзі	Schillaci C., Jones A., Vieira D., Munafò M., Montanarella L.	Land Degradation and Development	7,7	28

Джерело: складено на основі даних бази Scopus і джерел [21–25].

ральності до деградації земель. На прикладі відновлення земель на південному сході Китаю вони встановили, що ПВЕ, які перетворювали орні землі на ліси та пасовища, сприяли відновленню рослинності, зменшенню ерозії ґрунтів і посиленню поглинання вуглецю. Однак втрата орних земель спочатку призводила до зниження врожайності зернових. Корегування політики та покращення зусиль з відновлення екосистем і умов сільськогосподарського виробництва сприяли поліпшенню продовольчої безпеки та збільшенню потенціалу сільськогосподарського виробництва. Ефективна політика та сприятливе залучення мешканців прискорили перехід від сільського господарства, орієнтованого на виробництво зерна, до диверсифікованих галузей промисловості, а отже, і до зростання економічного виробництва, доходів і чисельності населення. Успіх соціально-економічного розвитку продемонстрував, що ця стратегія може досягти бажаних екологічних, сільськогосподарських та економічних цілей [22]. Отже, висновки цієї роботи можуть бути застосовні до післявоєнного відновлення земель для формування та реалізації інноваційних практик сталого управління аграрним природокористуванням з урахуванням конкретних екологічних, соціально-економічних й інших умов під час формування політики "зеленої" відбудови.

Інша група китайських дослідників, вивчивши результати широкомасштабної реалізації проєкту "Зерно заради зеленого" (англ. *Grain for Green Project*) як основну зону екологічного відновлення, встановила, що лісовідновлювальне будівництво сприяло досягненню нейтральності деградації земель, а також покращенню водозберігального потенціалу [23]. Результати цього дослідження свідчать, що трансформація сільськогосподарських угідь у лісові (заліснення) є ефективною альтернативою для досягнення нейтральності деградації землі, підвищення потенціалу збереження води та сприяння сталому розвитку в довгостроковій перспективі, що також варто враховувати під час проєктування післявоєнного відновлення земель і землекористування.

Зазначений вище висновок також підтверджують результати комплексної оцінки ситуації з деградацією земель після реалізації екологічних програм у Внутрішній Монголії, як типовому посушливому регіоні на півночі Китаю. Установлено, що чиста частка відновлення земель у різних регіонах екологічних проєктів і в цілому в регіоні продовжує зростати. Програма "Зерно заради зеленого" мала найбільшу частку чистої рекультивації земель, тоді як Програма природно-заповідного фонду мала найнижчу частку з 2000 до 2020 року. Загалом, Внутрішня Монголія досягла статистично нульового зростання деградації земель під управлінням програм екологічного відновлення [24]. Отже, під час проєктування та реалізації системи післявоєнного відновлення земель і землекористування слід забезпечити обґрунтоване планування, належний моніторинг і своєчасну оцінку програм і проєктів екологічного відновлення, що сприятиме підтримці в досягненні цілі сталого розвитку щодо нейтральної деградації земель.

Моніторинг прогресу в напрямі нейтральності деградації земель потребує застосування комплексу індикаторів. Зосередившись на частці деградованих земель у загальній площі земель для Європейського Союзу, провідні європейські вчені оцінили вплив альтернативних наборів даних із різною просторовою роздільною здатністю та релевантних для політики джерел даних для земельного покриву та запасів органічного вуглецю в ґрунті (SOC). Згідно з шістьма сценаріями, наданими в роботі [25], деградація землі в ЄС коливається від 11,1 до 23,3%, площа стабільного стану від 27 до 77,5%, тоді як умови покращення зафіксовано на площі від 4,9 до 60,0% землі. Водночас інтеграція з комбінованим показником деградації земель (ерозія ґрунту >10 т/га за рік та вміст SOC <1%) дозволила виявити ще 50% деградованих земель і показати, що значна частина території ЄС потребує заходів з відновлення [25]. Досягнення щодо нейтральної деградації земель, оцінені на національному рівні, мають бути перевірені на рівні ландшафту, а "гарячі точки" деградації земель потрібно відновлювати за допомогою комплексного планування землекористування. Отже, слід погодитися з тим, що потрібні постійні зусилля для комплексної оцінки різних видів деградації земель і кількісної оцінки зв'язків між деградацією та зменшенням екосистемних послуг. Потрібні подальші дослідження щодо розробки та застосування додаткових показників, здатних точніше визначати загальну частку деградованих земель і давати краще уявлення про масштаби деградації земель за певний період на різних рівнях управління.

ВИСНОВКИ

У роботі висвітлено результати теоретичного аналізу тенденцій, сучасного стану та бібліометричного ландшафту публікаційної активності щодо нейтральної деградації земель у світі на основі бази Scopus. Установлено, що за збереження зафіксованих середньорічних темпів зростання публікаційної активності прогнозна щорічна продуктивність за цим напрямом досліджень у світі у 2025 р. перебуватиме на

рівні 83 документів, у тому числі 28 робіт безпосередньо щодо нейтральної деградації земель. Дослідження з аналізованої тематики сконцентровані переважно в розвинутих країнах. Аналіз міжкраїнової співпраці дав змогу ідентифікувати чотири кластери: 1) Ефіопія, Франція, Кенія, Ліван, Нідерланди, Португалія та Велика Британія; 2) Індія, Ізраїль, Японія, Південна Африка, Південна Корея, Туреччина; 3) Австралія, Китай, Німеччина, Іран, Іспанія; 4) Аргентина, Італія, Швейцарія, США. До теперішнього часу Україна перебуває за межами цих кластерів, що свідчить про необхідність активізації міжнародної співпраці у сфері досліджень нейтральної деградації земель. Пріоритетними для налагодження співпраці вважаємо європейські установи, що входять до десятки провідних організацій світу за публікаційною активністю та/або за фінансуванням досліджень із нейтральної деградації земель. Ідентифіковані основні напрями досліджень за кожним із чотирьох кластерів на основі найуживаніших термінів можуть бути корисними для розвитку українськими вченими цих напрямів як пріоритетних. В аспекті оцінювання деградації земель унаслідок війни важливими є перші два кластери, а з позиції післявоєнного відновлення — останні два кластери. Перспективними напрямами досліджень визначено такі: оцінювання тенденцій і сучасного стану досягнення нейтральної деградації земель у світі загалом і в Україні зокрема; розроблення пропозицій щодо уточнення цілей досягнення нейтральної деградації земель в Україні з урахуванням впливу бойових дій.

Подяка. Публікація містить окремі результати досліджень, проведених у рамках НДР "Стратегія й інноваційні технології переробки органічних відходів тваринництва в контексті забезпечення нейтральної деградації земель: від лінійної до циркулярної економіки" (ДР № 0122U001484) та "Економіка деградації земель унаслідок війни та їх повоєнного відновлення: інноваційні практики сталого управління аграрним природокористуванням" (ДР № 0124U000518).

ЛІТЕРАТУРА

1. Land degradation Neutrality. The Food and Agriculture Organization of the United Nations. URL: https://www.fao.org/platforms/green-agriculture/areas-of-work/natural-resources-biodiversity-green-production/land-degradation-neutrality/en (accessed: 01.10.2024).
2. Feng S., Zhao W., Zhan T., Yan Y., Pereira P. Land degradation neutrality: a review of progress and perspectives. *Ecological Indicators*. 2022. Vol. 144. 109530. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.109530
3. Кучер А. Методика оцінювання збитків, завданих збройною агресією земельному фонду та ґрунтам: проблеми та напрями вдосконалення. *Journal of Innovations and Sustainability*. 2022. Vol. 6, No. 2. 10. DOI: https://doi.org/10.51599/is.2022.06.02.10
4. Балюк С.А., Кучер А.В., Солоха М.О., Соловей В.Б., Смірнова К.Б., Момот Г.Ф., Левін А.Я. Вплив збройної агресії та воєнних дій на сучасний стан ґрунтового покриву, оцінка шкоди та збитків, заходи з відновлення: наук. доп. Харків: ФОП Бровін О.В., 2022. 102 с. DOI: https://doi.org/10.13140/RG.2.2.15740.41608
5. Стан і завдання наукового забезпечення управління ґрунтовими ресурсами на етапі збройної агресії та післявоєнного відновлення: моногр.; за ред. С.А. Балюка, А.В. Кучера. Київ: Аграрна наука, 2023. 168 с. DOI: https://doi.org/10.31073/978-966-540-590-0
6. Ґрунтовий покрив України в умовах воєнних дій: стан, виклики, заходи з відновлення: моногр; за ред. С.А. Балюка, А.В. Кучера, М.І. Ромащенка. Київ: Аграрна наука, 2024. 340 с. DOI: https://doi.org/10.31073/978-966-540-612-9
7. Концептуальні підходи до відновлення ґрунтів, що постраждали від збройної агресії: моногр.; за ред. С.А. Балюка, А.В. Кучера, І.В. Пліско. Київ: Аграрна наука, 2024. 216 с. DOI: https://doi.org/10.31073/978-966-540-604-4
8. Балюк С.А., Кучер А.В., Солоха М.О., Соловей В.Б. Оцінювання впливу збройної агресії рф на ґрунтовий покрив України. *Український географічний журнал*. 2024. № 1. С. 7–18. DOI: https://doi.org/10.15407/ugz2024.01.007
9. Akhtar-Schuster M., Stringer L.C., Erlewein A., Metternicht G., Minelli S., Safriel U., Sommer S. Unpacking the concept of land degradation neutrality and addressing its operation through the Rio Conventions. *Journal of Environmental Management*. 2017. Vol. 195. P. 4–15. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.09.044
10. Cowie A.L., Orr B.J., Castillo Sanchez V.M., Chasek P., Crossman N.D., Erlewein A., ... Welton S. Land in balance: the scientific conceptual framework for land degradation neutrality. *Environmental Science and Policy*. 2018. Vol. 79. P. 25–35. DOI: https://doi.org/10.1016/j.envsci.2017.10.011
11. Stavi I., Lal R. Achieving zero net land degradation: challenges and opportunities. *Journal of Arid Environments*. 2015. Vol. 112 (PA). P. 44–51. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2014.01.016
12. Pacheco F.A.L., Sanches Fernandes L.F., Valle Junior R.F., Valera C.A., Pissarra T.C.T. Land degradation: multiple environmental consequences and routes to neutrality. *Current Opinion in Environmental Science and Health*. 2018. Vol. 5. P. 79–86. DOI: https://doi.org/10.1016/j.coesh.2018.07.002
13. Visser S., Keesstra S., Maas G., de Cleen M., Molenaar C. Soil as a basis to create enabling conditions for transitions towards sustainable land management as a key to achieve the SDGs by 2030. *Sustainability*. 2019. Vol. 11 (23). 6792. DOI: https://doi.org/10.3390/su11236792

14. Keesstra S., Mol G., de Leeuw J., Okx J., Molenaar C., de Cleen M., Visser S. Soil-related sustainable development goals: four concepts to make land degradation neutrality and restoration work. *Land*. 2018. Vol. 7 (4). 133. DOI: https://doi.org/10.3390/land7040133
15. Lal R., Bouma J., Brevik E., Dawson L., Field D.J., Glaser B., Hatano R., ... Zhang J. Soils and sustainable development goals of the United Nations: An International Union of Soil Sciences perspective. *Geoderma Regional*. 2021. Vol. 25. e00398. DOI: https://doi.org/10.1016/j.geodrs.2021.e00398
16. Chappell A., Webb N.P., Leys J.F., Waters C.M., Orgill S., Eyres M.J. Minimising soil organic carbon erosion by wind is critical for land degradation neutrality. *Environmental Science and Policy*. 2019. Vol. 93. P. 43–52. DOI: https://doi.org/10.1016/j.envsci.2018.12.020
17. Novara A., Cerda A., Barone E., Gristina L. Cover crop management and water conservation in vineyard and olive orchards. *Soil and Tillage Research*. 2021. Vol. 208. 104896. DOI: https://doi.org/10.1016/j.still.2020.104896
18. Luo Y., Lü Y., Fu B., Zhang Q., Li T., Hu W., Comber A. Half century change of interactions among ecosystem services driven by ecological restoration: quantification and policy implications at a watershed scale in the Chinese Loess Plateau. *Science of the Total Environment*. 2019. Vol. 651. P. 2546–2557. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.116
19. Балюк С.А., Кучер А.В., Максименко Н.В. Ґрунтові ресурси України: стан, проблеми і стратегія сталого управління. *Український географічний журнал*. 2021. Vol. 2. P. 3–11. DOI: https://doi.org/10.15407/ugz2021.02.003
20. Kussul N., Kolotii A., Shelestov A., Yailymov B., Lavreniuk M. Land degradation estimation from global and national satellite based datasets within UN program. *Proceedings of the 2017 9th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS)*. 2017. P. 383–386. Bucharest, Romania. DOI: https://doi.org/10.1109/IDAACS.2017.8095109
21. Yang S., Yang D., Shi W., Deng C., Chen C., Feng S. Global evaluation of carbon neutrality and peak carbon dioxide emissions: current challenges and future outlook. *Environmental Science and Pollution Research*. 2023. Vol. 30, Is. 34. P. 81725–81744. DOI: https://doi.org/10.1007/s11356-022-19764-0
22. Jiang C., Wang Y., Yang Z., Zhao Y. Do adaptive policy adjustments deliver ecosystem-agriculture-economy co-benefits in land degradation neutrality efforts? Evidence from southeast coast of China. *Environmental Monitoring and Assessment*. 2023. Vol. 195(10). 1215. DOI: https://doi.org/10.1007/s10661-023-11821-6
23. Zuo D., Chen G., Wang G., Xu Z., Han Y., Peng D., Pang B., ... Yang H. Assessment of changes in water conservation capacity under land degradation neutrality effects in a typical watershed of Yellow River Basin, China. *Ecological Indicators*. 2023. Vol. 148. 110145. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.110145
24. Zhao L., Jia K., Liu X., Li J., Xia M. Assessment of land degradation in Inner Mongolia between 2000 and 2020 based on remote sensing data. *Geography and Sustainability*. 2023. Vol. 4, Is. 2. P. 100–111. DOI: https://doi.org/10.1016/j.geosus.2023.01.003
25. 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 and Development*. 2023. Vol. 34 (1). P. 250–268. DOI: https://doi.org/10.1002/ldr.4457

LAND DEGRADATION NEUTRALITY: THE BIBLIOMETRIC LANDSCAPE

Kucher A.
Doctor of Economic Sciences, Senior Researcher
Lviv Polytechnic National University (Lviv, Ukraine)
NSC "Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O.N. Sokolovsky" (Kharkiv, Ukraine)
e-mail: anatolii.v.kucher@lpnu.ua; ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5219-3404

Vasylenko S.
Postgraduate student
State Biotechnological University (Kharkiv, Ukraine)
e-mail: vasylenkosyu@ukr.net; ORCID: https://orcid.org/0009-0007-8749-9439

Ivaniuk U.
Candidate of Economic Sciences, Associate Professor
Lviv Polytechnic National University (Lviv, Ukraine)
e-mail: uliana.v.ivaniuk@lpnu.ua; ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8845-9120

The article highlights the results of theoretical analysis of trends, current status and bibliometric landscape of publication activity in the field of land degradation neutrality in the world based on the Scopus database. It has been established that if the current average annual growth rate of publication activity is maintained, the projected annual productivity in this area of research in the world in 2025 will be at the level of 83 documents, including 28 papers directly related to land degradation neutrality. Research on the analysed topic is concentrated mainly in developed countries (China, India, Germany, Australia, Italy). The clustering of inter-country cooperation allowed to identify four clusters: 1) Ethiopia, France, Kenya, Lebanon, the Netherlands, Portugal and the United Kingdom; 2) India, Israel, Japan, South Africa, South Korea, Turkey; 3) Australia, China, Germany, Iran,

Spain; 4) Argentina, Italy, Switzerland, and the United States. To date, Ukraine is outside these clusters, which indicates the need to intensify international cooperation in the field of land degradation neutrality research. We consider the European institutions that are among the top 10 organisations in the world in terms of publication activity and/or funding of research on land degradation neutrality to be the priority for establishing cooperation. Four clusters of keywords have been identified and characterised, reflecting the main areas of research in the world: 1) soil organic carbon sequestration in the context of climate change and environmental protection; 2) land productivity and land degradation neutrality, desertification in the context of sustainable development; 3) land degradation, land use, land cover and land management (including sustainable land management); 4) ecosystem services, environmental and economic aspects of ecosystem restoration. The identified main areas of research in each of the four clusters, based on the most commonly used terms, may be useful for Ukrainian scientists to develop these areas as priorities. The first two clusters are important in terms of assessing land degradation as a result of war, and the last two clusters are important in terms of post-war restoration.

Keywords: *climate change, land use economics, sustainable land management, bibliometric analysis.*

REFERENCES

1. Land degradation Neutrality (n.d.). The Food and Agriculture Organization of the United Nations. URL: https://www.fao.org/platforms/green-agriculture/areas-of-work/natural-resources-biodiversity-green-production/land-degradation-neutrality/en [in English].
2. Feng, S., Zhao, W., Zhan, T., Yan, Y., & Pereira, P. (2022). Land degradation neutrality: a review of progress and perspectives. *Ecological Indicators, 144*, 109530. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.109530 [in English].
3. Kucher, A. (2022). Metodyka otsiniuvannia zbytkiv, zavdanykh zbroinoiu ahresiieiu zemelnomu fondu ta gruntam: problemy ta napriamy vdoskonalennia [Methodology for assessing damages and losses caused by the armed aggression to the land fund and soils: problems and directions of improvement]. *Journal of Innovations and Sustainability, 6 (2)*, 10. DOI: https://doi.org/10.51599/is.2022.06.02.10 [in Ukrainian].
4. Baliuk, S.A., Kucher, A.V., Solokha, M.O., Solovei, V.B., Smirnova, K.B., Momot, H.F., & Levin, A.Ya. (2022). *Vplyv zbroinoi ahresii ta voiennykh dii na suchasnyi stan gruntovoho pokryvu, otsinka shkody ta zbytkiv, zakhody z vidnovlennia: nauk. dop. [Impact of armed aggression and hostilities on the current state of the soil cover, assessment of damage and losses, restoration measures: scientific report].* Kharkiv: FOP Brovin O.V. DOI: https://doi.org/10.13140/RG.2.2.15740.41608 [in Ukrainian].
5. Baliuk, S.A., & Kucher, A.V. (Eds.) (2023). *Stan i zavdannia naukovoho zabezpechennia upravlinnia gruntovymy resursamy na etapi zbroinoi ahresii ta pisliavoiennoho vidnovlennia: monohrafiia [State and tasks of scientific support for soil resource management at the stage of armed aggression and post-war reconstruction: monograph].* Kyiv: Ahrarna nauka. DOI: https://doi.org/10.31073/978-966-540-590-0 [in Ukrainian].
6. Baliuk, S.A., Kucher, A.V., & Romashchenko, M.I. (Eds.). (2024). *Gruntovyi pokryv Ukrainy v umovakh voiennykh dii: stan, vyklyky, zakhody z vidnovlennia: monohrafiia [Soil cover of Ukraine in the conditions of hostilities: state, challenges, activities for soil restoration: monograph].* Kyiv: Ahrarna nauka. DOI: https://doi.org/10.31073/978-966-540-612-9 [in Ukrainian].
7. Baliuk, S.A., Kucher, A.V., & Plisko, I.V. (Eds.). (2024). *Kontseptualni pidkhody do vidnovlennia gruntiv, shcho postrazhdaly vid zbroinoi ahresii: monohrafiia [Conceptual approaches to the restoration of soils damaged by the armed aggression: monograph].* Kyiv: Ahrarna nauka. DOI: https://doi.org/10.31073/978-966-540-604-4 [in Ukrainian].
8. Baliuk, S.A., Kucher, A.V., Solokha, M.O., & Solovei, V.B. (2024). Otsiniuvannia vplyvu zbroinoi ahresii rf na gruntovyi pokryv Ukrainy [Assessment of the impact of armed aggression of the rf on the soil cover of Ukraine]. *Ukrainskyi heohrafichnyi zhurnal — Ukrainian Geographical Journal, 1*, 7–18. DOI: https://doi.org/10.15407/ugz2024.01.007 [in Ukrainian].
9. Akhtar-Schuster, M., Stringer, L.C., Erlewein, A., Metternicht, G., Minelli, S., Safriel, U., & Sommer, S. (2017). Unpacking the concept of land degradation neutrality and addressing its operation through the Rio Conventions. *Journal of Environmental Management, 195*, 4–15. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.09.044 [in English].
10. Cowie, A.L., Orr, B.J., Castillo Sanchez, V.M., Chasek, P., Crossman, N.D., Erlewein, A., ... & Welton, S. (2018). Land in balance: the scientific conceptual framework for land degradation neutrality. *Environmental Science and Policy, 79*, 25–35. DOI: https://doi.org/10.1016/j.envsci.2017.10.011 [in English].
11. Stavi, I., & Lal, R. (2015). Achieving zero net land degradation: challenges and opportunities. *Journal of Arid Environments, 112 (PA)*, 44–51. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2014.01.016 [in English].
12. Pacheco, F.A.L., Sanches Fernandes, L.F., Valle Junior, R.F., Valera, C.A., & Pissarra, T.C.T. (2018). Land degradation: multiple environmental consequences and routes to neutrality. *Current Opinion in Environmental Science and Health, 5*, 79–86. DOI: https://doi.org/10.1016/j.coesh.2018.07.002 [in English].
13. Visser, S., Keesstra, S., Maas, G., de Cleen, M., & Molenaar, C. (2019). Soil as a basis to create enabling conditions for transitions towards sustainable land management as a key to achieve the SDGs by 2030. *Sustainability, 11 (23)*, 6792. DOI: https://doi.org/10.3390/su11236792 [in English].
14. Keesstra, S., Mol, G., de Leeuw, J., Okx, J., Molenaar, C., de Cleen, M., & Visser, S. (2018). Soil-related sustainable development goals: four concepts to make land degradation neutrality and restoration work. *Land, 7 (4)*, 133. DOI: https://doi.org/10.3390/land7040133 [in English].
15. Lal, R., Bouma, J., Brevik, E., Dawson, L., Field, D.J., Glaser, B., Hatano, R., ... & Zhang, J. (2021). Soils and sustainable development goals of the United Nations: an international union of soil sciences perspective. *Geoderma*

Regional, 25, e00398. DOI: https://doi.org/10.1016/j.geodrs.2021.e00398 [in English].
16. Chappell, A., Webb, N.P., Leys, J.F., Waters, C.M., Orgill, S., & Eyres, M.J. (2019). Minimising soil organic carbon erosion by wind is critical for land degradation neutrality. *Environmental Science and Policy, 93*, 43–52. DOI: https://doi.org/10.1016/j.envsci.2018.12.020 [in English].
17. Novara, A., Cerda, A., Barone, E., & Gristina, L. (2021). Cover crop management and water conservation in vineyard and olive orchards. *Soil and Tillage Research, 208*, 104896. DOI: https://doi.org/10.1016/j.still.2020.104896 [in English].
18. Luo, Y., Lü, Y., Fu, B., Zhang, Q., Li, T., Hu, W., & Comber, A. (2019). Half century change of interactions among ecosystem services driven by ecological restoration: quantification and policy implications at a watershed scale in the Chinese Loess Plateau. *Science of the Total Environment, 651*, 2546–2557. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.116 [in English].
19. Baliuk, S.A., Kucher, A.V., & Maksymenko, N.V. (2021). Gruntovi resursy Ukrainy: stan, problemy i stratehiia staloho upravlinnia [Soil resources of Ukraine: state, problems and strategy of sustainable management]. *Ukrainskyi heohrafichnyi zhurnal — Ukrainian Geographical Journal, 2*, 3–11. DOI: https://doi.org/10.15407/ugz2021.02.003 [in Ukrainian].
20. Kussul, N., Kolotii, A., Shelestov, A., Yailymov, B., & Lavreniuk, M. (2017). Land degradation estimation from global and national satellite based datasets within UN program. *Proceedings of the 2017 9th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS)*, (pp. 383–386). Bucharest, Romania. DOI: https://doi.org/10.1109/IDAACS.2017.8095109 [in English].
21. Yang, S., Yang, D., Shi, W., Deng, C., Chen, C., & Feng, S. (2023). Global evaluation of carbon neutrality and peak carbon dioxide emissions: current challenges and future outlook. *Environmental Science and Pollution Research, 30 (34)*, 81725–81744. DOI: https://doi.org/10.1007/s11356-022-19764-0 [in English].
22. Jiang, C., Wang, Y., Yang, Z., & Zhao, Y. (2023). Do adaptive policy adjustments deliver ecosystem-agriculture-economy co-benefits in land degradation neutrality efforts? Evidence from southeast coast of China. *Environmental Monitoring and Assessment, 195 (10)*, 1215. DOI: https://doi.org/10.1007/s10661-023-11821-6 [in English].
23. Zuo, D., Chen, G., Wang, G., Xu, Z., Han, Y., Peng, D., Pang, B., ... & Yang, H. (2023). Assessment of changes in water conservation capacity under land degradation neutrality effects in a typical watershed of Yellow River Basin, China. *Ecological Indicators, 148*, 110145. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.110145 [in English].
24. Zhao, L., Jia, K., Liu, X., Li, J., & Xia, M. (2023). Assessment of land degradation in Inner Mongolia between 2000 and 2020 based on remote sensing data. *Geography and Sustainability, 4 (2)*, 100–111. DOI: https://doi.org/10.1016/j.geosus.2023.01.003 [in English].
25. Schillaci, C., Jones, A., Vieira, D., Munafò, M., & Montanarella, L. (2023). Evaluation of the United Nations Sustainable Development Goal 15.3.1 indicator of land degradation in the European Union. *Land Degradation and Development, 34 (1)*, 250–268. DOI: https://doi.org/10.1002/ldr.4457 [in English].

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

КУЧЕР Анатолій Васильович, доктор економічних наук, старший дослідник, Національний університет “Львівська політехніка” (вул. С. Бандери, 12, м. Львів, Україна, 79012); Національний науковий центр “Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського” (вул. Чайковська, 4, м. Харків, Україна, 61024; e-mail: anatolii.v.kucher@lpnu.ua; ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5219-3404).

ВАСИЛЕНКО Сергій Юрійович, аспірант, Державний біотехнологічний університет (вул. Алчевських, 44, м. Харків, Україна, 61002; e-mail: vasylenkosyu@ukr.net; ORCID: https://orcid.org/0009-0007-8749-9439).

ІВАНЮК Уляна Володимирівна, кандидат економічних наук, доцент, Національний університет “Львівська політехніка” (вул. С. Бандери, 12, м. Львів, Україна, 79012; e-mail: uliana.v.ivaniuk@lpnu.ua; ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8845-9120).

УДК 338.43:664.1

DOI: 10.33730/2310-4678.4.2024.319397

ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ ВИРОБНИЦТВА АЛЬТЕРНАТИВНИХ ВИДІВ ПАЛИВА В УКРАЇНІ

А.В. Доронін
кандидат економічних наук, старший науковий співробітник
Національна академія аграрних наук України (м. Київ, Україна),
Інститут агроекології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)
e-mail: doronin_av@ukr.net; ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2106-6239

Для України біоенергетика є ключовим напрямом у розвитку відновлюваної енергетики, особливо в умовах залежності від імпортних енергоносіїв, таких як природний газ, нафта та кам'яне вугілля. У країні існує значний потенціал біомаси, що ще не використовується для виробництва пального. Вітчизняна біопаливна галузь забезпечує виробництво біогазу, біоетанолу та "зеленої" електроенергії, проте кожен із цих видів палива розвинений різною мірою. Величезний потенціал відновлюваної енергетики, яким володіє Україна, ще недостатньо використовується. Порівняно з країнами Євросоюзу Україна лише наближається до повного освоєння цих ресурсів.

Ключові слова: *біоенергетичні культури, екологія, біопаливо, біоетанол, біогаз, ефективність, альтернативна енергетика.*

ВСТУП

Провідні країни світу усвідомили необхідність активного впровадження альтернативних джерел енергії, зважаючи на глобальні кліматичні зміни та значну екологічну шкоду, спричинену тривалим використанням невідновлюваних вуглеводневих ресурсів. Крім того, енергетична криза загострюється з кожним роком через постійне виснаження традиційних джерел енергії, що стимулює людство дедалі більше зосереджувати увагу на розвитку відновлюваної енергетики.

Хоча біоенергетика не здатна повністю замінити традиційні джерела енергії, її розвиток може суттєво знизити споживання викопного палива. В Україні частка біоенергетики в загальному енергетичному балансі значно нижча порівняно з країнами ЄС: якщо в ЄС вона становить 18–20%, то в Україні цей показник — близько 5%. Проте за умови належного розвитку "зелена" енергетика має потенціал повністю забезпечити потреби населення.

Завдяки унікальному клімату та природним ресурсам біомаса в Україні має значні ринкові перспективи, що сприятиме зміцненню енергетичної безпеки, забезпеченню енергоресурсами та досягненню екологічних цілей країни.

Метою дослідження є обґрунтування практичних рекомендацій щодо підвищення ефективності виробництва альтернативних видів палива з сільськогосподарської продукції та розроблення шляхів забезпечення стабільного розвитку ринку альтернативного палива в Україні.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Вивченням актуальних питань виробництва біопалива в Україні займаються такі вчені, як Г. Калетнік, М. Коденська, М. Роїк, В. Сінченко, О. Ганженко, П. Саблук, О. Шпичак, В. Бондарь, А. Фурса та ін. Однак потребує подальшого вивчення питання інноваційних підходів до виробництва біопалива.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

У процесі написання статті застосовано методи системного аналізу та логічного узагальнення для дослідження перспектив виробництва біопалива; порівняльний аналіз — для обробки статистичної інформації; розрахунково-конструктивний метод — для визначення показників економічної ефективності виробництва альтернативних видів палива; монографічний метод — для обґрунтування необхідності диверсифікації продукції галузі; методи індукції та дедукції — для узагальнення результатів дослідження; абстрактно-логічний метод — для формулювання висновків і пропозицій.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Україна щороку витрачає значні кошти на закупівлю нафтопродуктів, природного газу та вугілля. Зокрема, у 2020 році нафтопродукти було закуплено на суму 3,806 млрд дол. США, природний газ — на 1,948 млрд дол. США, вугілля — на 1,786 млрд дол. США. Слід зазначити, що споживання природного газу в

2020 р. становило понад 28 млрд куб. м, з яких 15,9 млрд куб. м було імпортовано. При цьому енергетичний потенціал України для заміщення природного газу оцінюється майже в 37 млрд куб. м, з яких 20 млрд куб. м припадає на енергетичні культури, 9,3 млрд куб. м — на відходи сільського господарства та 7,8 млрд куб. м — на біометан [1].

Враховуючи сучасну енергетичну та екологічну ситуацію в Україні, необхідно активно впроваджувати біоенергетичні технології та використовувати всі види біопалива: тверде, рідке, газове. Однак це має відбуватися з урахуванням принципів сталого розвитку та необхідності збереження біорізноманіття країни.

Наразі основним джерелом енергії в Україні є лісова біомаса, хоча аграрний потенціал країни значно більший. За даними Біоенергетичної асоціації України (англ. Bioenergy Association of Ukraine, UABio), аграрна біомаса може становити до 76% від усієї біомаси, потенційно доступної для використання до 2050 року. Окрім деревних культур, значну роль відіграють такі культури, як міскантус, прутоподібне просо, кукурудза, сорго, а також цукрові та кормові буряки. Ці джерела здатні забезпечити до 23 млн тонн умовного палива. При цьому на частку соломи та відходів рослинництва припадає 44%, а багаторічні насадження дають 32%. Прогнозується, що до 2050 року можна досягти повного переходу на відновлювані джерела енергії (ВДЕ) для виробництва електрики та тепла [2].

Перехід на відновлювані джерела енергії є найбільш вигідним як з економічної, так і з екологічної точки зору (*рис. 1*) [2].

Згідно з даними Міжнародного енергетичного агентства (МЕА; англ. International Energy Agency, IEA), для того, щоб запобігти підвищенню глобальної температури більш ніж на 2°C, до 2050 року необхідно знизити викиди CO_2. Це можна досягти шляхом підвищення енергоефективності на 40% та збільшення частки відновлюваних джерел енергії до 30% [3].

Такий підхід до енергетичного планування вже впроваджено в Австрії. Кілька країн наблизилося до досягнення 100% використання відновлюваних джерел енергії, серед яких Ісландія, Парагвай, Коста-Ріка, Норвегія, Нікарагуа та Шотландія. Багато інших держав уже активно рухається в цьому напрямку: 53 країни мають перед собою мету — перехід на 100% ВДЕ в окремих секторах, здебільшого у виробництві електроенергії. Швеція та Данія вже затвердили офіційні енергетичні стратегії, які передбачають повний перехід на ВДЕ в усіх секторах до 2050 року.

Слід підкреслити, що це завдання є надзвичайно складним для України. Проте стратегічно воно є правильним, і рухатися в цьому напрямку необхідно. Питання полягає в тому, якими будуть темпи цього процесу і за рахунок яких ресурсів це буде досягнуто. Біоенергетичне паливо залишається дешевшим та екологічним порівняно з традиційними видами палива.

Розвиток біоенергетики сприятиме заміщенню природного газу, зменшенню імпортозалежності та зміцненню економіки України. Енергія біомаси є одним з найперспективніших відновлюваних джерел енергії. Завдяки потужному аграрному сектору та високому потенціалу його розвитку біоенергетика стає критично важливим напрямом для нашої країни.

Біоенергетика розвивається в кількох основних напрямах: виробництво електроенергії, теплової енергії, заміщення природного газу,

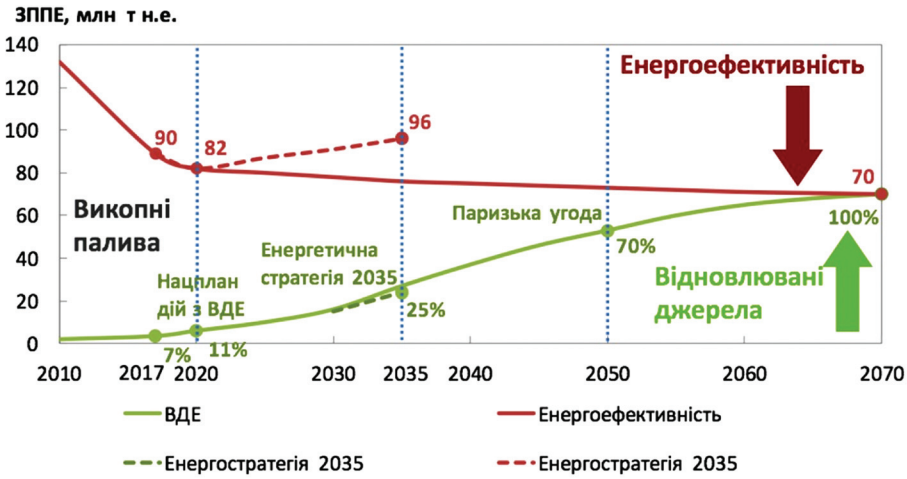


Рис. 1. Концепція переходу України на відновлювані джерела енергії

Примітка: ЗППЕ — загальне постачання первинної енергії.

а також виробництво рідких і твердих видів пального та біогазу (*табл. 1*).

Для стимулювання виробництва електричної енергії з біомаси та біогазу в Україні існують два механізми: "зелений тариф" і система аукціонів. "Зелений тариф" вже встановлений і гарантований державою до 2030 року.

Вітчизняна біопаливна індустрія пропонує біоетанол, біогаз та "зелену" електроенергію. Кожен із цих видів біологічного палива вже досяг певного рівня розвитку. Однак значний потенціал альтернативної енергетики, яким володіє Україна, досі не використовується повною мірою. Якщо порівняти з країнами Європейського Союзу, то наша країна тільки починає рухатися в напрямку ефективного впровадження цих технологій.

У всьому світі біоетанол із меляси виробляють на цукрових заводах, і розвинене в Україні буряківництво слугує універсальною базою для його виготовлення. Біоетанол можна виготовляти на переобладнаних спиртових і цукрових заводах. Сировиною для його виробництва можуть бути крохмаленосні культури, зокрема кукурудза та пшениця, продукція переробки яких використовується для харчування людей. У контексті глобальної проблеми нестачі продовольства виробництво біоетанолу з кукурудзи та пшениці є недоцільним. Натомість побічна продукція переробки цукрових буряків не використовується безпосередньо для харчування, що підтверджує доцільність її застосування у виробництві біоетанолу (*табл. 2*).

Сировиною для виробництва біоетанолу, окрім меляси та безпосередньо цукрових буряків, можуть слугувати продукти переробки цукрових буряків із високим вмістом цукру, зокрема зелена патока та сироп. Суттєво на

Таблиця 1

Напрями використання біомаси в Україні

Споживачі	Потреби	Види енергії, що виробляються		Технології та обладнання		Види палива
Індивідуальне теплопостачання	Опалення та гаряче водопостачання, приготування їжі	Теплова		Опалювальні печі, каміни, варочні плити	Котли	Дрова, брикети, пелети, тюкована солома
Централізоване теплопостачання	Опалення та гаряче водопостачання для потреб споживачів, виробництво електричної енергії	Теплова	Електрична (постачання до електромереж)	Котли різних типів за принципом спалювання (отримання теплової енергії)	Когенерація (ТЕЦ) —паровий цикл, органічний цикл Ренкіна	Дрова, деревна тріска, тирса, пелети, брикети, тюкована солома, органічна частина ТПВ
Промисловий сектор і сільське господарство	Опалення, технологічні потреби, виробництво електричної енергії	Теплова для опалення та технологічних потреб	Електрична (використання для виробничих потреб та постачання до електромереж)	Різних типів за принципом спалювання, сушарки, промислові печі, біогазові установки, газифікатори	Когенерація (ТЕЦ) на базі парових турбін або ДВЗ, виробництво лише електроенергії (ТЕС)	Дрова, деревна тріска, пелети, брикети, тюкована солома, відходи виробництва, біогаз, синтез-газ

Джерело: сформовано за даними [4].

Таблиця 2

Розрахунок виходу біоетанолу з різних видів сировини

Сировина	Вихід біоетанолу з 1 т продукції, т
Цукрові буряки (неочищений сік)	0,074–0,079
Меляса (переробка цукрових буряків на цукор)	0,222–0,237
Пшениця	0,237–0,311
Кукурудза	0,321–0,346

Джерело: сформовано за даними [5].

зменшення собівартості біоетанолу і, відповідно, підвищення його конкурентоспроможності впливає технологія виробництва. Технологія біоетанолу складається з двох етапів: виробництва етанолу-сирцю та подальшого зневоднення (дегідратації). Для дегідратації етилового спирту використовують азеотропну ректифікацію, адсорбцію на молекулярних ситах і випаровування через мембрану [5].

Біоетанол з найнижчою собівартістю отримують шляхом випаровування через мембрану, незалежно від виду сировини для переробки. Аналогічну залежність отримано й за виробництва біоетанолу з зеленої патоки, сиропу та меляси.

Найнижча собівартість біоетанолу була досягнута з меляси за всіх трьох технологій переробки.

Найбільший вихід біоетанолу з одиниці площі за відповідного рівня урожайності можна одержати з цукрових буряків. Водночас при переробці цукрових буряків на цукор отримуємо мелясу, залежно від якості якої вихід біоетанолу з 1 т може бути 0,222–0,237 т. Найбільший вихід біоетанолу маємо з 1 т кукурудзи — 0,321–0,346 т. При цьому середня собівартість виробництва біоетанолу, залежно від ціни сировини та технології переробки, становить: з цукрових буряків (неочищений сік) — 52000–60000 грн/т; меляси — 35600–39000 грн/т.

За умови, коли меляса не буде товаром і, відповідно, не матиме реалізаційної ціни, а цукрові заводи перероблятимуть її на біоетанол, собівартість його може значно знизитися. Крім того, комбіноване виробництво цукру для споживчого ринку та біоетанолу з меляси значно підвищує конкурентоспроможність підприємств цукробурякової галузі.

Надалі Україні потрібно трансформувати свої цукрові підприємства за європейським зразком, створюючи комплекси глибокої переробки сировини, які одночасно вироблятимуть цукор, біоетанол, біогаз тощо. Як ефективну сировину для біоетанолу можна використовувати кукурудзу.

Виробництво біогазу є перспективною галуззю біопаливної промисловості поряд із виробництвом біодизелю та біоетанолу. Однією з переваг біогазу є його низька собівартість завдяки дешевій сировині. Крім того, є можливості для створення біогазових установок у різних регіонах, що дозволяє забезпечити гнучкість у виробництві.

Загальний потенціал заміщення газу біоенергетикою може досягати 37 млрд м^3 на рік. Із цього обсягу біометан може забезпечити 7,8 млрд м^3, енергетичні культури — майже 20 млрд м^3, а відходи сільського господарства — 9,3 млрд м^3. Навіть використання половини цього потенціалу дозволить значно зменшити залежність України від імпорту газу, заміщуючи його за рахунок внутрішнього виробництва [6, 7].

В Україні частка біоенергетики в загальній структурі енергоспоживання значно нижча, ніж у країнах Європейського Союзу. Якщо в ЄС біоенергетика становить 18–20% ринку, то в Україні цей показник — лише 5%. Проте потенційно "зелена" електроенергія здатна повністю задовольнити потреби населення.

Зважаючи на унікальні кліматичні умови та природні ресурси України, біомаса має великі перспективи на ринку, що може забезпечити енергетичну безпеку країни, сприяти виробництву енергії та допомогти в досягненні екологічних цілей.

Біоенергетика не зможе повністю замінити інші джерела енергії, однак її розвиток сприятиме значному зниженню споживання викопних ресурсів.

Враховуючи пожвавлення розвитку біоенергетики в Україні та необхідність збільшення використання відновлюваних джерел енергії замість викопних, передбачається збільшення використання альтернативних видів палива. При цьому в структурі альтернативних джерел енергії зростатиме частка рідких видів палива (11,8% — 2030 р.) та біогазу (35,3% — 2030 р.), в той час як частка твердих видів палива зменшиться (52,9% — 2030 р.) [8, с. 17].

ВИСНОВКИ

Для забезпечення збалансованого природокористування та сталого розвитку ринку альтернативних видів палива необхідна кооперація виробництва сировини для біопалива та кінцевої продукції у вигляді енергії. Використання альтернативних видів палива, а також розробка і впровадження нових технологій для їх розвитку — це пріоритет для економіки нашої країни, що забезпечить енергетичну незалежність та виробництво екологічного, порівняно з традиційними видами, палива.

ЛІТЕРАТУРА

1. Розвиток відновлюваних джерел енергії в Україні. Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України. URL: https://saee.gov.ua/sites/default/files/SAEE_VDE_26.03.2021_0.pdf (дата звернення: 02.12.2024).
2. Інноваційна платформа Global 100 RE Ukraine. URL: https://100re.org.ua/about/ (дата звернення: 02.12.2024).

3. Renewable Power Generation Costs in 2017. Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency, 2018. URL: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Jan/IRENA_2017_Power_Costs_2018_summary.pdf (accessed: 02.12.2024).
4. Біоенергетична асоціація України. URL: https://uabio.org/ (дата звернення: 02.12.2024).
5. Шиян П.Л., Сосницький В.В., Олійнічук С.Т. Інноваційні технології спиртової промисловості. Теорія і практика: моногр. К.: Видавничий дім "Асканія", 2009. 424 с.
6. Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України (Держенергоефективності). URL: http://saee.gov.ua/uk/ae (дата звернення: 02.12.2024).
7. Маліновська О.Я., Височанська М.Я. Енергетична безпека України як головний критерій ефективності функціонування національної економіки. *Агроекологічний журнал*. 2023. № 1. С. 16–28. DOI: 10.33730/2077-4893.1.2023.276723
8. Бондар В.С., Фурса А.В., Гументик М.Я. Стратегія та пріоритети розвитку біоенергетики в Україні. *Економіка АПК*. 2018. № 8. С. 17–25.

ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC ASPECTS OF ALTERNATIVE FUEL PRODUCTION IN UKRAINE

Doronin A.
Candidate of Economic Sciences, Senior Researcher
National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine (Kyiv, Ukraine),
Institute of Agroecology and Environmental Management of the NAAS (Kyiv, Ukraine)
e-mail: doronin_av@ukr.net; ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2106-6239

For Ukraine, bioenergy is a key area of renewable energy development, especially in the context of dependence on imported energy sources such as natural gas, oil, and coal. The country has significant biomass potential that has not yet been used for fuel production. The domestic biofuel industry ensures the production of biogas, bioethanol, and green electricity, but each of these fuel types is developed to a different extent. The vast potential of renewable energy available to Ukraine has not yet been fully exploited. Compared to EU countries, Ukraine is only approaching the full utilization of these resources.

Keywords: *bioenergy crops, ecology, biofuels, bioethanol, biogas, efficiency, alternative energy.*

REFERENCES

1. Rozvytok vidnovliuvanykh dzherel enerhii v Ukraini. Derzhavne ahentstvo z enerhoefektyvnosti ta enerhozberezhennia Ukrainy [Development of Renewable Energy Sources in Ukraine. State Agency for Energy Efficiency and Energy Saving of Ukraine]. URL: https://saee.gov.ua/sites/default/files/SAEE_VDE_26.03.2021_0.pdf [in Ukrainian].
2. Innovatsiina platforma Global 100 RE Ukraine [Innovative Platform Global 100 RE Ukraine]. URL: https://100re.org.ua/about/ [in Ukrainian].
3. International Renewable Energy Agency. (2018). Renewable Power Generation Costs in 2017. Abu Dhabi. URL: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Jan/IRENA_2017_Power_Costs_2018_summary.pdf [in English].
4. Bioenerhetychna asotsiatsiia Ukrainy [Bioenergy Association of Ukraine]. URL: https://uabio.org/ [in Ukrainian].
5. Shyian, P.L., Sosnytskyi, V.V., & Oliinichuk, S.T. (2009). *Innovatsiini tekhnolohii spyrtovoi promyslovosti. Teoriia i praktyka: monografia [Innovative technologies in the alcohol industry: theory and practice: monograph].* Kyiv: Publishing house "Askania" [in Ukrainian].
6. Derzhavne ahentstvo z enerhoefektyvnosti ta enerhozberezhennia Ukrainy [State Agency for Energy Efficiency and Energy Saving of Ukraine]. URL: http://saee.gov.ua/uk/ae [in Ukrainian].
7. Malinovska O.Ya., Vysochanska M.Ya (2023). Enerhetychna bezpeka Ukrainy yak holovnyi kryterii efektyvnosti funktsionuvannia natsionalnoi ekonomiky [Energy security of Ukraine as the main criterion for the effectiveness of the functioning of the national economy]. *Ahroekolohichnyi zhurnal – Agroecological journal, 1*, 16–28. DOI: 10.33730/2077-4893.1.2023.276723 [in Ukrainian].
8. Bondar, V.S., Fursa, A.V., & Humentyk, M.Ya. (2018). Stratehiia ta priorytety rozvytku bioenerhetyky v Ukraini [Strategy and Priorities for the Development of Bioenergy in Ukraine]. *Ekonomika APK, 8*, 17–25 [in Ukrainian].

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

ДОРОНІН Андрій Володимирович, кандидат економічних наук, старший науковий співробітник, начальник відділу землеробства, меліорації та механізації, Національна академія аграрних наук України (вул. Михайла Омеляновича-Павленка, 9, Київ, Україна, 01010); Інститут агроекології і природокористування НААН (вул. Метрологічна, 12, м. Київ, Україна, 03143; e-mail: doronin_av@ukr.net; ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2106-6239).

УДК 631.8.022.3 DOI: 10.33730/2310-4678.4.2024.319351

АГРОПОТЕНЦІАЛ ДОННИХ ВІДКЛАДІВ: ПЕРСПЕКТИВИ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ТА ВІДНОВЛЕННЯ ЗЕМЕЛЬ

Д.М. Руденко
аспірантка
Національний науковий центр
"Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського" (м. Харків, Україна)
e-mail: d.n.rudenko@gmail.com; ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8516-0094

У статті досліджено агрономічний потенціал донних відкладів як перспективного ресурсу для сталого сільського господарства та відновлення деградованих земель. Протягом останніх десятиліть зріс інтерес до використання відкладів водних об'єктів для підвищення родючості ґрунтів і покращення їхніх фізико-хімічних властивостей. Відклади багаті на мінерали й мікроелементи, що робить їх цінним ресурсом для збагачення збіднілих ґрунтів. Досліджуються також можливості фіторемедіації, де рослини використовують для видалення або нейтралізації токсичних речовин із ґрунту. Дослідження, проведене на основі аналізу наукових публікацій, підтвердило, що використання донних відкладів може підвищити врожайність основних сільськогосподарських культур, таких як кукурудза й пшениця, порівняно з традиційними добривами. У роботі проведено бібліометричний аналіз публікацій з використанням бази Scopus і програми VOSviewer, що дозволило виявити провідні наукові центри та напрями досліджень у цій галузі. Значну увагу приділено питанням екологічної безпеки, особливо оцінці вмісту важких металів у відкладах, що важливо для уникнення потенційних ризиків для екосистем та здоров'я людини. Крім того, у статті розглянуто перспективи застосування донних відкладів для зменшення деградації й ерозії ґрунтів та збереження вологи, що критично важливо для регіонів із посушливим кліматом. Дослідження показують, що відклади можуть покращувати структуру ґрунту, збільшуючи його пористість і аерацію, що сприяє розвитку кореневої системи рослин і підвищує їхню стійкість до стресових умов. Отже, донні відклади є перспективним компонентом замкнених агроекосистем, де відходи можуть бути використані для підвищення продуктивності. У статті наголошується на необхідності міжнародної співпраці для розвитку сталих методів застосування донних відкладів, що не лише підвищує продуктивність ґрунтів, а й сприяє екологічному відновленню деградованих територій — важливому кроку для досягнення Цілей сталого розвитку.

Ключові слова: *переробка органічних матеріалів, відновлення родючості, ремедіація ландшафтів, поліпшення агрономічних властивостей, бібліометричний аналіз.*

ВСТУП

Донні відклади є невід'ємною складовою природних водних екосистем, що накопичуються внаслідок процесів ерозії та седиментації. Вони формуються за участю як природних, так і антропогенних чинників. Цей матеріал, збагачений органічними речовинами, мінералами та поживними елементами, має потенціал стати цінним ресурсом для сільського господарства. У світі, де відновлення ґрунтової родючості та ефективне управління відходами набувають особливої ваги, донні відклади розглядаються не лише як продукт осадження, але й як перспективне добриво. Однак їхнє використання потребує детального вивчення складу, можливих ризиків забруднення та впливу на екосистеми.

Використання донних відкладів у сільському господарстві дозволяє вирішити декілька нагальних проблем: підвищення родючості ґрунтів, зменшення потреби у хімічних добривах, скорочення обсягів накопичення осадів у водоймах. Водночас актуальними залишаються питання щодо забруднення цих матеріалів важкими металами та органічними забруднювачами, а також регуляторних обмежень, які можуть ускладнювати їхнє широке застосування.

Мета статті — виявити агрономічний потенціал донних відкладів як ресурсу для відновлення родючості ґрунтів, охарактеризувати їхній вплив на фізико-хімічні властивості ґрунтів і врожайність сільськогосподарських культур, з'ясувати екологічні ризики, пов'язані з можливим вмістом забруднювачів, та описати перспективи використання цих матеріалів у сталому сільському господарстві.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Донні відклади, багаті на органічні речовини та поживні елементи, такі як азот, фосфор і калій, є перспективними добавками до ґрунту.

Однак їхнє використання ускладнюється забруднювачами, такими як важкі метали та стійкі органічні забруднювачі, які можуть завдати шкоди навколишньому середовищу та посівам.

У дослідженні M.A. El-Alfy та ін. оцінено забруднення донних відкладів важкими металами в дренажних системах озера Манзала. Виявлено, що основними джерелами забруднення є антропогенні види діяльності, зокрема сільське господарство, промисловість і скидання стічних вод. Найбільшу небезпеку становлять кадмій і кобальт, концентрація яких значно перевищує екологічно допустимі межі. Дослідження підкреслює важливість екологічного моніторингу та впровадження управлінських стратегій для мінімізації впливу цих забруднювачів [1].

У статті G. Renella наголошується на технічних і законодавчих перешкодах для повторного використання відкладів, особливо через перевищення допустимих концентрацій забруднювачів для сільського господарства [2].

Тим часом у дослідженні J. Jaskuła зі співавторами виявлено значне забруднення донних відкладів у міських зонах, що підкреслює необхідність їхньої попередньої обробки перед використанням у сільському господарстві [3].

Донні відклади можуть суттєво підвищити родючість ґрунту та врожайність за умови правильного використання. У статті W. Kazberuk та ін. показано підвищення врожайності гірчиці за рахунок внесення відкладів, хоча водночас зросли концентрації важких металів у ґрунті та рослинах, що потребує ретельного контролю [4].

У роботі D. Drożdż зі співавторами наголошено на багатстві поживних речовин у відкладах ставків, придатних для вирощування культур, але зазначено екологічні ризики через їхнє швидке розкладання. Учені також акцентують увагу на методах біоконверсії для відновлення поживних речовин, що підвищує безпечність та ефективність відкладів у сільському господарстві [5].

У дослідженні A. Baran та ін. підкреслюється покращення pH ґрунту, вмісту органічного вуглецю та доступності макроелементів після внесення відкладів. Водночас наголошується на необхідності додаткового внесення добрив для досягнення оптимальної врожайності [6]. В іншій роботі A. Baran зі співавторами досліджено роль органічної фракції у зв'язуванні токсичних елементів, що за певних умов забезпечує безпечність використання відкладів [7].

Управління забруднювачами залишається ключовим викликом для повторного використання донних відкладів у сільському господарстві. E.A. Abou El-Anwar визначає кадмій та цинк як основні екологічні ризики, що підкреслює важливість місцевих оцінок перед використанням [8].

Дослідження A. Baran та ін. пов'язує високий рівень забруднення з промисловою діяльністю, наголошуючи на необхідності біоремедіації перед використанням [9].

У роботі T. Koniarz зі співавторами оцінено вплив додавання донних відкладів до піщаних ґрунтів на їхні властивості та врожайність рослин. Результати показали, що внесення відкладів у пропорції до 10% покращує хімічні характеристики ґрунту та сприяє збільшенню біомаси трав'яної суміші. Однак через підвищений вміст кадмію та цинку отриману біомасу рекомендується використовувати для промислових цілей, а не як корм для тварин [10].

Українські вчені, зокрема дослідники ННЦ "Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського", визначили можливість використання донних відкладів для післявоєнного відновлення ґрунтів, і результати свідчать про значний потенціал цього підходу. Застосування донних відкладів як джерела вуглецю, азоту, фосфору, калію та мікроелементів може стати важливим кроком для покращення ґрунтових властивостей, рекультивації та меліорації. Учені стверджують, що донні відклади можна застосовувати як добрива, ґрунтополіпшувачі та матеріал для структурної меліорації. Водночас необхідний контроль якості донних відкладів за еколого-токсикологічними показниками, зокрема щодо вмісту токсичних забруднювачів [11; 12].

З огляду на високий потенціал, застосування донних відкладів є доцільним способом відновлення ґрунтів і зменшення збитків для аграрного сектору України. Таким чином, донні відклади можуть бути ефективно використані для покращення ґрунтів у сільськогосподарських і рекультиваційних проєктах.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

У цьому дослідженні для вивчення агрономічного потенціалу донних відкладів використано комплексний підхід до збору та аналізу наукових публікацій. Основним інструментом збору даних стала наукова база Scopus, що містить широкий спектр академічних матеріалів у галузі аграрних наук та екологічного менеджменту. Для візуалізації й аналізу співавторства та тенденцій у дослідженнях застосовувався програмний інструмент VOSviewer, який забезпечує побудову бібліометричних карт.

На першому етапі проведено пошук за ключовим словосполученням "*bottom sediments*", обмеженим тематикою аграрних і біологічних

наук. Пошуковий запит дав змогу відібрати 813 наукових документів, які включають журнальні статті, огляди, тези конференцій і монографії. Далі було проведено фільтрацію матеріалів за роками публікації, що дозволило простежити динаміку наукової активності в цій галузі та виявити ключові тенденції розвитку теми протягом останніх десятиліть. Усі відібрані документи були додатково класифіковані за типом джерела, що представлено у вигляді діаграм на рис. 1.

Було проаналізовано географічний розподіл публікацій щодо досліджень донних відкладів та визначено провідні наукові центри в цій сфері. Для побудови карт співпраці між дослідниками з різних країн використовувався програмний інструмент VOSviewer, що дозволило оцінити інтенсивність міжнародної співпраці в цій сфері. Завдяки цим методам було отримано комплексне уявлення про стан і напрями досліджень, а також основні наукові результати, які визначають потенціал застосування донних відкладів у сільському господарстві.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Динаміка публікацій (*рис. 1*) показує зростання наукового інтересу до використання донних відкладів у сільському господарстві, особливо після 2005 року. Поліноміальна динамічна модель із високим значенням R^2 (0,8403) вказує на значну варіативність кількості публікацій, підтверджуючи надійність цієї тенденції.

Після 2010 року спостерігається ще більш стрімке зростання кількості публікацій, яке досягає піку у 2022 році, ймовірно, через розвиток сталих аграрних практик і збільшення фінансування наукових досліджень. Ця висхідна траєкторія підкреслює актуальність досліджень у цій сфері та потенціал для майбутніх інновацій і застосувань у сталому сільському господарстві.

Аналіз показує, що 95% документів щодо використання донних відкладів у сільському господарстві становлять журнальні статті, що підкреслює домінування цього формату для поширення досліджень. Інші типи документів, такі як тези конференцій, огляди, нотатки, розділи книг та виправлення (*erratum*), разом становлять лише 5%, що свідчить про значну перевагу первинних наукових статей над іншими формами наукової комунікації в цій галузі.

Візуалізація в VOSviewer на *рис. 2* підкреслює значні національні кластери серед японських і російських науковців, демонструючи активну внутрішньонаціональну співпрацю з окремими ізольованими кластерами, такими як групи Kawai, Akira та Kamiyama, а також Sigareva, Timofeeva та Zakonnov. Відсутність міжнародних зв'язків свідчить про зосередженість на національних дослідницьких програмах або про існування бар'єрів для міждержавного академічного обміну. Яскравіші області на карті щільності вказують на потужніші мережі, підкреслюючи потенційні переваги розвитку міжкластерних зв'язків для посилення глобальної наукової співпраці та інновацій.

На наступному етапі дослідження дані були екстраговані та візуалізовані за допомогою VOSviewer, з акцентом на співпрацю між країнами, що показано на *рис. 3*. Представлена карта відображає інтенсивну співпрацю серед дослідників з Польщі, України, Росії, Японії та Китаю, які утворюють щільний кластер взаємопов'язаних наукових активностей. Натомість Єгипет виявився менш інтегрованим у цю мережу. Західноєвропейські країни, такі як Бельгія, Норвегія та Швеція, також займають менш центральні позиції, що може відображати більш локалізовані дослідницькі ініціативи або нижчий рівень міжнародної співпраці в цій галузі. Ця візуалізація підкреслює глобальний розподіл і різну інтенсивність співпраці у ви-

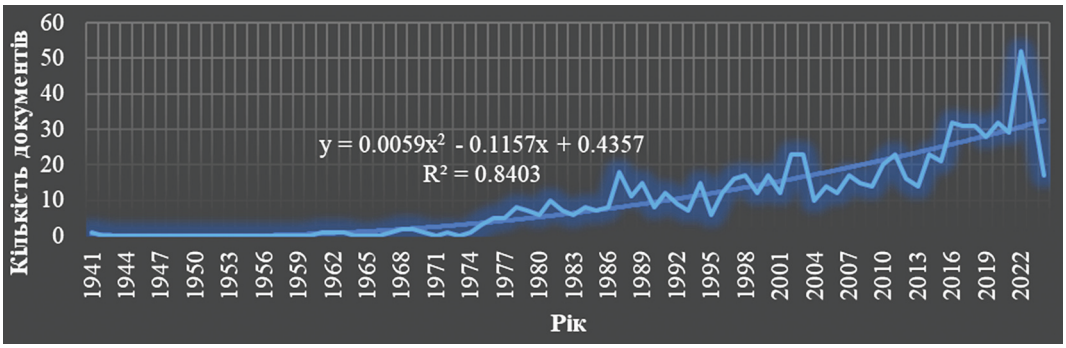


Рис. 1. Динаміка наукової продуктивності у світі щодо досліджень донних відкладів в аграрних науках за даними бази Scopus

Джерело: розроблено на основі даних бази Scopus із використанням програмного забезпечення VOSviewer.

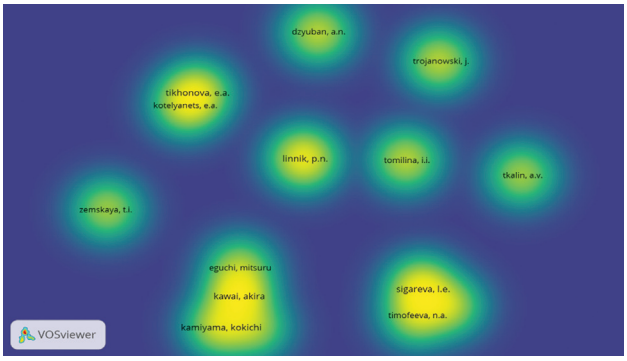


Рис. 2. Візуалізація мереж співавторства за допомогою VOSviewer

Джерело: розроблено на основі даних бази Scopus із використанням програмного забезпечення VOSviewer.

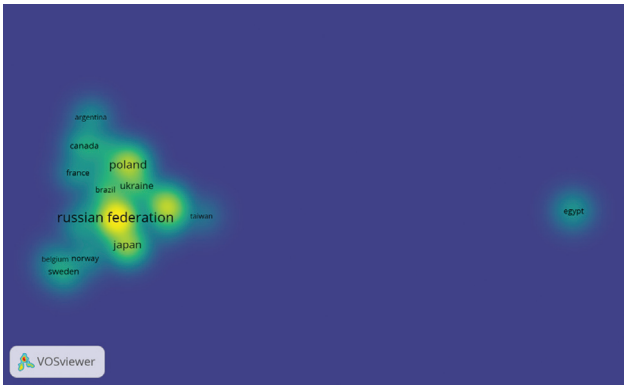


Рис. 3. Візуалізація щільності мереж співавторства в різних країнах за результатами аналізу у VOSviewer

Джерело: розроблено на основі даних бази Scopus із використанням програмного забезпечення VOSviewer.

вченні донних відкладів у сільському господарстві.

Для оцінки рівня наукового інтересу та значущості досліджень, пов'язаних із використанням донних відкладів, було проведено аналіз найцитованіших робіт у цій галузі за даними бази Scopus. Вибрані публікації охоплюють різноманітні аспекти, включаючи екологічні, геохімічні й аграрні дослідження, що підтверджує міждисциплінарний характер теми. У *табл. 1* представлено п'ять статей, які отримали найбільшу кількість цитувань, що підкреслює їхній вплив на подальший розвиток науки в цій сфері.

Аналіз даних *табл. 1* демонструє, що найцитованіші дослідження з тематики донних відкладів охоплюють широкий спектр екологічних і геофізичних аспектів. Зокрема, встановлено, що розподіл динофлагелятних кіст у донних відкладах Північної Атлантики залежить від циркуляції океану, що впливає на зони їхньої концентрації та розмноження [14]. Експериментальні дослідження з підняття донних відкладів у зважений стан під впливом густих придонних течій показали, що такі процеси можуть бути передбачуваними за допомогою адаптованих

Таблиця 1

Рейтинг п'яти найцитованіших у світі статей у галузі аграрних і біологічних наук, які містять термін "*bottom sediments*" у назві (згідно з базою Scopus)

№	Назва публікації	Автори	Джерело	Рік	Цитати
1	Distribution maps of recent dinoflagellate cysts in bottom sediments from the North Atlantic Ocean and adjacent seas	Harland R.	Palaeontology	1983	320
2	Experiments on the entrainment of sediment into suspension by a dense bottom current	Garcia M., Parker G.	Journal of Geophysical Research	1993	244
3	Macrobenthic community structure of soft-bottom sediments at the Belgian Continental Shelf	Van Hoey G., Degraer S., Vincx M.	Estuarine, Coastal and Shelf Science	2004	207
4	Microplastics in Baltic bottom sediments: Quantification procedures and first results	Zobkov M., Esiukova E.	Marine Pollution Bulletin	2017	200
5	Trapping efficiency of bottom-tethered sediment traps estimated from the intercepted fluxes of ^{230}Th and ^{230}Pa	Yu E.-F., Francois R., Bacon M.P., Honjo S., Fleer A.P., Manganini S.J., Rutgers Van Der Loeff M.M., Ittekot V.	Deep-Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers	2001	185

Джерело: сформовано на основі даних бази Scopus.

Примітка: концепція ранжування адаптована з [13].

математичних моделей, що має значення для управління відкладами [15].

Дослідження макробентосних спільнот на Бельгійському континентальному шельфі виявило чотири основні спільноти, кожна з яких відповідає певним фізико-хімічним умовам і типам донних відкладів. Це дозволило визначити ключові фактори, які впливають на різноманітність і розподіл видів у донних відкладах [16]. В іншій роботі оцінено ефективність пасток для донних відкладів, що використовуються в глибоководних умовах. Зокрема, виявлено зниження точності вимірювань на середніх глибинах через зміни гідродинамічних властивостей часток. Водночас глибоководні пастки показали стабільні результати після корекції даних, що підкреслює важливість правильного врахування змінних параметрів у таких дослідженнях [17].

ВИСНОВКИ

Донні відклади мають значний потенціал для сталого використання в сільському господарстві, оскільки вони покращують фізико-хімічні властивості ґрунтів і сприяють підвищенню їхньої родючості. Вони позитивно впливають на розвиток кореневої системи рослин і підвищують їхню стійкість до стресових умов. Крім того, донні відклади можуть ефективно використовуватися у фіторемедіації — процесі очищення ґрунтів від токсичних речовин за допомогою рослин, що є актуальним для рекультивації забруднених територій. Аналіз наукових досліджень підтверджує їхню екологічну значущість та міждисциплінарний інтерес до цієї теми.

Перед використанням донних відкладів необхідна їх попередня обробка для зниження концентрації потенційно шкідливих речовин, а також розробка чітких законодавчих норм для регулювання їхнього застосування. Перспективним напрямом є розробка технологій стабілізації цих матеріалів для відновлення деградованих ґрунтів. Відклади також сприяють зменшенню ерозії ґрунту та покращенню його здатності утримувати вологу, що підвищує ефективність їхнього використання. Інтеграція таких підходів допоможе збалансувати екологічні ризики та аграрні переваги. Подальші дослідження необхідні для оцінки їхнього впливу на різні типи ґрунтів і визначення оптимальних способів застосування.

ЛІТЕРАТУРА

1. El-Alfy M.A., El-Amier Y.A., El-Eraky T.E. Land use/cover and eco-toxicity indices for identifying metal contamination in sediments of drains, Manzala Lake, Egypt. *Heliyon*. 2020. Vol. 6. Issue 1. DOI: https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e03177
2. Renella G. Recycling and reuse of sediments in agriculture: where is the problem? *Sustainability*. 2021. Vol. 13. Issue 4. P. 1648. DOI: https://doi.org/10.3390/su13041648
3. Jaskuła J., Sojka M., Fiedler M., Wróżyński R. Analysis of spatial variability of river bottom sediment pollution with heavy metals and assessment of potential ecological hazard for the Warta river, Poland. *Minerals*. 2021. Vol. 11. Issue 3. P. 327. DOI: https://doi.org/10.3390/min11030327
4. Kazberuk W., Szulc W., Rutkowska B. Use bottom sediment to agriculture — Effect on plant and heavy metal content in soil. *Agronomy*. 2021. Vol. 11. Issue 6. P. 1077. DOI: https://doi.org/10.3390/agronomy11061077
5. Drozdz D., Malinska K., Mazurkiewicz J., Kacprzak M., Mrowiec M., Szczypiór A., Postawa P., Stachowiak T. Fish pond sediment from aquaculture production: Current practices and the potential for nutrient recovery. *International Agrophysics*. 2020. Vol. 34. Issue 1. DOI: https://doi.org/10.31545/intagr/116394
6. Baran A., Tarnawski M., Urbaniak M. An assessment of bottom sediment as a source of plant nutrients and an agent for improving soil properties. *Environmental Engineering and Management Journal*. 2019. Vol. 18. Issue 8. P. 1647–1656. DOI: https://doi.org/10.30638/eemj.2019.155
7. Baran A., Mierzwa-Hersztek M., Gondek K., Tarnawski M., Szara M., Gorczyca O., Koniarz T. The influence of the quantity and quality of sediment organic matter on the potential mobility and toxicity of trace elements in bottom sediment. *Environmental Geochemistry and Health*. 2019. Vol. 41. P. 2893–2910. DOI: https://doi.org/10.1007/s10653-019-00359-7
8. Abou El-Anwar E.A. Assessment of heavy metal pollution in soil and bottom sediment of Upper Egypt: comparison study. *Bulletin of the National Research Centre*. 2019. Vol. 43. P. 1–11. DOI: https://doi.org/10.1186/s42269-019-0233-4
9. Baran A., Mierzwa-Hersztek M., Urbaniak M., Gondek K., Tarnawski M., Szara M., Zieliński M. An assessment of the concentrations of PCDDs/Fs in contaminated bottom sediments and their sources and ecological risk. *Journal of Soils and Sediments*. 2020. Vol. 20. P. 2588–2597. DOI: https://doi.org/10.1007/s11368-019-02492-3
10. Koniarz T., Baran A., Tarnawski M. Agronomic and environmental quality assessment of growing media based on bottom sediment. *Journal of Soils and Sediments*. 2022. Vol. 22. Issue 4. P. 1355–1367. DOI: https://doi.org/10.1007/s11368-022-03173-4
11. Рекомендації з використання донних відкладень із рибогосподарських водойм для поліпшення стану сільськогосподарських угідь та відновлення земель, пошкоджених під час воєнних дій. Харків: ТОВ "ДІСА ПЛЮС", 2023. 136 с. DOI: https://doi.org/10.31073/issar9786178122799
12. Балюк С., Кучер А., Воротинцева Л. Донні відклади — важливе джерело відновлення українських чорноземів. *Голос України*. 2024. № 17 (8296). С. 6. URL: http://www.golos.com.ua/article/376460 (дата звернення: 27.11.2025).

13. Кучер А., Кучер Л., Пащенко Ю. Еколого-економічні засади управління ризиками проєктів розвитку "зеленого" житлового будівництва в системі цінностей циркулярної економіки. *Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки*. 2024. № 332 (4). С. 379–386. DOI: https://doi.org/10.31891/2307-5740-2024-332-58
14. Harland R. Distribution maps of recent dinoflagellate cysts in bottom sediments from the North Atlantic Ocean and adjacent seas. *Palaeontology*. 1983. Vol. 26. P. 321–387.
15. Garcia M., Parker G. Experiments on the entrainment of sediment into suspension by a dense bottom current. *Journal of Geophysical Research: Oceans*. 1993. Vol. 98, Issue C3. P. 4793–4807. DOI: https://doi.org/10.1029/92jc02404
16. Van Hoey G., Degraer S., Vincx M. Macrobenthic community structure of soft-bottom sediments at the Belgian Continental Shelf. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 2004. Vol. 59, Issue 4. P. 599–613. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ecss.2003.11.005
17. Yu E.F., Francois R., Bacon M.P., Honjo S., Fleer A.P., Manganini S.J., Van Der Loeff M.R., Ittekot V. Trapping efficiency of bottom-tethered sediment traps estimated from the intercepted fluxes of 230Th and 231Pa. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*. 2001. Vol. 48, Issue 3. P. 865–889. DOI: https://doi.org/10.1016/S0967-0637(00)00067-4

AGRICULTURAL POTENTIAL OF BOTTOM SEDIMENTS: PROSPECTS FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND LAND RESTORATION

Rudenko D.
Postgraduate student
National Scientific Center "Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O.N. Sokolovsky" (Kharkiv, Ukraine)
e-mail: d.n.rudenko@gmail.com;
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8516-0094

The article explores the agronomic potential of bottom sediments as a promising resource for sustainable agriculture and the restoration of degraded lands. Over the past decades, interest has grown in utilizing sediments from water bodies to enhance soil fertility and improve their physicochemical properties. Sediments are rich in minerals and trace elements, making them a valuable resource for enriching nutrient-depleted soils. The potential for phytoremediation, where plants are used to remove or neutralize toxic substances from the soil, is also examined. A study based on the analysis of scientific publications confirmed that the use of bottom sediments can increase the yield of major agricultural crops, such as maize and wheat, compared to traditional fertilizers. A bibliometric analysis of publications using the Scopus database and the VOSviewer program identified leading research centers and key research directions in this field. Significant attention is given to environmental safety issues, particularly the assessment of heavy metal content in sediments, which is crucial for mitigating potential risks to ecosystems and human health. Furthermore, the article examines the prospects for using bottom sediments to reduce soil degradation and erosion and to retain moisture, which is critically important for arid regions. Research indicates that sediments can improve soil structure by increasing its porosity and aeration, thereby promoting root system development and enhancing plant resilience to stress conditions. Thus, bottom sediments are a promising component of closed-loop agroecosystems, where waste materials can be utilized to boost productivity.

Keywords: *recycling of organic materials, fertility restoration, landscape remediation, improvement of agronomic properties, bibliometric analysis.*

REFERENCES

1. El-Alfy, M.A., El-Amier, Y.A., & El-Eraky, T.E. (2020). Land use/cover and eco-toxicity indices for identifying metal contamination in sediments of drains, Manzala Lake, Egypt. *Heliyon, 6 (1)*. DOI: https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e03177 [in English].
2. Renella, G. (2021). Recycling and reuse of sediments in agriculture: where is the problem? *Sustainability, 13 (4)*, 1648. DOI: https://doi.org/10.3390/su13041648 [in English].
3. Jaskuła, J., Sojka, M., Fiedler, M., & Wróżyński, R. (2021). Analysis of spatial variability of river bottom sediment pollution with heavy metals and assessment of potential ecological hazard for the Warta river, Poland. *Minerals, 11 (3)*, 327. DOI: https://doi.org/10.3390/min11030327 [in English].
4. Kazberuk, W., Szulc, W., & Rutkowska, B. (2021). Use bottom sediment to agriculture — Effect on plant and heavy metal content in soil. *Agronomy, 11 (6)*, 1077. DOI: https://doi.org/10.3390/agronomy11061077 [in English].
5. Drozdz, D., Malinska, K., Mazurkiewicz, J., Kacprzak, M., Mrowiec, M., Szczypiór, A., Postawa, P., & Stachowiak, T. (2020). Fish pond sediment from aquaculture production: Current practices and the potential for nutrient recovery. *International Agrophysics, 34 (1)*. DOI: https://doi.org/10.31545/intagr/116394 [in English].
6. Baran, A., Tarnawski, M., & Urbaniak, M. (2019). An assessment of bottom sediment as a source of plant nutrients and an agent for improving soil properties. *Environmental Engineering and Management Journal, 18 (8)*, 1647–1656. DOI: https://doi.org/10.30638/eemj.2019.155 [in English].
7. Baran, A., Mierzwa-Hersztek, M., Gondek, K., Tarnawski, M., Szara, M., Gorczyca, O., & Koniarz, T. (2019).

The influence of the quantity and quality of sediment organic matter on the potential mobility and toxicity of trace elements in bottom sediment. *Environmental Geochemistry and Health, 41*, 2893–2910. DOI: https://doi.org/10.1007/s10653-019-00359-7 [in English].

8. Abou El-Anwar, E.A. (2019). Assessment of heavy metal pollution in soil and bottom sediment of Upper Egypt: comparison study. *Bulletin of the National Research Centre, 43*, 1–11. DOI: https://doi.org/10.1186/s42269-019-0233-4 [in English].
9. Baran, A., Mierzwa-Hersztek, M., Urbaniak, M., Gondek, K., Tarnawski, M., Szara, M., & Zieliński, M. (2020). An assessment of the concentrations of PCDDs/Fs in contaminated bottom sediments and their sources and ecological risk. *Journal of Soils and Sediments, 20*, 2588–2597. DOI: https://doi.org/10.1007/s11368-019-02492-3 [in English].
10. Koniarz, T., Baran, A., & Tarnawski, M. (2022). Agronomic and environmental quality assessment of growing media based on bottom sediment. *Journal of Soils and Sediments, 22 (4)*, 1355–1367. DOI: https://doi.org/10.1007/s11368-022-03173-4 [in English].
11. Rekomendatsii z vykorystannia donnykh vidkladen iz rybohospodarskykh vodoim dlia polipshennia stanu silskohospodarskykh uhid ta vidnovlennia zemel, poshkodzhenykh pid chas voiennykh dii [Recommendations on the use of bottom sediments from fish farming ponds to improve the condition of agricultural lands and restore lands damaged as a result of hostilities]. (2023). Kharkiv: DISA LLC. DOI: https://doi.org/10.31073/issar9786178122799 [in Ukrainian].
12. Baliuk, S., Kucher, A., & Vorotyntseva, L. (2024). Donni vidklady — vazhlyve dzherelo vidnovlennia ukrainskykh chornozemiv [Bottom sediments as an important resource for restoring Ukrainian chernozems]. *Holos Ukrainy, 17 (8296)*, 6. URL: http://www.golos.com.ua/article/376460 [in Ukrainian].
13. Kucher, A., Kucher, L., & Pashchenko, Yu. (2024). Ekoloho-ekonomichni zasady upravlinnia ryzykamy proiektiv rozvytku "zelenoho" zhytlovoho budivnytstva v systemi tsinnostei tsyrkuliarnoi ekonomiky [Ecological and economic principles of risk management in the development of "green" housing projects within the value system of the circular economy]. *Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu. Ekonomichni nauky — Herald of Khmelnytskyi National University. Economic Sciences, 332 (4)*, 379–386. DOI: https://doi.org/10.31891/2307-5740-2024-332-58 [in Ukrainian].
14. Harland, R. (1983). Distribution maps of recent dinoflagellate cysts in bottom sediments from the North Atlantic Ocean and adjacent seas. *Palaeontology, 26*, 321–387 [in English].
15. Garcia, M., & Parker, G. (1993). Experiments on the entrainment of sediment into suspension by a dense bottom current. *Journal of Geophysical Research: Oceans, 98 (C3)*, 4793–4807. DOI: https://doi.org/10.1029/92jc02404 [in English].
16. Van Hoey, G., Degraer, S., & Vincx, M. (2004). Macrobenthic community structure of soft-bottom sediments at the Belgian Continental Shelf. *Estuarine, Coastal and Shelf Science, 59 (4)*, 599–613. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ecss.2003.11.005 [in English].
17. Yu, E.F., Francois, R., Bacon, M.P., Honjo, S., Fleer, A.P., Manganini, S.J.,... & Ittekot, V. (2001). Trapping efficiency of bottom-tethered sediment traps estimated from the intercepted fluxes of 230Th and 231Pa. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers, 48 (3)*, 865–889. DOI: https://doi.org/10.1016/S0967-0637(00)00067-4 [in English].

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

РУДЕНКО Дарія Миколаївна, аспірантка, Національний науковий центр "Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського" (вул. Чайковська, 4, м. Харків, Україна, 61024; e-mail: d.n.rudenko@gmail.com; ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8516-0094).

УДК 332.2 DOI: 10.33730/2310-4678.1.2025.324376

ПРІОРИТЕТНІ ЗАСАДИ СТАЛОГО ВИКОРИСТАННЯ ЗЕМЕЛЬНО-РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦІАЛУ В УМОВАХ СУЧАСНИХ ВИКЛИКІВ

Т.Є. Калина
доктор економічних наук, професор
Одеська державна академія будівництва та архітектури (м. Одеса, Україна)
e-mail: tkalinka.zin@gmail.com; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2705-9382

Р.М. Ступень
доктор економічних наук, професор
Львівський національний університет природокористування (м. Дубляни, Україна)
e-mail: romomas@ukr.net; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4951-2838

Т.Ю. Арзуманян
кандидат сільськогосподарських наук, доцент
Одеська державна академія будівництва та архітектури (м. Одеса, Україна)
e-mail: tatianaarz@ukr.net; ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1470-1310

У статті досліджено питання щодо особливостей і сучасних тенденцій функціонування земельно-ресурсного потенціалу в контексті парадигми сталого розвитку. Обґрунтовано, що земельно-ресурсний потенціал України є стратегічним багатством країни, а його ефективне використання сприяє економічному розвитку, продовольчій безпеці та екологічній стабільності. Визначено сутність поняття "земельно-ресурсний потенціал" та його зміст через концепцію сталого (збалансованого) використання. Проведено оцінку тенденцій використання земельно-ресурсного потенціалу України. Обґрунтовано, що з початку війни земельні ресурси та їхній потенціал зазнали відчутних трансформацій. Визначено динаміку змін земельного фонду за 2021–2024 роки. Досліджено сучасний стан функціонування земель сільськогосподарського призначення та їхній потенціал, що є ключовим чинником забезпечення продовольчої безпеки. Обґрунтовано, що реалізація Цілей сталого розвитку ООН, зокрема Цілі 2 ("Подолання голоду"), Цілі 12 ("Відповідальне споживання і виробництво"), Цілі 13 ("Боротьба зі зміною клімату") та Цілі 15 ("Збереження екосистем суші"), у контексті сталого використання земельно-ресурсного потенціалу країни спрямована на забезпечення екологічно збалансованого, економічно ефективного та соціально відповідального управління земельними ресурсами. Визначено пріоритетні напрями сталого використання земельно-ресурсного потенціалу та механізми їх реалізації.

Ключові слова: *сталий розвиток, ґрунти, земельний фонд, землі сільськогосподарського призначення, продовольча безпека.*

ВСТУП

Сучасні процеси глобалізації, виклики та воєнні дії на території нашої країни внесли значні корективи в систему природокористування та її ключову ланку — використання земельно-ресурсного потенціалу. Земельно-ресурсний потенціал України є стратегічним багатством країни, а його ефективне використання сприяє економічному розвитку, продовольчій безпеці та екологічній стабільності, що підкреслює необхідність раціоналізації землекористування і охорони земель, збереження та відновлення ґрунтів задля забезпечення їх використання для майбутніх поколінь.

Земельно-ресурсний потенціал України займає одне з провідних місць у системі ресурсного потенціалу, оскільки є основним засобом виробництва в сільському господарстві, а його роль у різних сферах життєдіяльності суспільства є багатогранною. Як природний ресурс земля існує незалежно від людини, але надає можливості для задоволення базових потреб і сприяє формуванню інших життєво важливих ресурсів. Окрім цього, людина використовує землю як основу своєї діяльності, як територіальну базу для виробництва та соціального розвитку. Особливо функції земельних ресурсів проявляються в сільському господарстві, де земля одночасно виступає і предметом, і засобом праці, є головним фактором врожайності, визначає ефективність аграрного виробництва, економічний потенціал і продовольчу безпеку країни. Однак із розвитком людського суспільства антропогенні та техногенні навантаження

на землю як природний ресурс постійно зростають, земельні ресурси деградують, погіршується їхня якість: знижується родючість ґрунтів, збільшується площа угідь, що зазнають впливу водної та вітрової ерозії, відбувається забруднення важкими металами, пестицидами та іншими шкідливими речовинами. Погіршення якісного стану земель особливо негативно впливає на розвиток сільськогосподарського виробництва, що призводить до зниження врожайності, погіршення економічної стійкості аграрного сектору та зниження продовольчої безпеки країни. За таких умов підвищення продуктивності земель, екологічне збереження, інфраструктурний розвиток, відновлення постраждалих від війни територій та забезпечення продовольчої безпеки є необхідною умовою виживання, що є ключовим для сталого (збалансованого) використання земельно-ресурсного потенціалу. У такому контексті вищезазначені чинники вказують на необхідність дослідження питань, що стосуються особливостей використання земельно-ресурсного потенціалу на засадах сталого розвитку та визначення пріоритетних напрямів його використання в умовах сучасних викликів і реалій.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЇ

Варто зазначити, що системна палітра досліджень щодо особливостей функціонування та напрямів використання земельно-ресурсного потенціалу в контексті стратегічного концепту сталого розвитку знайшла відображення в наукових публікаціях багатьох вітчизняних учених, серед яких: О.І. Дребот, Д.С. Добряк, О.С. Дорош, Т.О. Євсюков, А.І. Ковалів, І.В. Кошкалда, А.Г. Мартин, Р.Б. Таратула, А.М. Третяк, В.М. Третяк та ін. Зокрема, згідно з дослідженнями, значна увага приділяється раціональному використанню і збереженню земельно-ресурсного потенціалу, що є ключовим завданням для сталого розвитку України, та питанням ефективного управління цим стратегічним ресурсом і його значення для економічної стабільності держави, добробуту населення, екологічної безпеки майбутніх поколінь. Проте комплексні дослідження щодо сталого використання земельно-ресурсного потенціалу в умовах сучасних викликів є малочисельними. Залишається невизначеним і дискусійним широке коло теоретичних, методологічних і практичних питань використання земельно-ресурсного потенціалу, що стосуються цифрової трансформації, інноваційних підходів, сталого розвитку та врахування глобальних викликів, таких як зміна клімату, продовольча безпека та урбанізація. Україні особливо важливо збалансувати економічну вигоду від використання земель із їх збереженням для майбутніх поколінь і подолання наслідків війни в складних та невизначених сучасних реаліях.

Метою дослідження є оцінка особливостей і сучасних тенденцій функціонування земельно-ресурсного потенціалу та визначення ключових пріоритетних напрямів забезпечення сталого використання земельно-ресурсного потенціалу в умовах нинішніх викликів.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Теоретико-методологічною основою досліджень є наукові методи пізнання, що ґрунтуються на основних положеннях і принципах теорії економіки та екології природокористування, цілей сталого розвитку, а також наукові праці вітчизняних і зарубіжних учених з питань раціонального природокористування, охорони земель, управління земельним фондом і просторово-економічного розвитку.

У роботі використано загальні та спеціальні методи дослідження: *логічного узагальнення та наукової абстракції* — для уточнення понятійного апарату дослідження; *системного аналізу і синтезу, індукції й дедукції* — для виявлення закономірностей, особливостей формування, використання і тенденцій розвитку земельно-ресурсного потенціалу; *метод аналогій і порівнянь; комплексного аналізу* — для встановлення тенденцій у використанні земельно-ресурсного потенціалу; *структурний і картографічний методи*, що забезпечили реалізацію мети та поставлених цілей дослідження.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

В економіці землекористування одним із базових понять є поняття “земельно-ресурсний потенціал”, що є ширшим за своєю сутністю порівняно з категорією “земельні ресурси”, оскільки включає не лише земельні угіддя, але й обсяги та ефективність їх використання, продуктивність, можливість адаптуватися до умов зовнішнього середовища. У наукових дослідженнях приділяється значна увага сутності земельно-ресурсного потенціалу. Так, земельно-ресурсний потенціал — це сукупність природних ресурсів території, які визначають екологічні умови життя, впливають на розселення населення, використовуються для господарської діяльності та мають біологічну продуктивність [10]. Зазначається, що земельно-ресурсний потенціал є складним природно-соціальним утворенням, що поєднує характеристики просторового та інтегрального природного ресурсу

(зокрема рельєф, надра, водні ресурси, ґрунтовий покрив, рослинність), а також є об'єктом господарської діяльності та основою для розміщення продуктивних сил суспільства, забезпечує територіальну організацію виробництва та впливає на сталість екологічного середовища [5]. На думку О.М. Чумаченка, земельно-ресурсний потенціал є сукупністю природно-територіальних, трудових, матеріальних та економічних ресурсів, що наділені потенціалом для розвитку продуктивних сил і незамінні при формуванні територієзалежних і територієємістких сфер виробництва та природно-територіальних комплексів [11]. У контексті дослідження зазначимо, що сутність сталого використання земельно-ресурсного потенціалу ми будемо розглядати як сукупність природних, економічних і соціальних властивостей та можливостей земель, які визначають здатність бути базисом для сільськогосподарського виробництва, промисловості, містобудування, природоохоронної діяльності та спрямовані на збалансоване використання земельних ресурсів, що дозволяє задовольнити потреби сучасного суспільства без шкоди для майбутніх поколінь. Основними характеристиками земельного потенціалу є площа земельного фонду, якість ґрунтів, екологічний стан земель, кліматичні умови, географічне розташування [6; 12].

Оцінюючи земельно-ресурсний потенціал України, слід зазначити, що він є стратегічним багатством країни, оскільки ми володіємо одним із найбільших земельних потенціалів у Європі (загальна площа земельного фонду України — 60,4 млн га). Україна має значну частку чорноземів (майже 25% світових запасів), що створює величезний потенціал для вирощування зернових, олійних культур та овочів. Різноманіття кліматичних зон дозволяє вирощувати широкий спектр сільськогосподарських культур, що створює умови для того, щоб бути одним із найбільших експортерів сільськогосподарської продукції у світі. Завдяки родючим землям країна входить до п'ятірки основних постачальників пшениці, кукурудзи та соняшникової олії. Тож земельно-ресурсний потенціал України робить її важливим гравцем на світовому ринку продовольства та впливає на міжнародну політику.

Земельні ресурси відіграють ключову роль у сукупному ресурсному потенціалі, тому проведемо їх аналітичну оцінку за видами використання станом на 01.01.2020 року (*табл. 1*).

Отже, у структурі земельного фонду України площа сільськогосподарських угідь станом на 01.01.2020 р. становила 41 310,9 тис. га, тобто 68,45% загальної площі. Ліси та лісовкриті площі становили 10 686,8 тис. га (17,71%). Із початком війни земельні ресурси та їхній потенціал зазнають відчутних трансформацій, що проявляється у значному зменшенні площі сільськогосподарських угідь (за оцінками, понад 5 млн га заміновано або пошкоджено), деградації ґрунтів через військові дії та забруднення (зокрема підвищення концентрації важких металів і токсичних речовин), а також зростанні ризику водної та вітрової ерозії. Загальна площа території України, що зазнала негативних наслідків війни, зокрема мінування та бойових дій, становила 31,74% від загальної площі країни (*рис. 1*). Станом на 2022 рік сільськогосподарські угіддя, які постраждали від війни, охоплювали 10 514,13 тис. га. Водночас площа земель, які залишалися придатними для сільськогосподарського використання, становила 32 924,00 тис. га, що на 26,04% менше порівняно з довоєнним рівнем. Площа ріллі та перелогів, які не зазнали суттєвих змін унаслідок воєнних дій, скоротилася до 22 280,45 тис. га, що на 31,93% менше, ніж до початку повномасштабного вторгнення.

Особливо значних втрат зазнали природні кормові угіддя — площа сіножатей і пасовищ зменшилася на 43,45%, що зумовлено тим, що значна частка таких земель знаходиться саме в регіонах, які найбільше постраждали від бо-

Таблиця 1

Земельний фонд України за видами використання

Види земельних угідь	Площа, тис. га	Питома вага, %
Сільськогосподарські угіддя	41 310,9	68,45
Ліси та лісовкриті площі	10 686,8	17,71
Забудовані землі	3 767,5	6,24
Землі під водою	2 415,4	4,0
Відкриті заболочені землі	973,8	1,61
Інші землі	1 200,5	1,99
Усього	60 354,9	100

Джерело: сформовано за даними [7].

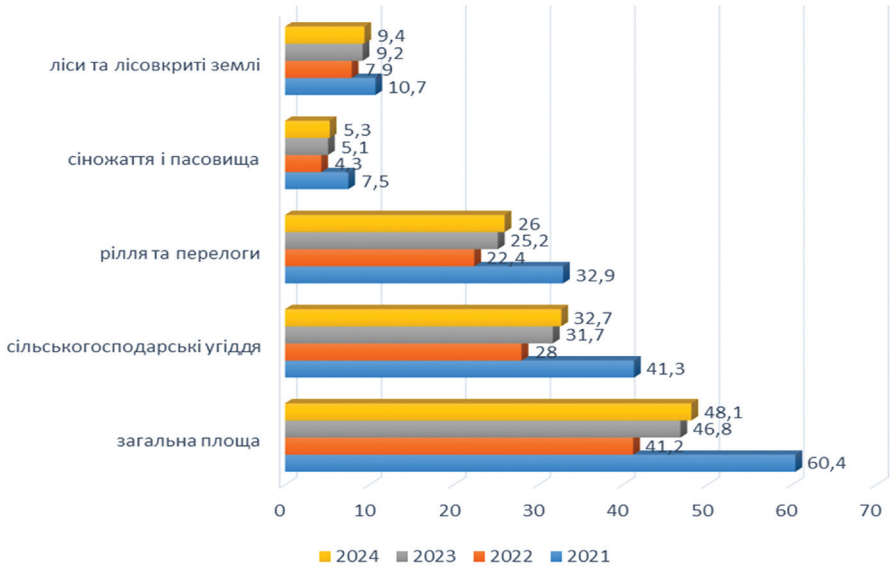


Рис. 1. Динаміка зміни земельного фонду за 2021–2024 рр., млн га

Джерело: розроблено за даними [8].

йових дій. Наприклад, у Чернігівській області вони становили 17,5% від загальної площі, а в Луганській — 21,88%. Щодо лісів та інших лісовкритих територій, то їхня загальна площа скоротилася на 26,05% — з 10 686,6 тис. га до 7 903,03 тис. га. Це свідчить про значні екологічні наслідки війни, зокрема знищення лісових масивів унаслідок бойових дій, пожеж і мінування територій.

Землі сільськогосподарського призначення та їхній потенціал є ключовим чинником забезпечення продовольчої безпеки, оскільки вони забезпечують виробництво основних видів сільськогосподарської продукції та гарантують стабільність аграрного сектору. Сільськогосподарське використання земель в Україні значною мірою залежить від кліматичних зон, серед яких виділяють три основні: Полісся, Лісостеп і Степ. Кожна з цих зон має свої особливості ґрунтів, рівня зволоження та придатності для різних видів аграрного виробництва. Сільськогосподарський потенціал земельного фонду за кожною із кліматичних зон наведено в *табл. 2*.

Зона Полісся розташована в північній частині України і становить майже 19% її території. Ґрунтовий покрив представлений переважно дерново-підзолистими, піщаними, супіщаними та болотними ґрунтами. Кліматичні умови характеризуються достатнім зволоженням і коротким вегетаційним періодом. Спеціалізація рослинництва — жито, овес, картопля, льон, кукурудза на силос, а тваринницької галузі — молочне скотарство, свинарство.

Зона Лісостепу розташована в центральній частині України, її площа становить приблизно 34% території країни. Ґрунтовий покрив представлений чорноземами опідзоленими та сірими лісовими ґрунтами. Клімат характеризується помірним зволоженням і має триваліший вегетаційний період. Спеціалізація в рослинництві — пшениця, кукурудза, цукровий буряк, соняшник, ячмінь; у тваринництві — молочно-м'ясне скотарство, свинарство, птахівництво.

Зона Степу розташована в південній частині України, її площа становить майже 47% території. Ґрунтовий покрив представлений

Таблиця 2

Використання сільськогосподарських угідь за кліматичними зонами

Кліматична зона	Площа земель, тис. га	Сільськогосподарські угіддя, тис. га	Рілля, тис. га	Розораність, %
Степ	25 019,8	19 159,9	15 575,3	81,3
Лісостеп	20 291,4	14 580,2	11 961,6	82,0
Полісся	15 043,6	8 086,4	5 320,6	65,8
Усього	60 354,8	41 826,5	32 857,5	78,5

Джерело: сформовано за даними [2].

чорноземами звичайними, південними та каштановими ґрунтами. Клімат посушливий і характеризується високою випаровуваністю. Спеціалізація в рослинництві — пшениця, ячмінь, кукурудза, соняшник, баштанні культури; у тваринництві — вівчарство, скотарство, птахівництво.

Найвища розораність земель у зоні Лісостепу — 82%. Через війну та зміну клімату структура використання земель змінюється. Зокрема, у Степовій зоні загострюється проблема деградації ґрунтів і дефіциту вологи. Ґрунти є найважливішим компонентом навколишнього середовища, що займає ключове місце в територіальній структурі природних ресурсів і відіграє критичну роль у забезпеченні продовольчої безпеки, оскільки є не лише фізичним, а й життєвим середовищем для рослин, мікроорганізмів і значної частини екосистем. Стан ґрунтового покриву безпосередньо впливає на продуктивність сільськогосподарського виробництва, якість вирощуваної продукції та економічну стабільність аграрного сектору. До 1990 року питання охорони, збереження та відновлення родючості ґрунтів мали високий пріоритет у державній політиці, реалізовувався широкий комплекс заходів, спрямованих на збереження ґрунтового покриву, зокрема: впровадження сівозмін для підтримки рівноваги поживних речовин у ґрунті; захисне лісонасадження для запобігання ерозії; внесення органічних і мінеральних добрив з метою підтримки родючості; вапнування кислих ґрунтів і гіпсування засолених земель; розвиток зрошуваного землеробства для підвищення продуктивності у посушливих регіонах. Проте за останні десятиліття ситуація суттєво змінилася, через скорочення державної підтримки більшість заходів із відновлення родючості ґрунтів була зведена до мінімуму, а деякі — повністю припинені. Наслідком цього стала інтенсивна деградація ґрунтового покриву, що проявляється в таких негативних тенденціях: ерозія ґрунтів (водна та вітрова), що призводить до втрати родючого шару; зниження вмісту гумусу та поживних речовин; підвищення рівня кислотності та засолення ґрунтів; опустелювання окремих територій, особливо в Степовій зоні; забруднення ґрунтів залишками пестицидів, важкими металами та іншими шкідливими речовинами [4]. За оцінками експертів, за останні 30 років середній рівень гумусу в українських чорноземах знизився з 3,5–4% до 2,5–3%, що є критичним показником [7]. Деградаційні процеси значно посилилися внаслідок воєнних дій, що призвели до фізичного пошкодження земель, забруднення важкими металами та мінами, порушення структури орних угідь. Відновлення родючості ґрунтів має стати одним із ключових завдань аграрної політики України, необхідно повернутися до комплексного підходу у збереженні ґрунтів, розширити застосування сталих методів землеробства, інвестувати в екологічно безпечні технології та відновлювати деградовані землі. Лише за таких умов можна зупинити подальшу втрату цього безцінного природного ресурсу.

Використання сільськогосподарських земель характеризується надмірним антропогенним навантаженням на земельні ресурси, що спричиняє деградацію та забруднення ґрунтового покриву. Однією з основних причин цього явища є інтенсивне застосування мінеральних добрив і хімічних засобів захисту рослин, особливо за відсутності належного дотримання агротехнічних норм. Найбільше забруднення спостерігається на територіях, де порушуються вимоги щодо використання отрутохімікатів та агрохімікатів, що призводить до накопичення токсичних речовин у ґрунті, водних ресурсах і, як наслідок, у сільськогосподарській продукції. Збереження родючості земель та екологічна безпека агровиробництва потребують суворого контролю за використанням хімічних добрив, пестицидів і гербіцидів.

У *табл. 3* наведено динаміку площ земель, оброблених добривами, та частки продукції рослинництва у загальній структурі продукції сільського господарства за 2015–2023 роки. Протягом досліджуваного періоду спостерігалося певне зменшення обсягів внесення мінеральних добрив (у діючій речовині) і пестицидів для посівів сільськогосподарських культур. Водночас за останні роки обсяг використання органічних добрив зріс, що є позитивною тенденцією. Однак співвідношення органічних добрив до мінеральних поступово зменшується, що створює виклики для аграрної галузі.

Раціональне землекористування, запровадження екологічно безпечних технологій вирощування культур і поступовий перехід до органічного землеробства можуть мінімізувати негативний вплив агрохімікатів на довкілля. В іншому випадку надмірне та необґрунтоване використання хімічних засобів призведе не лише до деградації ґрунту, а й становитиме загрозу для здоров'я людей через накопичення шкідливих речовин у продуктах харчування.

Україна, володіючи одними з найбільш родючих ґрунтів у світі, має значний потенціал для виробництва продовольства не лише для внутрішнього споживання, а й для експорту [3]. Завдяки традиційно потужному аграрному сектору та значному обсягу продовольчого експорту Україна відіграє ключову роль у забезпеченні світової продовольчої безпеки. До

Таблиця 3

Динаміка площ земель, оброблених добривами, за 2015–2023 рр.

Роки	Площа, оброблена мінеральними добривами (у діючій речовині), млн га	Площа, оброблена органічними добривами, млн га	Площа, оброблена пестицидами, млн га	Продукція рослинництва в загальній структурі продукції сільського господарства, %
2015	14,50	0,40	18,41	75,90
2016	15,88	0,44	18,13	76,63
2017	16,50	0,50	17,27	77,40
2018	16,10	0,80	16,00	78,90
2019	16,40	0,80	16,10	79,10
2020	16,40	1,00	16,20	77,30
2021	16,80	1,00	16,60	81,40
2022	12,70	0,70	12,90	81,56
2023	12,83	1,03	12,85	81,92

Джерело: сформовано за даними [9].

початку повномасштабної війни країна входила до найбільших світових експортерів зернових, постачаючи на зовнішні ринки 3/4 усього виробленого зерна, тоді як внутрішнє споживання становило лише 20–25%. Частка України у світовому експорті становила: 10% — пшениці, понад 14% — кукурудзи, понад 47% — соняшникової олії. Попри складні умови війни та порушену логістику, за підтримки міжнародних партнерів Україна зберігає статус одного з провідних експортерів продовольства. У 2023 році було експортовано: 16,1 млн тонн пшениці до 65 країн, 26,2 млн тонн кукурудзи до 80 країн та 5,7 млн тонн соняшникової олії до 130 країн. Загалом частка України в міжнародній торгівлі зерном і соняшниковою олією залишається на рівні понад 10%. Воєнні дії в Україні суттєво погіршили внутрішню продовольчу безпеку через руйнування логістичних ланцюгів, знищення інфраструктури та аграрних господарств, скорочення виробництва продовольства на діючих підприємствах. За оцінками ФАО, через війну сільські домогосподарства України зазнали збитків на 2,25 млрд дол. США, зокрема: 1,26 млрд дол. США — у сфері рослинництва та 0,98 млрд дол. США — у сфері тваринництва; 25% сільськогосподарських підприємств скоротили або повністю припинили виробництво, а в прифронтових регіонах цей показник сягає 38% [1].

Реалізація глобальних Цілей сталого розвитку ООН, зокрема Цілі 2 (“Подолання голоду”), Цілі 12 (“Відповідальне споживання і виробництво”), Цілі 13 (“Боротьба зі зміною клімату”) та Цілі 15 (“Збереження екосистем суші”), в контексті сталого використання земельно-ресурсного потенціалу країни спрямована на забезпечення екологічно збалансованого, економічно ефективного та соціально відповідального управління земельними ресурсами за такими ключовими напрямами: раціональне використання та охорона земель, розширення органічного землеробства, збереження родючості ґрунтів, зменшення викидів парникових газів від сільського господарства, захист природних екосистем та біорізноманіття, раціональне водокористування в аграрному секторі, реформа земельних відносин та управління (*табл. 4*).

Таблиця 4

Пріоритетні напрями сталого використання земельно-ресурсного потенціалу

Пріоритетний напрям	Напрям реалізації	Механізм реалізації
Сільське господарство — локомотив економіки	Розвиток агропромислового комплексу	• Вирощування пшениці, кукурудзи, соняшнику, сої (експортні культури). • Розширення органічного землеробства — продукція для ЄС та інших екологічно свідомих ринків.
	Тваринництво та кормові культури	• Створення кормової бази для розвитку молочного, м’ясного і птахівничого господарств.
	Цифрові технології	• Впровадження точного землеробства для підвищення врожайності та зменшення витрат ресурсів.

Продовження таблиці 4

Пріоритетний напрям	Напрям реалізації	Механізм реалізації
Рекультивація деградованих земель	Рекультивація та меліорація	• Відновлення родючості ґрунтів. • Боротьба із засоленням. • Відновлення ґрунтових вод.
	Заліснення	• Створення захисних смуг, особливо в степових регіонах.
Відновлювальна енергетика	Сонячна енергетика	• Будівництво сонячних електростанцій у південних регіонах (Одеській, Херсонській, Миколаївській областях), де високий рівень сонячного випромінювання.
	Вітрова енергетика	• Будівництво вітрових електростанцій на узбережжях Чорного та Азовського морів.
	Енергетичні культури	• Вирощування міскантусу, верби чи ріпаку для виробництва біопалива на малопродуктивних і забруднених землях.
Збереження природних екосистем	Природоохоронні території	• Розширення мережі природних заповідників, національних парків, біосферних резерватів.
	Збереження степів	• Залишки цілинних степів у південно-східній частині України.
	Відновлення водно-болотних угідь	• Відновлення в межах Полісся або басейнів річок Дніпра, Дністра, Дунаю.
Розвиток урбанізації та інфраструктури	Міські території	• Раціональне використання земель для житлової забудови, транспортної інфраструктури (створення індустріальних чи технопарків).
	Розвиток логістичних центрів	• З огляду на стратегічне розташування України, земельний потенціал використовується для будівництва транспортно-логістичних хабів, особливо біля портів Одеси, Миколаєва, Чорноморська.
Агроекологічний туризм	Розвиток сільського туризму	• Розвиток сільського туризму на заході України, Поділлі та в Карпатах.
	Створення агротуристичних господарств	• Використання земель для створення агротуристичних господарств, які пропонують дегустацію місцевої продукції, майстер-класи з традиційних ремесел.
Водогосподарство та іригація	Розширення систем зрошення	• Критично важливо для південних регіонів, які страждають від посух.
	Відновлення дренажних систем	• Боротьба із заболоченням на Поліссі.
	Створення водних резервуарів	• Для забезпечення сільського господарства та промисловості.
Цифровізація та управління земельними ресурсами	Єдиний державний земельний кадастр	• Точне визначення меж земель, їхньої продуктивності та власності.
	Моніторинг земель	• Супутникові технології для оцінки стану ґрунтів і прогнозування врожаю.
	Електронні торги землею	• Прозорий ринок земель сільськогосподарського призначення.
Подолання наслідків війни	Розмінування земель	• Величезні території на сході та півдні України забруднені мінами та боєприпасами, що вимагає комплексних заходів для повернення цих земель у господарських обіг.
	Рекультивація земель	• Після руйнувань інфраструктури чи бойових дій.
	Залучення інвестицій	• Для відновлення сільськогосподарського виробництва на постраждалих землях.

Закінчення таблиці 4

Пріоритетний напрям	Напрям реалізації	Механізм реалізації
Міжнародні проєкти та співпраця	"Зелений" курс ЄС (Green Deal)	• Адаптація агровиробництва до стандартів сталого розвитку.
	Співпраця з ООН та FAO	• Реалізація проєктів боротьби з деградацією земель і відновлення біорізноманіття.
	Грантові програми	• Впровадження нових технологій і навчання фермерів.

Джерело: власна розробка.

Україна має значний потенціал для реалізації зазначених ініціатив, особливо в контексті євроінтеграції та адаптації до європейських стандартів сталого землекористування.

ВИСНОВКИ

Земельно-ресурсний потенціал України є стратегічним багатством країни. Його ефективне використання сприяє економічному розвитку, продовольчій безпеці та екологічній стабільності. Водночас надзвичайно важливо зберігати та відновлювати ґрунти, щоб забезпечити їх використання для майбутніх поколінь. Одними з визначальних умов стабільного екологічного, соціального та економічного розвитку земельно-ресурсного потенціалу є створення та практична реалізація цілісної системи заходів. Ця система має включати механізм раціонального та ефективного використання земель, а також детальний план реалізації відповідних заходів, який повинен ґрунтуватися на вдосконаленні інформаційного забезпечення, сприяти підвищенню якості земельних ресурсів та їх збереженню як основи земельно-ресурсного потенціалу країни.

Державне управління земельними ресурсами має базуватися на комплексному підході, що охоплює як формування системи раціонального та ефективного використання земель, так і розвиток земельно-ресурсного потенціалу, що є основою економічного зростання. Впровадження інноваційних методів моніторингу, контролю та прогнозування змін земельного фонду сприятиме створенню сприятливих умов для сталого розвитку, покращенню екологічного стану територій і підвищенню інвестиційної привабливості.

ЛІТЕРАТУРА

1. Аграрний сектор України у 2023 році: складові стійкості, проблеми та перспективні завдання. Національний інститут стратегічних досліджень. URL: https://niss.gov.ua/doslidzhennya/ekonomika/ahrarnyy-sektor-ukrayiny-u-2023-rotsiskladovi-stiykosti-problemy-ta (дата звернення: 09.10.2024).
2. Бурковський О. Земельна політика як ключовий та невід'ємний елемент екологічної політики України. Аналітична доповідь. Київ; Чернівці: Друк Арт, 2022. 52 с.
3. Вітчизняне сільське господарство в сучасних умовах: виклики та шляхи їх подолання. Доповідь на сесії Загальних зборів Національної академії аграрних наук України. Київ, НААН, 2023. 60 с.
4. Вплив війни на стан аграрної галузі в Україні. URL: https://economics.org.ua/images/Analitika-agro-sector2023.pdf (дата звернення: 08.10.2024).
5. Земельно-ресурсний потенціал сільських територій: теоретичні й практичні аспекти: монографія / О.М. Вишневська, О.С. Альбещенко, Н.В. Бобровська. Миколаїв, 2018. 184 с.
6. Калина Т.Є., Ступень Н.М., Константінова О.В., Арзуманян Т.Ю., Шушулков С.Д. Особливості використання земельно-ресурсного потенціалу природоохоронних територій в контексті парадигми сталого розвитку: монографія. Одеса: ОДАБА, 2020. 227 с.
7. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища у 2021 році. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. Київ, 2022. 514 с.
8. Николюк 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 (KSE Агроцентр). URL: https://kse.ua/wp-content/uploads/2024/03/Agroviglyad_2_ukr.pdf (дата звернення: 08.10.2024).
9. Офіційний вебсайт Державної служби статистики України. URL: https://ukrstat.gov.ua/ (дата звернення: 10.10.2024).
10. Трегобчук В.М. Відтворення та ефективне використання ресурсного потенціалу АПК. Теоретичні і практичні аспекти. К.: Інститут економіки НАН України, 2003. 259 с.
11. Чумаченко О.М. Поняття земельно-ресурсного потенціалу в економіці природокористування. *Формування ринкових відносин в Україні*. 2022. № 3 (250). С. 59–68.

12. Дребот О.І., Височанська М.Я., Комарова Н.В. Інституціональне забезпечення збалансованого використання та охорони земель сільськогосподарського призначення: монографія; за наук.ред. акад. НААН О.І. Дребот. Київ: Аграрна наука, 2021. 280 с. DOI: 10.31073/978-966-540-571-9. URL: https://bit.ly/41hekJ8

PRIORITY PRINCIPLES OF SUSTAINABLE USE OF LAND RESOURCE POTENTIAL IN THE CONDITIONS OF MODERN CHALLENGES

Kalyna T.
Doctor of Economics, Professor
Odesa State Academy of Civil Engineering and Architecture (Odesa, Ukraine)
e-mail: tkalinka.zin@gmail.com; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2705-9382

Stupen R.
Doctor of Economics, Professor
Lviv National University of Environmental Management (Dubliany, Ukraine)
e-mail: romomas@ukr.net; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4951-2838

Arzumanian T.
Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
Odesa State Academy of Civil Engineering and Architecture (Odesa, Ukraine)
e-mail: tatianaarz@ukr.net; ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1470-1310

The article examines issues related to the features and current trends in the functioning of land and resource potential in the context of the sustainable development paradigm. It is substantiated that the land and resource potential of Ukraine is a strategic asset of the country, its effective use contributes to economic development, food security and environmental stability. The essence of the concept of land and resource potential and its content through the concept of sustainable (balanced) use are determined. An assessment of trends in the use of land and resource potential of Ukraine is carried out. It is substantiated that since the beginning of the war, land resources and their potential have undergone significant transformations. The dynamics of changes in the land fund for 2021–2024 are determined. The current state of functioning of agricultural lands and their potential, which is a key factor in ensuring food security, is investigated. It is substantiated that the implementation of the global UN Sustainable Development Goals, in particular Goal 2 ("No Hunger"), Goal 12 ("Responsible Consumption and Production"), Goal 13 ("Combating Climate Change") and Goal 15 ("Conservation of Terrestrial Ecosystems"), in the context of sustainable use of the country's land and resource potential is aimed at ensuring environmentally balanced, economically efficient and socially responsible management of land resources. Priority areas of sustainable use of land and resource potential and mechanisms for their implementation are identified.

Keywords: *sustainable development, soils, land fund, agricultural land, food security.*

REFERENCES

1. Ahrarnyi sektor Ukrainy u 2023 rotsi: skladovi stiikosti, problemy ta perspektyvni zavdannia [The agricultural sector of Ukraine in 2023: components of sustainability, problems and future tasks]. (n.d.). Natsionalnyi instytut stratehichnykh doslidzhen — The National Institute for Strategic Studies. URL: https://niss.gov.ua/doslidzhennya/ekonomika/ahrarnyy-sektor-ukrayiny-u-2023-rotsiskladovi-stiykosti-problemy-ta [in Ukrainian].
2. Burkovskyi, O. (2022). *Zemelna polityka yak kliuchovyi ta nevidiemnyi element ekolohichnoi polityky Ukrainy. Analitychna dopovid [Land policy as a key and integral element of Ukraine's environmental policy. Analytical report].* Kyiv; Chernivtsi: Druk Art [in Ukrainian].
3. Vitchyzniane silske hospodarstvo v suchasnykh umovakh: vyklyky ta shliakhy yikh podolannia. Dopovid na sesii Zahalnykh zboriv Natsionalnoi akademii ahrarnykh nauk Ukrainy [Domestic agriculture in modern conditions: challenges and ways to overcome them. Report at the session of the General Meeting of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine]. (2023). Kyiv, NAAN [in Ukrainian].
4. Vplyv viiny na stan ahrarnoi haluzi v Ukraini [The impact of the war on the state of the agricultural sector in Ukraine]. (n.d.) URL: https://economics.org.ua/images/Analitika-agro-sector2023.pdf [in Ukrainian].
5. Vyshnevska, O.M., Albeshchenko, O.S., & Bobrovska, N.V. (2018). *Zemelno-resursnyi potentsial silskykh terytorii: teoretychni y praktychni aspekty: monohrafiia [Land and resource potential of rural areas: theoretical and practical aspects: monograph].* Mykolaiv [in Ukrainian].
6. Kalyna, T.Ye., Stupen, N.M., Konstantinova, O.V., Arzumanian, T.Yu., & Shushulkov, S.D. (2020). *Osoblyvosti vykorystannia zemelno-resursnoho potentsialu pryrodookhoronnykh terytorii v konteksti paradyhmy staloho rozvytku: monohrafiia [Peculiarities of using the land and resource potential of protected areas in the context of the sustainable development paradigm: monograph].* Odesa: ODABA [in Ukrainian].
7. Natsionalna dopovid pro stan navkolyshnoho pryrodnoho seredovyshcha u 2021 rotsi [National Report on the State of the Environment in 2021]. (2022). Ministerstvo zakhystu dovkillia ta pryrodnykh resursiv Ukrainy — Ministry of Environmental Protection and Natural Resources of Ukraine. Kyiv [in Ukrainian].
8. Nykoliuk, O., Pyvovar, P., Nazarkina, R., Stolnikovych, H., & Bohonos, M. *Dynamika zemelnoho fondu: yak zminylysia zemelni resursy Ukrainy pislia 24 liutoho 2022 roku [Dynamics of the land fund: how Ukraine's land resources have*

changed after February 24, 2022]. Tsentr doslidzhen prodovolstva ta zemlekorystuvannia (KSE Ahrotsentr) — Centre for Food and Land Use Research (KSE Agricultural Centre). URL: https://kse.ua/wp-content/uploads/2024/03/Agroviglyad_2_ukr.pdf [in Ukrainian].

9. Ofitsiinyi vebsait Derzhavnoi sluzhby statystyky Ukrainy [Official website of the State Statistics Service of Ukraine]. (n.d.). URL: https://ukrstat.gov.ua/ [in Ukrainian].
10. Trehobchuk, V.M. (2003). *Vidtvorennia ta efektyvne vykorystannia resursnoho potentsialu APK. Teoretychni i praktychni aspekty [Reproduction and effective use of the resource potential of the agricultural complex. Theoretical and practical aspects].* K.: Instytut ekonomiky NAN Ukrainy [in Ukrainian].
11. Chumachenko, O.M. (2022). Poniattia zemelno-resursnoho potentsialu v ekonomitsi pryrodokorystuvannia [The concept of land resource potential in environmental economics]. *Formuvannia rynkovykh vidnosyn v Ukraini — Formation of market relations in Ukraine, 3 (250)*, 59–68 [in Ukrainian].
12. Drebot, O.I., Vysochanska, M.Ya. & Komarova, N.V. (2021). *Instytutsionalne zabezpechennia zbalansovanoho vykorystannia ta okhorony zemel silskohospodarskoho pryznachennia: monohrafiia [Institutional provision of balanced use and protection of agricultural lands].* Kyiv: Ahrarna nauka [in Ukrainian]. DOI: 10.31073/978-966-540-571-9. URl: https://bit.ly/41hekJ8

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

КАЛИНА Тетяна Євгеніївна, доктор економічних наук, професор, професор кафедри геодезії та землеустрою, Одеська державна академія будівництва та архітектури (вул. Дідріхсона, 4, м. Одеса, Україна, 65029; e-mail: tkalinka.zin@gmail.com; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2705-9382).

СТУПЕНЬ Роман Михайлович, доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри геодезії і геоінформатики, Львівський національний університет природокористування (вул. В. Великого 1, м. Дубляни, Львівський район, Львівська область, Україна, 80381; e-mail: romomas@ukr.net; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4951-2838).

АРЗУМАНЯН Тетяна Юріївна, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, доцент кафедри геодезії та землеустрою, Одеська державна академія будівництва та архітектури (вул. Дідріхсона, 4, м. Одеса, Україна, 65029; e-mail: tatianaarz@ukr.net; ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1470-1310).

Новини

Новини

Новини • Новини • Новини

Україна стала офіційним членом **Міжнародного фонду сільського розвитку (IFAD)**. Наприкінці жовтня наша держава приєдналася до одного з найбільших інвестиційних фондів, який спрямований на підтримку малих фермерів сільського населення, зокрема молоді, жінок та внутрішньо переміщених осіб. Програми та проекти IFAD сприяють підвищенню виробничої продуктивності, залученій до міжнародної торгівлі, а також створенню екологічно сталого середовища, адаптованого до зміненого клімату.

UDC 631.4:502.3:001.8 DOI: 10.33730/2310-4678.4.2024.319356

WAR IMPACT ON SOIL AND AGRICULTURAL LAND: BIBLIOMETRIC LANDSCAPE AND IMPROVING METHODS OF ASSESSING DAMAGE

Honcharova A.
Postgraduate student
National Scientific Center "Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O.N. Sokolovsky" (Kharkiv, Ukraine)
e-mail: goncharova300@ukr.net; ORCID: https://orcid.org/0009-0008-1843-7442

The article provides a thorough analysis of the latest scientific research and publications presented in the Web of Science (WoS) database, which concerns the impact of military operations on the condition of soils and agricultural lands. The author draw attention to the fact that the number of scientific works in this area is relatively small compared to other areas of environmental and agricultural research. This situation may be a consequence of the lack of attention of the scientific community to this issue, the objective difficulties associated with the complexity of research in a combat zone, limited access to resources, and the risks that arise in the context of active military conflicts. Particular attention is paid to the growth dynamics in the number of publications observed since 2022. This growth can be explained by the activation of Ukrainian scientists who were forced to respond to the challenges that arose as a result of a full-scale invasion. Military operations have led to significant soil degradation, disruption of agroecosystems, and loss of agricultural land productivity, which has created an urgent need for relevant research. Ukrainian scientists in the conditions of martial law have faced new threats, which prompted them to develop innovative methods for assessing environmental damage caused by military operations. The article also critically evaluates the existing methodology for determining damage caused to soils and agricultural lands as a result of emergencies, armed aggression, and other military operations. Several shortcomings have been identified, including insufficient accuracy, limited adaptation to the specific conditions of martial law, and the lack of an integrated approach that takes into account both environmental and economic aspects. The author emphasizes the importance of improving existing methodologies and developing new approaches to assessing the impact of military operations on the environment.

Keywords: *agricultural lands, soils, economic assessment, losses, scientometric analysis, military operations.*

INTRODUCTION

One of the most important and at the same time extremely urgent tasks of modern science is the economic assessment of the environmental consequences of the ongoing war on the territory of Ukraine. The military actions that unfolded as a result of the full-scale invasion of Russia caused serious damage to both the country's economy and its natural environment. In this context, the development of a scientifically sound methodology that will allow for a comprehensive assessment of the damage caused to the environment and, based on this assessment, to form a recovery strategy is of particular importance.

From the moment the invasion began, the Ukrainian government immediately began work on accounting and assessing direct economic losses. This includes damage to infrastructure, industrial facilities, housing stock, and other sectors of the economy. However, when it came to assessing environmental losses, in particular those related to land and soils, significant difficulties arose. These difficulties were associated with several methodological and organizational problems, as well as the lack of sufficiently developed tools for conducting such assessments.

Against the backdrop of full-scale Russian military aggression, the issue of assessing damage and losses caused to Ukrainian lands and lands as a result of hostilities has become even more urgent. In this regard, the need to create special methods that would allow us to accurately determine the scale of environmental damage has increased. It is important to emphasize that the problem of assessing damage to soil resources is new to the scientific community. This is important not only for scientific research but also for practical activities since the effectiveness of restoration measures and the future ecological state of the country depend on the correct understanding and assessment of these damages.

Damage caused to soils and other natural resources of Ukraine directly affects its natural resource potential and land capital, which, in turn,

are important components of the state's economic development. The environmental consequences of war can have long-term consequences for agriculture, biodiversity, water resources, and the overall health of the ecosystem. Therefore, the development of methods for accurate assessment of these damages is not only a scientific but also a national necessity, requiring the consolidation of the efforts of scientists, the government, and the international community. Accordingly, the creation of comprehensive and reliable tools for assessing environmental damage will not only allow us to determine the extent of the damage but will also contribute to the international recognition of these damages, which can become the basis for receiving compensation and assistance in the framework of the country's recovery. This will also help to form a more sustainable environmental policy that will take into account both current challenges and future threats to the environment of Ukraine.

ANALYSIS OF RECENT RESEARCH AND PUBLICATIONS

Research on the impact of war on soils is a relatively new but important topic that is actively developing in Ukraine and abroad. In recent years, the number of scientific publications that analyze both the immediate and long-term consequences of military operations on soil resources has been increasing.

During military operations, soils are contaminated with heavy metals, toxic substances (in particular, explosive residues), and radioactive elements. V. Kolodezhna examines the accumulation of heavy metals (lead, copper) in soils, which occurs due to ammunition residues. This disrupts the chemical balance of soils and poses a threat to vegetation [1]. In their publication, R. Geris et al. consider the use of fungi for bioremediation of soils contaminated with heavy metals and explosives as a result of military operations [2].

Explosions, trenching, and heavy machinery cause mechanical compaction of soils, destruction of the topsoil, and erosion. G. Certini, R. Scalenghe, and W.I. Woods. describe how military activities disrupt the structure of the soil, reducing its ability to allow water and air exchange [3].

War causes significant destruction of vegetation cover, which increases the risk of water and wind erosion of soils. M. Solokha et al. found that military actions in eastern Ukraine led to an increased risk of erosion processes in the region [4]. Pollution and mechanical damage to soils negatively affect microbiological activity, which reduces fertility. P. Broomandi et al. consider the reduction of populations of beneficial microorganisms due to contamination with toxic substances [5]. Soil degradation affects agricultural production, which complicates food security and the economic development of regions. The publication "The Impact of the Russian War on Ukraine on the State of Ukrainian Soils" highlights how soil damage makes effective agriculture impossible in significant areas [6].

M.J. Lawrence et al. analyze the impact of modern wars and military activities on biodiversity and soils, including habitat degradation and soil erosion [7]. A collective monograph edited by T.O. Chaika analyzes methods for restoring the physical properties of soils after their degradation due to hostilities [8]. A study by O.H. Williams and N.L.J. Rintoul-Hynes analyzes the long-term impact of World War I on soil formation and heavy metal contamination of soils in trenches [9]. R.A. Wuana and F.E. Okieimen analyze the sources, risks, and best strategies for cleaning up soils contaminated with heavy metals, including those that may arise from military operations [10].

MATERIALS AND METHODS

The purpose of this work is a bibliometric analysis of studies of the impact of military actions on soils and agricultural lands as a basis for identifying problems and substantiating ways to improve methods for assessing damage caused to land resources and soils of Ukraine as a result of armed aggression. The study used a set of basic methods, such as *bibliometric and graphical analyses* (for a detailed study of methods for assessing damage and losses from aggression and developing proposals for their improvement); *abstract-logical method* (for theoretical generalization and concluding). Bibliometric analysis was carried out using VOSviewer software. This tool is designed to create and visualize bibliometric networks. Such networks can include journals, scientists or individual publications and be built based on citation, bibliographical references, joint citation or co-authorship. In addition, VOSviewer also provides text analysis capabilities that can be used to build and visualize co-occurrence networks of key terms taken from the scientific literature [11]. The information base is publications indexed in the Web of Science and containing the terms "impact of war on soil" and "impact of war on agricultural land" (Fig. 1). This revealed 409 publications published between 1990 and 2024 (as of March 2024). This period was chosen to cover a wide range of research and assess its development over more than three decades.

RESULTS AND DISCUSSION

The results of the analysis of research and publications indicate that the issue of assessing damage and losses caused to land and soils as a

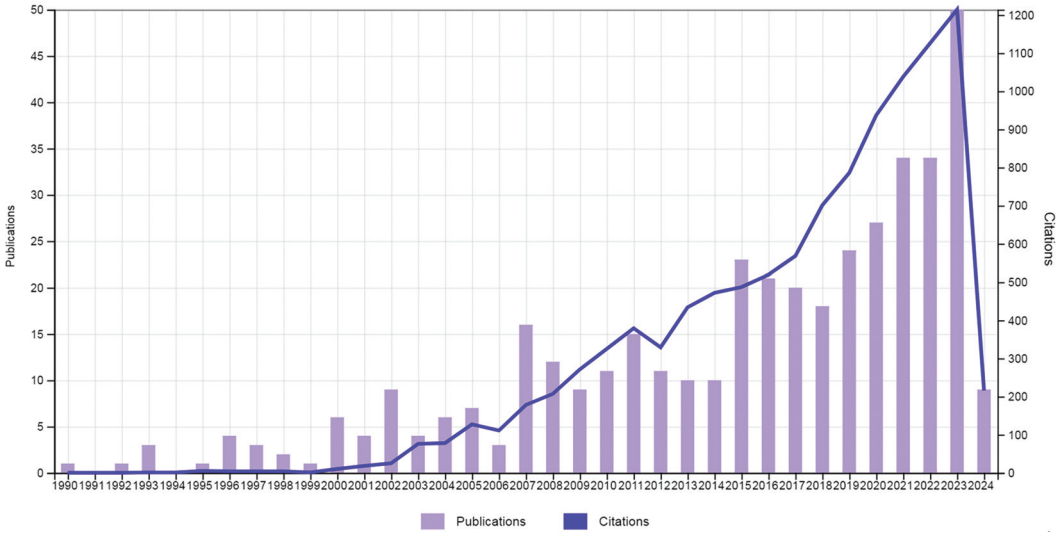


Fig. 1. Trends in publications on the impact of military actions on soils and agricultural lands in the world

Source: the diagram was created by the author based on data from the Web of Science database using VOSviewer software.

result of the war has not been given due attention in the scientific literature. This is evidenced, for example, by the analysis of the dynamics of the number of publications (*Fig. 1*). Until 1999, there was low activity in publications in this area, but since then the number of documents has begun to increase. From a certain point, there has been a noticeable increase in the volume of publications, reaching a peak in 2021 and 2022 with 34 publications per year.

In 2023, this trend continued, and the number of scientific papers increased even more, reaching a record 50 publications. Even at the beginning of 2024, although the year has just begun, nine articles on this topic have already been published, which indicates continued activity in the study of the impact of military actions on soils and agricultural lands. The results of the analysis show that the predominant form of publication is scientific articles, which account for almost 86% of all documents. In addition, most of these articles were published in peer-reviewed journals, which confirms their seriousness and scientific contribution. In addition, it is important to note that the most common field of research in the topic under consideration is environmental sciences — 33.9%, earth sciences, interdisciplinary works — 11.2%, ecological studies — 10.5%, water resources — 6.8%, ecology — 6.6%, physical geography — 6.6%, geography — 6.3%, soil science — 6.1%. This indicates the relevance of problems related to the impact of military actions on natural resources and ecosystems, as well as the growing interest in these issues in the scientific community, but none of them relate to economic sciences and do not touch on the issue of assessing damage and losses caused to soils or agricultural lands. The results of a study of the 15 most productive institutions (organizations) dealing with the impact of military actions on soils and agricultural lands are interesting. These topics attract the attention of researchers from different countries of the world, in particular Belgium, Germany, Ukraine, France, the USA, Poland, Denmark, China and Spain. The most productive in this regard are the Humboldt University of Berlin (Germany), Ghent University (Belgium), the National Center for Scientific Research (France), and the Ministry of Education and Science of Ukraine (Ukraine). It is worth noting that, despite this, institutions in the USA (6) and Spain (2) are successfully working on this topic. This indicates a wide international interest and cooperation in this field of research. Thanks to the visualization of bibliometric data (*Fig. 2*), it can be seen that the largest number of publications was written in the USA.

Also, a fairly large number of publications were created in Germany, Great Britain, Italy, France, Spain, and Ukraine. Much less activity is observed in Norway, China, Finland, Sweden, and Iraq. Even fewer publications come from scientists from Vietnam and Georgia. Most countries actively cooperated. Such data make it possible to understand the level of scientific activity in different countries and identify potential areas of cooperation and research development.

Web of Science distinguishes two types of keywords, if present: author keywords (selected by the author and included in the article when it is submitted to the journal) and KeyWords Plus

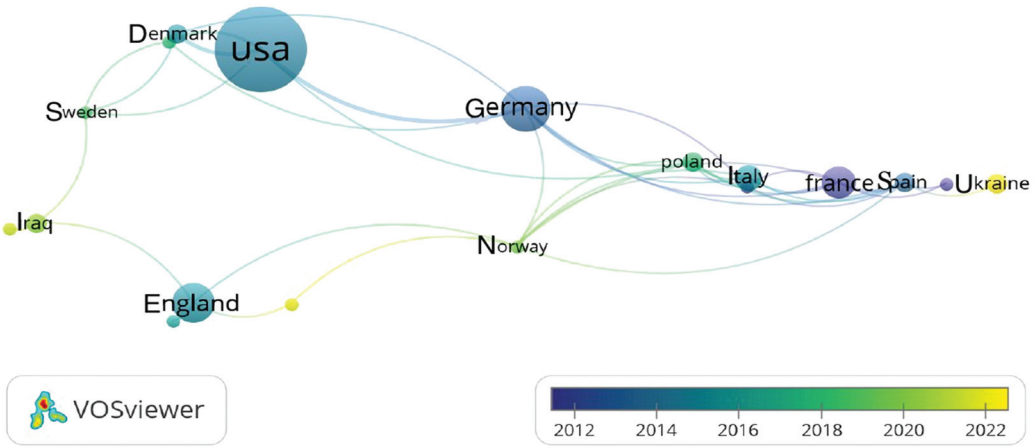


Fig. 2. Countries where publications on the selected topic were written (co-authorship, countries, minimum number of documents per country: 2).
Source: the map was created by the author based on data from the Web of Science database using VOSviewer software.

(selected by Web of Science). Both types have their advantages: author keywords help to understand how researchers describe their field and can be used as search terms in other databases. However, these keywords are usually considered unstructured because there is no control over their use — no organization checks for accuracy or combines similar terms into one. In turn, KeyWords Plus is a controlled dictionary from the Web of Science. They can be thought of as a thesaurus of terms selected by Web of Science based on the titles in the document's reference list [12].

The *Figure 3* shows the most frequently used keywords by the authors in publications related to the selected topic. According to these authors, these key terms can become effective search queries in other databases. Among these keywords, "soil erosion", "land-use change" and "agriculture" stand out.

The *Figure 4* shows the keywords selected by Web of Science in scientific publications related to the selected topic. Among these terms, "management", "model", "dynamics", "impacts" and "armed conflict" stand out. At this stage, we see that the keywords defined by the authors do not match with KeyWords Plus. In both cases, only "armed conflict" matched.

The developed bibliometric map (*Fig. 5*) shows that the most used terms are "management", "model", "dynamics", "impacts" and "armed conflict".

Next, the author reviewed the most cited articles related to the impact of the war on the soils and agricultural lands of Ukraine. To do this, the search engine analyzed the results of the search for "war impact on soil" (All Fields) "war impact on agricultural land" (All Fields), and "Ukraine" (All Fields). The articles were selected from the "Highly Cited Papers" category. *Table 1* shows the most cited articles on the selected topic. However, not all articles are suitable for theoretical study and analysis of the topic. Some articles

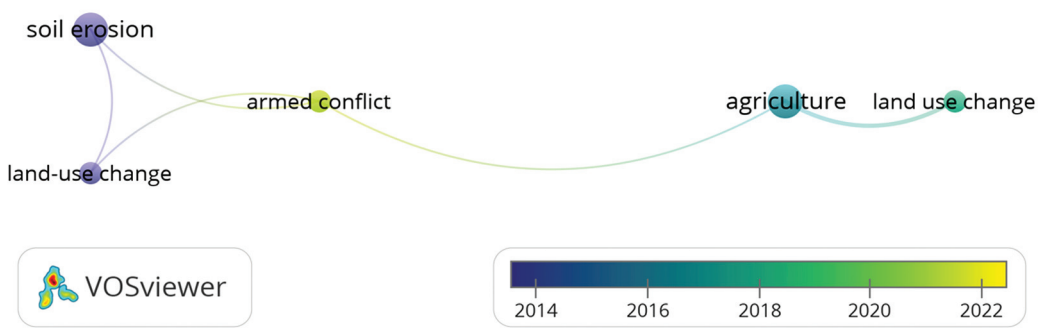


Fig. 3. Visualization of the use of author keywords in publications on the selected topic (co-occurrence, author keywords, minimum number of keyword occurrences: 5)
Source: the map was created by the author based on data from the Web of Science database using VOSviewer software.

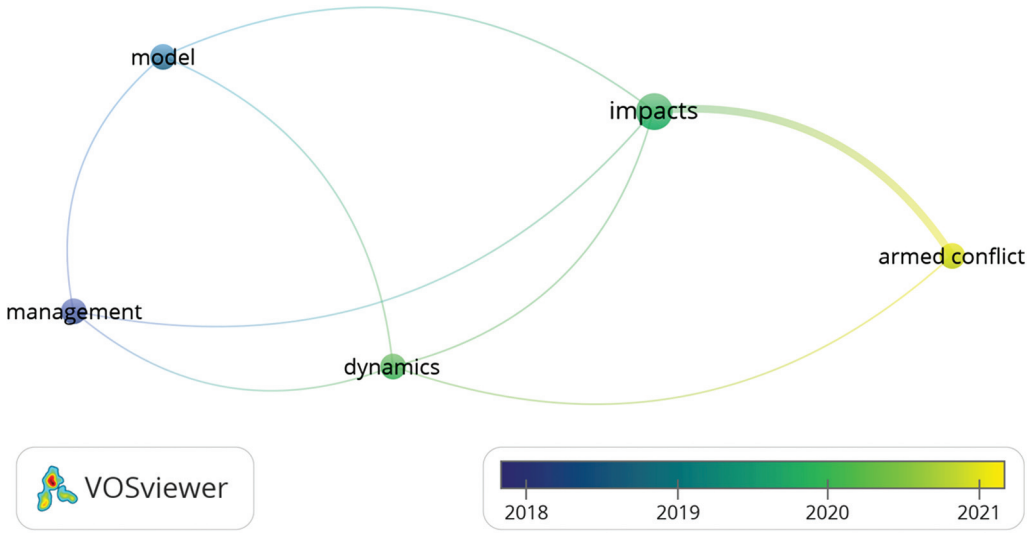


Fig. 4. Visualization of the use of KeyWords Plus in publications on the selected topic (co-occurrence, KeyWords Plus, minimum number of keyword occurrences: 5)

Source: the map was created by the author based on data from the Web of Science database using VOSviewer software.

consider the impact on agricultural lands from the point of view of economic losses, while others are devoted to a broader study of the impact of the war, where the impact on soil and land is only part of the article.

At the international level, one of the most important and developed methodologies is the FAO Damage and Loss Assessment Methodology [19]. It is used to identify, analyze, and assess the impact of disasters on agriculture, including crops, forestry, livestock, aquaculture, and fisheries. The main focus of this methodology is on assessing the impact of natural disasters on agricultural assets and production flows, while land and soil

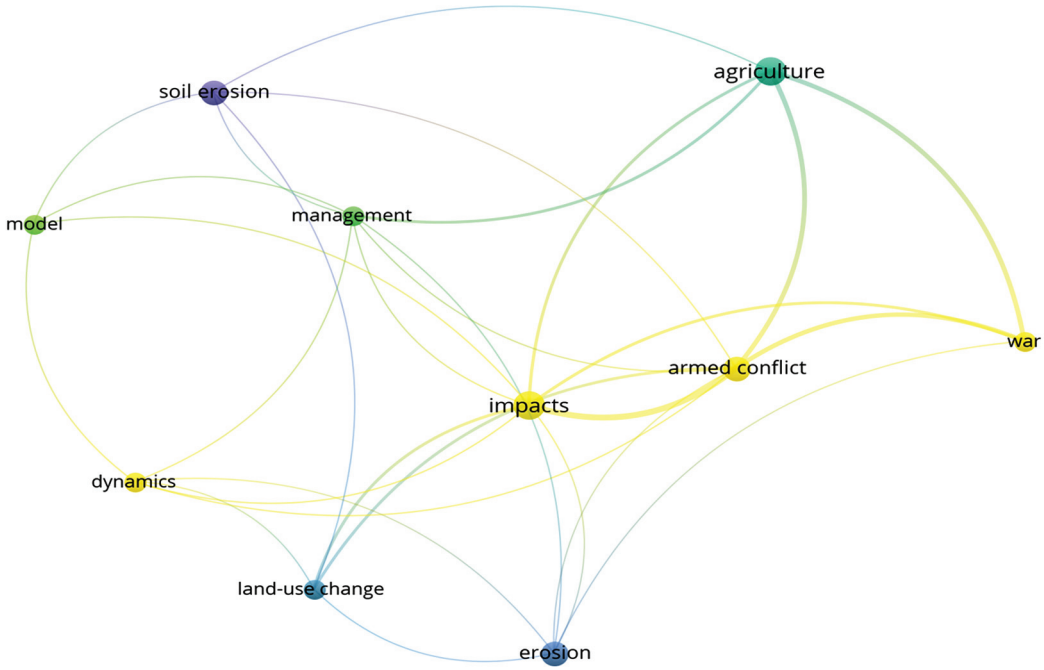


Fig. 5. Visualization of the use of all keywords in publications on the selected topic (co-occurrence, all keywords, minimum number of keyword occurrences: 5)

Source: the map was created by the author based on data from the Web of Science database using VOSviewer software.

Table 1

The most cited articles on the impact of the Russian-Ukrainian war on soils and agriculture according to the Web of Science database

No.	Title of the article	Authors	Year of publication	Number of citations	Journal
1	Russian-Ukrainian war impacts the total environment	Pereira, P., Basic, F., Bogunovic, I., Barcelo, D.	2022	144	Science of the Total Environment
	The text of the article claims that the Russian-Ukrainian war has already led to serious air pollution, greenhouse gas emissions, and the threat of radiation leakage due to the battles near the Zaporizhia NPP and Chornobyl. Significant impacts are observed on soils, particularly through bombing, which causes land degradation, especially black soil, one of the most fertile in the world. This can lead to reduced food production, degraded water quality, and significant damage to ecosystems and biodiversity [13].				
2	The impact of Russia-Ukraine conflict on global food security	Lin, F.Q., Li, X.C., Jia, N.Y., Feng, F., Huang, H., Huang, J.X., Fan, S.G., Ciais, P., Song, X.P.	2023	101	Global Food Security-Agriculture Policy Economics and Environment
	Satellite data showed a decrease in wheat production in Ukraine in 2021–2022. In three scenarios, depending on the duration of the war, a significant drop in trade (up to 60%), an increase in wheat prices (up to 50%) and a decrease in purchasing power of more than 30% are predicted. Countries that depend on wheat imports from Ukraine will suffer the most, including Egypt, Turkey, Mongolia, Georgia and Azerbaijan [14].				
3	Environmental damages due to war in Ukraine: a perspective	Rawtani, D., Gupta, G., Khatri, N., Rao, P.K., Hussain, C.M.	2022	101	Science of the Total Environment
	The article covers many aspects of the environment that are negatively affected by the Russian-Ukrainian war, particularly because changes in physical, chemical, and biological characteristics due to shelling have worsened serious losses in agriculture. Water pollution, air quality degradation, and the threat of radiation flow create safety for human health and ecosystems. The war also causes large-scale deforestation, loss of biodiversity, and worsening global environmental problem [15].				
4	High energy and fertilizer prices are more damaging than food export curtailment from Ukraine and Russia for food prices, health and the environment	Alexander, P., Arneth, A., Henry, R., Maire, J., Rabin, S., Rounsevell, M.D.A.	2023	58	Nature Food
	The authors show that agricultural input costs and export restrictions could increase commodity prices by 60 to 100 percent in 2023, leading to 61 to 107 million undernourished people and 416,000 to 1.01 million additional deaths. Reduced intensification of land use due to high costs will cause expansion of agricultural land, loss of carbon, and biodiversity. The influence of resource costs on prices reached the consequences of the reduction of exports from Russia and Ukraine [16].				
5	Telecoupled impacts of the Russia-Ukraine war on global cropland expansion and biodiversity	Chai, L., Liu, A., Li, X.C., Guo, Z.S., He, W.R., Huang, J.X., Bai, T.C., Liu, J.G.	2024	11	Nature Sustainability
	To quantify such impacts on biodiversity, the global expansion of arable land, triggered by the reformatting of international flows of virtual arable land under different war scenarios, was simulated and biodiversity impacts were assessed. The results show that in the baseline situation (reduction of Ukraine's exports by 33.57%), the war will lead to an additional expansion of cultivated areas by 8.48 million hectares compared to the "no war" scenario [17].				

End of Table 1

No.	Title of the article	Authors	Year of publication	Number of citations	Journal
6	Disrupted harvests: how Ukraine-Russia war influences global food systems — a systematic review	El Bilali, H., Ben Hassen, T.	2024	5	Policy Studies
	The findings highlight that the war affected all aspects of food security, with the most severe impact on access to food through reduced domestic production, damage to assets, increased costs of production, impacts on soils and agricultural land, and labor shortages. This has led to reduced food supply, higher prices, and disruption of trade, especially among vulnerable population groups. Food consumption was affected by a decline in the quality of the diet, while stability was threatened by price volatility. The war also affected the environmental, social, economic, and political aspects of food system sustainability, particularly by exacerbating food insecurity, poverty, and displacement [18].				

Source: author's own elaboration using the WoS database.

issues are not sufficiently addressed. In general, it can be noted that there is no internationally recognized methodology for assessing damage to land and soils as a result of armed aggression and hostilities [20]. More general methodologies can also be used. They are proposed to be detailed for individual components and adapted taking into account the assessment of ecosystem losses. For example, according to Didukh et al. the use of a habitat assessment system facilitates the process of collecting and quantifying data. In particular, a 9-criteria damage assessment system for natural systems was proposed by Didukh et al. each of which is rated on a scale from 1 to 4 points. According to the total damage score, 5 categories are distinguished [21]:

1) category A (over 80% of points) — complete destruction, ecosystems will not be able to recover;

2) category B (60–79%) — significant damage, for recovery it is necessary to use external targeted activities with the involvement of financing;

3) category B (40–59%) — significant losses, recovery requires monitoring and adjustment of processes;

4) category D (20–39%) — damage is present, but recovery will occur naturally;

5) category D (up to 20%) — minor damage to the ecosystem.

The current regulatory framework for assessing damage and losses caused to the lands and soils of Ukraine as a result of Russian aggression includes three key documents [22–24]. In the "Methodology..." [23], damage and losses caused to lands and soils are determined as a result of soil contamination — the accumulation in soils of substances that negatively affect their fertility and other useful properties, and soil pollution — the presence of foreign objects, materials, waste and/or other substances placed on the land plot without appropriate permits [23]. Weaknesses of the current "Methodology..." [20; 23; 25; 26]:

1. No attention is paid to the mechanical degradation of territories as a result of military operations. This is a violation of the grounded structure due to the use of heavy equipment, artillery fire, explosions, and other combat factors that significantly change the physical characteristics of the base.

2. Physical degradation, such as erosion, compaction, and other changes that reduce the ability of the soil to retain moisture and provide plants with nutrients, are also not properly taken into account. These processes have a long-term negative impact on soil fertility.

3. Biological degradation, i.e. the destruction of microflora and microfauna, which are important for ecosystem support, is not taken into account in the methods. This leads to the loss of natural land functions, such as supporting crops and natural ecosystems.

4. Other forms of justification for degradation, such as the loss of ecosystem services (e.g., justifying the ability to support local ecosystems) or field energy due to shelling and fires, have also not been given due attention. This issue is important because it affects the overall sustainability of ecosystems and agricultural lands.

5. Costs of assessing unaccounted-for losses. Research and sampling are justified, their analysis and the use of modern remote sensing technologies require significant financial and resource costs that are not taken into account in the methods.

6. In addition, existing approaches do not take into account the costs of demining areas affected by military operations. Clearing land

from mines and explosive devices is a key factor in its safe use, but these costs are not taken into account.

7. There is a lack of methodological approaches to restoring the territory after hostilities. It is important not only to assess the damage caused but also to calculate the cost of restoration measures that allow returning to a reasonable state of war. This includes improving the chemical composition, physical characteristics, and biological activity.

Disadvantages of the "Methodology..." [20; 24; 25]:

1. Ignoring losses from a drop in soil productivity. The methodology does not take into account how the deterioration of soil quality affects the potential income that land users could receive if the soils retained their normal fertility. It does not take into account how this decrease affects the overall economic result of the use of land resources.

2. Underestimating budget losses due to a decrease in the value of land. The methodology does not take into account how a decrease in the market price of land affects budget revenues from land tax. This leads to non-accounting of the full amount of financial losses from a drop in the value of land, which harms the state and local budgets.

3. Costs of assessing unaccounted losses. The methodology does not include the costs associated with the process of assessing damage to the land fund. This applies to the costs of conducting research, developing land management projects, sampling, laboratory analyses, remote sensing, collecting economic data, and performing calculations. Because of this, the methodology may underestimate the actual costs required to restore land after armed aggression. There are other shortcomings of modern methods of assessing damage and losses [26; 27; 28], which indicate the need for their improvement.

CONCLUSIONS

The article is devoted to bibliometric analysis of studies examining the impact of military actions on land resources and agricultural lands. It is noted that this topic remains understudied compared to other environmental issues, such as climate change or soil erosion. However, interest in this issue increased after Russia's full-scale invasion of Ukraine in 2022. The intensification of research is due to both the need to assess the damage caused to ecosystems and the search for solutions for the restoration of damaged areas. It was found that existing damage assessment methodologies, such as the Ukrainian Methodology for Determining the Size of Damage, have significant shortcomings. In particular, they do not take into account the complex impact of military actions, including mechanical, chemical, and biological degradation of soils. Insufficient attention is also paid to the economic assessment of losses, which complicates the planning of restoration measures. The author emphasizes the need to improve existing approaches and develop new assessment tools. It is also important to create recovery plans that take into account the consequences of military actions and increase the resilience of agroecosystems. Further research should be aimed at ensuring sustainable recovery of damaged areas.

REFERENCES

1. Kolodezhna, V. (2023). Gruntovi metamorfozy: Ukrainske doslidzhennia vplyvu viiny na grunty [Soil metamorphoses: Ukrainian study of the impact of war on soils]. Robocha hrupa z vyvchennia ekolohichnykh naslidkiv viiny v Ukraini —Ukraine War Environmental Consequences Work Group (UWEC). URL: https://uwec-workgroup.info/uk/soil-metamorphosis-ukrainian-study-of-war-impacts-on-soils/?utm_source=chatgpt.com [in Ukrainian].
2. Geris, R. et al. (2024). A Review about the Mycoremediation of Soil Impacted by War-like Activities: Challenges and Gaps. *Journal of Fungi, 10 (2)*, 94. DOI: https://doi.org/10.3390/jof10020094 [in English].
3. Certini, G., Scalenghe, R., & Woods, W.I. (2013). The impact of warfare on the soil environment. *Earth-Science Reviews, 127*, 1–15. DOI: https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2013.08.009 [in English].
4. Solokha, M. et al. (2024). Soil Degradation and Contamination Due to Armed Conflict in Ukraine. *Land, 13 (10)*, 1614. DOI: https://doi.org/10.3390/land13101614 [in English].
5. Broomandi, P. et al. (2020). Soil Contamination in Areas Impacted by Military Activities: A Critical Review. *Sustainability, 12 (21)*, 9002. DOI: https://doi.org/10.3390/su12219002 [in English].
6. Holubtsov, O., Sorokina, L., Splodytel, A., & Chumachenko, S. (2023). *Vplyv viiny rosii proty Ukrainy na stan ukrainskykh gruntiv. Rezultaty analizu [The impact of the Russian war against Ukraine on the state of Ukrainian soils. Results of the analysis]*. Kyiv: NGO 'Center for Ecological Initiatives "Ecodia"' [in Ukrainian].
7. Lawrence, M.J. et al. (2015). The effects of modern war and military activities on biodiversity and the environment. *Environmental Reviews, 23 (4)*, 443–460. DOI: https://doi.org/10.1139/er-2015-0039 [in English].
8. Chaika, T.O. (Ed.). (2023). *Zakhyst i vidnovlennia ekolohichnoi rivnovahy ta zabezpechennia samovidnovlennia ekosystem: kolektyvna monohrafiia [Protection and restoration of ecological balance and ensuring self-renewal of ecosystems: collective monograph]*. Poltava: Publishing house "Astraia" [in Ukrainian].
9. Williams, O.H., & Rintoul Hynes, N.L.J. (2022). Legacy of war: Pedogenesis divergence and heavy metal con-

tamination on the WWI front line a century after battle. *European Journal of Soil Science, 73 (4)*. DOI: https://doi.org/10.1111/ejss.13297 [in English].
10. Wuana, R.A., & Okieimen, F.E. (2011). Heavy Metals in Contaminated Soils: A Review of Sources, Chemistry, Risks and Best Available Strategies for Remediation. *ISRN Ecology, 2011*, 1–20. DOI: https://doi.org/10.5402/2011/402647 [in English].
11. Van Eck, N.J., & Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics, 84 (2)*, 523–538. DOI: https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3 [in English].
12. Web of Science. (n.d.). Clarivate. Academia and Government. URL: https://clarivate.com/academia-government/scientific-and-academic-research/research-discovery-and-referencing/web-of-science [in English].
13. Pereira, P. et al. (2022). Russian-Ukrainian war impacts the total environment. *Science of the Total Environment, 837*, 155865. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.155865 [in English].
14. Lin, F. et al. (2023). The impact of Russia-Ukraine conflict on global food security. *Global Food Security, 36*, 100661. DOI: https://doi.org/10.1016/j.gfs.2022.100661 [in English].
15. Rawtani, D. et al. (2022). Environmental damages due to war in Ukraine: A perspective. *Science of The Total Environment, 850*, 157932. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.157932 [in English].
16. Alexander, P., Arneth, A., Henry, R. et al. (2023). High energy and fertilizer prices are more damaging than food export curtailment from Ukraine and Russia for food prices, health and the environment. *Nature Food, 4*, 84–95. DOI: https://doi.org/10.1038/s43016-022-00659-9 [in English].
17. Chai, L. et al. (2024). Telecoupled impacts of the Russia–Ukraine war on global cropland expansion and biodiversity. *Nature Sustainability, 7*, 432–441. DOI: https://doi.org/10.1038/s41893-024-01292-z [in English].
18. El Bilali, H., & Ben Hassen, T. (2024). Disrupted harvests: how Ukraine-Russia war influences global food systems — a systematic review. *Policy Studies, 45 (3–4)*, 310–335. DOI: https://doi.org/10.1080/01442872.2024.2329587 [in English].
19. Conforti, P., Markova, G., & Tochkov, D. (2020). FAO's methodology for damage and loss assessment in agriculture. *FAO Statistics Working Paper, 19–17*. Rome: FAO. DOI: https://doi.org/10.4060/ca6990en [in English].
20. Kucher, A. (2022). Metodyka otsiniuvannia zbytkiv, zavdanykh zbroinoiu ahresiieiu zemelnomu fondu ta gruntam: problemy ta napriamy vdoskonalennia [Methodology for assessing damages and losses caused by the armed aggression to the land fund and soils: problems and directions of improvement]. *Journal of Innovations and Sustainability, 6 (2)*, 10. DOI: https://doi.org/10.51599/is.2022.06.02.10 [in Ukrainian].
21. Didukh, Ya.P., Maruniak, Ye.O., Lisovskyi, S.A., Kuzemko, A.A., & Chekhnii, V.M. (2024). Metodolohichni aspekty typizatsii vplyviv na dovkillia, sprychynenykh rosiiskoiu ahresiieiu v Ukraini [Methodological aspects of classification of environmental impacts caused by russian aggression in Ukraine]. *Ukr. heohr. zhurnal. — Ukrainian Geographic Journal, 2*, 3–12. DOI: https://doi.org/10.15407/ugz2024.02.003 [in Ukrainian].
22. Poriadok vyznachennia shkody ta zbytkiv, zavdanykh Ukraini vnaslidok zbroinoi ahresii rosiiskoi federatsii: Postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 20 bereznia 2022 r. № 326 [The procedure for determining the damage and losses caused to Ukraine as a result of the armed aggression of the Russian Federation: Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated March 20, 2022, No. 326]. (2022). URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/326-2022-%D0%BF#Text [in Ukrainian].
23. Metodyka vyznachennia rozmiru shkody, zavdanoi zemli, gruntam vnaslidok nadzvychainykh sytuatsii ta/abo zbroinoi ahresii ta boiovykh dii pid chas dii voiennoho stanu: Nakaz Ministerstva zakhystu dovkillia ta pryrodnykh resursiv Ukrainy vid 4 kvitnia 2022 r. № 167 [Methodology for determining the amount of damage caused to land and soil as a result of emergency situations and/or armed aggression and hostilities during martial law: Order of the Ministry of Environmental Protection and Natural Resources of Ukraine dated April 4, 2022, No. 167]. (2022). URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0406-22#Text [in Ukrainian].
24. Metodyka vyznachennia shkody ta zbytkiv, zavdanykh zemelnomu fondu Ukrainy vnaslidok zbroinoi ahresii rosiiskoi federatsii: Nakaz Ministerstva ahrarnoi polityky ta prodovolstva Ukrainy vid 18 travnia 2022 r. № 295. [Methodology for determining damage and losses caused to the land fund of Ukraine as a result of the armed aggression of the Russian Federation: Order of the Ministry of Agrarian Policy and Food of Ukraine dated May 18, 2022, No. 295]. (2022). URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0586-22#Text [in Ukrainian].
25. Kucher, A., & Kucher, L. (2023). Impact of war on soils: a bibliometric landscape. *Proceedings of 17th International Scientific Conference "Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment"* (Kyiv, 7–10 November 2023). Kyiv: EAGE, 2023. DOI: https://doi.org/10.3997/2214-4609.2023520212 [in English].
26. Kucher, A., & Kucher, L. (2024). War loss and damage to soil resources: towards sustainable land management. *International Journal of Environmental Studies, 81 (1)*, 18–29. DOI: https://doi.org/10.1080/00207233.2023.2296769 [in English].
27. Baliuk, S.A., Kucher, A.V., & Romashchenko, M.I. (Eds.). (2024). *Gruntovyi pokryv Ukrainy v umovakh voiennykh dii: stan, vyklyky, zakhody z vidnovlennia: monohrafiia [Soil cover of Ukraine in the conditions of hostilities: state, challenges, activities for soil restoration: monograph]*. Kyiv: Ahrarna nauka. DOI: https://doi.org/10.31073/978-966-540-612-9 [in Ukrainian].
28. Ibatullin, S., Dorosh, I., Dorosh, O., Sakal, O., Butenko, Ye., Kharytonenko R., & Shtohryn, H. (2022). Determination of economic losses on agricultural land in connection with hostilities on the example of the territory of Kyivska oblast in Ukraine. *Acta Scientiarum Polonorum. Formatio Circumiectus, 21 (2)*, 49–61. DOI: https://doi.org/10.15576/ASP.FC/2022.21.2.49 [in English].

ВПЛИВ ВІЙНИ НА ҐРУНТ І СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ ЗЕМЛІ: БІБЛІОМЕТРИЧНИЙ АНАЛІЗ ТА ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ОЦІНКИ ЗБИТКУ

А.Є. Гончарова
аспірантка
Національний науковий центр
"Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського" (м. Харків, Україна)
e-mail: goncharova300@ukr.net; ORCID: https://orcid.org/0009-0008-1843-7442

У статті здійснено ґрунтовний аналіз останніх наукових досліджень і публікацій, представлених у базі даних Web of Science (WoS), які стосуються впливу воєнних дій на стан ґрунтів і сільськогосподарських угідь. Авторка звертає увагу на те, що кількість наукових робіт у цій сфері є відносно невеликою порівняно з іншими напрямами екологічних та аграрних досліджень. Така ситуація може бути наслідком як недостатньої уваги наукової спільноти до цієї проблематики, так і об'єктивних труднощів, пов'язаних зі складністю досліджень у зоні бойових дій, обмеженістю доступу до ресурсів і ризиками, що виникають у контексті активних воєнних конфліктів. Особливу увагу приділено динаміці зростання кількості публікацій, що спостерігається з 2022 року. Це зростання можна пояснити активізацією українських науковців, які були змушені реагувати на виклики, що виникли внаслідок повномасштабного вторгнення. Воєнні дії призвели до значної деградації ґрунтів, порушення агроекосистем і втрати продуктивності сільськогосподарських угідь, що створило нагальну потребу в проведенні відповідних досліджень. Вітчизняні вчені в умовах воєнного стану стикнулися з новими загрозами, що спонукало їх до розроблення інноваційних методів оцінювання екологічної шкоди, спричиненої бойовими діями. У статті також критично оцінено існуючу методику визначення шкоди, заподіяної ґрунтам і сільськогосподарським землям у результаті надзвичайних ситуацій, збройної агресії та спричинених нею бойових дій. Виявлено низку недоліків, серед яких недостатня точність, обмежена адаптація до специфічних умов воєнного стану та відсутність інтегрованого підходу, що враховує як екологічні, так і економічні аспекти. Авторка наголошує на важливості вдосконалення наявних методологій і розробки нових підходів до оцінки впливу військових дій на довкілля.

Ключові слова: *сільськогосподарські угіддя, ґрунти, економічна оцінка, втрати, наукометричний аналіз, воєнні дії.*

ЛІТЕРАТУРА

1. Колодежна В. Ґрунтові метаморфози: Українське дослідження впливу війни на ґрунти. Робоча група з вивчення екологічних наслідків війни в Украні (Ukraine War Environmental Consequences Work Group, UWEC). 2023. URL: https://uwecworkgroup.info/uk/soil-metamorphosis-ukrainian-study-of-war-impacts-on-soils/?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 13.10.2024).
2. Geris R. et al. A Review about the Mycoremediation of Soil Impacted by War-like Activities: Challenges and Gaps. *Journal of Fungi*. 2024. Vol. 10, No. 2. 94. DOI: https://doi.org/10.3390/jof10020094
3. Certini G., Scalenghe R., Woods W.I. The impact of warfare on the soil environment. Earth-Science Reviews. 2013. Vol. 127. P. 1–15. DOI: https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2013.08.009
4. Solokha M. et al. Soil Degradation and Contamination Due to Armed Conflict in Ukraine. *Land*. 2024. Vol. 13, No. 10. 1614. DOI: https://doi.org/10.3390/land13101614
5. Broomandi P. et al. Soil Contamination in Areas Impacted by Military Activities: A Critical Review. *Sustainability*. 2020. Vol. 12, No. 21. 9002. DOI: https://doi.org/10.3390/su12219002.
6. Вплив війни росії проти України на стан українських ґрунтів. Результати аналізу / О. Голубцов, Л. Сорокіна, А. Сплодитель, С. Чумаченко. Київ: ГО "Центр екологічних ініціатив "Екодія"", 2023. 32 с.
7. Lawrence M.J. et al. The effects of modern war and military activities on biodiversity and the environment. *Environmental Reviews*. 2015. Vol. 23, No. 4. P. 443–460. DOI: https://doi.org/10.1139/er-2015-0039
8. Захист і відновлення екологічної рівноваги та забезпечення самовідновлення екосистем: колективна монографія; за заг. ред. Т.О. Чайки. Полтава: Видавництво ПП "Астрая", 2023. 308 с.
9. Williams O.H., Rintoul Hynes N.L.J. Legacy of war: Pedogenesis divergence and heavy metal contamination on the WWI front line a century after battle. *European Journal of Soil Science*. 2022. Vol. 73, No. 4. DOI: https://doi.org/10.1111/ejss.13297
10. Wuana R.A., Okieimen F.E. Heavy Metals in Contaminated Soils: A Review of Sources, Chemistry, Risks and Best Available Strategies for Remediation. *ISRN Ecology*. 2011. Vol. 2011. P. 1–20. DOI: https://doi.org/10.5402/2011/402647
11. Van Eck N.J., Waltman L. Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*. 2010. Vol. 84. P. 523–538. DOI: https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3
12. Web of Science. Clarivate. Academia and Government. URL: https://clarivate.com/academia-government/scientific-and-academic-research/research-discovery-and-referencing/web-of-science (accessed: 14.06.2024).
13. Pereira P. et al. Russian-Ukrainian war impacts the total environment. *Science of the Total Environment*. 2022. Vol. 837. 155865. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.155865
14. Lin F. et al. The impact of Russia-Ukraine conflict on global food security. *Global Food Security*. 2023. Vol. 36.

100661. DOI: https://doi.org/10.1016/j.gfs.2022.100661
15. Rawtani D. et al. Environmental damages due to war in Ukraine: A perspective. *Science of The Total Environment*. 2022. Vol. 850. 157932. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.157932
16. Alexander P., Arneth A., Henry R. et al. High energy and fertilizer prices are more damaging than food export curtailment from Ukraine and Russia for food prices, health and the environment. *Nature Food*. 2023. No. 4. P. 84–95. DOI: https://doi.org/10.1038/s43016-022-00659-9
17. Chai L. et al. Telecoupled impacts of the Russia-Ukraine war on global cropland expansion and biodiversity. *Nature Sustainability*. 2024. No. 7. P. 432–441. DOI: https://doi.org/10.1038/s41893-024-01292-z
18. El Bilali H., Ben Hassen T. Disrupted harvests: how Ukraine-Russia war influences global food systems — a systematic review. *Policy Studies*. 2024. No. 45 (3–4). P. 310–335. DOI: https://doi.org/10.1080/01442872.2024.2329587
19. Conforti P., Markova G., Tochkov D. FAO's methodology for damage and loss assessment in agriculture. *FAO Statistics Working Paper*. 2020. No. 19–17. Rome: FAO. DOI: https://doi.org/10.4060/ca6990en
20. Кучер А. Методика оцінювання збитків, завданих збройною агресією земельному фонду та ґрунтам: проблеми та напрями вдосконалення. *Journal of Innovations and Sustainability*. 2022. Vol. 6, No. 2. 10. DOI: https://doi.org/10.51599/is.2022.06.02.10
21. Дідух Я.П., Маруняк Є.О., Лісовський С.А., Куземко А.А., Чехній В.М. Методологічні аспекти типізації впливів на довкілля, спричинених російською агресією в Україні. *Укр. геогр. журнал*. 2024. № 1. С. 3–12. DOI: https://doi.org/10.15407/ugz2024.02.003
22. Порядок визначення шкоди та збитків, завданих Україні внаслідок збройної агресії російської федерації: Постанова Кабінету Міністрів України від 20 березня 2022 р. № 326. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/326-2022-%D0%BF#Text (дата звернення: 23.01.2024).
23. Методика визначення розміру шкоди, завданої землі, ґрунтам внаслідок надзвичайних ситуацій та/або збройної агресії та бойових дій під час дії воєнного стану: Наказ Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України від 4 квітня 2022 р. № 167. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0406-22#Text (дата звернення: 25.08.2024).
24. Методика визначення шкоди та збитків, завданих земельному фонду України внаслідок збройної агресії російської федерації: Наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України від 18 травня 2022 р. № 295. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0586-22#Text (дата звернення: 23.04.2024).
25. Kucher A., Kucher L. Impact of war on soils: a bibliometric landscape. Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment: Proceedings of 17th International Scientific Conference (Kyiv, 7–10 November 2023). Kyiv: EAGE, 2023. DOI: https://doi.org/10.3997/2214-4609.2023520212
26. Kucher A., Kucher L. War loss and damage to soil resources: towards sustainable land management. *International Journal of Environmental Studies*. 2024. Vol. 81. Is. 1. P. 18–29. DOI: https://doi.org/10.1080/00207233.2023.2296769
27. Ґрунтовий покрив України в умовах воєнних дій: стан, виклики, заходи з відновлення: монографія; за ред. С.А. Балюка, А.В. Кучера, М.І. Ромащенка. Київ: Аграрна наука, 2024. 340 с. DOI: https://doi.org/10.31073/978-966-540-612-9
28. Ibatullin S., Dorosh I., Dorosh O., Sakal O., Butenko Ye., Kharytonenko R., Shtohryn H. Determination of economic losses on agricultural land in connection with hostilities on the example of the territory of Kyivska oblast in Ukraine. *Acta Scientiarum Polonorum. Formatio Circumiectus*. 2022. Vol. 21, No. 2. P. 49–61. DOI: https://doi.org/10.15576/ASP.FC/2022.21.2.49

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

ГОНЧАРОВА Анна Євгеніївна, аспірантка, Національний науковий центр "Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського" (вул. Чайковська, 4, м. Харків, Україна, 61024; e-mail: goncharova300@ukr.net; ORCID: https://orcid.org/0009-0008-1843-7442).

ACKNOWLEDGMENTS

Material was prepared within the framework of the scientific project "Economics of land degradation due to war and their post-war restoration: innovative practices for sustainable management of agrarian nature use" (state registration number 0124U000518).

УДК 630*5:632 DOI: 10.33730/2310-4678.4.2024.319399

ФІТОСАНІТАРНИЙ СТАН СОСНОВИХ НАСАДЖЕНЬ ФІЛІЇ ДП "ПОЛІСЬКЕ ЛІСОВЕ ГОСПОДАРСТВО"

В.В. Мороз
кандидат сільськогосподарських наук, доцент
Західноукраїнський національний університет (м. Тернопіль, Україна)
докторантка
Національний лісотехнічний університет України (м. Львів, Україна)
e-mail: vira_moroz@ukr.net; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1457-4641

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю аналізу пошкоджених фітохворобами та фітошкідниками соснових деревостанів у лісництвах філії ДП "Поліське лісове господарство". Результати аналізу показали, що серед хвороб рослин найбільшої шкоди соснам завдає коренева губка. Визначено, що більшість соснових деревостанів були уражені як великим, так і малим сосновим лубоїдом, стенографом та різноманітними златками. Переважна більшість уражених соснових насаджень припадає на ліси IV категорії, з яких 35,3 га пошкоджено комахами-шкідниками, а 10,4 га — кореневою губкою. За класами віку найбільше пошкоджень комахами спостерігалось у IV класі — 32,3 га, тоді як пошкодження кореневою губкою становило 11,2 га. Аналіз пошкоджених комахами-шкідниками та фітохворобами соснових лісів за ступенем повноти показав, що незадовільний санітарний стан виявився в лісах з відносною повнотою 0,7 та 0,75. Площа насаджень, пошкоджених фітошкідниками, становила 25,4 га з відносною повнотою 0,7, тоді як площа лісу, пошкодженого кореневими губками, становила 10,2 га з відносною повнотою 0,75. Більшість лісостанів, які потерпають від пошкоджень комахами-шкідниками та патогенами, належить до I класу бонітету. Площа соснових лісонасаджень, пошкоджених комахами-шкідниками, становить 24,5 га, а площа, пошкоджена кореневою губкою — 10,4 га. Санітарний стан соснових лісів ДП "Поліське лісове господарство" коливається в межах 46–52% для здорових, 28–36% — для слабких, 7–13% —дуже слабких та 10–13% — для всихаючих і всохлих. З метою покращення фітосанітарного стану лісонасаджень у лісництвах філії ДП "Поліське лісове господарство" рекомендовано провести вибіркові санітарні рубки з густотою рубок 13,0–86,0 м^3/га на загальній площі 146,5 га. Отже, відповідно до одержаних результатів досліджень, можна вважати санітарний стан соснових насаджень у лісництвах філії ДП "Поліське ЛГ" задовільним, що свідчить про своєчасне проведення лісогосподарських заходів із захисту лісів.

Ключові слова: *лісостан, комахи-шкідники, фітошкідники, фітохвороби.*

ВСТУП

Унаслідок глобального потепління клімату санітарний стан українських лісів серйозно погіршується, що призводить до всихання сосни та інших лісоутворювальних деревних видів. Біологічна стійкість лісових угруповань природного походження або штучного відтворення знижується, а ослаблені дерева уражаються фітопатогенами та ентомошкідниками, які останнім часом збільшили свою популяцію та розширили ареал поширення [7].

Серед основних причин всихання лісостанів можна виділити зміну клімату, виснаження ґрунтових вод, а також шкодочинний вплив шкідників і збудників хвороб. Основними чинниками всихання соснових дерев є: 1) несприятливі умови та фактори ризику захворювань; 2) етіологія, або першопричини всихання дерев; 3) каталізатори всихання та загибелі дерев. Узагальнивши та вивчивши всі фактори, беручи до уваги глобальне потепління клімату, можна запропонувати заходи для підвищення біологічної стійкості майбутніх лісів під час фази регенерації [8; 9].

У таких умовах на особливу увагу заслуговує збалансоване ведення лісового господарства, а також вчасне проведення лісопатологічного обстеження та здійснення всіх необхідних заходів для збереження лісів [1–6].

Зважаючи на представлені вище фактори та з метою уникнення масштабного всихання лісоутворювальних деревних порід, слід активно впроваджувати науково обґрунтовані лісогосподарські заходи, які попереджають ослаблення лісостанів, запобігаючи згубному впливу першопричин, мінімізуючи негативні наслідки та зменшуючи потенційні ресурсні, екологічні та соціальні втрати.

Актуальність теми дослідження полягає в аналізі пошкоджених соснових деревостанів фітохворобами та фітошкідниками в лісництвах філії ДП "Поліське лісове господарство".

Мета дослідження — з'ясувати масштаби та причини пошкодження соснових деревостанів у лісництвах ДП "Поліське ЛГ" фітошкідниками та фітопатогенами, зокрема великим і малим сосновим лубоїдом, стенографом, златками та кореневою губкою. Визначити залежність пошкоджень від категорій лісів, класу віку, бонітету та відносної повноти деревостанів. На основі отриманих даних запропонувати ефективні заходи для покращення санітарного стану соснових насаджень, зокрема вибіркову санітарну рубку та інші лісогосподарські заходи, спрямовані на підвищення стійкості лісових екосистем.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

С.О. Харченко та інші дослідники вказують на те, що критичний стан соснових насаджень в Україні зумовлений поєднанням природних, антропогенних і кліматичних факторів [12]. Згідно з даними Державного агентства лісових ресурсів України, площа всихання соснових лісів досягла 221,8 тис. га, що становить 53,7% від загальної площі уражених лісів. Основними причинами цього є короїди (верхівковий і шестизубчастий) та грибкові захворювання, при цьому найбільше уражені пристиглі та перестійні насадження [12–14]. Зміна клімату є ключовим фактором ослаблення соснових насаджень і поширення шкідників. У недавніх публікаціях, зокрема авторів Н.В. Страхової, В.П. Горбика та В.С. Бондаря, рекомендовано впроваджувати адаптаційні заходи для підвищення стійкості лісів [13].

У Західному Поліссі України спостерігається інтенсивне всихання соснових лісів, що зумовлене комплексом факторів, зокрема змінами клімату, шкідниками та патогенами. Трирічні дослідження виявили закономірності поширення всихання залежно від вікових класів і типів лісорослинних умов [13; 14].

Дослідження В.Ю. Юхновського та ін. показали, що на рекультивованих землях ослаблені дерева сосни становлять 44,7%, а санітарний стан варіює в межах 3,01–3,41 за шкалою оцінки стану лісів. Найбільше пошкоджень зафіксовано у V класі віку [15].

У доповіді Н.Ю. Висоцької на тему "Вплив збройних конфліктів на лісові екосистеми в контексті зміни клімату" зазначається, що внаслідок бойових дій в Україні постраждало близько 600 тис. га лісових земель. Ліси забруднені боєприпасами, заміновані та зазнають значних пошкоджень унаслідок переміщення військової техніки, що негативно впливає на санітарний стан лісів і спричиняє втрати у лісогосподарському виробництві [16].

На початок 2025 року в різних областях планується надання оперативної інформації про фітосанітарний стан сільськогосподарських рослин. Хоча основна увага зосереджена на сільськогосподарських культурах, аналогічний підхід до моніторингу слід застосовувати й до лісових насаджень [17; 18].

Постанова Кабінету Міністрів України "Про внесення змін до деяких постанов Кабінету Міністрів України щодо здійснення рубок в лісах України" № 1239 від 25 жовтня 2024 р. передбачає проведення рубок формування та оздоровлення лісів для запобігання розповсюдженню шкідників і покращення санітарного стану насаджень. Рекомендується видаляти ослаблені дерева та проводити санітарні рубки в молодняках і середньовікових соснових деревостанах для зменшення ризиків поширення хвороб і шкідників [19].

Останні дослідження підтверджують, що фітосанітарний стан соснових насаджень в Україні погіршується через зміни клімату, поширення шкідників та антропогенні фактори, включаючи наслідки війни. Для збереження лісів необхідно впроваджувати комплексні заходи моніторингу, адаптації та оздоровлення насаджень, а також сучасні методи селекції, генетичної інженерії, своєчасні санітарні рубки та адаптацію лісового господарства до змін клімату.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Державне підприємство "Поліське лісове господарство" розташоване на півночі Київської області. Територія лісгоспу простягається на 35 км із півночі на південь і на 24 км зі сходу на захід. Загальна площа лісового фонду становить 16,329 тис. га. Філія підприємства знаходиться в селі Радинка Поліського району Київської області. До державного підприємства входять чотири лісництва: Красятицьке, Зеленополянське, Радинське, Стещинське.

Основне завдання лісової галузі — відродження лісів і збереження їхньої природної краси для майбутніх поколінь. Тому пріоритетами лісової галузі є насамперед примноження лісових ресурсів, збільшення площі лісів, створення продуктивних і біологічно стійких насаджень та охорона лісів від шкідників, хвороб і лісових пожеж.

Державне підприємство "Поліське лісове господарство" щороку відпускає лісову продукцію з Державного лісового фонду на площі близько 100 га. Кожне з чотирьох лісництв вирощує загалом майже 1,2 млн сіянців основних лісоутворювальних порід. Основним виходом продукції є сіянці деревних порід.

Для створення повноцінних лісових насаджень підприємство щорічно проводить рубки догляду, формування і оздоровлення лісів та інші заходи.

На території лісгоспу розташований об'єкт природно-заповідного фонду "Городещино" — ботанічний заказник місцевого значення площею 9,0 га.

У 2024 році проведено лісопатологічне обстеження санітарного стану соснових насаджень ДП "Поліське лісове господарство" [10; 11]. На тимчасово закладених пробних площах визначали висоту, діаметр, бонітет за шкалою М.М. Орлова, відносну повноту, яка виражається у десяткових величинах, де 1,0 — абсолютна повнота, а також пошкодження дерев хворобами та шкідниками.

Аналіз соснових насаджень здійснювали за методикою Українського науково-дослідного інституту лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г.М. Висоцького. У методиці передбачено визначення середнього показника санітарного стану за 6-бальною шкалою, після чого визначали середній індекс стану за категоріями: здорові — від 1,0 до 1,5; послаблені — 1,51–2,50; дуже послаблені — 2,51–3,50; насадження, що всихають — 3,51–4,50; сухостійні — від 4,51 до 6,00. Аналіз індексу санітарного стану здійснювали за формулою 1:

$$I = \frac{\sum_{i=1}^{6} i \times n_i}{\sum_{i=1}^{6} n_i}, \qquad (1)$$

де n_1, n_2, ..., n_6 — кількість дерев відповідної категорії санітарного стану.

Під час обстеження насаджень було виявлено, що в них різною мірою знижений рівень стійкості, що призвело до появи всихаючих дерев, свіжих сухостоїв і сухостоїв минулих років. Причини утворення сухостоїв найчастіше пов'язані з негативним впливом природних факторів, таких як природний відпад, посухи, зниження рівня ґрунтових вод, фітопатогенні утворення та екстремальні короткотривалі метеорологічні умови. Ці процеси сприяли збільшенню чисельності стовбурових шкідників, таких як шестизубий короїд, великий та малий сосновий лубоїд, велика соснова златка. Інтенсивне живлення цих шкідників на ослаблених деревах та поширення навколо спричинили значне погіршення лісопатологічної ситуації в насадженнях.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Лісопатологічне обстеження, проведене у ДП "Поліське ЛГ", засвідчило, що більшість дерев, пошкоджених комахами-шкідниками — великим і малим сосновим лубоїдом, стенографом та різновидами златок — зосереджена у III (захисній) і IV (експлуатаційній) категорії лісів.

У лісництвах філії виявлено мертві та всихаючі соснові дерева, уражені різноманітними фітопатогенами, зокрема траметесом, облямованим трутовиком, сосновою губкою, трутовиком Швейніца, кореневою губкою та грибом Арміларія.

Патологічні процеси в соснових деревостанах, спричинені кореневими та стовбуровими гнилями, характеризувалися поступовою деградацією деревної тканини, що призвело до ослаблення дерев та зниження їхньої стійкості. Кореневі гнилі переважно порушують живлення та водний обмін дерев, а це призводить до їхньої загибелі та підвищення ризику вітровалу в лісництвах філії ДП "Поліське ЛГ". Стовбурові гнилі, уражаючи внутрішню частину деревини, знижують механічну міцність стовбура, роблячи дерево вразливим до зламу та вторинних інфекцій. Наслідками розвитку гнилей є зниження продуктивності насаджень, погіршення якості деревини та підвищення ризику загибелі дерев.

Вік соснових деревостанів на пробних площах становив від 43 до 70 років, з максимальною висотою 25,0 м та діаметром від 16,0 до 33,0 см.

Під час огляду насаджень, де росте береза повисла, було виявлено погіршення стану дерев. Основною причиною є дефіцит вологи в ґрунті та поширення бактеріальної водянки. Це захворювання спричиняє ураження березовою губкою, що додатково ускладнюється заселенням вторинних шкідників, серед яких найпоширенішими є березовий заболонник і березовий рогохвіст.

У дубових насадженнях зафіксовано ураження несправжнім дубовим трутовиком, що спричиняє розвиток гнилі різного ступеня. Уражені гниллю корені, окоренки та стовбури призводять до ламання та падіння дерев. Ослаблені дерева на різних стадіях патології стають середовищем для вторинних шкідників: златки дубової бронзової, дубової вузькотілої, зеленої вузькотілої та дубового заболонника.

На деяких ділянках виявлено вітровальні та буреломні дерева.

Нових осередків небезпечних первинних шкідників і хвороб лісу не зафіксовано.

За допомогою пакету даних Analyze Data Microsoft Excel проведено кореляційний і статистичний аналіз між біометричними показниками дерев (віком, висотою, діаметром), повнотою та площею пошкоджених деревних насаджень ентомошкідниками і фітопатогенами, зокрема кореневою губкою (*табл. 1–4*).

Таблиця 1

Кореляційна матриця таксаційних показників пошкоджених соснових деревостанів комахами-шкідниками

Показники	Вік, роки	Повнота	Середня висота, м	Середній діаметр, см	Площа пошкоджених дерев, га
Вік, років	1,000	—	—	—	—
Повнота	–0,436	1,000	—	—	—
Середня висота, м	0,476	–0,146	1,000	—	—
Середній діаметр, см	0,891	–0,435	0,514	1,000	—
Площа пошкоджених дерев, га	0,299	–0,071	0,187	0,395	1,000

Джерело: сформовано на основі власних досліджень.

Таблиця 2

Основні статистичні показники соснових деревостанів, пошкоджених комахами-шкідниками

Показники	*A* (вік, роки)	*p* (відносна повнота)	*h* (висота дерева, м)	*d* (діаметр дерева, см)	*S* (площа пошкоджених дерев, га)
$X_{ср}$ (середнє арифметичне значення)	61,3	0,721	21,0	26,5	1,21
C_v (стандартна помилка)	1,29	0,009	0,754	0,674	0,212
σ (стандартне відхилення)	7,41	0,055	4,33	3,87	1,22
D (дисперсія вибірки)	54,9	0,003	18,8	15,0	1,48
E (ексцес)	0,341	0,869	11,2	0,867	4,93
A (коефіцієнт асиметрії)	–0,950	0,745	–2,87	–0,969	2,21
min (мінімум)	43,0	0,600	2,00	16,0	0,252
max (максимум)	70,0	0,850	25,0	32,0	5,32
V (коефіцієнт варіації), %	12,1	7,600	20,6	14,6	100,4

Джерело: сформовано на основі власних досліджень.

Таблиця 3

Кореляційна матриця таксаційних показників соснових деревостанів, уражених кореневою губкою

Показники	*A* (вік, роки)	*p* (відносна повнота)	*h* (висота дерева, м)	*d* (діаметр дерева, см)	*S* (площа пошкоджених дерев, га)
A (вік дерева, роки)	1,000	—	—	—	—
p (відносна повнота)	0,746	1,000	—	—	—
h (висота дерева, м)	0,784	0,651	1,000	—	—
d (діаметр дерева, см)	0,682	0,368	0,943	1,000	—
S (площа пошкоджених дерев, га)	0,724	0,897	0,356	0,078	1,000

Джерело: сформовано на основі власних досліджень.

Таблиця 4

Основні статистичні показники соснових деревостанів, уражених кореневою губкою

Показники	A (вік, роки)	p (відносна повнота)	h (висота дерева, м)	d (діаметр дерева, см)	S (площа пошкоджених дерев, га)
$X_{ср}$ (середнє арифметичне значення)	60,8	0,638	22,5	26,0	3,95
C_v (стандартна помилка)	2,39	0,055	0,866	1,63	2,26
σ (стандартне відхилення)	4,79	0,111	1,73	3,27	4,52
D (дисперсія вибірки)	22,9	0,012	3,00	10,7	20,4
E (ексцес)	–1,52	–1,70	2,89	1,50	0,633
A (коефіцієнт асиметрії)	–0,239	–0,482	–1,54	0,00	1,19
min (мінімум)	55,0	0,500	20,0	22,0	0,200
max (максимум)	66,0	0,750	24,0	30,0	10,2
V (коефіцієнт варіації), %	7,88	17,4	7,69	12,6	114,6

Джерело: сформовано на основі власних досліджень.

Відповідно до одержаних результатів аналізу (*табл. 1*), спостерігається висока кореляційна залежність між діаметром і висотою (0,891), значна — між висотою та діаметром (0,514), а за іншими показниками кореляція є слабкою або помірною.

Статистичний аналіз пошкоджених дерев фітошкідниками показав, що варіація показників є незначною за відносною повнотою, середньою за іншими показниками та значною за площею насаджень, які потребують проведення заходів захисту соснових насаджень (*табл. 2*).

Спостерігається сильна асиметрія за всіма показниками: позитивна — за відносною повнотою та площею насаджень, які потребують проведення заходів, і від'ємна — за іншими показниками. Крива розподілу є правосторонньою і гостровершинною за всіма показниками.

Кореляційна матриця таксаційних показників уражених дерев кореневою губкою (*табл. 3*) показала дуже високий кореляційний взаємозв'язок між висотою та діаметром дерева (0,943); високий — між віком дерев і висотою, відносною повнотою та площею пошкоджених соснових деревостанів кореневою губкою, а також між відносною повнотою та площею пошкоджених дерев; значний — між віком і діаметром дерев, а також між відносною повнотою та висотою дерев.

За іншими показниками зв'язок є помірно слабким (між діаметром дерева та площею пошкоджених дерев).

Оцінка основних статистичних показників виявила незначну варіацію показників за віком і висотою соснових насаджень, середню — за відносною повнотою та діаметром дерев (*табл. 4*).

Крива розподілу є лівосторонньою асиметричною туповершинною за віком і повнотою насаджень, правосторонньою асиметричною гостровершинною за висотою, симетричною гостровершинною за діаметром, правосторонньою і туповершинною сильно асиметричною за площею пошкоджених дерев.

Як уже зазначалося, серед пошкоджених соснових деревостанів найбільша площа пошкоджених дерев ентомошкідниками та фітопатогенами спостерігалася в IV категорії лісів — 35,3 га та 10,4 га відповідно (*рис. 1, 2*).

Найбільше пошкоджених дерев фітошкідниками спостерігається в IV класі віку на площі 32,3 га (*рис. 3*).

Подібна ситуація спостерігається при аналізі ураження соснових дерев кореневою губкою (*рис. 4*).

Площа пошкоджених насаджень становить 11,2 га.

При аналізі пошкоджених лісових насаджень фітошкідниками та фітохворобами за повнотою було з'ясовано, що більшість пошкоджених насаджень спостерігається при відносній повноті 0,7 і 0,75 (*рис. 5, 6*).

Площа пошкоджених насаджень фітошкідниками за відносної повноти 0,7 була найвищою і становила 25,4 га, а кореневою губкою найбільше пошкоджені деревостани спостерігалися за відносної повноти 0,75 (10,2 га).

Аналіз пошкоджених насаджень за бонітетом показав, що насадження I класу бонітету найбільше потерпають від уражень патогенами та шкідниками (*рис. 7*).

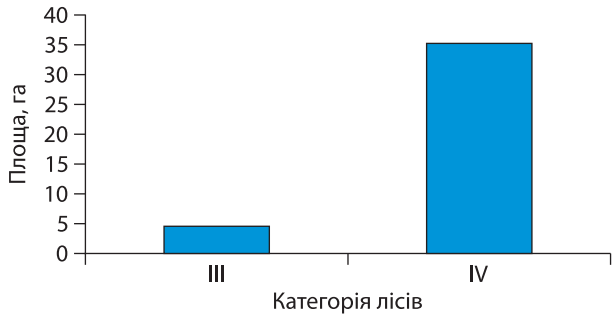


Рис. 1. Площа соснових насаджень, що потребує захисних заходів від ентомошкідників, за категоріями лісів

Джерело: розроблено на основі власних досліджень.

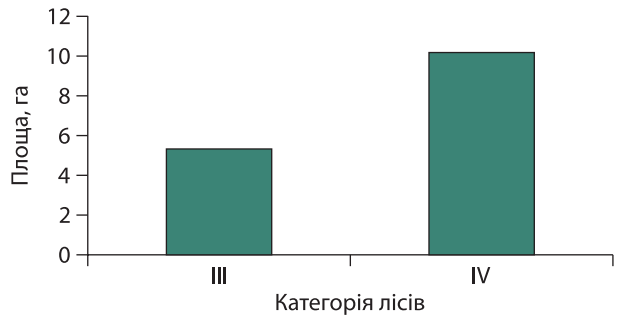


Рис. 2. Площа соснових насаджень, що потребує захисних заходів від кореневої губки, за категоріями лісів

Джерело: розроблено на основі власних досліджень.

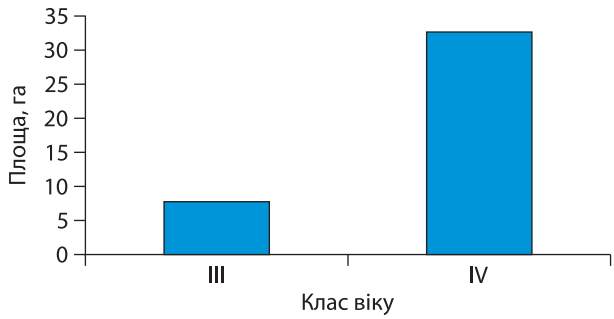


Рис. 3. Площа, що потребує проведення заходів у насадженнях, пошкоджених ентомошкідниками, за класами віку

Джерело: розроблено на основі власних досліджень.

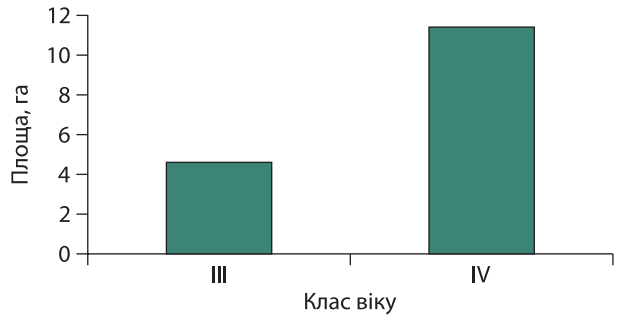


Рис. 4. Площа, що потребує проведення заходів у насадженнях, пошкоджених кореневою губкою, за класом віку

Джерело: розроблено на основі власних досліджень.

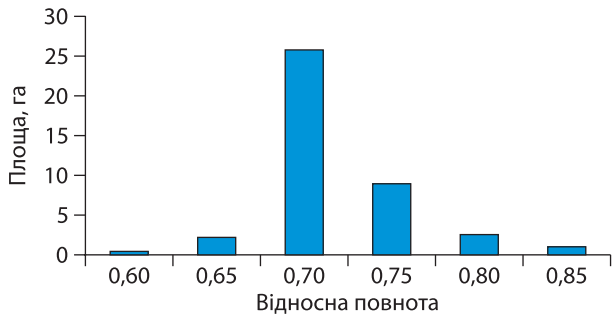


Рис. 5. Площа пошкоджених насаджень ентомошкідниками за відносною повнотою, га

Джерело: розроблено на основі власних досліджень.

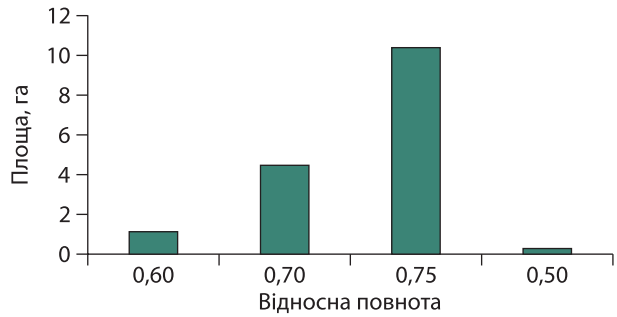


Рис. 6. Площа пошкоджених насаджень кореневою губкою за відносною повнотою, га

Джерело: розроблено на основі власних досліджень.

Площа пошкоджених соснових насаджень I класу бонітету у 2024 році становила 24,5 га, пошкоджених фітошкідниками, та 10,4 га — кореневою губкою.

За формулою 1 проведено аналіз соснових насаджень за 6-ма індексами санітарного стану, який показав, що здорові дерева становили від 46 до 52% (*табл. 5*).

Згідно з одержаними показниками санітарного стану сосни звичайної (*табл. 5*), можна стверджувати, що санітарний стан у ДП "Поліське ЛГ" є задовільним, що свідчить про

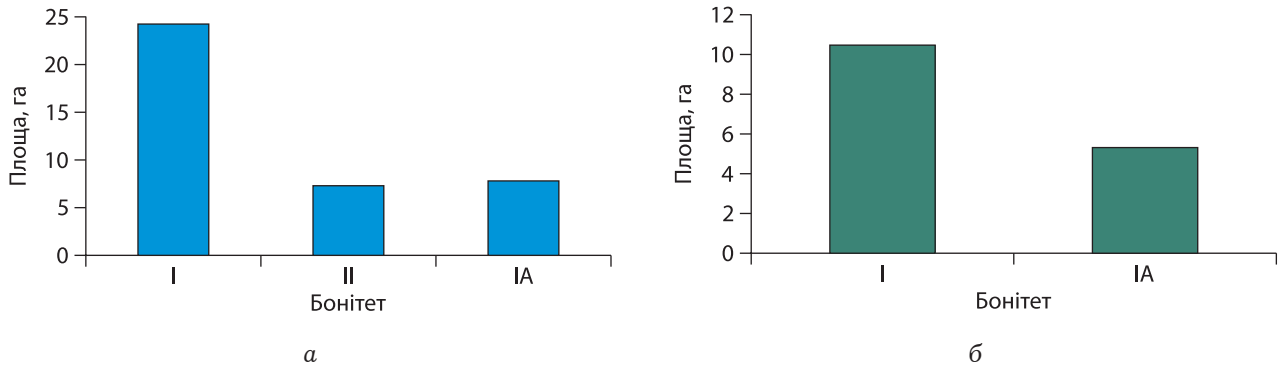


Рис. 7. Площа соснових насаджень, що потребує проведення заходів захисту, за бонітетом
Примітка: а — фітошкідники; *б* — коренева губка.
Джерело: розроблено на основі власних досліджень.

Таблиця 5

Розподіл дерев сосни звичайної за категоріями санітарного стану

Стан дерев	Категорія	Частка розподілу деревостану
Здорові	I	46–52
Ослаблені	II	28–36
Дуже ослаблені	III	7–13
Всихаючі та всохлі	IV–VI	10–13

Джерело: сформовано на основі власних досліджень.

своєчасне виконання лісогосподарських заходів із захисту насаджень.

ВИСНОВКИ

Проаналізовано, що більшість соснових дерев пошкоджено великим і малим сосновим лубоїдом, стенографом і різновидами златок. Серед фітохвороб значну шкоду сосновим деревам завдає коренева губка.

З'ясовано, що більшість пошкоджених деревостанів спостерігалось у IV категорії лісів, де площа пошкоджених соснових деревостанів фітошкідниками становила 35,3 га, а кореневою губкою — 10,4 га.

Визначено, що за класом віку найбільше пошкоджених дерев фітошкідниками зафіксовано у IV класі на площі 32,3 га, а фітохворобою (кореневою губкою) — 11,2 га.

При аналізі пошкоджених соснових деревостанів комахами-шкідниками та патогенами за відносною повнотою деревостану з'ясовано, що більшість пошкоджених насаджень спостерігалось за відносної повноти 0,7 та 0,75. Площа пошкоджених насаджень фітошкідниками становила 25,4 га за відносної повноти 0,7, а кореневою губкою — 10,2 га за відносною повнотою 0,75.

Аналіз пошкоджених насаджень за бонітетом показав, що насадження I класу бонітету найбільше потерпають від уражень патогенами та шкідниками.

Площа пошкоджених соснових насаджень фітошкідниками становила 24,5 га, а кореневою губкою — 10,4 га.

Санітарний стан соснових деревостанів у ДП "Поліське ЛГ" показав, що здорові деревостани становили 46–52%, ослаблені — 28–36%, дуже ослаблені — 7–13%, всихаючі та всохлі — 10–13%. Згідно з одержаними показниками санітарного стану сосни звичайної, можна стверджувати, що у ДП "Поліське ЛГ" санітарний стан є задовільним, що свідчить про своєчасність виконання лісогосподарських заходів із захисту насаджень.

Рекомендовано для покращення санітарного стану насаджень провести вибіркову санітарну рубку з інтенсивністю рубки 13–86 м^3/га на площі 146,5 га.

ЛІТЕРАТУРА

1. Вакулюк П.Г., Самоплавський В.І. Лісовідновлення та лісорозведення в рівнинних районах України. Фастів: Поліфаст, 1998. 507 с.
2. Гаврилюк А.А., Ігнатюк О.Д. Щодо питання відновлення соснових насаджень. Проблеми ведення та екс-

плуатації лісових і мисливських ресурсів: матеріали II Всеукраїнської науково-практичної конференції, присвяченої пам'яті професора А.І. Гузія (Житомир, 25 вересня 2020 р.). Житомир, 2020. С. 208.
3. Грінченко В.В., Рибак В.О., Грищенко А.О. Відновлення корінного типу деревостанів — важливий захід підвищення продуктивності та біологічної стійкості соснових насаджень. *Наук. вісник УкрДЛТУ: зб. наук.-техн. праць*. 2000. Вип. 14.5. С. 47–50.
4. Гордиенко М.Н. Шаблий М.В., Шлапак В.П. Сосна обыкновенная, её особенности, создание культур, производительность. К.: Лыбидь, 1995. 224 с.
5. Гордієнко М.І., Шлапак В.П., Гойчук А.Ф., Рибак В.О., Маурер В.М., Ковалевський С.Б., Гордієнко Н.М. Культури сосни звичайної в Україні. Київ, 2002. 872 с.
6. Гордієнко М.І., Рибак В.О., Гордієнко Н.М., Червонний А.Є., Шаблій І.В. Лісові культури сосни звичайної на півдні Київського Полісся. К.: ВІПОЛ, 1996. 192 с.
7. Жуковський О.В., Орлов О.О., Зборовська О.В. та ін. Санітарний стан соснових деревостанів після проведення санітарних рубок вибіркових, у кулісах та дрібноконтурних ділянках в осередках ураження короїдом верхівковим. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2018. Т. 28, № 8. С. 87–91. DOI: https://doi.org/10.15421/40280818
8. Зинченко О.В. Динамика санитарного состояния деревьев сосны в насаждениях, ослабленных разными факторами. *Научные ведомости БелГУ*. 2013. Вып. 23, № 10 (153). С. 13–19.
9. Копій Л.І., Каганяк Ю.Й., Михайленко М.М. Структура деревостанів свіжого соснового бору Західного Полісся. *Науковий вісник НЛТУ України: зб. наук.-техн. праць*. 2009. Вип. 19.7. С. 7–14. URL: https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2009/19_7/7_Kopij_19_7.pdf (дата звернення: 19.10.2025).
10. Рекомендації щодо обстеження соснових культур на заселеність шкідливими комахами. Методичні вказівки з вирощування лісових культур та захисту їх від шкідників і хвороб / Відпов. укладач В.Л. Мєшкова. Х.: УкрНДІЛГА, 2008. 9 с.
11. Воробйова В.Д. Методика лесотипологических исследований. К.: Урожай, 1967. 388 с.
12. Харченко Ю. Оцінка збитків від пошкоджень лісових насаджень України шкідниками та хворобами лісу. Київ. Український науково-дослідний інститут лісового господарства та лісової меліорації ім. Г. М. Висоцького, 2020. 18 с. URL: https://www.sfi-ukraine.org.ua/wp-content/uploads/2024/03/apd_fpb_kharchenko_ua_02_2020.pdf (дата звернення: 19.10.2025).
13. Страхова Н.В., Горбик В.П., Бондар В.С. Сучасний фітосанітарний стан соснових лісів Західного Полісся та їхнє масове всихання (аналітична довідка). *Лісівництво і агролісомеліорація*. 2017. Вип. 131. С. 266–273. URL: https://forestscience.com.ua/uk/journals/266-2017/suchasniy-fitosanitarniy-stan-sosnovikh-lisiv-zakhidnogo-polissya-ta-yikhnye-masovye-vsikhannya-analitichna-dovidka (дата звернення: 19.10.2025).
14. Бородавка В.О., Бородавка О.Б., Гетьманчук А.І., Бортнік Т.П., Кичилюк О.В. Сучасний фітосанітарний стан соснових лісів західного Полісся та їхнє масове всихання: аналітична довідка. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2017. Вип. 266. С. 126–139. URL: https://forestscience.com.ua/uk/journals/266-2017/suchasniy-fitosanitarniy-stan-sosnovikh-lisiv-zakhidnogo-polissya-ta-yikhnye-masovye-vsikhannya-analitichna-dovidka (дата звернення: 19.10.2025).
15. Юхновський В.Ю., Проценко І.А., Хрик В.М. Санітарний стан соснових насаджень на рекультивованих землях. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2018. Вип. 28 (11). С. 55–59. DOI:10.15421/40281110
16. Висоцька Н.Ю. Вплив збройних конфліктів на лісові екосистеми в контексті зміни клімату. *Ліси в умовах сучасних викликів:* матеріали міжнародної науково-практичної конференції молодих учених, аспірантів і здобувачів (м. Харків, 20 жовтня 2022 р.). Харків, 2022. С. 36–38. URL: https://uriffm.org.ua/media/uploads/2022/10/21/tezy2022_uriffm_AhV8GID.pdf (дата звернення: 19.10.2025).
17. Прогноз фітосанітарного стану та рекомендації щодо захисту основних сільськогосподарських рослин у господарствах Черкаської області у серпні 2024 року. Державна служба України з питань безпечності харчових продуктів та захисту споживачів. URL: https://dpss.gov.ua/news/prohnoz-fitosanitarnoho-stanu-ta-rekomendatsii-shchodo-zakhystu-osnovnykh-silskohospodarskykh-roslyn-u-hospodarstvakh-cherkaskoi-oblasti-u-serpni-2024-roku (дата звернення: 19.10.2025).
18. Фітосанітарний стан. Головне управління Держпродспоживслужби в Херсонській області. URL: https://dpss-ks.gov.ua/fitosanitarnij-stan (дата звернення: 19.11.2025).
19. Про внесення змін до деяких постанов Кабінету Міністрів України щодо здійснення рубок в лісах України: Постанова Кабінету Міністрів України від 24 жовтня 2024 р. № 1239. URL: https://zakon.rada.gov.ua/go/1239-2024-%D0%BF (дата звернення: 21.11.2025).

PHYTOSANITARY CONDITION OF PINE PLANTATIONS OF THE BRANCH OF THE STATE ENTERPRISE "POLISKE FORESTRY"

Moroz V.
Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
Western Ukrainian National University (Ternopil, Ukraine)
Doctoral student
National Forestry University of Ukraine (Lviv, Ukraine)
e-mail: vira_moroz@ukr.net; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1457-4641

The relevance of the study is driven by the need to analyse pine stands damaged by phytodiseases and phytopests in the forestry units of the branch of the State Enterprise "Poliske Forestry". The results of the analysis showed that among the plant diseases, the root sponge causes the greatest damage to pines. It was determined

that most pine stands were affected by both large and small pine beetles, stenographers, and various bullion beetles. The vast majority of the affected pine plantations are in category IV forests: 35.3 hectares are damaged by insect pests, and 10.4 hectares by rootworm. By age class, the largest amount of insect damage was observed in class IV (32.3 ha), while root sponge damage amounted to 11.2 ha. The analysis of pine forests damaged by insect pests and phytodiseases by the degree of completeness showed that the unsatisfactory sanitary condition was found in forests with a relative completeness of 0.7 and 0.75. The area of plantations damaged by phytopests amounted to 25.4 hectares with a relative completeness of 0.7, while the area of forest damaged by root sponges was 10.2 hectares with a relative completeness of 0.75. Most of the forest stands suffering from damage by insect pests and pathogens are found in the first class of bonita. The area of pine plantations damaged by insect pests is 24.5 hectares, and the area damaged by root sponge is 10.4 hectares. The sanitary condition of the pine forests of the State Enterprise "Poliske Forestry" ranges from 46–52% for healthy, 28–36% for weak, 7–13% for very weak, and 10–13% for drying out and dried out. In order to improve the phytosanitary condition of forest plantations in the forestries of the branch of the State Enterprise "Poliske Forestry", it is recommended to carry out selective sanitary felling with a felling density of 13.0–86.0 m3/ha on a total area of 146.5 hectares. Thus, according to the results of the research, the sanitary condition of pine plantations in the forestries of the branch of the State Enterprise "Poliske Forestry" branch can be considered satisfactory, which indicates timely forestry measures to protect forests.

Keywords: *forest plantations, insect pests, phyto pests, phyto diseases.*

REFERENCES

1. Vakuliuk, P.H., & Samoplavskyi, V.I. (1998). *Lisovidnovlennia ta lisorozvedennia v rivnynnykh raionakh Ukrainy [Reforestation and afforestation in the plains of Ukraine].* Fastiv: Polifast [in Ukrainian].
2. Havryliuk, A.A., & Ihnatiuk, O.D. (2020). Shchodo pytannia vidnovlennia sosnovykh nasadzhen [On the issue of restoration of pine plantations]. *Problemy vedennia ta ekspluatatsii lisovykh i myslyvskykh resursiv: materialy II Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii, prysviachenoi pamiati profesora A.I. Huziia (Zhytomyr, 25 veresnia 2020 r.) — Problems of management and exploitation of forest and hunting resources: materials of the II All-Ukrainian scientific and practical conference dedicated to the memory of Professor A.I. Huziy (Zhytomyr, 25 September 2020)* (p. 208). Zhytomyr [in Ukrainian].
3. Hrinchenko, V.V., Rybak, V.O., & Hryshchenko, A.O. (2000). Vidnovlennia korinnoho typu derevostaniv — vazhlyvyi zakhid pidvyshchennia produktyvnosti ta biolohichnoi stiikosti sosnovykh nasadzhen [Restoration of the indigenous type of stands is an important measure to increase the productivity and biological sustainability of pine plantations]. *Nauk. visnyk UkrDLTU: zb. nauk.-tekhn. prats — Scientific Bulletin of the UNFU: a collection of scientific and technical works, 14 (5)*, 47–50 [in Ukrainian].
4. Gordienko, M.N., Shablii, M.V., & Shlapak, V.P. (1995). *Sosna obiknovennaya, yeyo osobennosti, sozdanie kultur, proizvoditelnost [Scots pine, its features, creation of cultures, productivity].* K.: Libid [in Russian].
5. Hordiienko, M.I., Shlapak, V P., Hoichuk, A.F., Rybak, V.O., Maurer, V.M., Kovalevskyi, S. B., & Hordiienko, N.M. (2002). *Kultury sosny zvychainoi v Ukraini [Cultivars of Scots pine in Ukraine].* Kyiv [in Ukrainian].
6. Hordiienko, M.I., Rybak, V.O., Hordiienko, N.M., Chervonnyi, A.Ye., & Shablii, I.V. (1996). *Lisovi kultury sosny zvychainoi na pivdni Kyivskoho Polissia [Forest cultures of Scots pine in the south of Kyiv Polissia].* Kyiv: VIPOL [in Ukrainian].
7. Zhukovskyi, O.V., Orlov, O.O., Zborovska, O.V. et al. (2018). Sanitarnyi stan sosnovykh derevostaniv pislia provedennia sanitarnykh rubok vybirkovykh, u kulisakh ta dribnokonturnykh diliankakh v oseredkakh urazhennia koroidom verkhivkovym [Sanitary condition of pine stands after sanitary felling of selective, backstage and small contour areas in the foci of apical bark beetle damage]. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy — Scientific Bulletin of the National Forestry Technical University of Ukraine: a collection of scientific and technical works, 28 (8)*, 87–91 [in Ukrainian]. DOI: https://doi.org/10.15421/40280818 [in Ukrainian].
8. Zinchenko, O.V. (2013). Dinamika sanitarnogo sostoyaniya derevev sosni v nasazhdeniyakh, oslablennikh raznimi faktorami [Dynamics of the sanitary state of pine trees in plantations weakened by various factors]. *Nauchnie vedomosti BelGU — Scientific Bulletin of BelSU, 23 (10)*, 13–19 [in Russian].
9. Kopii, L.I., Kahaniak, Yu.I., & Mykhailenko, M.M. (2009). Struktura derevostaniv svizhoho sosnovoho boru Zakhidnoho Polissia [Structure of fresh pine forest stands in Western Polissia]. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy: zb. nauk.-tekhn. prats — Scientific Bulletin of the National Forestry Technical University of Ukraine, 19 (7)*, 7–14. URL: https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2009/19_7/7_Kopij_19_7.pdf [in Ukrainian].
10. Meshkova, V.L. (2008). *Rekomendatsii shchodo obstezhennia sosnovykh kultur na zaselenist shkidlyvymy komakhamy [Recommendations for the inspection of pine crops for pest infestation].* Metodychni vkazivky z vyroshchuvannia lisovykh kultur ta zakhystu yikh vid shkidnykiv i khvorob — Methodical instructions for growing forest crops and protecting them from pests and disease. Kharkiv: UkrNDILHA [in Ukrainian].
11. Vorobiova, V.D. (1967). *Metodika lesotipologicheskikh issledovanii [Methods of forest typological research].* K.: Urozhai [in Russian].
12. Kharchenko, Yu. (2020). *Otsinka zbytkiv vid poshkodzhen lisovykh nasadzhen Ukrainy shkidnykamy ta khvorobamy lisu [Assessment of damage to forest plantations of Ukraine by pests and forest diseases].* Kyiv: Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G.M. Vysotsky. URL: https://www.sfi-ukraine.org.ua/wp content/uploads/2024/03/apd_fpb_kharchenko_ua_02_2020.pdf [in Ukrainian].

13. Strakhova, N.V., Horbyk, V.P., & Bondar, V.S. (2017). Suchasnyi fitosanitarnyi stan sosnovykh lisiv Zakhidnoho Polissia ta yikhnie masove vsykhannia (analitychna dovidka) [Modern phytosanitary state of pine forests of Western Polissia and their massive drying out (analytical note)]. *Lisivnytstvo i ahrolisomelioratsiia — Forestry and agroforestry, 131*, 266–273. URL: https://forestscience.com.ua/uk/journals/266-2017/suchasniy-fitosanitarniy-stan-sosnovikh-lisiv-zakhidnogo-polissya-ta-yikhnye-masovye-vsikhannya-analitichna-dovidka [in Ukrainian].
14. Borodavka, V.O., Borodavka, O.B., Hetmanchuk, A.I., Bortnik, T.P., & Kychyliuk, O.V. (2017). Suchasnyi fitosanitarnyi stan sosnovykh lisiv zakhidnoho Polissia ta yikhnie masove vsykhannia: analitychna dovidka [Modern phytosanitary state of pine forests of western Polissia and their massive drying out: analytical note]. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy — Scientific Bulletin of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, 266*, 126–139. URL: https://forestscience.com.ua/uk/journals/266-2017/suchasniy-fitosanitarniy-stan-sosnovikh-lisiv-zakhidnogo-polissya-ta-yikhnye-masovye-vsikhannya-analitichna-dovidka [in Ukrainian].
15. Yukhnovskyi, V.Yu., Protsenko, I.A., & Khryk, V.M. (2018). Sanitarnyi stan sosnovykh nasadzhen na rekultyvovanykh zemliakh [Sanitary condition of pine plantations on reclaimed lands]. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy — Scientific Bulletin of the National Forestry University of Ukraine, 28 (11)*, 55–59. DOI: 10.15421/40281110 [in Ukrainian].
16. Vysotska, N.Yu. (2022). Vplyv zbroinykh konfliktiv na lisovi ekosystemy v konteksti zminy klimatu [Impact of armed conflicts on forest ecosystems in the context of climate change]. *Lisy v umovakh suchasnykh vyklykiv: materialy mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii molodykh uchenykh, aspirantiv i zdobuvachiv (m. Kharkiv, 20 zhovtnia 2022 r.) [Forests in the context of modern challenges: materials of the international scientific and practical conference of young scientists, postgraduate students and applicants (Kharkiv, 20 October 2022)].* Kharkiv. URL: https://uriffm.org.ua/media/uploads/2022/10/21/tezy2022_uriffm_AhV8GID.pdf [in Ukrainian].
17. Prohnoz fitosanitarnoho stanu ta rekomendatsii shchodo zakhystu osnovnykh silskohospodarskykh roslyn u hospodarstvakh Cherkaskoi oblasti u serpni 2024 roku [Forecast of the phytosanitary state and recommendations for the protection of main agricultural plants in the farms of Cherkasy region in August 2024]. (2024). Derzhavna sluzhba Ukrainy z pytan bezpechnosti kharchovykh produktiv ta zakhystu spozhyvachiv — State Service of Ukraine for Food Safety and Consumer Protection. URL: https://dpss.gov.ua/news/prohnoz-fitosanitarnoho-stanu-ta-rekomendatsii-shchodo-zakhystu-osnovnykh-silskohospodarskykh-roslyn-u-hospodarstvakh-cherkaskoi-oblasti-u-serpni-2024-roku [in Ukrainian].
18. Fitosanitarnyi stan [Phytosanitary status]. (n.d.). Holovne upravlinnia Derzhprodspozhyvsluzhby v Khersonskii oblasti — Main Directorate of the State Service of Ukraine for Food Safety and Consumer Protection in Kherson region. URL: https://dpss-ks.gov.ua/fitosanitarnij-stan [in Ukrainian].
19. Pro vnesennia zmin do deiakykh postanov Kabinetu Ministriv Ukrainy shchodo zdiisnennia rubok v lisakh Ukrainy: Postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 24 zhovtnia 2024 r. № 1239 [On Amendments to Certain Resolutions of the Cabinet of Ministers of Ukraine on Felling in the Forests of Ukraine: Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine of 24 October 2024 No. 1239]. (2024). URL: https://zakon.rada.gov.ua/go/1239-2024-%D0%BF [in Ukrainian].

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

МОРОЗ Віра Василівна, кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри агробіотехнологій, Західноукраїнський національний університет (вул. Львівська, 11, Тернопіль, Україна, 46009); докторантка, Національний лісотехнічний університет України (вул. Генерала Чупринки, 103, Львів, Україна, 79057; e-mail: vira_moroz@ukr.net; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1457-4641).

Новини

Новини

Новини • Новини • Новини

Світ рухається до катастрофічного тепла на 3°C — ООН. Згідно з оцінками ООН, поточні плани та політика можуть призвести до підвищення глобальної температури на 2,6–3,1°C на цій століть, що повідомляє про кліматичну погоду Парижа обмежити нагрівання до 1,5°C. Науковці застерігають, що при підвищенні температури до 3°C світ може перенести кілька точок неповернення, що спричиняє неконтрольовані кліматичні зміни та значне підвищення рівня світового океану через танення полярних льодовиків. "*Якщо країни не виконають поточні зобов'язання і не підвищать амбіції в нових кліматичних зобов'язаннях, за якими буде швидке виконання, мета утримання глобального тепла на рівні 1,5°C буде недосяжною протягом кількох років, а обмеження в 2°C опиниться під загрозою*", — заявив **Інгер Андерсен**, керівник Програми ООН з навколишнього середовища.

УДК 551.588.3-047.36:528.02](477.64) DOI: 10.33730/2310-4678.4.2024.319400

ЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ РОЗВИТКУ ПОСУШЛИВИХ ПРОЦЕСІВ У ЗАПОРІЗЬКІЙ ОБЛАСТІ

О.В. Мудрак
доктор сільськогосподарських наук, професор
Комунальний заклад вищої освіти "Вінницька академія безперервної освіти"
(м. Вінниця, Україна)
e-mail: ov_mudrak@ukr.net; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1776-6120

М.М. Ганчук
кандидат сільськогосподарських наук, доцент
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного
(м. Запоріжжя, Україна)
e-mail: ganchukmn@gmail.com; ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4052-5744

В.П. Скиба
кандидат сільськогосподарських наук, доцент
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного
(м. Запоріжжя, Україна)
e-mail: skiff_vika@ukr.net; ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2233-9438

І.В. Циганов
директор
Запорізька філія ДУ "Держґрунтохорона" (м. Запоріжжя, Україна)
e-mail: zpgrunt@ukr.net; ORCID: https://orcid.org/0009-0000-3478-9968

К.О. Ганчук
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного
(м. Запоріжжя, Україна)
e-mail: kateryna.hanchuk@tsatu.edu.ua

Екологічний моніторинг посух є важливою складовою систем управління природними ресурсами та реагування на зміну клімату. Він охоплює оцінку, аналіз і прогнозування умов посухи з використанням сучасних технологій, таких як дистанційне зондування, супутникові знімки, геоінформаційні системи (ГІС) і математичне моделювання. Основними цілями моніторингу є забезпечення своєчасного виявлення ризиків, мінімізація наслідків для сільського господарства, водних ресурсів і екосистем, а також розробка стратегій адаптації до змін клімату. Моніторинг посушливих процесів має значний вплив на прийняття рішень у галузі землекористування, сільського господарства, управління водними ресурсами і планування заходів для адаптації до змін клімату. Дослідження демонструє потенціал використання даних дистанційного зондування для виявлення процесів посухи. Для аналізу супутникових зображень використовували нормалізований диференційний вегетаційний індекс (NDVI) та нормалізований диференційний водний індекс (NDWI). Аналіз супутникових знімків Sentinel-2 показав, що в середині вегетаційного періоду 2024 року 15% (223 га) мали NDVI нижче 0,2, що вказує на проблеми з розвитком рослин. Аналіз даних NDWI вказує на критичний рівень вологості (–0,2) на значній площі дослідних ділянок. Таким чином, на тлі водної кризи, спричиненої воєнною агресією Російської Федерації, та глобальних змін клімату, у Запорізькій області активно розвиваються процеси посухи.

Ключові слова: *опустелювання, нормалізований вегетаційний індекс (NDVI), індекс вологості (NDWI), дистанційні засоби зондування Землі, деградація, багатоспектральні супутникові знімки.*

ВСТУП

Одним із найнебезпечніших процесів, що сьогодні активно розвиваються на території Запорізької області, є посуха, адже вона супроводжується підвищенням температури повітря і ґрунту, зменшенням відносної вологості повітря і запасів ґрунтової вологи, зневодненням, пригніченням і навіть загибеллю сільгоспкультур на великих площах. Причинами цього є як природні, так і антропогенні процеси. Значної шкоди було завдано внаслідок підриву Каховської ГЕС. В умовах посушливого клімату, недос-

татньо розвиненої гідрологічної мережі втрата такого важливого для зволоження регіону водного об'єкта завдала непоправних збитків для розвитку сільського господарства.

На жаль, проведення натурних досліджень на більшій частині території Запорізької області практично неможливо. Через тимчасову окупацію значної частини регіону, можливо, єдиним методом дослідження процесів в агроекосистемах є супутниковий моніторинг. Сучасні досягнення супутникового дистанційного зондування дозволяють оцінити наявність посушливого стану підстильної поверхні та рослинності відповідно до поточного режиму опадів, що дає змогу розробляти методики встановлення явища посухи незалежно від інструментальних спостережень на поверхні Землі.

Метою роботи є проаналізувати дані дистанційного зондування Землі та виявити ознаки розвитку посушливих процесів у межах Запорізької області.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

З початком запуску космічних систем високого просторового розрізнення розпочалася розробка якісно нових технологій визначення розповсюдження деградаційних процесів у ґрунтах [15]. За нинішньої доступності зображень земної поверхні високого просторового розрізнення знімальних систем Sentinel-2, Landsat 8, SPOT, ASTER, RapidEye стає можливим ідентифікувати просторове поширення посухи ґрунтового покриву, що й зумовлює необхідність розробки та апробації моделей розвитку посухи в агроландшафтах за даними багатозонального космічного знімання високого просторового розрізнення.

Сприйнятливість ґрунтів до посухи визначають такими його властивостями, як текстура, структура, вологопроникливість, щільність, шорсткість та ін. Такі властивості ґрунту, як текстура (гранулометричний склад), вміст органічних речовин, вологи, оксидів заліза і ґрунтових мінералів, впливають на спектральний коефіцієнт відбиття, що дає можливість класифікувати стан поверхні [4; 15]. Змив верхніх шарів ґрунту також призводить до змін спектральних характеристик його поверхні. Це призводить до зміни забарвлення верхнього шару ґрунтового покриву і відповідно до змін у його спектральних яскравостях [15]. Якщо ці зміни добре відомі і кількісно визначені, то за даними багатозональних космічних знімань можна давати просторові та часові оцінки інтенсивності розвитку посушливих процесів [8; 11; 15].

Відповідно до Цілі сталого розвитку ООН 15.3, спрямованої на забезпечення нейтрального рівня деградації земельних ресурсів у світі, показником досягнення мети є частка деградованих земель від загальної площі земель.

Основні критерії опустелювання визначено на Міжнародній конференції у Найробі у 1990 р. До них належать деградація рослинного покриву, водна і вітрова ерозія, деградація та засолення ґрунтів.

Індикатори опустелювання (деградації) системи ЮНЕП відповідають за назвами критеріям опустелювання (деградації): дефляція, ерозія, засолення зрошуваних земель, деградація рослинного покриву, техногенне опустелювання. За змістом це переважно індикатори безпосередніх чинників опустелювання, кожен із яких об'єднує групу індикаторів другого рангу. Наприклад, індикатор опустелювання "дефляція ґрунтів" об'єднує показники індикаторів другого рангу: збільшення площі видування, зменшення задернованості поверхні, збільшення площі рухомих пісків тощо. Індикаторами другого рангу є переважно показники змін елементів ландшафту (деградація рослинності, зменшення проєктивного покриття, засолення ґрунтів, зменшення вмісту гумусу та ін.). Ці індикатори складно виявити, а також у подальшому відстежувати за допомогою одних лише наземних спостережень (*табл. 1*) [16].

Для прогнозування розвитку процесів опустелювання і розробки заходів щодо їх запобігання, крім системи оцінки існуючих процесів опустелювання (деградації), у методиці ЮНЕП

Таблиця 1

Чинники опустелювання, індикатори впливу та індикатори їх визначення за даними дистанційного зондування

Критерій	Вплив	Індикатор за даними ДЗЗ
Посуха	• зменшення опадів; • висушування ґрунту; • в'янення.	• кліматичні параметри; • вологість ґрунту; • рослинний покрив, NDVI.
Водна ерозія Вітрова ерозія	• еродовані ґрунти; • оголені продуктивні землі; • бідний рослинний покрив.	• ознаки ерозії; • оголені поверхні; • рослинний покрив, NDVI.

Закінчення таблиці 1

Критерій	Вплив	Індикатор за даними ДЗЗ
Водна безгосподарність	• відсутність; • втрати; • погана якість; • дисбаланс; • хвороби.	• висохлі струмки, резервуари; • параметри забруднення.
Надмірне використання ґрунтових вод	• дефіцит вологи; • зниження вмісту вологи; • бідний рослинний покрив.	• висохлі колодязі; • ґрунтова волога; • рослинний покрив, NDVI.
Перевипас	• дефіцит пасовищ; • повсюдний випас худоби; • оголені дерева.	• пасовища; • розташування стад; • рослинний покрив.
Неконтрольовані копальні	• область викопування; • спотворений ландшафт; • збільшення ерозії; • оголені землі; • мертвий рослинний покрив; • забруднення води; • забруднення повітря.	• великі діри розкопувань; • безладні поверхні ландшафту; • ознаки ерозії; • оголені поверхні; • рослинний покрив; • показники забруднення; • показники забруднення.
Сільське господарство	• деградація земель; • засолення ґрунту; • дефіцит води.	• різні ознаки; • соляна кірка; • висушені землі.
Вирубка лісу / лісові пожежі	• втрата лісів; • втрата пасовищ; • збільшення оголених земель; • збільшення ерозії; • зменшення опадів; • посуха.	• лісовий покрив; • покрив пасовищ; • оголені поверхні; • ознаки ерозії; • кліматичні параметри; • вологість ґрунту.

Джерело: [16].

пропонують набір індикаторів для оцінки чутливості території до появи цих феноменів (небезпека деградації, небезпека опустелювання).

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для моніторингу посухи методами дистанційного зондування Землі велику роль відіграють дані нормалізованого диференційного вегетаційного індексу (NDVI) [1; 6] та нормалізованого диференційного водного індексу (NDWI) [2; 7].

NDVI реагує на зміни як вмісту хлорофілу, так і внутрішньоклітинних просторів у губчастому мезофілі листя рослин. Більш високі значення NDVI відображають більшу енергійність і фотосинтетичну здатність рослинного покрову, тоді як нижчі значення NDVI за той самий період часу відображають вегетативний стрес, що призводить до зменшення хлорофілу та зміни внутрішньої структури листя через в'янення. NDWI реагує на зміни як вмісту води, так і губчастого мезофілу в рослинних пологах відповідно [5].

Нормалізований вегетаційний індекс NDVI розраховується за формулою 1 [12]:

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}, \quad (1)$$

де: *NIR* — відбиття в ближньому інфрачервоному діапазоні спектра; *RED* — відбиття в червоному діапазоні спектра.

Нормування отриманого зображення — від –1 до 1.

Нормалізований водний індекс *NDWI* розраховується за формулою 2 [9]:

$$NDWI = \frac{Green - NIR}{Green + NIR}, \quad (2)$$

де: *NIR* — відбиття в ближньому інфрачервоному діапазоні спектра; *Green* — відбиття у видимому зеленому діапазоні спектра.

Показники присутності рослинності значно нижчі за показники водних об'єктів (0,5 і вище), що дозволяє легко відрізнити рослинність від водойм. Будівельні об'єкти мають позитивні значення від 0 до 0,2.

Значення індексу NDWI відповідають таким діапазонам:

- 0,2–1,0 — поверхня води;
- 0,0–0,2 — затоплення, вологість;
- –0,3–0,0 — помірна посуха, неводні поверхні;

• –1...–0,3 — посуха, неводні поверхні.

Зв'язок між супутниковими показниками рослинності та вологістю ґрунту значною мірою залежить від неоднорідності ґрунтового покриву та типу ґрунту [5]. У поєднанні з даними про кількість опадів та аналізом ґрунтів на вміст вологи (у довоєнний період) дають досить точну картину розвитку посушливих процесів.

Дослідження проводились у межах вибраних науково-дослідних ділянок Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного, що розташовані поблизу населеного пункту Лазурне Мелітопольського району Запорізької області.

Використовувалися супутникові знімки Sentinel-2 [14] за часові проміжки: 27.04.2019, 01.05.2020, 26.04.2021, 26.04.2022, 06.05.2023, 10.05.2024.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

При формуванні та розвитку врожайності земель важливим є стан вологозабезпеченості сільськогосподарських культур. В останні роки вплив глобальних змін клімату, що спричиняють перебудову глобальних процесів переміщення повітряних мас, а отже, й розподіл тепла і вологи по континентах, зумовлює розвиток посухи. Для оцінки розвитку посушливих процесів за умови змін природно-кліматичних умов Запорізької області [10] та водної кризи, спричиненої терактом на Каховській ГЕС, доцільно використовувати дані дистанційного зондування Землі (ДЗЗ). Цей вид моніторингу є достатньо інформативним і надає актуальні дані в умовах тимчасової окупації території України.

Розроблені методи виявлення посухи із використанням засобів сучасних ГІС-технологій і методів дистанційного зондування Землі дають можливість продуктивніше застосовувати агротехнології для оптимізації умов водозабезпеченості. Інформація, отримана за даними супутникового моніторингу, дає можливість оперативного реагування та точної оцінки ситуації на негативні прояви погодно-кліматичних параметрів на посіви культурних рослин. Засоби ДЗЗ для виявлення посушливих процесів активно використовуються в США (NASA) і Європі (MARS), створені глобальна система спостереження Землі (GEOSS) та система глобального моніторингу для довкілля і безпеки (GMES).

При визначенні розвитку посушливих процесів на локальному рівні доцільно використовувати аналіз стану посівів сільськогосподарських культур. Для оцінки існуючих умов вирощування сільськогосподарських культур було обрано кількісний показник чисельності фотосинтетичної активності біомаси нормалізований диференційний вегетаційний індекс (NDVI) (*рис. 1*) [1; 6].

Для визначення показників вмісту вологи в рослинах було проаналізовано нормалізований диференційний водний індекс (NDWI) (*рис. 2*) [2; 7].

Дані каналу SWIR виявляють відмінності у вмісті вологи в рослинах, а канал NIR використовується для визначення внутрішньої структури листя і вмісту сухої речовини, та не вмісту води. Тому саме поєднання каналів SWIR і NIR дає можливість усунути зміни, викликані змінами у внутрішній структурі листя

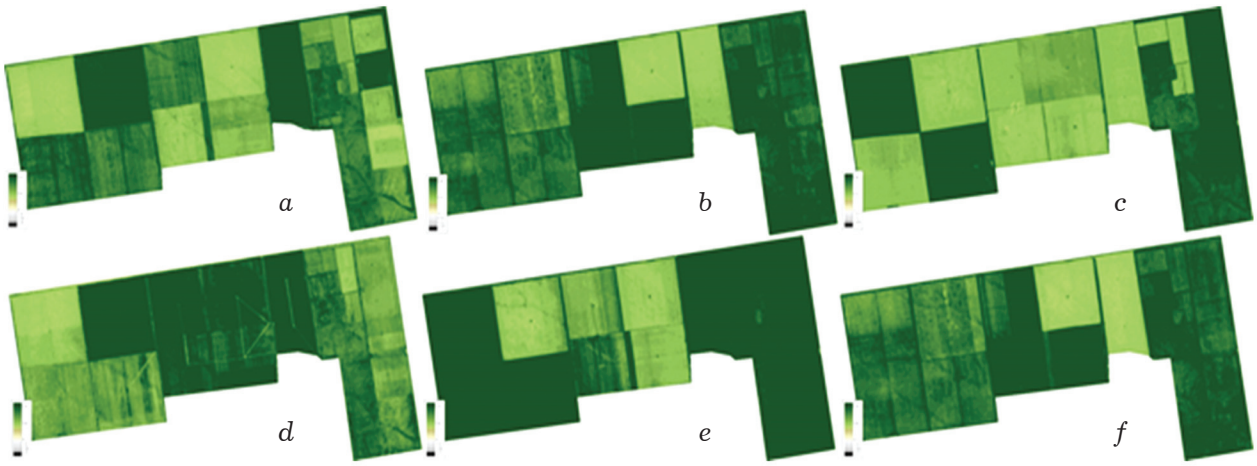


Рис. 1. Мультиспектральні знімки науково-дослідних полів ТДАТУ

Примітка: NDVI: *a* — 27.04.2019; *b* — 01.05.2020; *c* — 26.04.2021; *d* — 26.04.2022; *e* — 06.05.2023; *f* — 10.05.2024.

Джерело: виконано на основі власних досліджень.

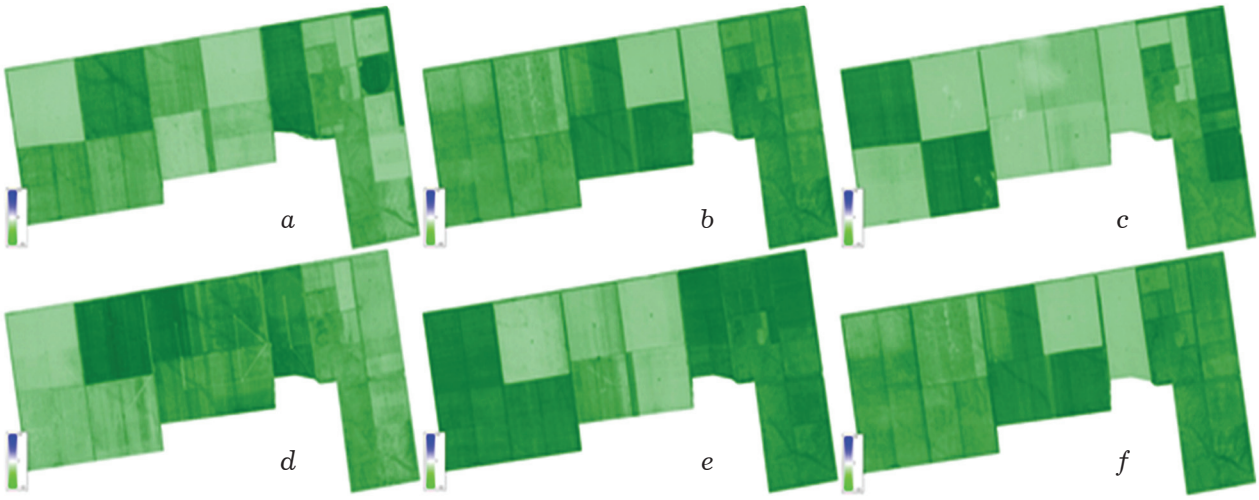


Рис. 2. Мультиспектральні знімки науково-дослідних полів ТДАТУ

Примітка: NDWI: *a* — 27.04.2019; *b* — 01.05.2020; *c* — 26.04.2021; *d* — 26.04.2022; *e* — 06.05.2023; *f* — 10.05.2024.

Джерело: виконано на основі власних досліджень.

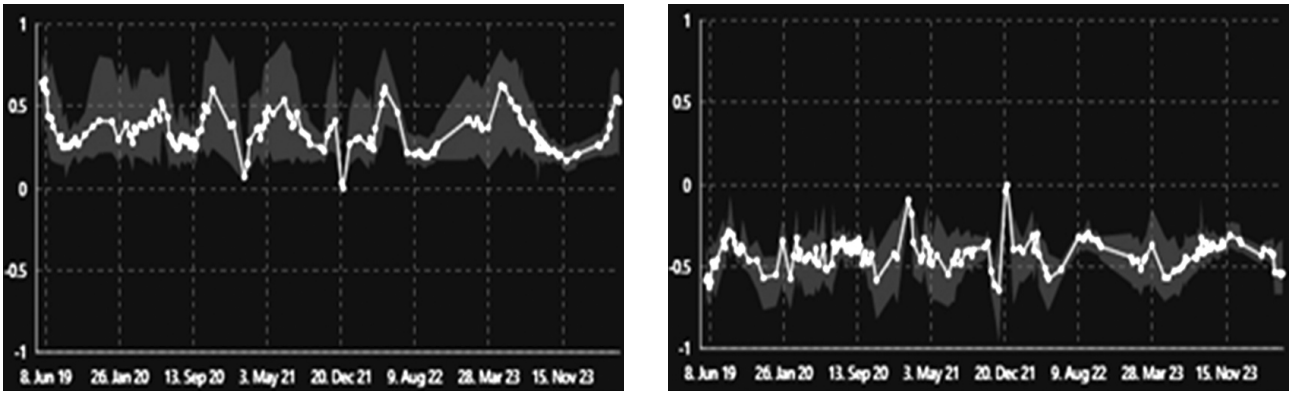
та вмістом сухої речовини, підвищуючи точність визначення вмісту вологи в рослинах [13].

При аналізі супутникових знімків Sentinel-2 встановлено (*рис. 1, 3*), що в середині вегетаційного періоду 2019 року 27% (426 га) площі земель мали NDVI менше 0,2; у 2020 році — 14% (220 га); у 2021 році — 10% (147 га); у 2022 році — 31% (456 га); у 2023 році — 30% (253 га); а у 2024 році — 15% (223 га). Це може свідчити про проблеми з розвитком рослин.

Аналіз даних показника NDWI (*рис. 2, 3*) вказує на критичний рівень вологи (–0,2) на значній площі науково-дослідних ділянок. Розглядаючи річні коливання індексу, можна побачити чітку залежність від "вологих" місяців. У середині вегетаційного періоду 2024 року лише на площі 223 га показник NDWI перевищує значення –0,2, тоді як решта території зазнає критичних значень посухи.

При комплексному дослідженні агроекосистем та їх екологічній паспортизації [3] важливим елементом є розробка дієвих заходів покращення екологічної ситуації. Для усунення наслідків посухи необхідно впровадити наступні заходи:

- розробка політики щодо посухи та створення комітету з питань посухи (заснування компетентного органу; визначення посухи як актуального питання управління водними ресурсами; розвиток національної політики щодо посухи на основі ризиків; прийняття урядового рішення або відповідного законодавства; створення комітету з питань посухи);



а *б*

Рис. 3. Графіки зміни індексів NDVI (*а*) та NDWI (*б*) за період дослідження

Джерело: виконано на основі власних досліджень.

- визначення цілей політики управління посухами на основі ризиків;
- інвентаризація даних для розробки плану управління посухами;
- розробка плану управління посухами (визначення змісту плану управління посухами; характеристика і оцінка історичних посушливих процесів; встановлення індикаторів і граничних значень для класифікації посухи; створення системи раннього попередження; розробка програми заходів; створення організаційної структури для розробки, реалізації та оновлення плану управління посухами; визначення прогалин і невизначеностей);
- популяризація плану управління посухами для участі громадськості;
- розробка наукової і дослідницької програми;
- розробка освітньої програми в закладах вищої освіти.

ВИСНОВКИ

Отже, використання даних дистанційного зондування дозволило виявити розвиток посушливих процесів у межах досліджуваної території. Низькі значення індексу NDVI для досліджуваних полів вказують на проблеми з розвитком рослин. Показник NDWI значно нижчий за необхідний для нормальних ґрунтоутворюючих процесів. Цей аналіз свідчить, що ґрунти без зрошувальних меліорацій будуть деградувати. Із часом орні землі стануть непридатними для вирощування сільськогосподарських культур або використання їх як пасовищ.

ЛІТЕРАТУРА

1. Brown J.F., Wardlow B.D., Tadesse T., Hayes M.J., Reed B.C. The Vegetation Drought Response Index (VegDRI): A new integrated approach for monitoring drought stress in vegetation. *GISci. Remote Sens.* 2008. No. 45. P. 16–46. DOI: 10.2747/1548-1603.45.1.16.
2. Chen D., Huang J., Jackson T. J. Vegetation water content estimation for corn and soybeans using spectral indices derived from MODIS near- and short-wave infrared bands. *Remote Sens. Environ*. 2005. No. 98. P. 225–236. DOI: 10.1016/j.rse.2005.07.008
3. Datsenko L.M., Hanchuk M.M., Chebanova Yu.V., Kolomiets S.M., Lezhenkin I.O. The role of land management and cartographic works in the implementation of ecological certification of agricultural landscapes. *International Conference of Young Professionals "Geoterrace-2021"*. Oct. 2021. Vol. 2021. P. 1–5. DOI: https://doi.org/10.3997/2214-4609.20215K3040
4. Dwivedi R.S., Kumar A.B., Tewari K.N. The utility of multi-sensor data for mapping eroded lands. *International Journal of Remote Sensing*. 1997. Vol. 18 (11). P. 2303–2318.
5. Gu Y., Hunt E., Wardlow B.D., Basara J.B., Brown J.F., Verdin J.P. Evaluation of MODIS NDVI and NDWI for vegetation drought monitoring using Oklahoma Mesonet soil moisture data. *Geophys. Res. Lett*. 2008. No. 35 (22). DOI: 10.1029/2008GL035772.
6. Gu Y., Brown J.F., Verdin J. P., Wardlow B. A five-year analysis of MODIS NDVI and NDWI for grassland drought assessment over the central Great Plains of the United States. *Geophys. Res. Lett*. 2007. No. 34 (L06407): 6. DOI: 10.1029/2006GL029127.
7. Jackson J.T., Chen D., Cosh M.H., Li F., Anderson M., Walthall C., Doriaswamy P., Hunt E.R. Vegetation water content mapping using Landsat data derived normalized difference water index for corn and soybeans. *Remote Sens. Environ*. 2004. No. 92 (4). P. 475–482. DOI: 10.1016/j.rse.2003.10.021
8. Latz K. et al. Characteristic variations in spectral reflectance of selected eroded alfisols. *Soil Science Society of America Journal*. 1984. No. 48 (5). P.1130–1134.
9. McFeeters, S.K. The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features. *International journal of remote sensing*. 1996. No. 17 (7). P. 1425–1432. DOI: http://dx.doi.org/10.1080/01431169608948714
10. Vozniuk N., Skyba V., Likho O., Sobko Z., Klymenko T. Forecasting the adaptability of heat-loving crops to climate change in Ukraine. *Scientific Horizons*. 2023. Vol. 26, No. 2. P. 87–102. DOI: 10.48077/scihor.26(2).2023.87-102
11. Pelletier R.E., Griffin R.H. Remote sensing techniques for the detection of soil erosion and the identification of soil conservation practices. *Proceedings of IGARSS'85. IEEE*. University of Massachusetts. Amherst. Massachusetts. 1985. P. 40–45.
12. Rouse J.W.Jr., Haas H.R., Deering D.W., Schell J.A., Harlan J.C. Monitoring the vernal advancement and retrogradation (green wave effect) of natural vegetation. Type III final report, 1973. 371 p., NASA Goddard Space Flight Cent., Greenbelt, Md.
13. Клімов С., Козішкурт С. Дистанційне зондування Землі для оцінки ризиків втрати родючості сухостепових ґрунтів при водній кризі. *Моделювання, керування та інформаційні технології:* матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції. 2023. №. 6. С. 214–217. DOI: https://doi.org/10.31713/MCIT.2023.066
14. Романчук І.Ф., Сахатський О.І., Апостолов О.А. Оцінка вологості ґрунту за допомогою супутникових знімків Sentinel-2 (на прикладі Баришівського полігону Київської області). *Допов. Нац. акад. наук Укр.* 2018. № 1. С. 60–66. DOI: https://doi.org/10.15407/dopovidi2018.01.060
15. Тараріко О.Г., Сиротенко О.В., Ільєнко Т.В., Кучма Т.Л. Агроекологічний супутниковий моніторинг: монографія. К.: Аграр. наука, 2019. 204 с.
16. Тараріко О.Г., Сиротенко О.В., Кучма Т.Л., Ільєнко Т.В. Аерокосмічний моніторинг опустелювання та деградації земель / за ред. О.І. Фурдичка. К., 2017. 55 с.

ECOLOGICAL MONITORING OF THE DEVELOPMENT OF ARIDITY PROCESSES IN THE ZAPORIZHZHIA REGION

Mudrak O.
Doctor of Agricultural Sciences, Professor
Public Higher Educational Establishment "Vinnytsia Academy of Continuing Education"
(Vinnytsia, Ukraine)
e-mail: ov_mudrak@ukr.net; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1776-6120

Hanchuk M.
Candidate of Agricultural Sciences
Dmytro Motornyi Tavria State Agrotechnological University (Zaporizhzhia, Ukraine)
e-mail: ganchukmn@gmail.com; ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4052-5744

Skyba V.
Candidate of Agricultural Sciences
Dmytro Motornyi Tavria State Agrotechnological University (Zaporizhzhia, Ukraine)
e-mail: skiff_vika@ukr.net; ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2233-9438

Tsyhanov I.
Director
Zaporizhzhia Branch of the State Institution "Soils Protection Institute of Ukraine"
(Zaporizhzhia, Ukraine)
e-mail: zpgrunt@ukr.net; ORCID: https://orcid.org/0009-0000-3478-9968

Hanchuk K.
Dmytro Motornyi Tavria State Agrotechnological University (Zaporizhzhia, Ukraine)
e-mail: kateryna.hanchuk@tsatu.edu.ua

Drought ecological monitoring is a critical component of natural resource management and climate change response systems. It encompasses the assessment, analysis, and forecasting of drought conditions using modern technologies such as remote sensing, satellite imagery, geographic information systems (GIS), and mathematical modeling. The primary objectives of drought monitoring are the timely identification of risks, minimization of impacts on agriculture, water resources, and ecosystems, and the development of strategies for climate change adaptation. Monitoring aridity processes significantly influences decision-making in land use, agriculture, water resource management, and the planning of measures for climate adaptation. The study demonstrates the potential of using remote sensing data for detecting drought processes. For the analysis of satellite images, the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) and the Normalized Difference Water Index (NDWI) were utilized. An analysis of Sentinel-2 satellite images revealed that in the middle of the 2024 growing season, 15% (223 hectares) had an NDVI below 0.2, indicating issues with plant development. The analysis of NDWI data indicates a critical moisture level (-0.2) over a significant area of the research plots. Thus, against the backdrop of the water crisis induced by the Russian Federation and global climate change, drought processes are actively developing in the Zaporizhzhia region.

Keywords: *desertification, Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), Normalized Difference Water Index (NDWI), remote sensing, degradation, multispectral satellite imagery.*

REFERENCES

1. Brown, J.F., Wardlow, B.D., Tadesse, T., Hayes, M.J., & Reed, B.C. (2008). The Vegetation Drought Response Index (VegDRI): A new integrated approach for monitoring drought stress in vegetation. *GISci. Remote Sens., 45*, 16–46. DOI: 10.2747/1548-1603.45.1.16. [in English].
2. Chen, D., Huang, J., & Jackson, T.J. (2005). Vegetation water content estimation for corn and soybeans using spectral indices derived from MODIS near- and short-wave infrared bands. *Remote Sens. Environ., 98*, 225–236. DOI: 10.1016/j.rse.2005.07.008 [in English].
3. Datsenko, L.M., Hanchuk, M.M., Chebanova, Yu.V., Kolomiets, S.M., & Lezhenkin, I.O. (2021). The role of land management and cartographic works in the implementation of ecological certification of agricultural landscapes. *International Conference of Young Professionals "Geoterrace-2021". (Oct. 2021)* (p. 1–5). DOI: https://doi.org/10.3997/2214-4609.20215K3040 [in English].
4. Dwivedi, R.S., Kumar, A.B., & Tewari, K.N. (1997). The utility of multi-sensor data for mapping eroded lands. *International Journal of Remote Sensing, 18 (11)*, 2303–2318 [in English].
5. Gu, Y., Hunt, E., Wardlow, B.D., Basara, J.B., Brown J.F., & Verdin, J.P. (2008). Evaluation of MODIS NDVI and NDWI for vegetation drought monitoring using Oklahoma Mesonet soil moisture data. *Geophys. Res. Lett., 35 (22).* DOI: 10.1029/2008GL035772. [in English].
6. Gu, Y., Brown, J.F., Verdin, J.P., & Wardlow, B. (2007). A five-year analysis of MODIS NDVI and NDWI for grassland drought assessment over the central Great Plains of the United States. *Geophys. Res. Lett., 34* (L06407): 6. DOI: 10.1029/2006GL029127. [in English].

7. Jackson, J.T., Chen, D., Cosh, M.H., Li, F., Anderson, M., Walthall, C., Doriaswamy, P., & Hunt, E.R. (2004). Vegetation water content mapping using Landsat data derived normalized difference water index for corn and soybeans. *Remote Sens. Environ., 92 (4)*, 475– 482. DOI: 10.1016/j.rse.2003.10.021 [in English].
8. Latz, K. et al. (1984). Characteristic variations in spectral reflectance of selected eroded alfisols. *Soil Science Society of America Journal, 48 (5)*, 1130–1134 [in English].
9. McFeeters, S.K. (1996). The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features. *International journal of remote sensing, 17 (7)*, 1425–1432. DOI: http://dx.doi.org/10.1080/01431169608948714 [in English].
10. Vozniuk, N., Skyba, V., Likho, O., Sobko, Z., & Klymenko, T. (2023). Forecasting the adaptability of heat-loving crops to climate change in Ukraine. *Scientific Horizons, 26 (2)*, 87–102. DOI: 10.48077/scihor.26(2).2023.87-102 [in English].
11. Pelletier, R.E., & Griffin, R.H. (1985). Remote sensing techniques for the detection of soil erosion and the identification of soil conservation practices. *Proceedings of IGARSS'85. IEEE.* (p. 40–45). University of Massachusetts. Amherst. Massachusetts [in English].
12. Rouse, J.W.Jr., Haas, H.R., Deering, D.W., Schell, J.A., & Harlan, J.C. (1973). Monitoring the vernal advancement and retrogradation (green wave effect) of natural vegetation. Type III final report. NASA Goddard Space Flight Cent., Greenbelt, Md. [in English].
13. Klimov, S., & Kozishkurt, S., (2023). Dystantsiine zonduvannia Zemli dlia otsinky ryzykiv vtraty rodiuchosti sukhostepovykh gruntiv pry vodnii kryzi [Remote sensing of the Earth to assess the risks of loss of fertility of dry steppe soils during a water crisis].*Modeliuvannia, keruvannia ta informatsiini tekhnolohii: materialy VI Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii — Modeling, Control and Information Technologies: Proceedings of International scientific and practical conference.* (No. 6, p. 214–217). DOI: https://doi.org/10.31713/MCIT.2023.066 [in Ukrainian].
14. Romanchuk, I.F., Sakhatskyi, O.I., & Apostolov, O.A. (2018). Otsinka volohosti gruntu za dopomohoiu suputnykovykh znimkiv Sentinel-2 (na prykladi Baryshivskoho polihonu Kyivskoi oblasti). [The estimation of soil humidity by the satellite Sentinel-2 imageries (object of study is the Baryshivskyi district of the Kyiv region)]. *Dopovidi Natsionalnoi akademii nauk Ukrainy — Reports of the National Academy of Sciences of Ukraine, 1*, 60–66. DOI: https://doi.org/10.15407/dopovidi2018.01.060 [in Ukrainian].
15. Tarariko, O.H., Syrotenko, O.V., Ilienko T.V., & Kuchma T.L. (2019). *Ahroekolohichnyi suputnykovyi monitorynh: monohrafiia [Agroecological satellite monitoring: monograph].* K.: Agrarian Science [in Ukrainian].
16. Furdychko, O.I. (Ed.), Tarariko, O.H., Syrotenko, O.V., Kuchma, T.L., & Ilienko, T.V. (2017). *Ahroekolohichnyi monitorynh opusteliuvannia ta dehradatsii zemel [Aerospace monitoring of desertification and land degradation].* Kyiv [in Ukrainian].

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

МУДРАК Олександр Васильович, доктор сільськогосподарських наук, професор, Комунальний заклад вищої освіти "Вінницька академія безперервної освіти" (вул. Грушевського, 13, м. Вінниця, Україна, 21050; e-mail: ov_mudrak@ukr.net; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1776-6120).

ГАНЧУК Максим Миколайович, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного (вул. Жуковського, 66, м. Запоріжжя, Україна, 69063; e-mail: ganchukmn@gmail.com; https://orcid.org/0000-0003-4052-5744).

СКИБА Вікторія Павлівна, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного (вул. Жуковського, 66, м. Запоріжжя, Україна, 69063; e-mail: skiff_vika@ukr.net; https://orcid.org/0000-0003-2233-9438).

ЦИГАНОВ Ігор Володимирович, директор, Запорізька філія ДУ "Держґрунтохорона" (вул. Дослідна станція, 94, м. Запоріжжя, Україна, 69031; (e-mail: zpgrunt@ukr.net; ORCID: https://orcid.org/0009-0000-3478-9968).

ГАНЧУК Катерина Олександрівна, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного (вул. Жуковського, 66, м. Запоріжжя, Україна, 69063; e-mail: kateryna.hanchuk@tsatu.edu.ua).

УДК 502/504:631.43(477.41)355.01 DOI: 10.33730/2310-4678.1.2025.324377

АНАЛІЗ ПРОЯВУ ДЕГРАДАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ ҐРУНТОВОГО ПОКРИВУ КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ ЗА ВПЛИВУ ВОЄННИХ ДІЙ

Є.М. Бережняк
кандидат сільськогосподарських наук, доцент
Національний університет біоресурсів і природокористування України (м. Київ, Україна)
e-mail: beregniakem@nubip.edu.ua; ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5945-1285

В.І. Бондарь
кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник
Національний університет біоресурсів і природокористування України (м. Київ, Україна)
e-mail: v_bondar@nubip.edu.ua; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8737-3568

О.І. Наумовська
кандидат сільськогосподарських наук, доцент
Національний університет біоресурсів і природокористування України (м. Київ, Україна)
e-mail: naumovska@nubip.edu.ua; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5938-8471

О.О. Ракоїд
кандидат сільськогосподарських наук, доцент
Національний університет біоресурсів і природокористування України (м. Київ, Україна)
e-mail: orakoid@nubip.edu.ua; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1403-1946

А.В. Клепко
доктор біологічних наук, старший науковий співробітник
Національний університет біоресурсів і природокористування України (м. Київ, Україна)
e-mail: klepko@nubip.edu.ua; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7061-453X

М.М. Ладика
кандидат сільськогосподарських наук, доцент
Національний університет біоресурсів і природокористування України (м. Київ, Україна)
e-mail: mm.ladyka@nubip.edu.ua; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5164-7117

М.М. Лазарєв
кандидат біологічних наук, доцент
Національний університет біоресурсів і природокористування України (м. Київ, Україна)
e-mail: laz_rev@i.ua; ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6286-0063

О.С. Дем'янюк
доктор сільськогосподарських наук, професор
Інститут агроекології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)
e-mail: demolena@ukr.net; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4134-9853

Робота присвячена оцінюванню наслідків впливу на ґрунт ведення бойових дій на території Київської області у березні 2022 р. Методологія досліджень полягала у використанні критеріїв, які враховуються при проявах механічної і фізичної деградації внаслідок порушень ґрунтового покриву. Виявлено механічні порушення морфологічної будови профілю дерново-слабопідзолистого супіщаного ґрунту на давньоалювіальних відкладах через його винесення та переміщення з утворенням глибокої вирви діаметром 400 см і глибиною 104 см, що свідчить про педотурбацію та порушення цілісності ландшафту. Вища щільність складення ґрунту на 25,4–28,2% у пробах, узятих із периферійної частини вирви на різних глибинах та її нижньої частини, порівняно із непорушеними ґрунтами, а також у ґрунті, узятому із колій, де рухалася військова техніка. Вважаємо, що в перші роки після завершення бойових дій кращими заходами щодо відновлення постраждалих екосистем можуть бути процеси їх самовідновлення, а також вирощування рослин, які сприяють оструктурюванню та розущільнюванню ґрунтів і здатні до акумуляції органічної речовини.

Ключові слова: *порушення ґрунтової екосистеми, фізична деградація, ущільнення ґрунту, вирва, сліди військової техніки.*

ВСТУП

Повномасштабне вторгнення рф на територію України спричинило низку психологічних, економічних і соціальних проблем в українському суспільстві та світі, а також розвиток деградаційних процесів компонентів навколишнього природного середовища [1; 2]. Серед вітчизняних і зарубіжних учених з'явилася ціла низка системних досліджень щодо згубного впливу воєнних дій на екологічний стан навколишнього середовища та якісні зміни ґрунтового середовища, водних об'єктів, біорізноманіття тощо [3–6].

Крім виявлення та констатації екологічних злочинів унаслідок воєнної агресії рф, до переліку пріоритетних наукових тем слід віднести також ті, що пов'язані з розробленням методів, заходів і технологій відновлення екологічного стану природних ресурсів [7]. Від ведення постійних та інтенсивних бойових дій значно погіршується ґрунтовий покрив територій: ґрунти втрачають буферну стійкість, фізично деградують, хімічно забруднюються та суттєво знижують здатність до самовідновлення [8–11]. Учені ННЦ "Інститут ґрунтознавства і агрохімії" НААН розробили критерії оцінювання нового воєнного (мілітарного) типу деградації ґрунтів, серед яких виділили такі види деградації: механічну, фізичну, хімічну, фізико-хімічну та біологічну [12]. Відповідно, актуальність проведення таких досліджень з оцінювання екологічного стану ґрунтового покриву та прогнозування його якісних змін у майбутньому не викликає сумніву.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Нині спостерігається суттєве навантаження на ґрунтові екосистеми територій, де ведуться постійні воєнні дії, що впливає не лише на стійкість ґрунту та гомеостаз в екосистемах, але й на продовольчу безпеку [13; 14]. Застосування новітніх систем озброєння, сучасної важкої військової техніки та різноманітних боєприпасів кардинально змінює ландшафти, обмежуючи їх здатність самовідновлюватися до початкового стану, а в агроландшафтах — знижуючи продуктивність оброблюваних ґрунтів [15].

Воєнні дії негативно позначаються на цілісності ландшафтів, оскільки діяльність артилерії та авіації під час військових конфліктів значно порушує їх літогенну основу [16]. Унаслідок цього утворюється мережа вирв від вибухів, що спричиняє фізичне руйнування та ущільнення ґрунтів [11; 17].

Відомо, що важка багатотонна техніка здійснює відчутний вплив на ґрунт, проїжджаючи по ньому на полі бою та під час виконання агресивних операцій. За дослідженнями W. Voorhees [18], важка військова техніка з масою здебільшого понад 10 т істотно ущільнює верхній шар ґрунту, досягаючи глибини аж до 60 см, особливо танки, де маса кожного із них становить майже 40 т. Унаслідок цього ґрунти ущільнюються, що сприяє їхній фізичній деградації за структурою, а це своєю чергою впливає на зміну інтенсивності та спрямованості біологічних і фізико-хімічних процесів (кругообіг води, вилуговування, гуміфікація тощо) [11; 19; 20]. Надмірне ущільнення ґрунтів у подальшому призводить до зниження водопроникності та повітромісткості, фізіологічного в'янення рослин і зменшення продуктивності агроценозів [21; 22].

Необхідно зазначити, що від вибухів і проїздів важкої військової техніки істотно змінюється природна рослинність, якої майже не залишається після багаторазового проходження по ґрунтовому покриву танків, бронетранспортерів тощо. Будівництво підземних споруд, військових комунікацій та укриттів супроводжується переміщенням значної кількості ґрунтової маси, її розпилення, що з часом може викликати ерозійні процеси [23–25]. Також засмічення ґрунтів через їх мінування призводить не лише до руйнувань верхнього родючого шару ґрунту, а й до хімічного забруднення токсичними речовинами [21].

Особливо значних змін через використання різноманітної зброї масового ураження та важкої артилерійської техніки зазнають фізичні властивості ґрунтів. У результаті відбувається їх переущільнення, знеструктурення, руйнування пор і втрата аерації, а також можливе локальне підкислення ґрунту [26]. Негативними є і вібраційні коливання — імпульси через вибухи боєприпасів та застосування стрілецької вогнепальної зброї. Як наслідок, відбувається витискання води із порожнин ґрунту, його поверхневе просідання та ущільнення, що призводить до змін мікрорельєфу [27].

Мета роботи полягала в дослідженні та оцінюванні механічного та фізичного видів деградації ґрунтів, що проявилися у Київській області внаслідок активного ведення бойових дій, а також у розробленні можливих заходів їх відновлення.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

У своїй роботі ми намагалися охарактеризувати сучасний стан ґрунтів на предмет різних видів розвитку деградації мілітарного типу. Основою досліджень стали характеристики та величини ґрунту, представлені в *табл. 1*.

Види деградацій були виділені вченими ННЦ "Інститут ґрунтознавства і агрохімії ім.

Таблиця 1

Головні види деградації ґрунтів за воєнного (мілітарного) типу деградації

Механічна деградація	Фізична деградація
Активізація ерозійних процесів, зсувів	Погіршення фізичних властивостей
Механічні порушення морфологічної будови профілю ґрунту	Зміни гранулометричного складу
Перемішування генетичних горизонтів (педотурбація)	Зміни агрегатного складу (знеструктурення)
Поширення вирв, рвів, ям	Ущільнення

Джерело: [12].

О.Н. Соколовського" НААН. Місця відбору проб ґрунтів позначали мітками на скриншотах, виконаних за допомогою програми Google Earth, а самі проби ґрунту відбирали ріжучим кільцем за ДСТУ 4287:2004. Структурно-агрегатний склад ґрунту визначали методом просіювання ґрунту на ситах різного діаметру згідно з ДСТУ 4744:2007. Щільність складення ґрунту досліджували методом ріжучого кільця за ДСТУ ISO 11272-2001. Вологість ґрунту фіксували термостатно-ваговим методом за ДСТУ ISO 16586:2005. Гранулометричний склад ґрунту визначали за ДСТУ ISO 11277:2005. Вбирання води ґрунтом (водопроникність) спостерігали методом трубок за Качинським у шестиразовій повторності за ДСТУ 7456:2013. Статистичний аналіз даних проводили з використанням редактора формул у програмі Microsoft Excel шляхом знаходження середніх значень даних та їх довірчого інтервалу.

Польові експедиційні дослідження здійснювали у червні 2024 р. Місце відбору проб розташовувалося в правій частині заплави річки Ірпінь, неподалік залізничного мосту, де поширені алювіальні ґрунти на сучасних алювіальних відкладах, які у верхньому (0–10 см) шарі мають сіре забарвлення супіщаного гранулометричного складу з умістом фізичної глини 14,3%, зокрема мулу — 5,6%, і в яких домінує фракція середнього й дрібного піску.

Необхідно відзначити гідрофобність ґрунтової маси, зумовлену наявністю домішок тонкодисперсних торфових часточок. У шарі 20–30 см спостерігається збільшення вмісту фізичної глини до 18,4%, зокрема мулу — до 6,3%. Це спричинено вмістом гідроксидів заліза в цьому шарі, що вказує на гідроморфність ґрунтів цього ряду (*рис. 1*).

Варто зазначити, що наразі в заплаві зростає гідроморфна рослинність, переважаючими

НЕ шар 0–10 см — сіре забарвлення, супіщаного гранулометричного складу, із домінуванням піщаних фракцій, видимих при описі через лупу. Нестійкої структури, невисокої щільності.

E_i шар 20–30 см — червонуватого забарвлення, спричиненого вмістом півтораокислів заліза. Більш стійкої структури, ущільнений.

Рис. 1. Морфологічні та генетичні особливості верхньої частини досліджуваного ґрунту в заплаві р. Ірпінь

Джерело: фото та опис Є. Бережняка.

видами якої є осока гостра *Carex acuta*, рогіз вузьколистий *Typha angustifolia* L., ситник бульбистий *Juncus bulbosus*.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

За даними С.А. Балюка та ін. [12], станом на березень 2023 р. майже 50 тис. га ґрунтів у Київській області зазнали воєнного впливу та мають так званий мілітарний тип деградації. Найбільший вплив на природні ресурси в Київській області від воєнних дій було здійснено в Бучанській громаді, де особливо постраждали міста та околиці Бучі, Ірпеня, Гостомеля, Бородянки, а також території Чорнобильського біосферного заповідника. Саме тому наші експедиційні виїзди були заплановані на окремо визначені локації з цих міст. Зокрема, було відібрано зразки ґрунтів із заплави р. Ірпінь в однойменному місті неподалік залізничного мосту. Місцеположення пробовідборів ґрунту розташоване за координатами: 50°30′43,052″N і 30°15′38,827″E (*рис. 2*). За геоморфологічним особливостями ця територія переважно рівнинна із середньою висотою над рівнем моря 111 м.

У результаті проведення відповідних маршрутних польових обстежень на предмет механічної деградації щодо активізації ерозійних процесів і зсувних явищ по узбережжю русла р. Ірпінь на заплавних землях поблизу мосту видимих змін виявлено не було. Це, ймовірно, пов'язано з щільним покривом лучних трав'янистих видів злаків і видів рослин, для яких оптимальними є підвищені умови зволоження: осоки гострої *Carex acuta*, сусака зонтичного *Butomus umbellatus*, стрілолиста стрілолистого *Sagittaria sagittifolia* та ін. Потужна надземна біомаса рослин і густа сітка дрібних коренів міцно утримують ґрунт від розмивання та знесення вітром. Доказом доброго скріплення ґрунту може бути кореннасиченість (суха маса та об'єм коренів) рослинного покриву природних фітоценозів (*табл. 2*, *рис. 3*).

Аналіз представлених у *табл. 2* результатів свідчить, що найпотужніша маса коренів рослин у заплаві р. Ірпінь містилася у верхньо-

а *б*

Рис. 2. Схема відбору проб ґрунту в заплаві р. Ірпінь (*а*) та околиць села Мощун (*б*)
Джерело: знімки Google Earth.

Таблиця 2

Загальна маса коренів у заплаві р. Ірпінь неподалік від мосту та їх об'єм у шарах ґрунту 0–10, 10–20 і 20–30 см у перерахунку на площу 1 м²

Глибина ґрунту, см	Свіжа маса коренів, г	Суха маса коренів, г	Об'єм коренів, см³
0–10	5377 ± 3022	1706 ± 1155	4069 ± 1171
10–20	177,5 ± 83,5	116,9 ± 56,6	346,3 ± 75,0
20–30	155,0 ± 76,3	107,5 ± 61,4	276,2 ± 68,4

Джерело: складено Є. Бережняком на основі власних досліджень.

а *б* *в*

Рис. 3. Відбір проб ґрунту та коренів рослин заплави р. Ірпінь (*а*) і відмиті корені по шарах ґрунту 0–10 см (*б*) і 10–20 см (*в*)

Джерело: авторські фото.

му (0–10 см) шарі ґрунту та становила в сирому вигляді 5377 ± 3022 г, у сухому — 1706 ± 1155 г, а об'єм коренів — 4069 ± 1171 см^3. У шарі 10–20 см біомаса коренів та їх об'єм вже були значно меншими — 155,0 ± 76,3 г, 107,5 ± 61,4 і 276,2 ± 68,4 см^3 відповідно. Щодо інших видів механічної деградації ґрунту (порушень морфологічної будови профілю ґрунту, явищ педотурбації, утворення ровів, ям тощо), їх у заплаві зафіксовано не було.

Фізична деградація ґрунту виникає у випадках його знеструктурення, утворення високої брилястості чи надмірного вмісту пилу через постійний обробіток посушливих ґрунтів. Дослідження структурно-агрегатного складу ґрунту заплави р. Ірпінь пошарово показали, що вміст цінних агрегатів розміром 10–1,0 мм є незначним і загалом становить до 5%. Дещо краще оструктуреним був шар ґрунту 20–30 см, де

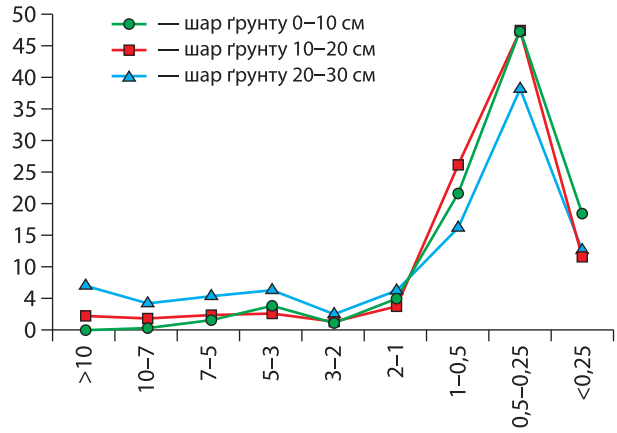


Рис. 4. Структурно-агрегатний склад ґрунту за шарами 0–10 см, 10–20 і 20–30 см у заплаві р. Ірпінь

Джерело: побудовано авторами на основі власних даних.

вміст агрегатів становив 5,2–7,5%, що зумовлено оструктурюючою дією півтораокислів заліза.

У досліджуваних зразках переважала фракція крупного піску, вміст якої становив від 16,3 до 25,8% залежно від глибини. Уміст середнього піску з агрегатами ґрунту розміром 0,5–0,25 мм коливався в межах 37,2–47,5%. Натомість уміст найдрібнішої фракції часток (розміром менше 0,25 мм) становив 18,7%, 11,8% і 12,8% відповідно (*рис. 4*).

Отже, результати досліджень свідчать про відсутність видимої фізичної деградації. Однак у зразках ґрунту, взятих із утвореної вирви, результати структурно-агрегатного складу були наступними: вміст агрономічно-цінних агрегатів у шарі 0–10 см — 71,2%, у шарі 10–20 см — 76,0 і в шарі 20–30 см — 75,9%, що вказує на незначний ступінь фізичної деградації.

Щільність складення відіграє важливу роль у забезпеченні повноцінної продуктивності рослинності лучних екосистем. Це динамічна та водночас інформативна величина, що дає уявлення про співвідношення твердої частини та пустот у ґрунті. Зазвичай щільність складення ґрунту зростає з глибиною, що пов'язано з тиском вищерозміщеної товщі ґрунту на нижні шари [28]. Переущільнення ґрунтів є доволі значною проблемою в Україні, що супроводжується несприятливими екологічними наслідками та економічними збитками [29]. Небажаною є підвищена щільність ґрунту не лише для сільськогосподарських видів рослин, а й для природних ценозів. Зокрема, надмірне ущільнення ґрунту викликає порушення нормального проходження процесів вегетації культур та їх стадій розвитку [30].

У результаті переущільнення зменшується глибина кореневмісного шару, знижується польова вологоємність, діапазон активної

вологи та її доступність рослинам, рухомість елементів живлення культур [31]. Для верхніх шарів орних культурних ґрунтів здебільшого характерна щільність від 1,05 до 120 г/см^3 [32]. Досліджено, що універсальним критерієм допустимої щільності складення є твердження, що в ґрунті повинно бути не менше 10–15% повітря. За інших значень цього показника відбувається зниження біологічної активності, нітрифікації та поглинання елементів живлення.

Серед фізичних показників ґрунту було визначено щільність складення в 0–30 см шарі, пошарово через кожні 10 см, його польову вологість та поверхневе вбирання води. За результатами досліджень встановлено, що щільність складення 0–10 см шару ґрунту на цей період становила 1,17 ± 0,23 г/см^3 і за градацією В.В. Медведєва [32] є оптимальною для вирощування більшості сільськогосподарських культур та отримання якісної продуктивності біомаси лучного травостою (*табл. 3*). Натомість підвищеною була щільність складення у шарі 20–30 см — 1,45 ± 0,09 г/см^3, що вказує на незначний рівень прояву деградації ґрунту.

Польова вологість ґрунту у відібраних зразках була невисокою — від 5,61 ± 2,81% у шарі 0–10 см до 4,03 ± 1,72% у шарі ґрунту 20–30 см. Дослідження вбирання води у верхньому (0–10 см) шарі ґрунту показало відносно швидке її проникнення в закладених трубках висотою 70 мм. Повне поглинання води в трубках коливалося від 100 до 168 секунд і в середньому становило 118 секунд (*рис. 5*), що вказує на надмірне вбирання води верхнім (0–10 см) шаром ґрунту та пояснюється супіщаним гранулометричним складом і невисокою щільністю складення.

До населених пунктів Київської області, природні ресурси яких зазнали значного впливу

Таблиця 3

Результати щільності складення та вологозабезпеченості ґрунту заплави р. Ірпінь

Глибина ґрунту, см	Щільність складення ґрунту, г/см^3	Вологість ґрунту, %
0–10	1,17 ± 0,23	5,61 ± 2,81
10–20	1,34 ± 0,11	5,19 ± 1,11
20–30	1,45 ± 0,09	4,03 ± 1,72

Джерело: складено Є. Бережняком на основі власних досліджень.

бойових дій, належить селище Мощун Бучанського району, на території якого протягом двох тижнів у березні 2022 р. відбувалися запеклі бої. Саме цей населений пункт був стратегічно важливою позицією для загарбників, тому на його захоплення було спрямовано висококваліфікованих бійців рф, значну кількість техніки та сучасні види озброєння (ствольну і реактивну артилерію, міномети, авіацію). У селі було знищено або ж покинуто понад 30 одиниць військової та інженерної техніки країни-агресора [33].

На околицях села Мощун була зафіксована вирва глибиною 104 см і діаметром 400 см (координати: 50°36′46,245″N і 30°16′14,190″E). Ймовірно, це наслідки потрапляння потужного артилерійського снаряду. На відстані важко візуально виявити цю вирву, оскільки станом на червень 2024 р. на ній вже з'явилася рослинність, зокрема полинь звичайна *Artemisia vulgaris* (*рис. 6*). Водночас на знімку Google Earth (*рис. 2а*) вирва добре ідентифікується.

Нами було проаналізовано рослинність у вирві. Встановлено, що в ній зростало 19 стебел полину висотою від 52 до 94 см, а також 25 сте-

а

б

Рис. 5. Вбирання води ґрунтом методом трубок у заплаві р. Ірпінь (*а*) та результати польового експерименту (*б*)

Джерело: виконано авторами на основі власних досліджень.

Рис. 6. Сукцесійні процеси на порушеному артилерійськими снарядами ґрунтовому покриві (вирві) під природним травостоєм

Джерело: авторські фото.

бел сухостою (відмерлих рослин) цього ж виду. Цей приклад демонструє здатність фітоценозів на узліссях і закрайках полів до сукцесійних процесів, незважаючи на видимі геоморфологічні порушення, часткову зміну властивостей ґрунтів або їх забруднення.

Що стосується проявів механічного виду деградації, то помітного розвитку чи активізації ерозійних процесів (зсувів) зафіксовано не було. Натомість можна констатувати факти механічного порушення морфологічної будови профілю ґрунту внаслідок його винесення та утворенням глибокої вирви (*рис. 6*). Водночас навколо зафіксовано ще декілька менших вирв від розривів снарядів, що призвело до певного перемішування генетичних горизонтів. Це вказує на деякі педотурбації з ґрунтом і порушення цілісності його морфолого-генетичних горизонтів.

Ґрунти, які поширені на місцях утворених вирв, є дерново-середньо- та слабопідзолистими, зверху переважно сірого та ясно-сірого забарвлення супіщаного гранулометричного складу. Морфологічний опис цього ґрунту виконано за зразками, відібраними на різних глибинах (*рис. 7*).

НЕ шар 0–10 см — гумусо-елювіальний, сірого забарвлення, супіщаного гранулометричного складу, нестійкої грудкувато-пилуватої структури, ущільнений, перехід до наступного горизонту помітний.

Рі шар 50–60 см — порода слабкоілювійована, білесуватого забарвлення, викликаного великим умістом піщаної фракції, нестійкої структури, щільна.

Рис. 7. Морфологічні та генетичні особливості дерново-слабопідзолистого супіщаного ґрунту на давньоалювіальних відкладах околиць села Мощун

Джерело: фото та опис Є. Бережняка.

Щодо структурно-агрегатного складу, то виявлено дещо підвищену брилястість ґрунту: 11,8% — на глибині 0–10 см та 9,9% — на глибині 50–60 см. Також зафіксовано вміст пилуватої фракції розміром менше 0,25 мм: 17,1% — у верхньому (0–10 см) шарі, 14,1% — у шарі 50–60 см та 21,7% — у шарі 100–110 см (*рис. 8*). Це вказує на певне знеструктурення ґрунту, що буде більш небажаним саме для сільськогосподарських культур, ніж для природних угідь [34].

Дослідження щільності складення ґрунту у вирві проводили на поверхні ґрунту (шар 0–10 см), у середній частині (шар 50–60 см) та у нижній частині на дні (шар 100–110 см). Отримані дані свідчать про поширення на цій території фізичного виду деградації ґрунту, оскільки його поверхня була сильно переосушена та в багатьох місцях утворилася кірка з діаметром отворів розтріскування від 0,6 до 3,5 мм. Зокрема, у верхньому шарі (0–10 см) щільність складення становила 1,50 ± 0,04 г/см^3 (*табл. 4*).

У середній частині вирви було помітно ущільнення ґрунту (1,68 ± 0,01 г/см^3), що свідчить про компресійне ущільнення ґрунту, а на дні вирви величина щільності в середньому сягала 1,59 ± 0,09 г/см^3. Натомість сильно ущільненим був ґрунт, взятий із поверхні накатаних колій від важкої військової техніки — у середньому 1,81 г/см^3. Якщо порівнювати результати досліджень зі звичайними заплавними ґрунтами, які не зазнали впливу військової техніки та руйнувань від вибухів, то фіксується істотне ущільнення ґрунту. При цьому його вологість була помітно нижчою, ніж у заплаві р. Ірпінь, а саме від 1,53 ± 0,13% на поверхні утвореної вирви до 3,01 ± 0,09% на її дні. Незважаючи на низький вміст польової вологості, відбувається часткове відновлення рослинності на порушених вибухами та військовою техніко ґрунтах, свідченням чого стали виявлені рослини виду *Artemisia vulgaris* (*рис. 6*), а навколо вирви спостерігали такі лучні види трав, як: щавель горобиний *Rumex acetosella* L., злинка однорічна *Erigeron strigosus*, осока піщана *Carex arenaria*, енотера дрібноквіткова *Oenothera parviflora* L., звіробій продирявлений *Hypericum perforatum*.

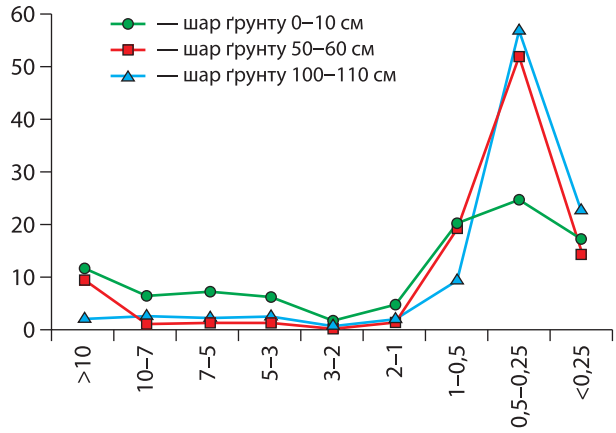


Рис. 8. Структурно-агрегатний склад у відібраних зразках ґрунту за шарами 0–10 см, 50–60 і 100–110 см утвореної вирви біля селища Мощун

Джерело: побудовано авторами на основі власних даних.

Варто зазначити, що неподалік від досліджуваної вирви (за 150 м) були помічені виражені накатані колії (сліди) від руху важкої військової техніки. Ця територія позначена голубим маркером на доданому знімку Google Earth (*рис. 2б*). Як показали дослідження, щільність складення на поверхні ґрунту досягала до 1,89 ± 0,02 г/см^3, що свідчить про його істотне ущільнення та явно виражену фізичну деградацію. Однак, незважаючи на дуже високу

Таблиця 4

Вплив воєнних дій на щільність складення та вологозабезпеченість ґрунту на околицях с. Мощун під природними фітоценозами

Глибина відбору проб ґрунту, см	Щільність складення ґрунту, г/см^3	Щільність складення на непорушеному ґрунті, г/см^3	Вологість ґрунту, %	Вологість ґрунту під травостоєм, %
Вирва внаслідок розриву снаряду				
0–10	1,50 ± 0,04	1,44 ± 0,02	1,53 ± 0,13	1,72 ± 0,09
50–60	1,68 ± 0,01	1,59 ± 0,03	1,07 ± 0,40	1,24 ± 0,17
100–110	1,59 ± 0,09	1,61 ± 0,04	3,01 ± 0,09	2,93 ± 0,07
Колія від важкої військової техніки				
0–10	1,81 ± 0,02	1,44 ± 0,02	0,66 ± 0,25	1,72 ± 0,09

Джерело: складено Є. Бережняком на основі власних досліджень.

щільність складення ґрунту, обабіч утворених колій за 3–5 м зростають типові польові види бур'янів зони Лісостепу України — гірчак шорсткий *Persicaria lapathifolia* L., лобода біла *Chenopodium album*, щириця звичайна *Amaranthus retroflexus*, берізка польова *Convolvulus arvensis*. Також фрагментарно траплялися рослини амброзії полинолистої *Ambrosia artemisiifolia* L., що підтверджує факт поступового відновлення видового різноманіття рослин.

На нашу думку, ймовірніше, у перші роки закінчення активних воєнних дій і порушень ґрунтів відбуватимуться поступові процеси самовідновлення природної лучної рослинності з домінуванням тих видів, які є найстійкішими до описаних видів деградації та добре пристосованими до ґрунтово-кліматичних умов території. У подальшому серед потенційних заходів із відновлення ґрунтів можна назвати вирощування культур, які створюють певну розущільнювальну дію в кореневмісній верхній частині ґрунту. Такі культури є ефективними меліорантами (сидератами) та акумуляторами органічної речовини, що також сприятиме стабілізації вмісту та запасів органічної речовини ґрунту для підвищення продуктивності лучних фітоценозів.

ВИСНОВКИ

У роботі розглянуто приклад поширення мілітарного типу деградації, спричиненої бойовими діями, на алювіальних ґрунтах поблизу околиць селища Мощун Київської області. Встановлено, що серед видів механічної деградації має місце порушення морфологічної будови профілю ґрунту, його винесення, переміщення та перевідкладення з утворенням глибокої вирви діаметром понад 4 м і глибиною понад 105 см. Водночас із порушенням поверхні рельєфу території та профілю ґрунту спостерігали перемішування генетичних горизонтів (явища педотурбації), спричинене розривами снарядів від артилерійської військової техніки.

Фізична деградація проявляється в ущільненні ґрунту в утворених вибухами вирвах, особливо в середній частині (шар 50–60 см), де щільність складення в середньому сягала 1,68 г/см^3. Помітне ущільнення ґрунту до 1,81 г/см^3 виявлено в накатаних коліях від важкої військової техніки, що свідчить про розвиток фізичної деградації. Незважаючи на ці порушення, спричинені воєнними діями, видове різноманіття польових бур'янів і природного різнотрав'я почало активно відновлюватися на суміжних до вирви та накатаної колії територіях.

ЛІТЕРАТУРА

1. Сплодитель А., Голубцов О., Чумаченко С., Сорокіна Л. Забруднення земель внаслідок агресії Росії проти України. Київ: ГО "Центр екологічних ініціатив "Екодія"", 2023. 154 с. URL: https://ecoaction.org.ua/wp-content/uploads/2023/03/zabrudnennia-zemel-vid-rosii.pdf (дата звернення: 03.09.2024).
2. Солоха М.О., Коньшин Р.В., Дегтярьов В.В. Ідентифікатори впливу воєнних дій на ґрунтовий покрив за супутниковими даними. *Таврійський науковий вісник*. 2024. № 137. С. 235–244. DOI: https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.29
3. Bennett M.M., Van Den Hoek J., Zhao B., Prishchepov A.V. Improving satellite monitoring of armed conflicts. *Earth's Future*. 2022. No. 10 (9). DOI: https://doi. org/10.1029/2022EF002904
4. Harada K.H., Soleman S.R., Ang J.S.M., Trzcinski A.P. Conflict-related environmental damages on health: lessons learned from the past wars and ongoing Russian invasion of Ukraine. *Environmental Health and Preventive Medicine*. 2022. Vol. 27. P. 35. DOI: https://doi.org/10.1265/ehpm.22-00122
5. Shevchuk S.A., Vyshnevskyi V.I., Bilous O.P. The use of remote sensing data for investigation of environmental consequences of Russia-Ukraine war. *Journal of Landscape Ecology*. 2022. No. 15 (3). P. 36–53. DOI: https://doi.org/10.2478/jlecol-2022-0017
6. Solokha M., Pereira P., Symochko L. et al. Russian-Ukrainian war impacts on the environment. Evidences from the field and remote sensing. *Science of the Total Environment*. 2023. Vol. 902. 166122. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.166122
7. Корсун С.Г., Болоховська В.А., Болоховський В.В. та ін. Агроекологічне обґрунтування меліоративних чинників для відновлення ґрунтів, порушених воєнними діями. *Агроекологічний журнал*. 2024. № 2. С. 100–112. DOI: https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2024.305663
8. Bonchkovskyi O.S., Ostapenko P.O., Shvaiko V.M., Bonchkovskyi A.S. Remote sensing as a key tool for assessing war-induced damage to soil cover in Ukraine (the case stuidy of Kyinska territorial hromada). *Journal of Geology Geography and Geoecology*. 2023. Vol. 32, No. 3. P. 474–487. DOI: https://doi.org/10.15421/112342
9. Строкаль В.П., Бережняк Є.М., Наумовська О.І. та ін. Вплив російської агресії на стан природних ресурсів України: монографія / За заг. ред. В.П. Строкаль. К.: Вид. центр НУБіП України, 2023. 218 с.
10. Дмитренко О.В., Дем'янюк О.С., Погоріла Л.П. та ін. Екотоксикологічна оцінка дерново-підзолистого ґрунту за впливу бойових дій. *Агроекологічний журнал*. 2023. № 4. С. 89–96. DOI: https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2023.293758
11. Solokha M., Demyanyuk O., Symochko L. et al. Soil Degradation and Contamination Due to Armed Conflict in Ukraine. *Land*. 2024. Vol. 13, No. 10. 1614. DOI: https://doi.org/10.3390/land13101614
12. Балюк С.А., Кучер А.В., Солоха М.О., Соловей В. Б. Оцінювання впливу збройної агресії рф на ґрунтовий покрив України. *Укр. геогр. журнал*. 2024. № 1. С. 7–18. DOI: https://doi.org/10.15407/ugz2024.01.007
13. Макаренко Н.А., Строкаль В.П., Бережняк Є.М. та ін. Вплив російської воєнної агресії на природні

ресурси України: аналіз ситуації, методологія оцінювання. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2022. Вип. 4 (98). С. 1–31. DOI: http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2022.04.003
14. Строкаль В.П., Бережняк Є.М., Наумовська О.І. та ін. Природні ресурси України: наслідки та ризики російської агресії. *Біологічні системи: теорія та інновації*. 2024. № 15 (1). С. 37–60. DOI: https://doi.org/10.31548/biologiya15(1).2024.004
15. Hupy J. The Environmental Footprint of War. *Environment and History*. 2008. Vol. 14, No. 3. P. 405–421. DOI: https://doi.org/10.3197/096734008X333581
16. Семеряга О.П. Природно-історична спадщина белігеративних ландшафтів Дніпропетровської області. *Фізична географія та геоморфологія*. 2013. Вип. 1 (69). С. 103–112.
17. Rawtani D., Gupta G., Khatri N., Rao P.K., Hussain C.M. Environmental damages due to war in Ukraine: A perspective. *Science of The Total Environment*. 2022. 850. 157932. DOI: https://doi:10.1016/j.scitotenv.2022.157932
18. Voorhees W.B. The effect of soil compaction on crop yield. *SAE Transactions*. 1986. P. 1078–1084. URL: http://www.jstor.org/stable/44725467 (accessed: 04.09.2024).
19. Медведєв В.В., Пліско І.В., Крилач С.І. та ін. Фізична деградація орних ґрунтів України (оцінювання, профілактика, призупинення). Харків: ФОП Бровін О.В., 2020. 110 с.
20. Пліско І.В., Романчук К.Ю., Крилач С.І. Механічна та фізична деградація орних ґрунтів унаслідок ведення воєнних дій в Україні. *Вісник аграрної науки*. 2023. № 10 (847). С. 5–12. DOI: https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202310-01
21. Балюк С.А., Кучер А.В., Солоха М.О. та ін. Вплив збройної агресії та воєнних дій на сучасний стан ґрунтового покриву, оцінка шкоди та збитків, заходи з відновлення: наук. доп. Харків: ФОП Бровін О.В., 2022. 102 с.
22. Пліско І.В., Уваренко К.Ю., Крилач С.І., Накісько С.Х. Закономірності прояву фізичної деградації в орних ґрунтах України та регіони підвищеного її ризику. *Вісник аграрної науки*. 2021. № 10. С. 5–13. DOI: https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202110-01
23. Одосій Л.І., Стаднічук О.М., Свідерок С.М., Надала О.С., Гичко О.С. Вплив техногенного навантаження військової діяльності на стан ґрунтово-водного середовища. *Військово-технічний збірник*. 2015. № 12. С. 91–96. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vtzb_2015_12_19 (дата звернення: 03.09.2024).
24. Olson K., Speidel D. Review and analysis: successful use of soil tunnels in medieval and modern warfare and smuggling. *Open J. of Soil Science*. 2020. Vol. 10, No. 5. P. 194–215. DOI: https://doi.org/10.4236/ojss.2020.105010
25. Macharia H.M. The impact of military exercises and operations on local environment. *J. of language, technology & entrepreneurship in Africa*. 2016. No. 7 (2). P. 140–152. URL: https://www.semanticscholar.org/paper/The-Impact-of-Military-Exercises-and-Operations-on-Macharia/6284c26717bf28d5ff83280b3798e1aa6e534431 (accessed: 19.09.2024).
26. Балюк С.А., Медведєв В.В., Воротинцева Л., Шимель В. Сучасні проблеми деградації ґрунтів і заходи щодо досягнення нейтрального її рівня. *Вісник аграрної науки*. 2017. № 8. С. 5–11. DOI: https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201708-01
27. Голубцов О., Сорокіна Л., Сплодитель А., Чумаченко С. Вплив війни росії проти України на стан українських ґрунтів. Результати аналізу. Київ: ГО "Центр екологічних ініціатив "Екодія"", 2023. 32 с. URL: https://ecoaction.org.ua/wp-content/uploads/2023/03/zabrudnennia-zemel-vid-rosii-summary.pdf (дата звернення: 21.09.2024).
28. Чорний С.Г. Оцінка якості ґрунтів: навчальний посібник. Миколаїв: МНАУ. 2018. 233 с.
29. Балюк С.А., Медведєв В.В., Мірошниченко М.М. та ін. Екологічний стан ґрунтів України. *Укр. геогр. журн*. 2012. № 2. С. 38–42. URL: https://ukrgeojournal.org.ua/sites/default/files/UGJ-2012-2-38_0.pdf (дата звернення: 03.09.2024).
30. Пліско І.В. Романчук К.Ю., Куцова К.М. Вплив просторової неоднорідності агрофізичних властивостей ґрунтів на врожайність сільськогосподарських культур. *Вісник Уманського Національного університету садівництва*. 2024. № 1. С. 31–39. DOI: https://doi.org/10.32782/2310-0478-2024-1-31-39
31. 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. № 3–4, Т. 12. URL: http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Biologiya/article/view/16698 (дата звернення: 10.10.2024).
32. Медведєв В.В., Бігун О.М. Антропогенне переущільнення кореневмісного шару чорноземних ґрунтів. *Вісник аграрної науки*. 2014. № 10. С. 55–60. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vaan_2012_12_18 (дата звернення: 01.09.2024).
33. Радіо Свобода встановило імена близько сотні бійців елітних підрозділів армії рф, які загинули у боях за Мощун. Радіо Свобода. 25 лютого 2023. Архів оригіналу за 25 лютого 2023. URL: https://www.radiosvoboda.org/a/news-viyna-moshchun-rozsliduvannya-radio-svoboda/32287997.html (дата звернення: 15.08.2024).
34. Полупан М.І., Соловей В.Б., Величко В.А. Класифікація ґрунтів України / За ред. М.І. Полупана. К.: Аграрна наука, 2005. 300 с.

ANALYSIS OF THE MANIFESTATION OF SOIL COVER DEGRADATION PROCESSES OF THE KYIV REGION UNDER THE MILITARY OPERATIONS INFLUENCE

Berezhniak Ye.
Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine (Kyiv, Ukraine)
e-mail: beregniakem@nubip.edu.ua; ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5945-1285

Bondar V.
Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine (Kyiv, Ukraine)
e-mail: v_bondar@nubip.edu.ua; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8737-3568

Naumovska O.
Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine (Kyiv, Ukraine)
e-mail: naumovska@nubip.edu.ua; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5938-8471

Rakoid O.
Candidate of Agricultural Sciences
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine (Kyiv, Ukraine)
e-mail: orakoid@nubip.edu.ua; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1403-1946

Klepko A.
Doctor of Biological Sciences, Senior Researcher
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine (Kyiv, Ukraine)
e-mail: klepko@ nubip.edu.ua; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7061-453X

Ladyka M.
Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine (Kyiv, Ukraine)
e-mail: mm.ladyka@nubip.edu.ua; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5164-7117

Lazariev M.
Candidate of Biological Sciences, Associate Professor
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine (Kyiv, Ukraine)
e-mail: laz_rev@i.ua; ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6286-0063

Demyanyuk O.
Doctor of Agricultural Sciences, Professor
Institute of Agroecology and Environmental Management of the NAAS (Kyiv, Ukraine)
e-mail: demolena@ukr.net; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4134-9853

The study is devoted to the assessment of the consequences of the impact of hostilities on the soil in the Kyiv region in March 2022. The research methodology was based on the use of criteria that are taken into account when manifestations of mechanical and physical degradation due to soil cover disturbance occur. Mechanical disturbances of the morphological structure of sod-slightly podzolic sandy loam soil profile on ancient alluvial deposits due to its removal and displacement with the formation of a deep sinkhole 400 cm in diameter and 104 cm deep were revealed, which indicates pedoturbation and violation of the integrity of the landscape. The density of the soil composition is higher by 25.4–28.2% in samples taken from the peripheral part of the sinkhole at different depths and its bottom compared to undisturbed soils, as well as in soil taken from the tracks where military vehicles were moving. We believe that in the first years of the end of hostilities, the best measures to restore the affected ecosystems may be their self-healing processes, as well as the cultivation of plants that help to structure and loosen the soils and are capable of accumulating organic matter.

Keywords: *soil ecosystem disruption, physical degradation, soil compaction, sinkhole, traces of military equipment.*

REFERENCES

1. Splodytel, A., Holubtsov, O., Chumachenko, S., & Sorokina, L. (2023). *Zabrudnennia zemel vnaslidok ahresii Rosii proty Ukrainy [Land contamination as a result of Russia's aggression against Ukraine]*. Kyiv: NGO "Center for Environmental Initiatives 'Ecoaction'". URL: https://ecoaction.org.ua/wp-content/uploads/2023/03/zabrudnennia-zemel-vid-rosii.pdf [in Ukrainian].
2. Solokha, M.O., Konshyn, R.V., & Dehtiarov, V.V. (2024). Identyfikatory vplyvu voiennykh dii na gruntovyi pokryv za suputnykovymy danymy [Identifiers of the influence of military actions on the ground cover according to satellite data]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk — Taurian Scientific Bulletin, 137*, 235–244. DOI: https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.29 [in Ukrainian].
3. Bennett, M.M., Van Den Hoek, J., Zhao, B., & Prishchepov, A.V. (2022). Improving satellite monitoring of armed conflicts. *Earth's Future, 10 (9)*. DOI: https://doi.org/10.1029/2022EF002904 [in English].
4. Harada, K.H., Soleman, S.R., Ang, J.S.M., & Trzcinski, A.P. (2022). Conflict-related environmental damages on health: lessons learned from the past wars and ongoing Russian invasion of Ukraine. *Environmental Health and Preventive Medicine, 27*, 35. DOI: https://doi.org/10.1265/ehpm.22-00122 [in English].
5. Shevchuk, S.A., Vyshnevskyi, V.I., & Bilous, O.P. (2022). The use of remote sensing data for investigation of environmental consequences of Russia-Ukraine war. *Journal of Landscape Ecology, 15 (3)*, 36–53. DOI: https://doi.org/10.2478/jlecol-2022-0017 [in English].
6. Solokha, M., Pereira P., Symochko, L. Vynokurova, N., Demyanyuk, O., Sementsova, K., Inacio, M., & Barcelo, D. (2023). Russian-Ukrainian war impacts on the environment. Evidences from the field and remote sensing. *Science of the Total Environment, 902*, 166122. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.166122 [in English].
7. Korsun, S.H., Bolokhovska, V.A., Bolokhovskyi, V.V. et al. (2024). Ahroekolohichne obgruntuvannia melioratyvnykh chynnykiv dlia vidnovlennia gruntiv, porushenykh voiennymy diiamy [Agroecological substantiation of meliorative

factors for the restoration of soils disturbed by military actions]. *Ahroekolohichnyi zhurnal — Agroecological journal, 2*, 100–112. DOI: https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2024.305663 [in Ukrainian].

8. Bonchkovskyi, O.S., Ostapenko, P.O., Shvaiko, V.M., & Bonchkovskyi, A.S. (2023). Remote sensing as a key tool for assessing war-induced damage to soil cover in Ukraine (the case stuidy of Kyinska territorial hromada). *Journal of Geology Geography and Geoecology, 32 (3)*, 474–487. DOI: https://doi.org/10.15421/112342 [in English].
9. Strokal, V.P. (Ed.), Berezhniak, Ye.M., Naumovska, O.I. et al. *Vplyv rosiiskoi ahresii na stan pryrodnykh resursiv Ukrainy: monohrafiia [The impact of Russian aggression on the state of Ukraine's natural resources: monograph]*. Kyiv: Publishing centre of NULES of Ukraine [in Ukrainian].
10. Dmytrenko, O.V., Demyanyuk, O.S., Pohorila, L.P. et al. (2023). Ekotoksykolohichna otsinka dernovo-pidzolystoho gruntu za vplyvu boiovykh dii [Ecotoxicological assessment of turf-podzolic soil under the influence of hostilities]. *Ahroekolohichnyi zhurnal — Agroecological journal, 4*, 89–96. DOI: https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2023.293758 [in Ukrainian].
11. Solokha, M., Demyanyuk, O., Symochko, L. Mazur, S., Vynokurova, N., Sementsova, K., & Mariychuk, R. (2024). Soil Degradation and Contamination Due to Armed Conflict in Ukraine. *Land, 13 (10)*, 1614. DOI: https://doi.org/10.3390/land13101614 [in English].
12. Baliuk, S.A., Kucher, A.V., Solokha, M.O., & Solovei, V.B. (2024). Otsiniuvannia vplyvu zbroinoi ahresii rf na gruntovyi pokryv Ukrainy [Assessment of the impact of the armed aggression of the Russian Federation on the soil cover of Ukraine]. *Ukr. heohr. Zhurnal — Ukrainian geographical journal, 1*, 7–18. DOI: https://doi.org/10.15407/ugz2024.01.007 [in Ukrainian].
13. Makarenko, N.A., Strokal, V.P., Berezhniak, Ye.M. et al. (2022). Vplyv rosiiskoi voiennoi ahresii na pryrodni resursy Ukrainy: analiz sytuatsii, metodolohiia otsiniuvannia [The impact of Russian military aggression on the natural resources of Ukraine: analysis of the situation, evaluation methodology]. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy — Scientific Reports of NULES of Ukraine, 4 (98)*, 1–31. DOI: http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2022.04.003 [in Ukrainian].
14. Strokal, V.P., Berezhniak, Ye.M., Naumovska, O.I. et al. (2024). Pryrodni resursy Ukrainy: naslidky ta ryzyky rosiiskoi ahresii [Natural resources of Ukraine: consequences and risk of Russian aggression]. *Biolohichni systemy: teoriia ta innovatsii — Biological systems: theory and innovation, 15 (1)*, 37–60. DOI: https://doi.org/10.31548/biologiya15(1).2024.004 [in Ukrainian].
15. Hupy, J. (2008). The environmental footprint of war. *Environment and History, 14 (3)*, 405–421. DOI: https://doi.org/10.3197/096734008X333581 [in English].
16. Semeriaha, O.P. (2013). Pryrodno-istorychna spadshchyna beliheratyvnykh landshaftiv Dnipropetrovskoi oblasti [Natural and historical heritage of belligerent landscapes of Dnipropetrovsk region]. *Fizychna heohrafiia ta heomorfolohiia — Physical geography and geomorphology, 1 (69)*, 103–112 [in Ukrainian].
17. Rawtani, D., Gupta, G., Khatri, N., Rao, P.K., & Hussain, C.M. (2022). Environmental damages due to war in Ukraine: A perspective. *Science of the Total Environment, 850*, 157932. DOI: https://doi:10.1016/j.scitotenv.2022.157932 [in English].
18. Voorhees, W.B. (1986). The effect of soil compaction on crop yield. *SAE Transactions*, 1078–1084. URL: http://www.jstor.org/stable/44725467 [in English].
19. Medvediev, V.V., Plisko, I.V., Krylach, S.I. et al. (2020). *Fizychna dehradatsiia ornykh gruntiv Ukrainy (otsiniuvannia, profilaktyka, pryzupynennia) [Physical degradation of arable soils of Ukraine (assessment, prevention, suspension]*. Kharkiv: FOP Brovin O.V. [in Ukrainian].
20. Plisko, I.V., Romanchuk, K.Yu., & Krylach, S.I. (2023). Mekhanichna ta fizychna dehradatsiia ornykh gruntiv unaslidok vedennia voiennykh dii v Ukraini [Mechanical and physical degradation of arable soils as a resilt of military operations in Ukraine]. *Visnyk ahrarnoi nauky — Herald of Agratian Science, 10 (847)*, 5–12. DOI: https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202310-01 [in Ukrainian].
21. Baliuk, S.A., Kucher, A.V., Solokha, M.O. et al. (2022). *Vplyv zbroinoi ahresii ta voiennykh dii na suchasnyi stan gruntovoho pokryvu, otsinka shkody ta zbytkiv, zakhody z vidnovlennia: nauk. dop. [The influence of armed aggression and military operations on the current state of the soil cover, assessment of damage and losses, restoration measures: scientific report]*. Kharkiv: FOP Brovin O.V. [in Ukrainian].
22. Plisko, I.V., Uvarenko, K.Yu., Krylach, S.I., & Nakisko, S.Kh. (2021). Zakonomirnosti proiavu fizychnoi dehradatsii v ornykh gruntakh Ukrainy ta rehiony pidvyshchenoho yii ryzyku [Regularities of manifestation of physical degradation in arable soils of Ukraine and regions of its increased risk]. *Visnyk ahrarnoi nauky — Herald of Agrarian Science, 10*, 5–13. DOI: https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202110-01 [in Ukrainian].
23. Odosii, L.I., Stadnichuk, O.M., Sviderok, S.M., Nadala, O.S., & Hychko, O.S. (2015). Vplyv tekhnohennoho navantazhennia viiskovoi diialnosti na stan gruntovo-vodnoho seredovyshcha [The influence of the man-made load of military activity on the state of the soil-water environment]. *Viiskovo-tekhnichnyi zbirnyk — Military and technical collection, 12*, 91–96. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vtzb_2015_12_19 [in Ukrainian].
24. Olson, K.R., & Speidel, D.R. (2020). Review and analysis: successful use of soil tunnels in medieval and modern warfare and smuggling. *Open Journal of Soil Science, 10 (5)*, 194–215. DOI: https://doi.org/10.4236/ojss.2020.105010 [in English].
25. Macharia, H.M. (2016). The impact of military exercises and operations on local environment. *Journal of Language, Technology & Entrepreneurship in Africa, 7 (2)*, 140–152. URL: https://www.semanticscholar.org/paper/The-Impact-of-Military-Exercises-and-Operations-on-Macharia/6284c26717bf28d5ff83280b3798e1aa6e534431 [in English].
26. Baliuk, S.A., Medvediev, V.V., Vorotyntseva, L., & Shymel, V. (2017). Suchasni problemy dehradatsii gruntiv i zakhody shchodo dosiahnennia neitralnoho yii rivnia [Modern problems of soil degradation and measures to achieve a neutral soil level]. *Visnyk ahrarnoi nauky — Herald of Agrarian Science, 95 (8)*, 5–11. DOI: https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201708-01 [in Ukrainian].
27. Holubtsov, O., Sorokina, L., Splodytel, A., & Chumachenko, S. (2023). *Vplyv viiny rosii proty Ukrainy na stan ukrainskykh gruntiv. Rezultaty analizu [The impact of Russian's war against Ukraine on the state of Ukrainian soils. Analysis results]*. Kyiv: NGO "Center for Environmental Initiatives 'Ecoaction'". URL: https://ecoaction.org.ua/wp-content/

uploads/2023/03/zabrudnennia-zemel-vid-rosii-summary.pdf [in Ukrainian].
28. Chornyi, S.H. (2018). *Otsinka yakosti gruntiv: navchalnyi posibnyk [Soil quality assessment: study guide].* Mykolaiv: MNAU [in Ukrainian].
29. Baliuk, S.A., Medvediev, V.V., Miroshnychenko, M.M. et al. (2012). Ekolohichnyi stan gruntiv Ukrainy [Ecological condition of the soils of Ukraine]. *Ukr. heohr. zhurn — Ukrainian geographical journal, 2*, 38–42. URL: https://ukrgeojournal.org.ua/sites/default/files/UGJ-2012-2-38_0.pdf [in Ukrainian].
30. Plisko, I.V. Romanchuk, K.Yu., & Kutsova, K.M. (2024). Vplyv prostorovoi neodnoridnosti ahrofizychnykh vlastyvostei gruntiv na vrozhainist silskohospodarskykh kultur [The influence of spatial heterogeneity of agrophysical soil properties on the yield of agricultural crops]. *Visnyk Umanskoho Natsionalnoho universytetu sadivnytstva — Bulletin of the Uman Hational University of Horticulture, 1*, 31–39. DOI: https://doi.org/10.32782/2310-0478-2024-1-31-39 [in Ukrainian].
31. Berezhniak, Ye.M., Naumovska, O.I., & Berezhniak, M.F. (2022). Dehradatsiini protsesy v gruntakh Ukrainy ta yikh nehatyvni naslidky dlia dovkillia. Biolohichni systemy: teoriia ta innovatsii [Degradation processes in the soils of Ukraine and their negative consequences for the environment]. *Biolohichni systemy: teoriya ta innovatsiyi — Biological systems: theory and innovation, 3–4 (12).* URL: http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Biologiya/article/view/16698 [in Ukrainian].
32. Medvediev, V.V., & Bihun, O.M. (2014). Antropohenne pereushchilnennia korenevmisnoho sharu chornozemnykh gruntiv [Anthropogenic compaction of the root-containing layer of chernozem soils]. *Visnyk ahrarnoi nauky — Herald of Agrarian Science, 10*, 55–60. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vaan_2012_12_18 [in Ukrainian].
33. Radio Svoboda vstanovylo imena blyzko sotni biitsiv elitnykh pidrozdiliv armii rf, yaki zahynuly u boiakh za Moshchun [Radio Svoboda has established the names of about a hundred fighters of the elite units of the Russian army who died in the battles for Moschun]. (2023). Radio Svoboda — Radio Freedom. URL: https://www.radiosvoboda.org/a/news-viyna-moshchun-rozsliduvannya-radio-svoboda/32287997.html [in Ukrainian].
34. Polupan, M.I. (Ed.), Solovei, V.B., & Velychko, V.A. (2005). *Klasyfikatsiia gruntiv Ukrainy [Classification of soils of Ukraine].* Kyiv: Ahrarna nauka [in Ukrainian].

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

БЕРЕЖНЯК Євген Михайлович, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, доцент кафедри екології агросфери та екологічного контролю, Національний університет біоресурсів і природокористування України (вул. Героїв Оборони, 13, м. Київ, Україна, 03041; e-mail: beregniakem@nubip.edu.ua; ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5945-1285).

БОНДАРЬ Валерія Іванівна, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, доцент кафедри загальної екології, радіобіології та безпеки життєдіяльності, Національний університет біоресурсів і природокористування України (вул. Героїв Оборони, 13, м. Київ, Україна, 03041; e-mail: v_bondar@nubip.edu.ua; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8737-3568).

НАУМОВСЬКА Олена Іванівна, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, завідувач кафедри екології агросфери та екологічного контролю, Національний університет біоресурсів і природокористування України (вул. Героїв Оборони, 13, м. Київ, Україна, 03041; e-mail: naumovska@nubip.edu.ua; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5938-8471).

РАКОЇД Олена Олександрівна, кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри загальної екології, радіобіології та безпеки життєдіяльності, Національний університет біоресурсів і природокористування України (вул. Героїв Оборони, 13, м. Київ, Україна, 03041; e-mail: orakoid@nubip.edu.ua; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1403-1946).

КЛЕПКО Алла Володимирівна, доктор біологічних наук, старший науковий співробітник, завідувач кафедри загальної екології, радіобіології та безпеки життєдіяльності, Національний університет біоресурсів і природокористування України (вул. Героїв Оборони, 13, м. Київ, Україна, 03041; e-mail: klepko@nubip.edu.ua; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7061-453X).

ЛАДИКА Марина Миколаївна, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, доцент кафедри екології агросфери та екологічного контролю, Національний університет біоресурсів і природокористування України (вул. Героїв Оборони, 13, м. Київ, Україна, 03041; e-mail: mm.ladyka@nubip.edu.ua; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5164-7117).

ЛАЗАРЄВ Микола Михайлович, кандидат біологічних наук, доцент, доцент кафедри загальної екології, радіобіології та безпеки життєдіяльності, Національний університет біоресурсів і природокористування України (вул. Героїв Оборони, 13, м. Київ, Україна, 03041; e-mail: laz_rev@i.ua; ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6286-0063).

ДЕМ'ЯНЮК Олена Сергіївна, доктор сільськогосподарських наук, професор, заступник директора з наукової роботи, Інститут агроекології і природокористування НААН (вул. Метрологічна, 12, м. Київ, Україна, 03143; e-mail: demolena@ukr.net; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4134-9853).

УДК 579.64 DOI: 10.33730/2310-4678.4.2024.319386

МІКРОБІОЦЕНОЗ ҐРУНТУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР ЗА ДІЇ БІОДЕСТРУКТОРІВ

І.П. Мовчан
аспірант
Інститут агроекології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)
e-mail: igor.movchan.agro@gmail.com; ORCID: https://orcid.org/0009-0002-0647-6133

Є.Д. Ткач
доктор біологічних наук, старший дослідник
Інститут агроекології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)
e-mail: bio_eco@ukr.net; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0666-1956

А.А. Бунас
кандидат біологічних наук, старший дослідник
Інститут агроекології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)
e-mail: bio-206316@ukr.net; ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4806-7004

В.В. Дворецький
аспірант
Інститут агроекології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)
e-mail: dvchim@ukr.net; ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8427-7813

Ефективність рослинництва значною мірою залежить від сортів і гібридів агрокультур, технологічних прийомів та засобів захисту рослин. Проте базовою складовою будь-якої агроекосистеми, яка визначає не лише кількість і якість урожаю, а й загалом здатність онтогенезу рослин, залишається ґрунт із його властивостями. Систематичне та нераціональне використання ґрунту спричиняє його деградацію та безповоротні втрати органічної речовини. Необмеженим джерелом вуглецю для агроекосистем є солома та органічні післяжнивні рештки агрокультур. Проте цикл конверсії останніх за рахунок аборигенних мікроорганізмів ґрунту є повільним і подекуди неефективним через активізацію патогенної ланки мікробіоценозу з подальшим накопиченням їх у ґрунті. Екологічно доцільним заходом для деструкції соломи та післяжнивних решток є внесення біопрепаратів із целюлозолітичними властивостями. Метою нашого дослідження було виявлення впливу бактеріального та грибного деструкторів і їх комбінації на мікробіоценоз ґрунту агроценозу, де зароблювали органічні рештки кукурудзи. Дослідження проводили загальноприйнятими мікробіологічними методами. В умовах тимчасового досліду встановлено, що застосування біопрепаратів Polymix, MicoCell та їх комбінації позитивно впливає на стан і функціонування мікробіоценозу. Обробка соломи та органічних решток кукурудзи деструкторами з подальшим дискуванням сприяла збільшенню целюлозоруйнівної активності досліджуваних варіантів у 2,1–3,2 раза порівняно з контролем. Крім того, спостерігали підвищення емісії діоксиду вуглецю в досліджуваних зразках ґрунту у 1,6–2,5 раза та зростання вмісту мікробної біомаси у 1,5–3 рази порівняно з контролем і залежно від варіанту дослідження. Застосування біодеструкторів із різними діючими мікроорганізмами є не лише економічно доцільним заходом для конверсії післяжнивних решток в агроекосистемах, а й екологічно безпечним і агроетехнологічно необхідним для ґрунтотворного процесу.

Ключові слова: *органічні рештки, солома, біопрепарати, мікроорганізми, целюлозоруйнівна активність, біомаса, дихання.*

ВСТУП

Гумус — це органічна складова, яка визначає родючість, функціонування та робить ґрунт життєздатним середовищем для живих організмів. Дослідженнями встановлено, що сільськогосподарські екосистеми України щорічно втрачають понад 20 млн т гумусу, що еквівалентно 0,5–0,7 т гумусу з гектара [1; 2]. Основними чинниками, які зумовлюють такі процеси, є інтенсифікація землеробства, порушення сівозміни, надмірне застосування мінеральних добрив, пестицидів, агрохімікатів, радіоактивне забруднення, вивітрювання, засолення, евтрофікація водойм та багато іншого.

Особливістю ґрунту, незалежно від типу чи фізико-хімічного складу, є замкнутість біо-

геохімічних циклів більшості елементів, що створює умови для одночасного перебігу різноспрямованих хімічних і мікробіологічних процесів [3]. Саме мікроорганізми є тим ключовим рушієм у перетворенні всього живого на планеті та колообігу речовин та енергії. В агроекосистемах України щорічно сільське господарство лишає близько 50 млн т соломи, післяжнивних чи органічних решток. З 1 га агроценозу пшениці лишається 5–7 т соломи, кукурудзи — 12,5 т, соняшника — до 6 т; за вмістом органічної речовини 1 т соломи еквівалентна 3,5–4 т гною. За рік ґрунтові мікроорганізми здатні накопичити в ґрунті агроекосистем від 5 до 7 т/га органічної речовини. Зазвичай більше 20–40% соломи в агроекосистемах взагалі не використовується або, найгірше, спалюється, завдаючи незворотних ушкоджень біоті та самому ґрунті.

Вирішити питання конверсії соломи та післяжнивних решток допомагають сучасні біологічні препарати, які містять агрономічно корисні мікроорганізми та продукти їх культивування. У переліку пестицидів і агрохімікатів України на початок 2024 року [4] зареєстровано більше 25 біодеструкторів, які дозволяють прискорити розкладання органічного матеріалу в агроекосистемах і відрізняються за діючим агентом та рівнем активності. Найчастіше із запропонованих біопрепаратів зустрічаються Екостерн, Целюлад Л, Polymix, MicoCell, Вермистим Д, Біонорма Деструктор, Деструктор Стерні (ДЦ), Plantonit Destrutor, БіокомплексБТУ, Біосистемс, Органік Баланс, Лінгогумат, Ризобакт Гуміфікатор та ін.

З огляду на вищевикладене, **метою дослідження** є визначення впливу бактеріального біодеструктора Polymix, грибного MicoCell та їх комбінації на стан мікробіоценозу ґрунту агроценозу, де були внесені післяжнивні рештки кукурудзи.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

В українських чорноземах, які становлять 6,7% світових запасів, вміст гумусу на початку XX століття становив від 4 до 6%, а на початку XXI століття цей показник не перевищував 3,2%. Доведено, що заорювання соломи та органічних решток у ґрунт як агротехнічний захід упродовж 7–8 років підвищує вміст гумусу в дерново-підзолистому ґрунті на 0,24%, південному чорноземі — на 0,2% [5–7].

Функції агроекосистеми безпосередньо залежать від біофізичних і біохімічних реакцій на межі поділу “ґрунт — мікроорганізми — рослини”. Зміна властивостей одного із цих компонентів викликає порушення рівноваги у всій системі [8]. Беззаперечно, усі процеси перетворення органічних і неорганічних сполук біосфери, родючість, екологічний та фітосанітарний стан ґрунтів залежать від структури та функціонування мікробіоценозу [7; 9].

Водночас ефективним і загальновідомим показником розкладання органічної речовини в ґрунті є біологічна активність ґрунту, яка характеризується емісією діоксиду вуглецю та вмістом мікробної біомаси [7; 9–11]. Власне “дихання” (емісія діоксиду вуглецю) віддзеркалює активність живого компоненту ґрунту та свідчить про швидкість деструкції органічного матеріалу, вміст мікробної біомаси є індикатором екологічного стану ґрунту агроценозу під дією комплексу зовнішніх чинників. Співвідношення мікробного вуглецю до органічного вуглецю у верхньому шарі ґрунту часто коливається від 1% до 3% і залежить від клімату та характеристик ґрунту. Останні дослідження свідчать про те, що мікробна біомаса коливається всередині та між біомами на три порядки величини переважно через наявність вологи та поживних речовин у ґрунті і слабо пов’язана з загальною біомасою рослин. У біомах підвищена доступність органічного C і майже нейтральний pH пов’язані зі збільшенням мікробної біомаси незалежно від кліматичних умов [12]. Мікроорганізми при мінералізації речовини вивільняють азот і вуглець для своїх метаболічних процесів, а саме побудови своєї біомаси. Водночас збільшення чисельності мікроорганізмів та мікробної біомаси в ґрунті сприяє накопиченню біологічно активних речовин і ферментів, які забезпечують перебіг основних ґрунтотворних процесів. Варто зауважити, що співвідношення C:N у пожнивних рештках сільськогосподарських культур різне. Так, у пшениці C:N — 80:1, кукурудзи — 50:1, сої — 30:1. У ґрунті найчастіше співвідношення C:N становить 10–12:1. Встановлено, що солома сільськогосподарських культур найкраще піддається деструкції при співвідношенні C:N 20–25:1 [9; 10].

Застосування біопрепаратів на основі мікроорганізмів різних еколого-трофічних і таксономічних груп із целюлозолітичними властивостями є одним із дієвих та ефективних способів деструкції органічного матеріалу в агроекосистемах з подальшим підвищенням врожайності та якості сільськогосподарських культур [5; 13–15]. Дослідженнями низки вчених показано, що застосування деструкторів на основі бактерій, грибів чи комплексу мікроорганізмів сприяє підвищенню целюлозолітичної активності у 1,5–3 рази залежно від діючих мікроорганізмів, погодних умов та вологозабезпеченості агроекосистем. Використання деструкторів дозволяє знизити фітопатогенний фон

агроценозу за рахунок антогоністичних властивостей агентів біопрепарату, зростає загальна біологічна активність ґрунту [5; 11; 13–16].

Аналіз наукових джерел дає підставу вважати застосування деструкторів в агроекосистемах перспективним і сучасним заходом для конверсії соломи та органічних решток, унаслідок якого покращується фізико-хімічний, мікробіологічний та фітосанітарний стан ґрунту (родючість, щільність, водопроникність, знижується фітотоксичність, вміст гумусу, ферментативна активність ґрунту тощо).

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

В умовах Південного Лісостепу (Вінницька область) закладено тимчасовий дослід, де визначали вплив бактеріального та грибного деструкторів при обробці стерні та органічних залишків кукурудзи на активність мікробіоценозу. Слід зауважити, що на цих дослідних ділянках ніколи не застосовували біопрепарати-деструктори.

Схема досліду передбачала наступні варіанти:

1. Контроль (обробка стерні водою);
2. Внесення КАС 26;
3. Polymix 1 кг/га + КАС 26;
4. MicoCel 1 кг/га + КАС 26;
5. Polymix 0,5 кг/га + MicoCel 0,5 кг/га + КАС 26.

Площа окремої дослідної ділянки — 100 м^2, повторність — 3-разова. Біодеструктори наносили на органічні рештки кукурудзи, норма робочого розчину — 330 л/га, після внесення проводили дискування на глибину 8 см.

Стан мікробіоценозу ґрунту після застосування біодеструкторів визначали за біологічною (емісією діоксиду вуглецю, вмістом мікробної біомаси) та целюлозоруйнівною активностями. Відбір зразків ґрунту проводили через 60 діб після заробляння соломи.

Вміст біомаси мікроорганізмів у ґрунті визначали регідратаційним методом. Целюлозолітичну активність ґрунту визначали модифікованим методом Крістенсена за зменшенням маси фільтрувального паперу (целюлози) на ґрунтовій пластинці. Інтенсивність емісії діоксиду вуглецю з ґрунту визначали абсорційним методом Штатнова за кількістю вуглекислого газу, що утворився в процесі "дихання" ґрунту та поглинання розчином NaOH [17]. Статистичне оброблення експериментальних даних виконано в програмі Statistica 6.0.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Стан мікробіоценозу, сукупність та інтенсивність протікання мікробіологічних процесів у ґрунті наземних екосистем, у тому числі агроценозів, де застосовували біодеструктори, найкраще характеризують біологічна (*табл. 1*) і целюлозоруйнівна активності (*рис. 1*). Виявлено, що вміст мікробної біомаси, інтенсивність емісії діоксиду вуглецю та целюлозоруйнівна активність ґрунту варіантів, де застосовували біодеструктори, були значно вищими за контроль. У контролі інтенсивність "дихання" фіксували на рівні 31,3 мг CO_2/г ґрунту, вміст мікробної біомаси — 127,35 мкг С/г ґрунту, целюлозоруйнівна активність становила 11,5%. Передбачувано, внесення у ґрунт мінерального добрива у вигляді КАС сприяло активізації метаболічних процесів у мікробіоценозі та зростанню біологічної активності ґрунту відповідно. Для цього варіанту ґрунту емісія CO_2 збільшилась у 1,4 раза, вміст мікробної біомаси — у 1,25 раза, целюлозоруйнівна активність становила 15% порівняно з контролем. У варіантах, де використовували бактеріальний біодеструктор Polymix, грибний MicoCell та комбінували Polymix з MicoCell, рівень емісії діоксиду вуглецю був вищим порівняно з контролем у 1,7–2,5 раза, а порівняно з варіантом, де вносили мінеральне добриво, — у 1,2–1,8 раза. Монозастосування біодеструктора Polymix порівняно з контролем сприяло зростанню вмісту мікробної біомаси у 1,5 раза, а целюлозоруйнівної активності — у 2,1 раза.

Таблиця 1

Біологічна активність ґрунту агроценозу після застосування біодеструкторів

Варіант дослідження	Емісія діоксиду вуглецю, мг CO_2/г ґрунту	Вміст мікробної біомаси, мкг С/г ґрунту
Контроль	31,3±2,5	147,35±7,64
КАС 26	44,8±3,1	183,46±13,88
Polymix 1 кг/га + КАС 26	52,4±3	223,29±13,4
MicoCell 1 кг/га +КАС 26	72,8±5,2	261,78±26,18
Polymix 0,5 кг/га + MicoCel 0,5 кг/га + КАС 26	62,6±4,1	269,14±21,53

Джерело: складено на основі власних досліджень.

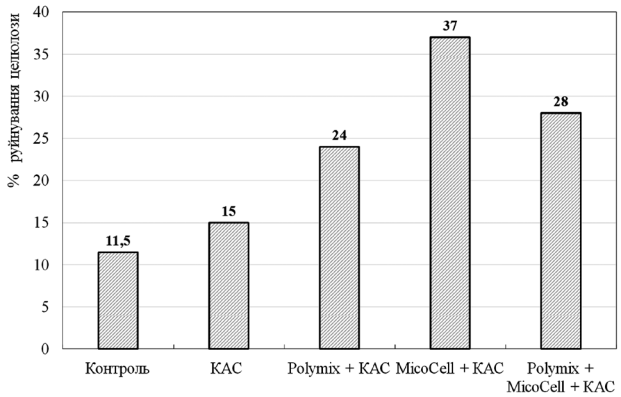


Рис. 1. Целюлозоруйнівна активність ґрунту агроценозу після застосування деструкторів

Джерело: розроблено на основі власних досліджень.

При використанні деструктора MicoCell, де діючим агентом є комплекс мікроміцетів, відмічали найвищий рівень целюлозоруйнівної активності — 37%, що у 3,2 раза вище, ніж на контролі, та у 1,5 раза, ніж при використанні бактеріального деструктору.

Дані целюлозоруйнівної активності варіанту з застосуванням біопрепарату MicoCell корелюють із вмістом мікробної біомаси (261,8 мкг С/г ґрунту), що порівняно з контролем вище у 1,8 раза. Таке збільшення вмісту мікробної біомаси та високий рівень інтенсивності емісії діоксиду вуглецю (у 2,5 раза порівняно з контролем) свідчать про заселення, сприятливі умови існування агентів біодеструкторів і активний процес деструкції органічної речовини, зробленої в ґрунт досліджуваного агроценозу.

При комбінуванні бактеріального (Polymix) та грибного (MicoCell) деструкторів целюлозоруйнівна активність ґрунту становила 28%, що у 2,4 раза більше, ніж на контролі, та у 1,7 раза вище, ніж там, де використовували КАС. Інтенсивність емісії діоксиду вуглецю зросла у 2 рази, вміст мікробної біомаси збільшився у 1,8 раза. Якщо порівнювати цей варіант комбінування біопрепаратів із моновнесенням КАС, то виявлено, що біологічна активність ґрунту була значно вище: "дихання" — у 1,4 раза (62,6 мг CO_2/г ґрунту), вміст мікробної біомаси — у 1,5 раза (269,14 мкг С/г ґрунту).

Отже, високий рівень біологічної активності ґрунту свідчить про сприятливі умови для існування внесених мікроорганізмів обох біопрепаратів в агроценоз, де попередньо зароблювалися післяжнивні рештки. Окрім того, отримані результати застосування біопрепаратів окремо і в комплексі доводять, що розкладання органічної речовини, внесеної в ґрунт, протікає на високому рівні, оскільки розвиток мікроорганізмів напряму залежить від процесів деструкції та вільного вуглецю в агроекосистемах.

ВИСНОВКИ

Під час проведеного тимчасового досліду доведено, що внесення біодеструкторів, незалежно від діючого біологічного агенту чи їхньої комбінації, сприяє покращенню стану та функціонування мікробіоценозу, а також активізації процесів деструкції органічного матеріалу, внесеного в агроекосистему. Показано, що целюлозоруйнівна активність зростає у 2,1–3,2 раза, інтенсивність емісії діоксиду вуглецю — у 1,6–2,5 раза, вміст мікробної біомаси — у 1,5–3 рази порівняно з контролем та залежно від варіанту дослідження.

Отже, дослідження впливу біодеструкторів на активність мікробіоценозу ґрунту агроценозу, де зароблювалися післяукісні рештки кукурудзи, доводять перспективність застосування як бактеріального (Polymix), так і грибного (MicoCell) деструкторів та їх комбінації для вирішення питання конверсії післяжнивних решток в агроекосистемах.

ЛІТЕРАТУРА

1. Софійченко В., Дацько Л. Гумус і родючість ґрунтів. *Аграрний тиждень. Україна*. 2024. URL: https://a7d.com.ua/plants/6789-gumus-rodyuchst-runtv.html (дата звернення: 20.11.2024).
2. Писаренко В.М. Органічні добрива: монографія. Полтава, 2022. 156 с.
3. Patyka N., Kaminsky V. Agrobiology of Rhizosphere. *Agricultural Science and Practice*. 2014. V. 1 (3). P. 69–75. DOI: https://doi.org/10.15407/agrisp1.03.069
4. Державний реєстр пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. URL: https://mepr.gov.ua/upravlinnya-vidhodamy/derzhavnyj-reyestr-pestytsydiv-i-agrohimikativ-dozvolenyh-do-vykorystannya-v-ukrayini/ (дата звернення: 20.11.2024).
5. Гадзало Я.М., Вожегова Р.А., Лікар Я.О. Ефективність застосування мікробних препаратів деструкторів на рослинних рештках у процесі їх мінералізації після збирання. *Аграрні інновації*. 2023. № 19. С. 24–33. DOI: https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.19.4
6. Токмакова Л., Трепач А. Мікробіологічна деструкція органічної речовини в агроценозах. *Вісник аграної науки*. 2022. Т. 100. № 2. С. 19–26. DOI: https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202202-03
7. Mason-Jones K., Robinson S.L., Veen G.F.C, Manzoni S., van der Putten W.H. Microbial storage and its implications for soil ecology. *ISME J*. 2022. V. 16 (3). P. 617–629. DOI: 10.1038/s41396-021-01110-w.
8. Aqeel M., Ran J., Hu W., Kashif Irshad M., Dong L., Akram M.A., Eldesoky G.E., Aljuwayid A.M., Chuah L.F., Deng J. Plant-soil-microbe interactions in maintaining ecosystem stability and coordinated turnover under changing

environmental conditions. *Chemosphere*. 2023. V. 318. DOI: https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2023.137924.
9. Корсун С.Г., Болоховська В.А., Болоховський В.В., Хоменко Т.О., Борко Ю.П., Дем'янюк О.С., Костина Т.П. Агроекологічне обґрунтування меліоративних чинників для відновлення ґрунтів, порушених воєнними діями. *Агроекологічний журнал*. 2024. № 2. С. 100–112. DOI: https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2024.305663
10. Wu H., Cui H., Fu Ch., Li R., Qi F., Liu Z., Yang G., Xiao K., Qiao M., Unveiling the crucial role of soil microorganisms in carbon cycling: A review. *Science of The Total Environment*. 2024. Vol. 909. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.168627.
11. Moore J.A.M., Jiang J., Patterson C.M., Mayes M.A., Wang G., Classen A.T. Interactions among roots, mycorrhizas and free-living microbial communities differentially impact soil carbon processes. *Journal of Ecology*. 2015. V. 103. Is. 6. P. 1442–1453. DOI: https://doi.org/10.1111/1365-2745.12484
12. Mora Gomez J., Lin Q., Leroy F., Gogo S., Laggoun F. Role of microorganisms in the carbon cycling of peatlands. *LE STUDIUM Multidisciplinary Journal*. 2020. No. 4. P. 40–49. DOI: https://doi.org/10.34846/le-studium.193.03.fr.09-2020
13. Центило Л.В. Біологічна активність ґрунту за різних систем удобрення соняшнику та обробітку ґрунту. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 108. С. 117–122. DOI: https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.108.16
14. Коваленко А.М., Новохижній М.В., Тимошенко Г.З., Сергєєва Ю.О. Особливості застосування деструкторів стерні в умовах степової зони. *Вісник аграрної науки*. 2022. № 2 (803). С. 44–51. DOI: https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202002-07
15. Бунас А.А., Ткач Є.Д., Дворецький В.В., Дворецька О.М. Ефективність застосування препарату Біосистем Power, КС (Biosistem Power, SC) для прискорення деструкції післяжнивних решток. *Агроекологічний журнал*. 2022. № 3. С. 119–125. DOI: https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2022.266417
16. Demyanyuk O.S., Sherstoboeva O.V., Bunas A.A., Dmitrenko O.V. Effects of different fertilizer systems and hydrothermal factors on microbial activity in the chernozem in Ukraine. *Biosystems diversity*. 2018. Vol. 26 (4). P. 309–315. DOI: https://doi.org/10.15421/011846
17. Експериментальна ґрунтова мікробіологія: монографія; В.В. Волкогон та ін. Київ: Аграрна наука, 2010. 464 с.

MICROBIOCENOSIS OF CROP SOIL UNDER THE INFLUENCE OF BIODESTRUCTORS

Movchan I.
Postgraduate student
Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS (Kyiv, Ukraine)
e-mail: igor.movchan.agro@gmail.com; ORCID: https://orcid.org/0009-0002-0647-6133

Tkach Ye.
Doctor of Biological Sciences, Senior Researcher
Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS (Kyiv, Ukraine)
e-mail: bio_eco@ukr.net; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0666-1956

Bunas A.
Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher
Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS (Kyiv, Ukraine)
e-mail: bio-206316@ukr.net; ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4806-7004

Dvoretskyi V.
Postgraduate student
Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS (Kyiv, Ukraine)
e-mail: dvchim@ukr.net; ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8427-7813

The efficiency of crop production depends heavily on crop varieties and hybrids, technological methods, and plant protection products. However, the basic component of any agro-ecosystem that determines not only the quantity and quality of the crop, but also the ability of plant ontogeny in general, is the soil and its properties. The systematic and irrational use of soil causes its degradation and irreversible loss of organic matter. Straw and organic crop residues are an infinite carbon store for agroecosystems. However, the cycle of conversion of the latter by native soil microorganisms is slow and sometimes ineffective due to the activation of the pathogenic link of the microbiocenosis with their subsequent accumulation in the soil. An ecologically appropriate measure for the destruction of straw and post-harvest residues is the introduction of biological products with cellulosolytic properties. The aim of our study was to determine the effect of bacterial and fungal destructors and their combination on the soil microbiocenosis of the agrocenosis where organic corn residues were produced. The study was conducted using conventional microbiological methods. In a temporary experiment, it was found that the use of biological products Polymix, MicoCell and their combination has a positive effect on the state and functioning of the microbiocenosis. The treatment of straw and organic corn residues with destructors followed by disking contributed to an increase in the cellulosic activity of the studied variants by 2.1–3.2 times compared

to the control. In addition, an increase in carbon dioxide emissions in the soil samples studied by 1.6–2.5 times and an increase in the content of microbial biomass by 1.5–3 times compared to the control and depending on the study variantwere recorded. The use of biodestructors with different active microorganisms is not only an economically feasible measure in solving the issue of the conversion of post-harvest residues in agroecosystems, but also environmentally safe, necessary, and agro-technological for the soil formation process.

Keywords: *organic residues, straw, biological products, microorganisms, cellulose degradation activity, soil, biomass, respiration.*

REFERENCES

1. Sofiichenko, V., & Datsko, L. (2024). Humus i rodiuchist gruntiv [Humus and soil fertility]. *Ahrarnyi tyzhden. Ukraina — Agrarian Weekly. Ukraine*. URL: https://a7d.com.ua/plants/6789-gumus-rodyuchst-runtv.html [in Ukrainian].
2. Pysarenko, V.M. (2022). *Orhanichni dobryva: monohrafiia [Organic fertilizers: monograph].* Poltava [in Ukrainian].
3. Patyka, N., & Kaminsky, V. (2014) Agrobiology of Rhizosphere. *Agricultural Science and Practice, 1 (3)*, 69–75 [in English]. DOI: https://doi.org/10.15407/agrisp1.03.069 [in English].
4. Derzhavnyi reiestr pestytsydiv i ahrokhimikativ, dozvolenykh do vykorystannia v Ukraini 2024 r. [The State Register of Pesticides and Agrochemicals Permitted for Use in Ukraine 2024 year]. (n.d.). Ministry of Environmental Protection and Natural Resources of Ukraine. URL: https://mepr.gov.ua/upravlinnya-vidhodamy/derzhavnyj-reyestr-pestytsydiv-i-agrohimikativ-dozvolenyh-do-vykorystannya-v-ukrayini/ [in Ukrainian].
5. Hadzalo, Ya.M., Vozhehova, R.A., & Likar, Ya.O. (2023). Efektyvnist zastosuvannia mikrobnykh preparativ destruktoriv na roslynnykh reshtkakh u protsesi yikh mineralizatsii pislia zbyrannia [Efficiency of application of microbial preparations of destructors on plant residues in the process of their mineralisation after harvesting]. *Ahrarni innovatsii — Agrarian innovations, 19*, 24–33. DOI: https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.19.4 [in Ukrainian].
6. Tokmakova, L., & Trepach, A. (2022). Mikrobiolohichna destruktsiia orhanichnoi rechovyny v ahrotsenozakh [Microbiological destruction of organic matter in agrocenoses]. *Visnyk ahrarnoi nauky — Bulletin of Agricultural Science, 100 (2)*, 19–26. DOI: https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202202-03 [in Ukrainian].
7. Mason-Jones, K, Robinson, S.L., Veen, G.F.C., & Manzoni, S. (2022). Microbial storage and its implications for soil ecology. *ISME J., 16 (3)*, 617–629. DOI: 10.1038/s41396-021-01110-w. [in English].
8. Aqeel, M., Ran, J., Hu, W. et al. (2023). Plant-soil-microbe interactions in maintaining ecosystem stability and coordinated turnover under changing environmental conditions. *Chemosphere, 318*. DOI: https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2023.137924 [in English].
9. Korsun, S.H., Bolokhovska, V.A., Bolokhovskyi, V.V., & Khomenko, T.O. (2024). Ahroekolohichne obgruntuvannia melioratyvnykh chynnykiv dlia vidnovlennia gruntiv, porushenykh voiennymy diiamy [Agroecological substantiation of reclamation factors for the restoration of soils damaged by military operations]. *Ahroekolohichnyi zhurnal — Agroecological journal, 2*, 100–112. DOI: https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2024.305663 [in Ukrainian].
10. Wu, H., Cui, H., Fu, Ch., & Li, R. (2024). Unveiling the crucial role of soil microorganisms in carbon cycling: A review. *Science of The Total Environment. 909*. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.168627 [in English].
11. Moore, J.A.M., Jiang, J., Patterson, C.M., & Mayes, M.A. (2015). Interactions among roots, mycorrhizas and free-living microbial communities differentially impact soil carbon processes. *Journal of Ecology, 103 (6)*, 1442–1453. [in English]. DOI: https://doi.org/10.1111/1365-2745.12484 [in English].
12. Mora, Gomez, J., Lin, Q., Leroy, F., & Gogo, S. (2020). Role of microorganisms in the carbon cycling of peatlands. *LE STUDIUM Multidisciplinary Journal, 4*, 40–49. DOI: https://doi.org/10.34846/le-studium.193.03.fr.09-2020 [in English].
13. Tsentylo, L.V. (2019). Biolohichna aktyvnist gruntu za riznykh system udobrennia soniashnyku ta obrobitku gruntu [Biological activity of soil under different systems of sunflower fertilisation and soil tillage]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk — Tavrian Scientific Bulletin, 108*, 117–122. DOI: https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.108.16 [in Ukrainian].
14. Kovalenko, A.M., Novokhyzhnii, M.V., Tymoshenko, H.Z., & Serhieieva, Yu.O. (2022). Osoblyvosti zastosuvannia destruktoriv sterni v umovakh stepovoi zony. [Features of the use of stubble destructors in the steppe zone]. *Visnyk ahrarnoi nauky — Bulletin of Agrarian Science, 2 (803)*, 44–51. DOI: https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202002-07 [in Ukrainian].
15. Bunas, A.A., Tkach, Ye.D., Dvoretskyi, V.V., & Dvoretska, O.M. (2022). Efektyvnist zastosuvannia preparatu Biosystem Power, KS (Biosistem Power, SC) dlia pryskorennia destruktsii pisliazhnyvnykh reshtok [Efficiency of the use of Biosistem Power, SC to accelerate the destruction of post-harvest residues]. *Ahroekolohichnyi zhurnal — Agroecological Journal, 3*, 119–125. DOI: https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2022.266417 [in Ukrainian].
16. Demyanyuk, O.S., Sherstoboeva, O.V., Bunas, A.A., & Dmitrenko, O.V. (2018). Effects of different fertilizer systems and hydrothermal factors on microbial activity in the chernozem in Ukraine. *Biosystems diversity, 26 (4)*, 309–315. DOI: https://doi.org/10.15421/011846 [in English].
17. Volkohon, V.V., Nadkernychna, O.V., & Tokmakova, L.V. (Eds). (2010). *Eksperymentalna gruntova mikrobiolohiia [Experimental soil microbiology].* Kyiv: Ahrarna nauka [in Ukrainian].

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

МОВЧАН Ігор Петрович, аспірант, Інститут агроекології і природокористування НААН (вул. Метрологічна, 12, м. Київ, Україна, 03143; e-mail: igor.movchan.agro@gmail.com; ORCID: https://orcid.org/0009-0002-0647-6133).

ТКАЧ Євгенія Дмитрівна, доктор біологічних наук, старший дослідник, Інститут агроекології і природокористування НААН (вул. Метрологічна, 12, м. Київ, Україна, 03143; e-mail: bio_eco@ukr.net; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0666-1956).

БУНАС Альона Анатоліївна, кандидат біологічних наук, старший дослідник, Інститут агроекології і природокористування НААН (вул. Метрологічна, 12, м. Київ, Україна, 03143; e-mail: bio-206316@ukr.net; ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4806-7004).

ДВОРЕЦЬКИЙ Володимир Володимирович, аспірант, Інститут агроекології і природокористування НААН (вул. Метрологічна, 12, м. Київ, Україна, 03143; e-mail: dvchim@ukr.net; ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8427-7813).

Новини

Новини

Новини • Новини • Новини

За два роки повномасштабної війни Росія завдала клімату збитків на 32 мільярди доларів. Такі дані оновленої оцінки Ініціативи з обліку викидів парникових газів від війни, представленої на Міжнародній конференції з питань відновлення України в Берліні. Згідно з дослідженнями, за перший рік війни викиди вуглецю склали 120 мільйонів тонн, а за два роки цей показник збільшився до 175 мільйонів тонн. Це перевищує річні викиди такої високоіндустріальної країни, як Нідерланди, еквівалентно викидам від 90 мільйонів бензинових автомобілів або будівництві 260 вугільних електростанцій потужністю 200 МВт кожного. “*Поки світ прагне скоротити вікиди для запобігання кліматичній кризі, російська агресія спричиняє значне зростання віків. Понад третина цих забруднень відбувається за межами України, що підтверджує глобальний екологічний вплив війни*”, — останній провідний автор звіту **Леннард де Клерк**.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРІВ

ВИМОГИ ДО ПОДАННЯ СТАТЕЙ

Під час подання рукопису до журналу автори повинні підтвердити його відповідність всім встановленим вимогам, вказаним нижче. В разі виявлення невідповідності поданої роботи пунктам цих вимог редакція повертатиме авторам матеріали на доопрацювання. Це подання раніше не було опубліковане і не надсилалося до розгляду редакціям інших журналів (або у коментарях для редактора нижче дані необхідні пояснення). Файл подання є документом у форматі Microsoft Word, OpenOffice, RTF. Інтернет-посилання у тексті супроводжуються повними коректними адресами URL. Текст набраний 14-м розміром кеглю з одинарним міжрядковим інтервалом; авторські акценти виділені курсивом, а не підкресленням (всюди, крім адрес URL); всі ілюстрації, графіки та таблиці розміщені безпосередньо у тексті, там, де вони повинні бути за змістом (а не у кінці документу). Текст відповідає вимогам до стилістики та бібліографії, викладеним у Керівництві для авторів розділу "Про журнал".

Якщо матеріал подається у рецензований розділ журналу, при оформленні файлу подання були виконані інструкції щодо Гарантій сліпого рецензування.

ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ СТАТЕЙ

Представлені для публікації статті мають бути оригінальними (раніше не опублікованими в інших виданнях), в яких висвітлено результати наукових досліджень зі статистичною обробкою даних, що мають теоретичне та/чи практичне значення, а також є актуальними, відповідати профілю журналу та мати новизну. Статті оглядового характеру приймають за авторства провідних українських та зарубіжних учених, визнаних фахівців у своїй галузі, як правило докторів наук.

Статті подають українською або англійською мовою.

До розгляду приймаються наукові статті обсягом від 10 до 20 сторінок, включаючи анотації, таблиці, рисунки та бібліографічні списки. Якщо стаття містить вагомі наукові результати, за рішенням редакційної колегії її обсяг може бути збільшено. Формат паперу — А4, орієнтація — книжкова, поля з усіх сторін — 20 мм, міжрядковий інтервал — 1,5, кегль шрифту — 14, гарнітура — Times New Roman, абзац — 1,25 см (не допускається створення абзацного відступу за допомогою клавіші Tab і знаків пропуску); текст вирівнюється по ширині. Обов'язковим є використання в тексті тире, а не дефіса між цифрами на означення кількісних меж від…до (напр., 3–5 га) або часового інтервалу (напр., 2010–2015 рр.).

Структура статті:

- Тематична рубрика (напр., "Економіка", "Екологія", "Агрономія", "Лісове господарство").
- Індекс УДК (вирівнювання відповідно до лівого краю).
- Назва статті українською мовою (вирівнювання по центру, напівжирний шрифт, великі літери).
- Ініціали та прізвище авторів (вирівнювання по центру, напівжирний шрифт), науковий ступінь і вчене звання, місце роботи/навчання (із вказанням країни, міста), адреса електронної пошти для кожного співавтора, код ORCID ID автора (вирівнювання по центру, курсив).
- Анотація (українська мова, обсяг 200–250 слів (1800–2000 знаків з пробілами), курсив) Анотація повинна бути інформативною і змістовною. Має відображати вихідні дані, методологію та результати проведення досліджень, висновки та сферу застосування результатів. Будь ласка, не використовуйте невизначені скорочення або не вказані посилання.
- Ключові слова (5–10 слів), жодне з яких не дублює слова з назви статті.
- Текст статті із урахуванням необхідних елементів (наведені нижче).
- Література.
- References.
- Анотація (не менше 2000 знаків) та ключові слова англійською мовою.
- Відомості про авторів (розширені) українською мовою.

Текст статті з відображенням у ній обов'язкових елементів згідно з вимогами МОН України має таку послідовність:

ВСТУП (постановка проблеми). Повинен містити актуальність наукової проблеми, наводяться відомі в світовій літературі факти із зазначенням ще невирішених аспектів питання. Завершується вступ характеристикою мети роботи — "виявити…", "охарактеризувати…", "з'ясувати…", "описати…".

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ, повинен розкрити стан досліджень проблеми у вітчизняній і світовій науковій літературі, включаючи посилання на статті у провідних вітчизняних і міжнародних фахових журналах (не менше 10) за останні 5 років.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ. Наводиться детальне викладення методів і методик з посиланням на першоджерело (схеми дослідів, повторність, методи лабораторного аналізу, методи статистичної обробки).

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ. Викладення результатів має зводитись не до переказу змісту таблиць і рисунків, а до визначення обґрунтованих закономірностей. В обговоренні результатів слід висвітлити причинно-наслідкові зв'язки між одержаними ефектами, порівняти одержані дані.

ВИСНОВКИ з проведеного дослідження (підсумки дослідження і перспективи подальших розвідок у цьому напрямі; висновки мають відповідати меті).

ЛІТЕРАТУРА. У статті має бути наведено не менше ніж 10–15 джерел (оформлення відповідно до ДСТУ 8302:2015). Посилання на використані в тексті джерела робляться за зразком: [2], декілька джерел відділяються крапкою з комою [1; 4–6].

REFERENCES. Бібліографічний опис у романській абетці, який здійснюється відповідно до стандарту APA (American Psychological Association).

Оглядова стаття може мати будь-яку кількість розділів із будь-якими назвами. Висновок обов'язковий.

Таблиці (Excel або Word, кегль 12) розміщуються у тексті відразу після його першого подання. Вони повинні бути згадані і пронумеровані послідовно (напр., табл. 1). Назви таблиць (напівжирний шрифт, кегль 14, вирівнювання по центру), що надають інформаційний заголовок розташовані у верхній їх частині, а порядковий номер зліва перед назвою. Кожен стовпець повинен мати коротку назву. Таблиці будуть відтворені у журналі, як представлено в остаточному поданні. Подробиці статистики та опису слід розміщувати під таблицею в якості виноски. Використовуйте зірочки для значень значущості та інших статистичних даних.

Рисунок повинен бути єдиним графічним об'єктом і згрупованим; мати номер і назву, що вказується поза об'єктом (кегль шрифту — 14, напівжирний, міжрядковий інтервал — 1, розміщення по ширині).

Розташування рисунку має бути в тексті. Рисунки повинні бути згруповані та виконані в чорно-білому форматі (лише книжний). Букви і символи повинні бути пояснені у підписі, і тільки у виняткових випадках — на малюнку. Підписи рисунків повинні бути доступні для редагування. Якість ілюстрацій повинна забезпечувати їхнє чітке відтворювання. Графічні матеріали не повинні бути сканованими.

На всі рисунки й таблиці давати посилання в тексті. Усі рисунки мають супроводжуватися підрисунковими підписами, а таблиці повинні мати заголовки.

Не можна посилатися на національні стандарти, технічні умови, підручники, навчальні посібники та іншу ненаукову літературу. Посилання на патенти доцільно робити у тексті статті, вказавши лише номер та назву патенту, не зазначаючи у списку джерел.

Формули (зі стандартною технічною нумерацією) мають бути виконані в редакторі Microsoft Equation. Всі формули повинні бути вказані у тексті і пронумеровані послідовно: наприклад, (1). Цифри та підписи формул повинні бути хорошої якості, а також доступні для редагування.

Після списку використаних джерел надається відомості про автора (-ів) українською мовою: прізвище, ім'я, по батькові повністю; науковий ступень, вчене звання кожного автора; повна назва організації — місця роботи/ навчання, із наведенням повної поштової адреси; адреса електронної пошти та телефон для кожного автора (зазначити для контактування); ORCID (за наявності) для кожного автора.

У наступному блоці інформація англійською мовою — відомості про автора, назва статті, анотація (більш розширена), ключові слова. Анотація має відображати вихідні дані, предмет, мету дослідження, метод або методологію проведення роботи, результати роботи, висновки та сферу застосування результатів. Переклад матеріалів, що подаються англійською мовою, повинен бути виконаний або відредагований професійним перекладачем. Комп'ютерний переклад не допускається. Якщо текст статті англійською мовою виконано не професійно, потребує значного обсягу редагування, він може бути повернений автору на доопрацювання або відхилений від публікації.

Згідно зі стандартами міжнародних систем цитування, автори статей також мають подавати список використаних джерел (References) відповідно до вимог APA (American Psychological Association). У випадку, якщо стаття підготовлена українською мовою, реферат українською мовою розміщується на початку статті, а далі наводиться її англомовний варіант. У разі підготовки статті англійською мовою, послідовність розміщення рефератів — протилежна.

Всі автори мають підписати статтю на останній сторінці.

Рукопис необхідно надіслати у вигляді одного файлу у форматі Microsoft Word на адресу: nature_us@ukr.net.

Телефон редакції: (044) 522-33-36.

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ АГРОЕКОЛОГІЇ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ