

## ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНІ ЗАСАДИ СТАЛОГО УПРАВЛІННЯ ЗЕМЛЕКОРИСТУВАННЯМ

**Леся Кучер**

*Державний біотехнологічний університет, Харків, Україна*

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7112-8763>

**Анна Гончарова**

*Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, Україна*

**Дарія Калінова**

*Державний біотехнологічний університет, Харків, Україна*

**Кучер, Л., Гончарова, А. & Калінова, Д. (2021).** Еколого-економічні засади сталого управління землекористуванням. *Journal of Innovations and Sustainability*, 5(1), 05. <https://doi.org/10.51599/is.2021.05.01.05>

**Мета.** Мета роботи полягає в еколого-економічному обґрунтуванні чинників формування та поліпшення ресурсоощадності землекористування в регіонах України.

**Результати.** Виявлено високий прямий кореляційний зв'язок між землемісткістю в сільському господарстві та землемісткістю економіки; помірний прямий зв'язок між землемісткістю в сільському господарстві та збитковістю валового регіонального продукту; помірний прямий зв'язок між рівнем розораності й загальним еколого-економічним збитком від втрати гумусу; слабкий прямий зв'язок між рівнем розораності й збитковістю валової продукції сільського господарства. Виявлено, що варіація землемісткості економіки на 67,5 % залежала від варіації показника землемісткості в сільському господарстві. У результаті апробації розробленої регресійної моделі обчислено прогнозу збитковість валової продукції сільського господарства на прикладі Запорізької та Харківської областей. Здійснено кількісну оцінку залежності збитковості валового регіонального продукту від продуктивності використання земель та еколого-економічної оцінки балансу гумусу. У результаті здійсненої кластеризації 24 регіони України об'єднано у п'ять кластерів, кожен із яких характеризується подібними параметрами ресурсоощадності землекористування, що дало змогу визначити головні резерви поліпшення оощадності використання земель для кожного кластера.

**Наукова новизна.** Дістали подальшого розвитку положення щодо сталого управління землекористуванням на основі еколого-економічного регулювання його ресурсоощадності. Уперше встановлено кількісний вплив окремих факторів землекористування на показники його ресурсоощадності, а також здійснено кластерний аналіз ресурсоощадності землекористування за регіонами України, що дозволило визначити пріоритетні напрями його поліпшення в перспективі.

**Практична цінність.** Результати кореляційного та кластерного аналізу, регресійного моделювання та прогнозування показників ресурсоощадності землекористування на прикладі окремих регіонів України можуть бути використані як для наукових цілей, так і для формування системи сталого управління землекористуванням на регіональному рівні.

**Ключові слова:** стале управління землями, ресурсоощадне землекористування, землемісткість, збитки від деградації ґрунтів.

---

## ECOLOGICAL-AND-ECONOMIC FOUNDATIONS FOR SUSTAINABLE LAND MANAGEMENT

**Lesia Kucher**

*State Biotechnological University, Ukraine*

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7112-8763>

**Anna Honcharova**

*V. N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine*

**Dariia Kalinova**

*State Biotechnological University, Ukraine*

**Purpose.** The purpose of the work is to provide the ecological-and-economic substantiation of the factors of formation and improvement of the resource-saving land use in the regions of Ukraine.

**Results.** There is a high direct correlation between land consumption (land capacity) in agriculture and land consumption in the economy; moderate direct relationship between land consumption in agriculture and specific damage from the loss of humus per unit of gross regional product; moderate direct relationship between the level of plowing and the total environmental-and-economic damage from the loss of humus; weak direct relationship between the level of plowing and the specific damage from the loss of humus per unit of gross agricultural output. It was found that the variation of land capacity of the economy by 67.5% depended on the variation of land consumption in agriculture. As a result of approbation of the developed regression model, the predicted specific damage from the loss of humus per unit of gross agricultural output was calculated using the example of Zaporizhia and Kharkiv regions. A quantitative assessment was made of the dependence of the specific damage from the loss of humus per unit of gross regional product on the productivity of land use and environmental-and-economic assessment of the balance of humus. As a result of the clustering carried out, 24 regions of Ukraine are combined into five clusters, each of which is characterized by similar parameters of resource-saving land use, which made it possible to determine the main reserves for improving the resource-saving land use for each cluster.

**Scientific novelty.** The provisions regarding sustainable land management based on the environmental-and-economic regulation of its resource-saving land use have been further developed. For the first time, the quantitative impact of some factors of land use on the indicators of its resource-saving was established, and a cluster analysis of resource-saving land use in the regions of Ukraine was carried out, which made it possible to determine priority areas for its improvement in the future.

**Practical value.** The results of correlation and cluster analysis, regression modeling and forecasting of resource-saving land use indicators on the example of some regions of Ukraine can be used both for scientific purposes and for the formation of a system of sustainable land management at the regional level.

**Key words:** sustainable land management, resource-saving land use, land consumption, soil degradation losses.

**Постановка проблеми.** Для досягнення цілей сталого розвитку в Україні важливим є подолання розриву між потребами економіки та можливістю природних ресурсів. Важливим у цьому контексті є впровадження сталого управління землекористуванням, оскільки саме земельні ресурси в нашій країні є чи не найважливішим компонентом природно-ресурсного потенціалу та природного капіталу, саме землі дотепер залишаються недокапіталізованими. За

цих умов вирішення економічних, екологічних і соціальних проблем стосовно раціонального використання земель та охорони ґрунтів, що нині стоять перед суспільством, вимагає розробки та застосування концепції сталого управління землекористуванням. Вирішення зазначених проблем нерозривно пов'язане із організацією ресурсоощадного землекористування, що спрямоване на імплементацію політики сталого розвитку на основі забезпечення збалансування економічних інтересів із екологічними проблемами.

Актуальність питання ресурсоощадності використання земельних ресурсів зумовлюється постійним зростанням чисельності населення й попиту на продукти харчування у світі за одночасного скорочення площі сільськогосподарських угідь з розрахунку на душу населення. За таких умов лише ощадне використання ресурсів, у тому числі й земельних, дозволить задовольнити потреби усіх зацікавлених сторін.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** В останніх публікаціях зарубіжних учених досліджено різні аспекти питання сталого управління землями (sustainable land management – SLM), зокрема: концепція сталого управління землями: сучасний стан, моделі та типологія розвитку [1]; оцінювання та вдосконалення стратегій планування сталого управління землями в Туреччині [2]; застосування методів сталого управління землями серед зрошувальних фермерських господарств Ефіопії [3]; виявлення зміни рослинного покриву землекористування в національному парку південно-західної Ефіопії [4]; вплив спільного навчання фермерів на запровадження методів сталого управління землями [5]; вплив практики сталого управління землями на властивості ґрунту на прикладі органічного та інтегрованого аграрного менеджменту [6]; парадигму сталого управління землями: використання технологій для управління поживними речовинами та водою в регіоні великих озер Африки [7]; вплив практики сталого управління землями на добробут домогосподарств і детермінанти серед дрібних фермерів, які вирощують кукурудзу в Південній Африці [8]; витрати та вигоди від охорони ґрунтів і сталого управління землями в окремих європейських країнах: на шляху до міждисциплінарного розуміння [9]. Еколого-економічний базис сталого управління ґрунтами закладено в монографії [10] та публікаціях щодо стратегічних пріоритетів фінансового забезпечення сталого управління ґрунтами [11], просторових особливостей ґрунтового покриву як основи сталого управління ґрунтами [12], стану, проблем і стратегії сталого управління ґрунтовими ресурсами України [13]. Українські вчені досліджують ефективність використання «чистих» земель в умовах сталого розвитку [14]; еколого-економічні засади раціонального землекористування в межах південно-степової зони України [15]; еколого-економічну ефективність зрошувальних проєктів у контексті змін клімату [16]; зв'язок інвестицій і земельної реформи в сільському господарстві [17]; методологічні основи організації та охорони земель в умовах збалансованого природокористування [18]; ланцюг доданої вартості в механізмі

державно-приватного партнерства для розвитку економіки землекористування сільських територій [19]; еколого-економічні засади ресурсоощадного землекористування для сталого управління землями [20; 21]. Зазначимо, що на думку вчених, ресурсоощадним землекористуванням є таке використання земель, яке забезпечує (i) виробництво запланованого обсягу продукції за мінімального використання земельного ресурсу або (ii) виробництво максимального обсягу продукції за певного (фіксованого) земельного ресурсу [21]. Аналіз останніх публікацій свідчить, що еколого-економічні засади сталого управління землекористуванням можуть ґрунтуватися на результатах оцінювання й аналізу фактичного стану ресурсоощадності землекористування в Україні та її регіонах, тому саме цьому й присвячено це дослідження.

**Мета, матеріали та методи дослідження.** Мета роботи полягає в еколого-економічному обґрунтуванні чинників формування та поліпшення ресурсоощадності землекористування в регіонах України.

Для досягнення поставленої мети в процесі дослідження застосовували такі методи: монографічний (для аналізу здобутків учених з досліджуваної проблеми); економіко-статистичний і розрахунково-аналітичний (для розрахунку показників ресурсоощадності землекористування та їх прогнозування за допомогою розробленої моделі); кореляційний і регресійний аналіз (для виявлення й моделювання залежностей між факторними та результативними показниками ощадливості використання земельних ресурсів у регіонах України); кластерний аналіз (для кластеризації регіонів України за показниками ощадливості використання земельних ресурсів); графічний (для побудови графічних зображень за результатами регресійного та кластерного аналізу); абстрактно-логічний (для формулювання висновків).

Для оцінки ступеня ощадливості використання земельних ресурсів у регіонах України використано розроблену вченими методичку [20; 21]. Інформаційною базою дослідження стали дані Державної служби статистики України та дані Міністерства фінансів України за 2020 р. Розрахунки та оцінку параметрів моделей здійснено з використанням Excel та програми Statistica.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Нині головною проблемою землекористування в Україні є деградація ґрунтів. Найпоширенішими проявами деградації є: втрати гумусу, фосфору та калію; ерозійні втрати верхнього родючого шару; переущільнення, руйнування структури, брилистість і кіркоутворення; підкислення ґрунтів; вторинне осолонцювання й засолення зрошуваних ґрунтів; спрацювання торфовищ; забруднення пестицидами та важкими металами [10–13; 22; 23]. Такі землі часто є непридатними для сільськогосподарського обробітку й потребують консервації. Кожен шостий гектар сільськогосподарських земель в Україні деградований, при цьому багатьом видам деградації характерний регіональний вимір (рис. 1) [23].

Найбільшою площею ґрунтів, що піддані ризику деградації, відзначається Херсонська область – близько 73 % від загальної площі області. На другому місці

перебуває Запорізька область – площа потенційно деградованих ґрунтів становить близько 49 %. Полтавська та Київська області перебувають на третьому місці із показником близьким до 41 % [24].



**Рис. 1. Основні причини поширення деградації ґрунтів за регіонами України**

Джерело: [23].

За оцінками вчених, нині площа деградованих і малородючих ґрунтів в Україні дорівнює понад 8 млн га, а втрати доходу лише від недобору врожаю через основні види деградації ґрунтів досягають приблизно 33,6 млрд грн щорічно [13]. Варто також зазначити, що 9,3 % ґрунтів в Україні забруднено пестицидами, 8 % – важкими металами, при цьому рекультивацію техногенно забруднених земель майже не здійснюють [25].

До головних причин деградації ґрунтів відносять надмірну розораність сільськогосподарських угідь в Україні, що є однією з найбільших у світі й, за різними оцінками, наближається до 80 %, при цьому загальна розораність земель досягла приблизно 56 % території держави. Найбільш розораними є сільськогосподарські угіддя Херсонської області – 90,3 %; Черкаської, Кіровоградської, Вінницької, Запорізької, Дніпропетровської та Миколаївської областей, де рівень розораності становить 85–87 % [25].

Таким чином, з урахуванням виконаних розрахунків основних показників ресурсоощадності землекористування та беручи до уваги регіональні відмінності щодо його формування, нами здійснено кореляційний, регресійний і кластерний аналіз на рівні областей України за даними за 2020 р.

Спочатку з метою встановлення зв'язку між факторами та результативними показниками ресурсоощадності землекористування нами було здійснено кореляційний аналіз (табл. 1). Для визначення ступеня зв'язку між факторами використано шкалу Чеддока, згідно з якою: значення коефіцієнта кореляції до 0,100 свідчить про відсутність зв'язку; 0,100–0,300 – слабкий; 0,301–0,500 – помірний; 0,501–0,700 – помітний; 0,701–0,900 – високий; 0,901–0,990 – дуже



високий; 1,0 – функціональний зв’язок [21].

*Таблиця 1*

**Матриця коефіцієнтів парної кореляції між факторами та  
 результативними показниками ресурсощадності землекористування  
 в регіонах України, 2020 р.**

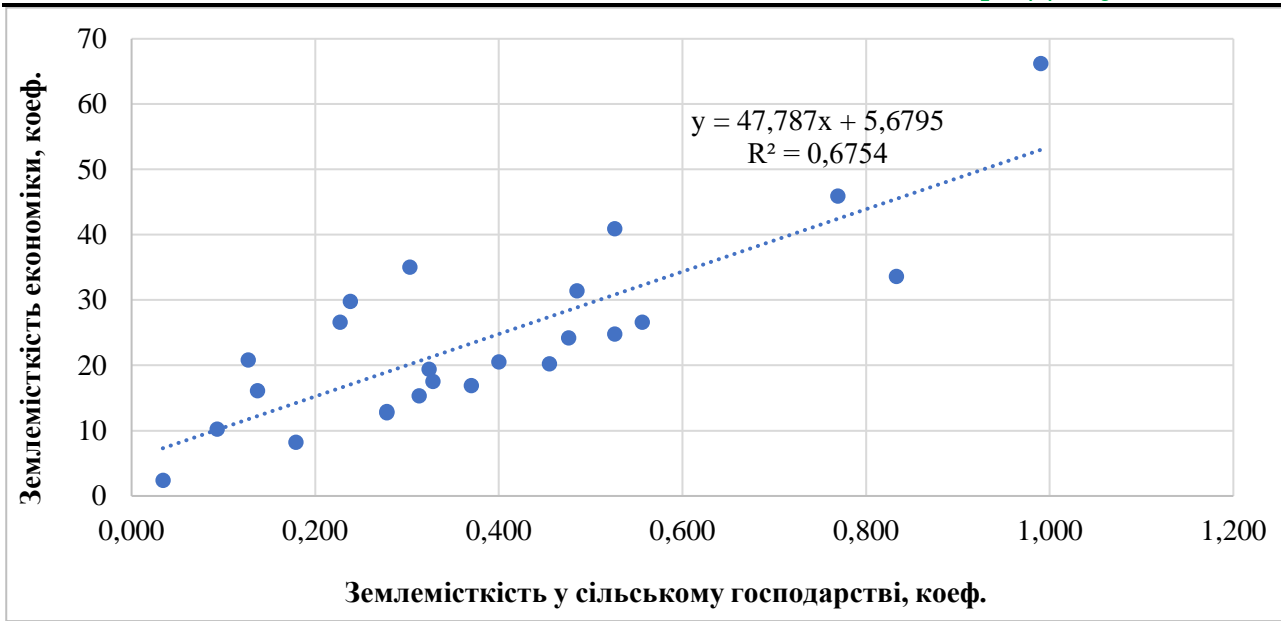
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12
X1	1,000											
X2	0,788	1,000										
X3	-0,396	-0,160	1,000									
X4	0,297	0,394	0,361	1,000								
X5	0,714	0,702	-0,092	0,152	1,000							
X6	0,473	0,353	-0,394	0,417	0,266	1,000						
X7	-0,024	-0,071	-0,321	0,287	-0,249	0,822	1,000					
X8	-0,083	-0,079	0,099	0,397	0,105	0,166	0,196	1,000				
X9	-0,056	-0,091	0,076	0,405	0,109	0,186	0,213	0,989	1,000			
X10	0,410	0,379	-0,258	-0,162	0,134	-0,064	-0,213	-0,607	-0,578	1,000		
X11	0,364	0,286	-0,408	-0,236	0,026	0,110	0,011	-0,609	-0,591	0,917	1,000	
X12	0,351	0,279	-0,420	-0,050	0,005	0,476	0,399	-0,541	-0,526	0,687	0,859	1,000

*Примітка.* x<sub>1</sub> – рівень господарського використання землі, %; x<sub>2</sub> – рівень розораності, %; x<sub>3</sub> – продуктивність використання земель, тис. грн/га; x<sub>4</sub> – вироблено продукції на 1 особу, тис. грн; x<sub>5</sub> – грошова оцінка 1 га с.-г. угідь, тис. грн; x<sub>6</sub> – землемісткість у сільському господарстві, коеф.; x<sub>7</sub> – землемісткість економіки, коеф.; x<sub>8</sub> – еколого-економічна оцінка балансу гумусу, грн/га; x<sub>9</sub> – еколого-економічна оцінка балансу гумусу у % до нормативної грошової оцінки 1 га ріллі; x<sub>10</sub> – еколого-економічний збиток від втрати гумусу, млн грн; x<sub>11</sub> – збиткомісткість валової продукції сільського господарства, грн/тис. грн; x<sub>12</sub> – збиткомісткість валового регіонального продукту, грн/млн грн.

*Джерело:* розраховано авторами.

За результатами аналізу виявлено високий прямий кореляційний зв’язок між землемісткістю в сільському господарстві та землемісткістю економіки (0,822); помірний прямий кореляційний зв’язок між землемісткістю в сільському господарстві та збиткомісткістю валового регіонального продукту (0,476), між рівнем розораності та загальним еколого-економічним збитком від втрати гумусу (0,379); та слабкий прямий кореляційний зв’язок між рівнем розораності та збиткомісткістю валової продукції сільського господарства (0,286).

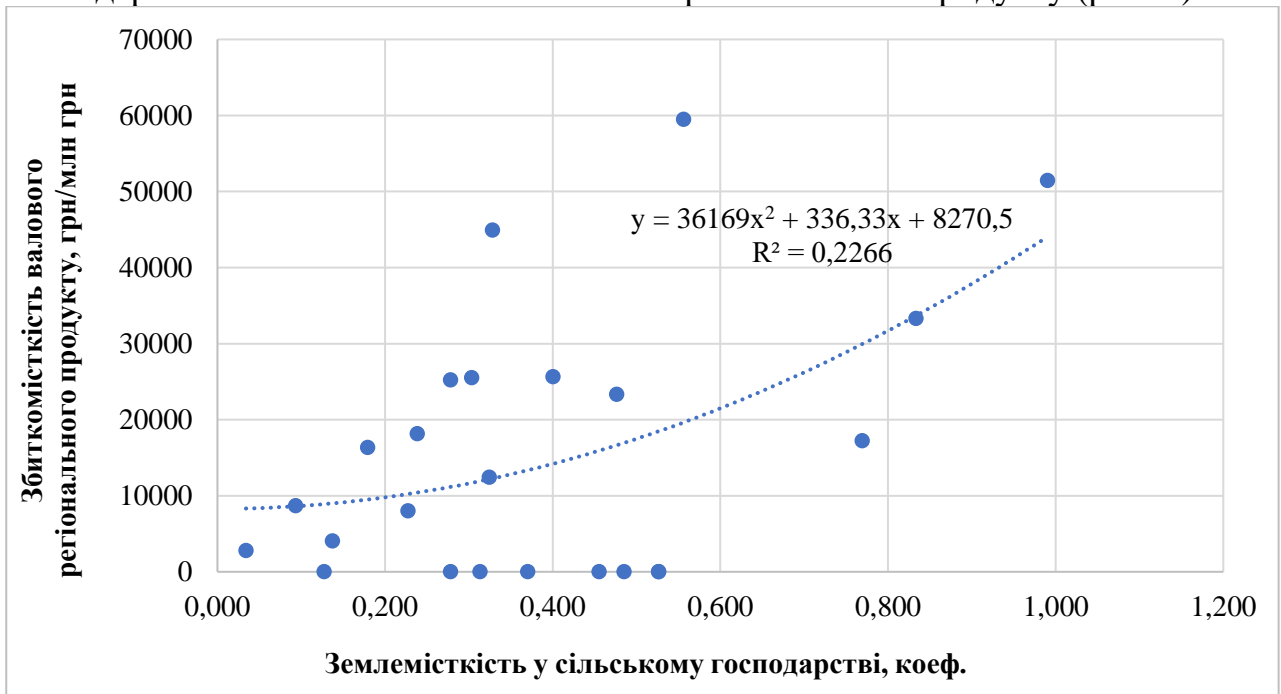
Наступним кроком нашого дослідження було вивчення впливу зазначених вище факторів на результативну ознаку, зокрема, виявлено залежність землемісткості економіки від землемісткості валової продукції сільського господарства. Графічне зображення впливу землемісткості валової продукції сільського господарства на землемісткість економіки (рис. 2) засвідчило лінійний характер залежності землемісткості економіки від землемісткості сільського господарства. Як видно з параметрів отриманого рівняння, зростання показника землемісткості в сільському господарстві на одиницю сприяло зростанню землемісткості економіки на 47,8 одиниць. Коефіцієнт детермінації показує, що варіація землемісткості економіки на 67,5 % залежала від варіації показника землемісткості в сільському господарстві.



**Рис. 2. Вплив землемісткості сільського господарства на землемісткість економіки в регіонах України, 2020 р.**

Джерело: побудовано авторами.

Зважаючи на помірний кореляційний зв'язок між землемісткістю в сільському господарстві та збиткомісткістю валового регіонального продукту, здійснено дослідження впливу землемісткості валової продукції сільського господарства на збиткомісткість валового регіонального продукту (рис. 3).



**Рис. 3. Вплив землемісткості у сільському господарстві на збиткомісткість валового регіонального продукту в регіонах України, 2020 р.**

Джерело: побудовано авторами.

Отже, графічне зображення впливу землемісткості в сільському господарстві на збиткомісткість валового регіонального продукту засвідчило

поліноміальний характер залежності збиткомісткості. Дані рівняння показують, що зростання землемісткості в сільському господарстві на одиницю сприяло зростанню збиткомісткості валового регіонального продукту на 336,3 грн/млн грн. Коефіцієнт детермінації показує, що варіація збиткомісткості валового регіонального продукту лише на 22,3 % залежала від коливання землемісткості в сільському господарстві на регіональному рівні, а на 77,7 % її варіація зумовлювалася іншими факторами.

Подальшим кроком нашого дослідження було проведення регресійного аналізу для кількісного визначення залежності збиткомісткості валової продукції сільського господарства ( $y$ ) від таких факторів, як продуктивність використання земель ( $x_3$ ) й еколого-економічна оцінка балансу гумусу на гектар ( $x_8$ ). Результати регресійного аналізу наведено у табл. 1.

*Таблиця 1*

**Результати регресійної аналізу залежності збиткомісткості валової продукції сільського господарства від продуктивності використання земель та еколого-економічної оцінки балансу гумусу, 2020 р.**

Показник	Значення
Множинний R	0,702498
R-квадрат	0,493503
Нормований R-квадрат	0,445265
Стандартна помилка	63,2242
Спостереження	24

*Джерело:* розраховано авторами.

Величина коефіцієнта множинної кореляції (R) характеризує якість отриманої моделі. Згідно з одержаними результатами, цей коефіцієнт становить 0,702, що свідчить про наявність у моделі високої кореляції. Значення коефіцієнта детермінації ( $R^2$ ) становить 0,494 і свідчить про те, що майже на 50 % розрахункові параметри моделі пояснюють залежність та зміни досліджуваного параметра  $y$  (збиткомісткості валової продукції сільського господарства) від досліджуваних факторів, тобто продуктивності використання земель ( $x_3$ ) і еколого-економічної оцінки балансу гумусу на гектар ( $x_8$ ). Загалом отримана модель характеризується прийнятною якістю на цьому етапі досліджень, проте в перспективі варто розглянути можливості її поліпшення, зокрема, за рахунок збільшення кількості об'єктів спостереження. Отже, лінійна двофакторна модель пояснює 49 % варіації результативного показника, що означає правильність обраних факторів. При цьому 51 % коливань зумовлені іншими факторами, що впливають на збиткомісткості валової продукції сільського господарства, але не були включені в модель регресії.

Прийнятне значення коефіцієнта кореляції та коефіцієнта детермінації свідчить про те, що ця залежність є достатньо надійною. Показник значущості F-критерію свідчить, що результати оцінювання є достатньо достовірними. Значення показників дисперсії та F-статистики свідчать про варіацію залежної та незалежної змінних, тому рівняння регресії є значущим (табл. 2).



Таблиця 2

**Результати дисперсійного аналізу залежності збиткомісткості валової продукції сільського господарства від продуктивності використання земель та еколого-економічної оцінки балансу гумусу, 2020 р.**

Показники	df	SS	MS	F	Значущість F
Регресія	2	81789,71	40894,86	10,23062	0,000791
Залишок	21	83943,28	3997,299	-	-
Разом	23	165733	-	-	-

Джерело: розраховано авторами.

Істотність зв'язку коефіцієнта детермінації перевірено за допомогою табличного F-критерію для 5 % рівня значущості. Фактичне значення F-критерію дорівнює 10,23, критичне значення  $F_T(0,95) = 3,40$ , що є меншим за фактичну величину. Отже,  $F_T(3,40) < F_\phi(10,23)$ , що підтверджує істотність кореляційного зв'язку між досліджуваними ознаками.

Звернення до даних табл. 3 дає уявлення про кількісну залежність результату. Y-перетин – це коефіцієнт, який показує який буде Y у випадку, якщо всі фактори, що використовуються в моделі, будуть дорівнювати 0, тобто деякою мірою це залежність від інших неописаних у моделі факторів. P-значення та показники t-статистики свідчать про те, що модель є достовірною.

Таблиця 3

**Коефіцієнти регресійної моделі залежності збиткомісткості валової продукції сільського господарства від продуктивності використання земель та еколого-економічної оцінки балансу гумусу, 2020 р.**

Показники	Коефі- цієнти	Стан- дартна помилка	t- статис- тика	P- значен- ня	Нижні 95%	Верхні 95%	Нижні 95,0%	Верхні 95,0%
Y-перетин	161,3583	44,7853	3,6029	0,001672	68,2219	254,494	68,2219	254,494
Продуктивність використання земель, тис. грн/га	-5,76885	2,56274	-2,2510	0,035221	-11,0984	-0,4393	-11,0984	-0,4393
Еколого-економічна оцінка балансу гумусу, грн/га	-0,01614	0,00438	-3,6821	0,001386	-0,0252	-0,0070	-0,0252	-0,0070

Джерело: розраховано авторами.

У розробленій моделі використані дві незалежні змінні, які характеризують ступінь їх впливу на залежну змінну (збиткомісткість валової продукції сільського господарства). У результаті маємо таку математичну модель:

$$y = 161,358 - 5,7688x_3 - 0,0161x_8$$

Отже, рівняння регресії свідчить про те, що за умови зростання продуктивності використання земель на 1 тис. грн/га, збиткомісткість валової продукції сільського господарства зменшиться на 5,77 грн/тис. грн; за умови зростання еколого-економічної оцінки балансу гумусу на 1 грн/га, збиткомісткість валової продукції сільського господарства зменшиться на 0,016 грн/тис. грн. Отже, розроблена модель може бути використана для цілей еколого-економічного регулювання ресурсощадності землекористування та

прогнозування його рівня в регіонах України. Для ілюстрації зазначеного здійснено прогнозування збиткомісткості валової продукції сільського господарства на прикладі окремих регіонів України (табл. 4). Прогноз зміни факторних ознак ґрунтується на припущенні про їх поліпшення на 15 % у 2022 р. та на 30 % у 2025 р. порівняно з фактичними показниками за 2020 р. Зазначене припущення є обґрунтованим, зважаючи хоча б на те, що в окремих сусідніх областях із подібними ґрунтово-кліматичними умовами у 2020 р. було досягнуто кращих результатів.

*Таблиця 4*

**Прогнозування збиткомісткості валової продукції сільського господарства на прикладі окремих регіонів України**

Показники	Фактично	Прогноз на	
		2022 р.	2025 р.
<i>Запорізька область (найбільший рівень збиткомісткості)</i>			
Продуктивність використання земель, тис. грн/га (x <sub>3</sub> )	10,7	12,3	13,4
Еколого-економічна оцінка балансу гумусу, грн/га (x <sub>8</sub> )	-3660	-3111	-2562
Збиткомісткість валової продукції с.-г., грн/тис. грн (y)	290,6	140,5	125,3
<i>Харківська область (вищий за середній рівень збиткомісткості)</i>			
Продуктивність використання земель, тис. грн/га (x <sub>3</sub> )	15,7	18,1	20,4
Еколого-економічна оцінка балансу гумусу, грн/га (x <sub>8</sub> )	-3240	-2754	-2268
Збиткомісткість валової продукції с.-г., грн/тис. грн (y)	165,9	101,3	80,2

*Джерело:* розраховано авторами.

Використовуючи математичну модель і прогнозне значення факторних показників, обчислено прогнозну збиткомісткість валової продукції сільського господарства:

- 1) для Запорізької області на 2022 р.:  

$$y = 161,358 - 5,7688 \cdot 12,3 - 0,0161 \cdot (-3111) = 140,5 \text{ грн/тис. грн};$$
- 2) для Запорізької області на 2025 р.:  

$$y = 161,358 - 5,7688 \cdot 13,4 - 0,0161 \cdot (-2562) = 125,3 \text{ грн/тис. грн};$$
- 3) для Харківської області на 2022 р.:  

$$y = 161,358 - 5,7688 \cdot 18,1 - 0,0161 \cdot (-2754) = 101,3 \text{ грн/тис. грн};$$
- 4) для Харківської області на 2025 р.:  

$$y = 161,358 - 5,7688 \cdot 20,4 - 0,0161 \cdot (-2268) = 80,2 \text{ грн/тис. грн}.$$

Отже, у разі покращення факторних показників відповідно на 15 і 30 % прогнозна збиткомісткість валової продукції сільського господарства у 2022 р. становитиме 140,5 грн/тис. грн у Запорізькій та 101,3 грн/тис. грн у Харківській області, а у 2025 р. – 125,3 грн/тис. грн та 80,2 грн/тис. грн відповідно. Подібні прогнози можна розробити для будь-якого регіону України.

Для того, щоб досягти прогнозних показників рекомендовано: виводити з господарського використання деградовані та малородючі ґрунти шляхом їх консервації (проте, наприклад, у Запорізькій області у 2020 р. не проведено консервацію жодного гектара землі, хоча потребують консервації 38,5520 тис. га деградованих земель і 23,5001 тис. га малопродуктивних сільгоспземель [26]); запроваджувати полязахисні лісонасадження, агротехнічні методи боротьби з

ерозією, сівозміни з багаторічними травами та бобовими культурами, внесення органічних і мінеральних добрив для того, щоб уникнути виснаження ґрунту; зупинити зниження вмісту гумусу та досягти його балансу.

Наступним кроком дослідження було проведення регресійного аналізу для кількісного визначення залежності збиткомісткості валового регіонального продукту ( $y_2$ ) від продуктивності використання земель ( $x_3$ ) та еколого-економічної оцінки балансу гумусу ( $x_8$ ) – табл. 10.

*Таблиця 5*

**Результати регресійної аналізу залежності збиткомісткості валового регіонального продукту від продуктивності використання земель та еколого-економічної оцінки балансу гумусу, 2020 р.**

Показник	Значення
Множинний R	0,654839
R-квадрат	0,428813
Нормований R-квадрат	0,374415
Стандартна помилка	13901,9461
Спостереження	24

*Джерело:* розраховано авторами.

Коефіцієнт множинної кореляції становить 0,655, що свідчить про помітну кореляцію. Коефіцієнт детермінації становить 0,429 і свідчить про те, що майже на 43 % розрахункові параметри моделі пояснюють залежність та зміни досліджуваного параметра  $y_2$  (збиткомісткості валового регіонального продукту) від продуктивності використання земель ( $x_3$ ) та еколого-економічної оцінки балансу гумусу на гектар ( $x_8$ ). Модель характеризується прийнятною якістю, пояснює 43 % варіації, при цьому 57 % зумовлені іншими факторами, що впливають на збиткомісткість валового регіонального продукту, але не були включені в модель регресії.

Значення показників дисперсії та F-статистики свідчать про варіацію залежної та незалежної змінних, тому рівняння регресії є значущим (табл. 6).

*Таблиця 6*

**Результати дисперсійного аналізу залежності збиткомісткості валового регіонального продукту від продуктивності використання земель та еколого-економічної оцінки балансу гумусу, 2020 р.**

Показники	df	SS	MS	F	Значущість F
Регресія	2	3046919544	1523459772	7,88279	0,002793627
Залишок	21	4058546218	193264105,6	-	-
Разом	23	7105465762	-	-	-

*Джерело:* розраховано авторами.

Фактичне значення F-критерію дорівнює 7,88, критичне значення  $F_T(0,95) = 3,40$ , що є меншим за фактичне. Отже,  $F_T(3,40) < F_\phi(7,88)$ , що підтверджує істотність кореляційного зв'язку між досліджуваними ознаками.

Аналіз P-значення та показників t-статистики свідчить про те, що модель та її коефіцієнти є достовірними (табл. 7). Отже, маємо таку математичну модель:

$$y = 35107,1 - 1258,6x_3 - 2,9353x_8$$

Таблиця 7

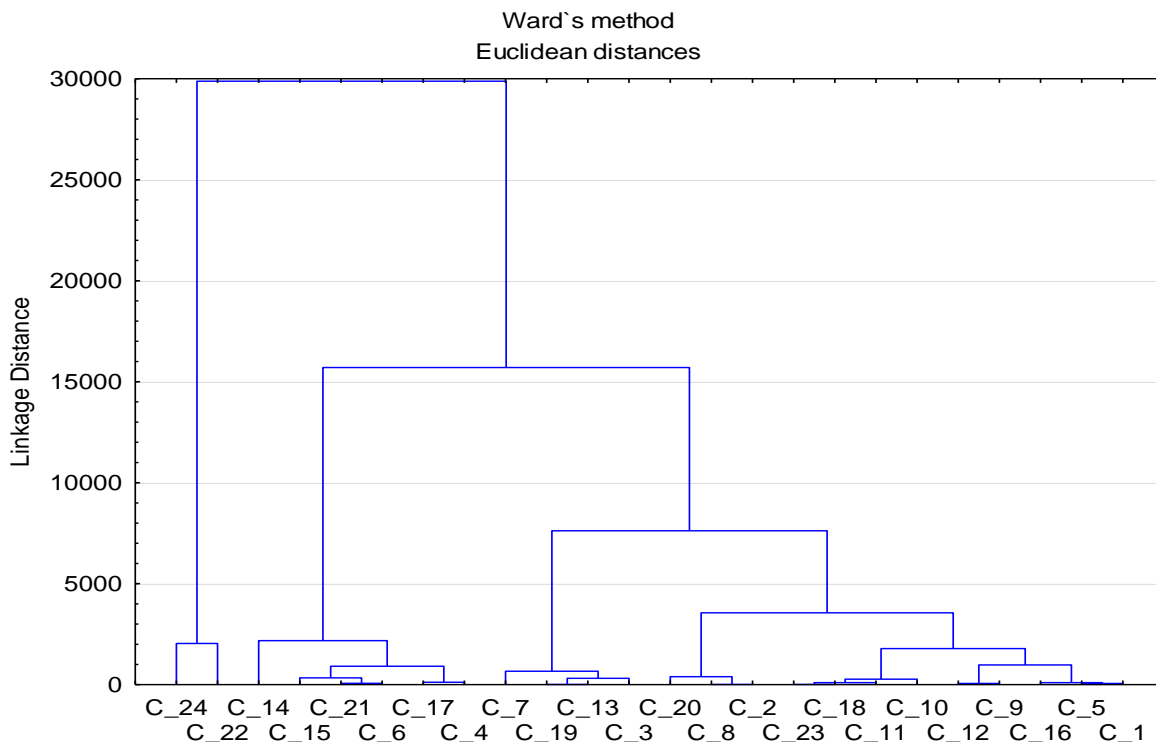
**Коефіцієнти регресійної моделі залежності збиткомісткості валового регіонального продукту від продуктивності використання земель та еколого-економічної оцінки балансу гумусу, 2020 р.**

Показники	Коефіцієнти	Стандартна помилка	t-статистика	P-значення	Нижні 95%	Верхні 95%	Нижні 95,0%	Верхні 95,0%
Y-перетин	35107,1	9847,6	3,565	0,0018	14627,96	55586,19	14627,96	55586,19
Продуктивність використання земель, тис. грн/га	-1258,6	563,5	-2,234	0,0365	-2430,47	-86,73	-2430,47	-86,73
Еколого-економічна оцінка балансу гумусу, грн/га	-2,9353	0,9636	-3,046	0,0061	-4,9392	-0,9315	-4,9392	-0,9315

Джерело: розраховано авторами.

Рівняння регресії свідчить, що за зростання продуктивності використання земель на 1 тис. грн/га, збиткомісткість валового регіонального продукту зменшиться на 1258,6 грн/млн грн; за зростання еколого-економічної оцінки балансу гумусу на 1 грн/га вказана збиткомісткість зменшиться на 2,9353 грн/млн грн. Ця модель також може бути використана для цілей еколого-економічного регулювання та прогнозування на рівні регіонів України.

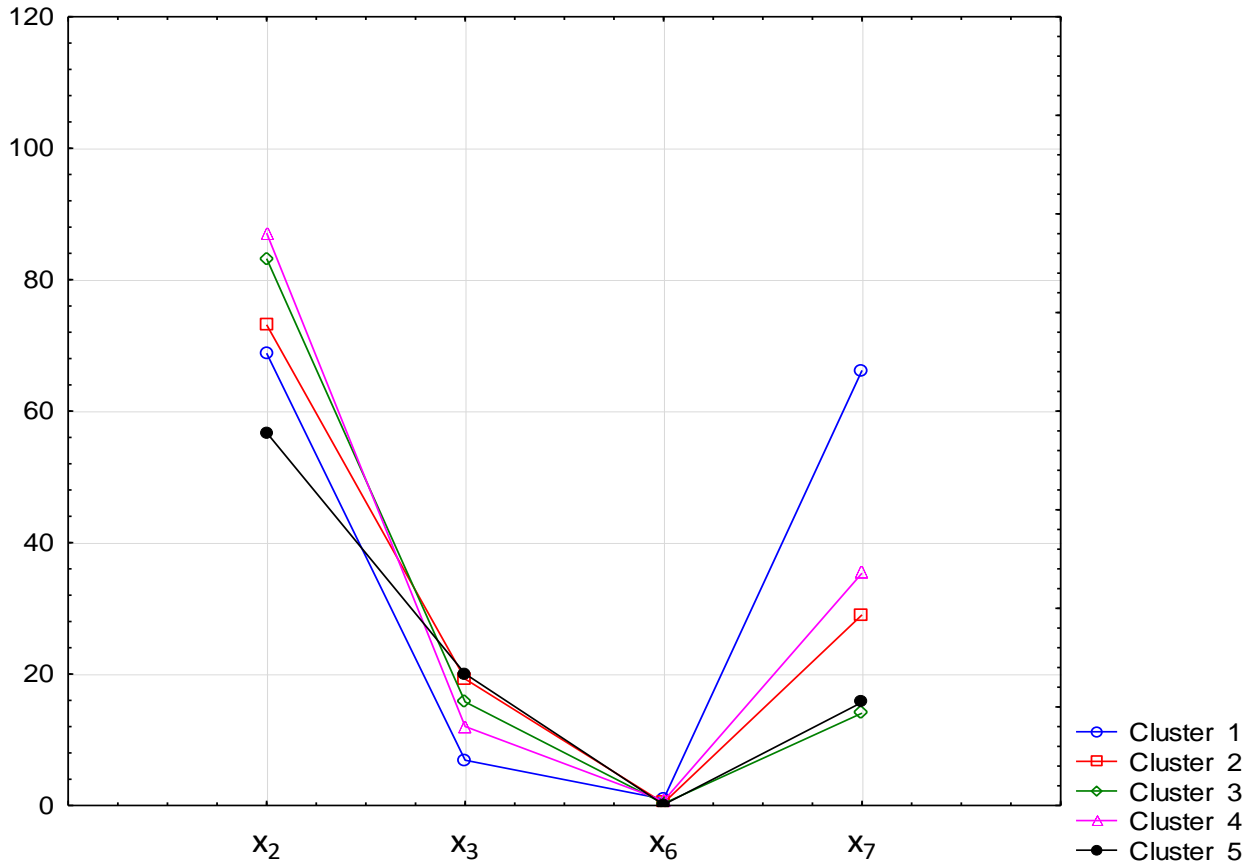
Підсумковим етапом нашого дослідження було здійснення кластерного аналізу ресурсоощадності землекористування. Результати кластерного аналізу методом Варда (евклідові відстані) дозволили сформувати такі кластери (рис. 4).



**Рис. 4. Дендрограма результатів кластерного аналізу ресурсоощадності землекористування за регіонами України, 2020 р.**

Джерело: побудовано авторами.

Відповідно до здійсненої кластеризації, 24 регіони України об'єднано у п'ять кластерів, кожен із яких характеризується однорідними параметрами ресурсоощадності землекористування (рис. 5).



**Рис. 5. Результати кластерного аналізу ресурсоощадності землекористування методом  $k$ -середніх за регіонами України, 2020 р.**

*Примітка.*  $x_2$  – рівень розораності, %;  $x_3$  – продуктивність використання земель, тис. грн/га;  $x_6$  – землемісткість у с.г., коеф.;  $x_7$  – землемісткість економіки, коеф.

*Джерело:* побудовано авторами.

У табл. 8 міститься опис результатів кластерного аналізу.

Таблиця 8

**Характеристика кластерів, сформованих на основі аналізу ресурсоощадності землекористування методом  $k$ -середніх за регіонами України, 2020 р.**

Показники	Кластер 1	Кластер 2	Кластер 3	Кластер 4	Кластер 5
Рівень розораності, % ( $x_2$ )	68,8	73,2	83,2	87,1	56,7
Продуктивність використання земель, тис. грн/га ( $x_3$ )	6,90	19,25	15,77	12,03	20,03
Землемісткість у с.г., коеф. ( $x_6$ )	0,990	0,388	0,293	0,719	0,119
Землемісткість економіки, коеф. ( $x_7$ )	66,20	29,01	14,07	35,37	15,70

*Джерело:* розраховано авторами за допомогою програми Statistica.

Про статистичну надійність одержаних результатів свідчать дані табл. 9.

Кластер 1 – включає Луганську область, для цього кластера характерний менший за середній по країні рівень розораності (68,8%), найнижча



продуктивність використання земель (6,9 тис. грн/га), найвища землемісткість у сільському господарстві (0,990) та найвища землемісткість економіки (66,20). Головним резервом поліпшення ресурсоощадності землекористування є підвищення продуктивності використання земель і зниження землемісткості в сільському господарстві та землемісткості економіки.

*Таблиця 9*

**Оцінка статистичної надійності результатів кластерного аналізу  
ресурсоощадності землекористування методом *k*-середніх  
за регіонами України, 2020 р.**

Показники	Between SS	df	Within SS	df	F	signif. p
Рівень розораності, % ( $x_2$ )	2062,449	4	551,442	19	17,765	0,000
Продуктивність використання земель, тис. грн/га ( $x_3$ )	254,432	4	360,193	19	3,355	0,031
Землемісткість у с.г., коеф. ( $x_6$ )	0,990	4	0,284	19	16,569	0,000
Землемісткість економіки, коеф. ( $x_7$ )	3463,971	4	844,056	19	19,494	0,000

*Джерело:* розраховано авторами за допомогою програми Statistica.

Кластер 2 – включає Волинську, Житомирську, Рівненську, Сумську, Тернопільську, Хмельницьку, Чернівецьку та Чернігівську області. Цей кластер характеризується меншим за середній по країні рівнем розораності (73,2 %), одним із найвищих рівнів продуктивності використання земель (19,3 тис. грн/га), достатньо низьким рівнем землемісткості в сільському господарстві (0,388) та середнім рівнем землемісткості економіки (29,01). Головним резервом покращення ресурсоощадності землекористування є зниження рівня розораності та показника землемісткості економіки.

Кластер 3 – включає Вінницьку, Дніпропетровську, Донецьку, Запорізьку, Київську, Одеську, Полтавську, Харківську та Черкаську області. Кластеру притаманний один із найвищих рівнів розораності (83,2 %), низька продуктивність використання земель (15,8 тис. грн/га), низька землемісткість у сільському господарстві (0,293) та найнижча землемісткість економіки (14,07). Головним резервом поліпшення ресурсоощадності використання земель є зниження рівня розораності та підвищення продуктивності використання земель.

Кластер 4 – включає Кіровоградську, Миколаївську та Херсонську області. Цей кластер характеризується найвищим рівнем розораності (87,1 %), досить низькою продуктивністю використання земель (12,0 тис. грн/га), високою землемісткістю в сільському господарстві (0,719) та високою землемісткістю економіки (35,37). Головним резервом поліпшення ресурсоощадності використання земель для цього кластера є зниження рівня розораності, підвищення продуктивності використання земель і зниження землемісткості в сільському господарстві та землемісткості економіки.

Кластер 5 – охоплює Закарпатську, Івано-Франківську та Львівську області. Цей кластер є своєрідним лідером, оскільки характеризується найнижчим рівнем розораності (56,7 %), найвищим показником продуктивності використання

земель (20,0 тис. грн/га), найнижчим показником землемісткості в сільському господарстві (0,119) та низьким показником землемісткості економіки (15,70). Головним пріоритетом поліпшення ресурсоощадності використання земель для цього кластера є впровадження інноваційних ресурсоощадних технологій для утримання лідерських позицій у майбутньому.

**Висновки.** Результати аналізу показали високий прямий кореляційний зв'язок між землемісткістю в сільському господарстві та землемісткістю економіки; помірний прямий кореляційний зв'язок між землемісткістю в сільському господарстві та збиткомісткістю валового регіонального продукту; помірний прямий кореляційний зв'язок між рівнем розораності й загальним еколого-економічним збитком від втрати гумусу; слабкий прямий кореляційний зв'язок між рівнем розораності й збиткомісткістю валової продукції сільського господарства. Виявлено, що варіація землемісткості економіки на 67,5 % залежала від варіації показника землемісткості в сільському господарстві. З'ясовано, що збиткомісткість валової продукції сільського господарства слабо залежить від рівня розораності ріллі.

Розроблена лінійна регресійна модель залежності збиткомісткості валової продукції сільського господарства від продуктивності використання земель й еколого-економічної оцінки балансу гумусу пояснює 49 % варіації, при цьому 51 % зумовлені іншими факторами, що впливають на збиткомісткість валової продукції сільського господарства, але не були включені до моделі. Рівняння регресії свідчить про те, що за умови зростання продуктивності використання земель на 1 тис. грн/га, збиткомісткість валової продукції сільського господарства зменшиться на 5,77 грн/тис. грн; за умови зростання еколого-економічної оцінки балансу гумусу на 1 грн/га, збиткомісткість валової продукції сільського господарства зменшиться на 0,016 грн/тис. грн.

У результаті апробації розробленої моделі обчислено прогнозну збиткомісткість валової продукції сільського господарства на прикладі Запорізької та Харківської областей. У разі покращення факторних показників відповідно на 15 і 30 % прогнозна збиткомісткість валової продукції сільського господарства у 2022 р. становитиме 140,5 грн/тис. грн у Запорізькій та 101,3 грн/тис. грн у Харківській області, а у 2025 р. – 125,3 грн/тис. грн та 80,2 грн/тис. грн відповідно.

Кількісна оцінка залежності збиткомісткості валового регіонального продукту від продуктивності використання земель та еколого-економічної оцінки балансу гумусу показала, що розроблена лінійна регресійна модель пояснює 43 % варіації, при цьому 57 % зумовлені іншими факторами, що впливають на зазначену збиткомісткість, проте не включені в модель. Установлено, що за зростання продуктивності використання земель на 1 тис. грн/га, збиткомісткість валового регіонального продукту зменшиться на 1258,6 грн/млн грн; за зростання еколого-економічної оцінки балансу гумусу на 1 грн/га вказана збиткомісткість зменшиться на 2,93 грн/млн грн.

У результаті здійсненої кластеризації 24 регіони України об'єднано у п'ять кластерів, кожен із яких характеризується подібними параметрами ресурсоощадності землекористування, що дало змогу визначити головні резерви поліпшення оощадності використання земель для кожного кластера. Перспективним напрямом досліджень вважаємо оцінювання й аналіз фактичного стану ресурсоощадності землекористування на рівні районів, об'єднаних територіальних громад і суб'єктів господарювання.

#### **Список використаних джерел**

1. Andreeva O. V., Lobkovsky V. A., Kust G. S., Zonn I. S. The concept of sustainable land management: modern state, models and typology development. *Arid Ecosystems*. 2021. Vol. 11(1). Pp. 1–10. <https://doi.org/10.1134/S2079096121010029>.
2. Baskent E. Z. Assessment and improvement strategies of sustainable land management (SLM) planning initiative in Turkey. *Science of The Total Environment*. 2021. Vol. 797. 149183. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149183>.
3. Bekele R. D., Mirzabaev A., Mekonnen D. Adoption of multiple sustainable land management practices among irrigator rural farm households of Ethiopia. *Land Degradation and Development*. 2021. Vol. 32. Is. 17. Pp. 5052–5068. <https://doi.org/10.1002/ldr.4091>.
4. Hailu Y., Tilahun B., Kerebeh H., Tafese T. Land use land cover change detection in Gibe Sheleko National Park, Southwestern Ethiopia. *Agricultural and Resource Economics*. 2018. Vol. 4. No. 4. Pp. 20–30. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.281757>.
5. Kansanga M. M., Bezner Kerr R., Lupafya E., Dakishoni L., Luginaah I. Does participatory farmer-to-farmer training improve the adoption of sustainable land management practices? *Land Use Policy*. 2021. Vol. 108. 105477. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105477>.
6. Mihelič R., Pečnik J., Glavan M., Pintar M. Impact of sustainable land management practices on soil properties: example of organic and integrated agricultural management. *Land*. 2021. Vol. 10(1), 8. <https://doi.org/10.3390/land10010008>.
7. Musunguzi P., Ebanyat P., Basamba T. A., Tumuhairwe J. B., Opolot E., Olupot G. ... Mwanjalolo J. G. M. Sustainable land management paradigm: Harnessing technologies for nutrient and water management in the great lakes region of Africa. *Sustainability in Natural Resources Management and Land Planning*, Springer, 2021. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-76624-5\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-030-76624-5_12).
8. Oduniyi O. S., Tekana S. S. The impact of sustainable land management practices on household welfare and determinants among smallholder maize farmers in south Africa. *Land*. 2021. Vol. 10(5). 508. <https://doi.org/10.3390/land10050508>.
9. Tepes A., Galarraga I., Markandya A., Sánchez M. J. S. Costs and benefits of soil protection and sustainable land management practices in selected European countries: towards multidisciplinary insights. *Science of the Total Environment*. 2021. Vol. 756. 143925. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143925>.

10. Kucher A. Sustainable soil management in the formation of competitiveness of agricultural enterprises: monograph. Plovdiv: Academic publishing house «Talent», 2019. 444 p. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.19554.07366>.
11. Kucher A. Strategic priorities of financial support for sustainable soil management in Ukraine. *Scientific Papers: Series «Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development»*. 2020. Vol. 20. Is. 3. Pp. 333–341. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.19167.07843>.
12. Балюк С. А., Кучер А. В. Просторові особливості ґрунтового покриву як основа сталого управління ґрунтами. *Український географічний журнал*. 2019. № 3. С. 3–14. <https://doi.org/10.15407/ugz2019.03.003>.
13. Балюк С. А., Кучер А. В., Максименко Н. В. Ґрунтові ресурси України: стан, проблеми і стратегія сталого управління. *Український географічний журнал*. 2021. № 2. С. 3–11. <https://doi.org/10.15407/ugz2021.02.003>.
14. Будзяк О., Будзяк В., Грицак О. Ефективне використання «чистих» земель України в умовах сталого розвитку. *Agricultural and Resource Economics*. 2021. Vol. 7. No. 3. Pp. 162–178. <https://doi.org/10.51599/are.2021.07.03.10>.
15. Еколого-економічні засади раціонального землекористування в межах південно-степової зони України: кол. моногр. / за заг. ред. Яремко Ю. І. Херсон: ПП «Резнік», 2018. 180 с.
16. Кучер Л., Дрокін С., Улько Є. Еколого-економічна ефективність зрошувальних проєктів у контексті змін клімату. 2020. Vol. 6. No. 2. Pp. 57–77. <https://doi.org/10.51599/are.2020.06.02.04>.
17. Онегіна В., Вітковський Ю. Інвестиції та земельна реформа в сільському господарстві в Україні. *Agricultural and Resource Economics*. 2020. Vol. 6. No. 4. Pp. 187–210. <https://doi.org/10.51599/are.2020.06.04.10>.
18. Stupen, M., Stupen, R., Ryzhok Z., Stupen, O. Methodological foundations of the organization and protection of lands in the context of the balanced nature use. *Scientific Papers: Series «Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development»*. 2019. Vol. 19. Is. 1. Pp. 565–570.
19. Tretiak A., Tretiak V., Sakal O., Kovalenko A., Tretiak N., Shtogryn H. The value added chain in the mechanism of public-private partnership for the development of the land use economy of rural territories. *Agricultural and Resource Economics*. 2020. Vol. 6. No. 3. Pp. 112–134. <https://doi.org/10.51599/are.2020.06.03.07>.
20. Кучер А. В. Ресурсоощадне природокористування: практикум. Харків: Стильна типографія, 2019. 40 с.
21. Kucher A., Hrechko A. Assessment and analysis of regional features of resource-saving land use for sustainable management. *Scientific Papers: Series «Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development»*. 2021. Vol. 21. Is. 1. Pp. 431–441. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.10402.35524>.
22. Деградація земельних ресурсів України. URL: <https://nationalcorps.org/degradacija-zemelnih-resursv-ukrani>.
23. (Не)зрошувані землі в Україні: мільярдні збитки вже і загроза



спустелювання в недалекій перспективі. URL: <https://medianova.com.ua/ne-zroshuvani-zemli-v-ukrayini-milyardni-zbitki-vzhe-i-zagroza-spustelyuvannya-v-nedalekiy-perspektivi>.

24. Пліско І. В., Уваренко К. Ю., Криlach С. І., Накісько С. Г. Закономірності прояву фізичної деградації в орних ґрунтах України та регіони підвищеного її ризику. *Вісник аграрної науки*. 2021. № 10. С. 5–13. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202110-01>.

25. Панова Є. Деградація ґрунтів в Україні. URL: <https://telegra.ph/Kolivmiraye-zemlya-Vse-pro-degradaciyu-gruntiv-v-Ukraini-12-10>.

26. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища Запорізької області у 2020 році. URL: <https://mepr.gov.ua/timeline/Regionalni-dopovidi-pro-stan-navkolishnogo-prirodnogo-seredovishcha.html>.

## References

1. Andreeva, O. V., Lobkovsky, V. A., Kust, G. S. & Zonn, I. S. (2021). The concept of sustainable land management: modern state, models and typology development. *Arid Ecosystems*, 11(1), 1–10. <https://doi.org/10.1134/S2079096121010029>.

2. Baskent, E. Z. (2021). Assessment and improvement strategies of sustainable land management (SLM) planning initiative in Turkey. *Science of The Total Environment*, 797, 149183. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149183>.

3. Bekele, R. D., Mirzabaev, A. & Mekonnen, D. (2021). Adoption of multiple sustainable land management practices among irrigator rural farm households of Ethiopia. *Land Degradation and Development*, 32(17), 5052–5068. <https://doi.org/10.1002/ldr.4091>.

4. Hailu, Y., Tilahun, B., Kerebeh, H. & Tafese, T. (2018). Land use land cover change detection in Gibe Sheleko National Park, Southwestern Ethiopia. *Agricultural and Resource Economics*, 4(4), 20–30. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.281757>.

5. Kansanga, M. M., Bezner Kerr, R., Lupafya, E., Dakishoni L. & Luginaah I. (2021). Does participatory farmer-to-farmer training improve the adoption of sustainable land management practices? *Land Use Policy*, 108, 105477. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105477>.

6. Mihelič, R., Pečnik, J., Glavan, M. & Pintar, M. (2021). Impact of sustainable land management practices on soil properties: example of organic and integrated agricultural management. *Land*, 10(1), 8. <https://doi.org/10.3390/land10010008>.

7. Musinguzi, P., Ebanyat, P., Basamba, T. A., Tumuhairwe, J. B., Opolot, E., Olupot, G. ... & Mwanjalolo, J. G. M. (2021). Sustainable land management paradigm: Harnessing technologies for nutrient and water management in the great lakes region of Africa. *Sustainability in Natural Resources Management and Land Planning*, Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-76624-5\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-030-76624-5_12).

8. Oduniyi, O. S. & Tekana, S. S. (2021). The impact of sustainable land management practices on household welfare and determinants among smallholder



maize farmers in south Africa. *Land*, 10(5), 508. <https://doi.org/10.3390/land10050508>.

9. Tepes, A., Galarraga, I., Markandya, A. & Sánchez, M. J. S. (2021). Costs and benefits of soil protection and sustainable land management practices in selected European countries: towards multidisciplinary insights. *Science of the Total Environment*, 756, 143925. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143925>.

10. Kucher, A. (2019). Sustainable soil management in the formation of competitiveness of agricultural enterprises: monograph. Plovdiv: Academic publishing house «Talent», 444 p. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.19554.07366>.

11. Kucher, A. (2020). Strategic priorities of financial support for sustainable soil management in Ukraine. *Scientific Papers: Series «Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development»*, 20(3), 333–341. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.19167.07843>.

12. Baliuk, S. A. & Kucher, A. V. (2019). Spatial features of the soil cover as the basis for sustainable soil management. *Ukrainian Geographical Journal*, 3, 3–14. <https://doi.org/10.15407/ugz2019.03.003>.

13. Baliuk, S. A., Kucher, A. V. & Maksymenko, N. V. (2021). Soil resources of Ukraine: state, problems and strategy of sustainable management. *Ukrainian Geographical Journal*, 2, 3–11. <https://doi.org/10.15407/ugz2021.02.003>.

14. Budziak, O., Budziak, V. & Hrytsak, O. (2021), Effective use of “clean” lands of Ukraine under conditions of sustainable development. *Agricultural and Resource Economics*, vol. 7, no. 3, pp. 162–178. <https://doi.org/10.51599/are.2021.07.03.10>.

15. Yaremko, Yu. I. ed. (2018). Ecological and economic principles of rational land use within the southern steppe zone of Ukraine: monograph. PE “Reznik”, Kherson.

16. Kucher, L., Drokin, S. & Ulko, Y. (2020). Ecological-economic efficiency of irrigation projects in the context of climate change. *Agricultural and Resource Economics*, 6(2), 57–77. <https://doi.org/10.51599/are.2020.06.02.04>.

17. Onegina, V. & Vitkovskiy, Yu. (2020), Investments and land reform in agriculture of Ukraine. *Agricultural and Resource Economics*, 6(4), 187–210. <https://doi.org/10.51599/are.2020.06.04.10>.

18. Stupen, M., Stupen, R., Ryzhok Z. & Stupen, O. (2019). Methodological foundations of the organization and protection of lands in the context of the balanced nature use. *Scientific Papers: Series «Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development»*, 19(1), 565–570.

19. Tretiak, A., Tretiak, V., Sakal, O., Kovalenko, A., Tretiak, N. & Shtogryn, H. (2020). The value added chain in the mechanism of public-private partnership for the development of the land use economy of rural territories. *Agricultural and Resource Economics*, 6(3), 112–134. <https://doi.org/10.51599/are.2020.06.03.07>.

20. Kucher, A. V. (2019). Resursooshchadne pryrodokorystuvannia [Resource-saving nature management]. Kharkiv, Ukraine.

21. Kucher, A. & Hrechko, A. (2021). Assessment and analysis of regional

features of resource-saving land use for sustainable management. *Scientific Papers: Series «Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development»*, 21(1), 431–441. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.10402.35524>.

22. Degradation of land resources of Ukraine, available at: <https://nationalcorps.org/degradacija-zemelnih-resursv-ukrani>.

23. (Not) irrigated land in Ukraine: billion losses already and the threat of desertification in the near future (2018). Available at: <https://medianova.com.ua/ne-zroshuvani-zemli-v-ukrayini-milyardni-zbitki-vzhe-i-zagroza-spustelyuvannya-v-nedalekiy-perspektivi>.

24. Plisko, I., Uvarenko, K., Krylach, S. & Nakisko, S. (2021). Regularities of physical degradation in arable soils of Ukraine and regions of its high risk. *Bulletin of Agricultural Science*. 99(10), 5–13. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202110-01>.

25. Panova, Ye. (2018). Soil degradation in Ukraine, available at: <https://telegra.ph/Koli-vmiraye-zemlya-Vse-pro-degradaciyu-gruntiv-v-Ukraini-12-10>.

26. Regional report on the state of the environment of Zaporizhzhia region in 2020 (2021). Available at: <https://mepr.gov.ua/timeline/Regionalni-dopovidi-pro-stan-navkolishnogo-prirodnogo-seredovishcha.html>.