

## ДЕЯКІ АСПЕКТИ ПОВЕРНЕННЯ В СІЛЬГОСПВИКОРИСТАННЯ ВИВЕДЕНИХ З ОБІГУ ЗАБРУДНЕНИХ РАДІОНУКЛІДАМИ ЗЕМЕЛЬ ПОЛІССЯ УКРАЇНИ

Г.М. Чоботко, Л.А. Райчук, Т.Л. Кучма, І.К. Швиденко

*Інститут агроекології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)*

*e-mail: chobotko@ukr.net; ORCID: 0000-0001-8228-4331*

*e-mail: edelvice@ukr.net; ORCID: 0000-0002-2552-4578*

*e-mail: tanyakuchma@yahoo.com; ORCID: 0000-0002-9328-5919*

*e-mail: favor09@ukr.net; ORCID: 0000-0002-6135-8968*

*У статті висвітлено природно-кліматичні та соціально-економічні ретроспективні передумови повернення в сільгоспвикористання виведених з обігу радіоактивно забруднених земель Полісся України. Доведено необхідність застосування сучасних методів та засобів радіоекологічних досліджень із метою оцінки радіоекологічного стану угідь для наступного розроблення планових управлінських документів стратегічного характеру. В дослідженні, виконаному в Інституті агроекології і природокористування НААН упродовж 2020–2023 рр., використовували загальнонаукові методи (аналіз та синтез), ретроспективний і порівняльний аналіз, аналітико-синтетичний (вивчення наукових і статистичних даних, законодавчих та установчих документів тощо) й математико-статистичний методи. Аналіз соціально-економічної ситуації здійснювали на основі офіційних статистичних даних головних управлінь статистики у Волинській, Житомирській, Київській, Рівненській та Чернігівській обл. Розрахункові рівні радіонуклідного забруднення території отримували на основі офіційних даних ДУ «Держгрунтохорона». Радіоекологічно-ландшафтне картування реалізовували у відкритому безкоштовному програмному забезпеченні QGIS. Показано, що ґрунтові характеристики й особливості рослинного покриву Українського Полісся сприяють забрудненню радіонуклідами сільськогосподарської та лісової продукції. Кліматичні зміни та наслідки російської воєнної агресії є істотними модифікувальними чинниками для всіх наявних раніше екологічних і соціально-економічних викликів у регіоні. Це вимагає реалізації комплексних заходів із реабілітації регіону, яким мають передувати моніторингові дослідження та розроблення відповідних планових документів стратегічного характеру. За результатами ретроспективного аналізу та розрахунків встановлено, що за умови проведення рекомендованих агрозаходів відновлення ефективного аграрного виробництва можливе практично на всій території Українського Полісся. Розроблено метод комплексного радіоекологічно-ландшафтного картування радіоактивно забруднених земель Українського Полісся, який передбачає ландшафтний підхід з інтегруванням даних низки тематичних карт.*

**Ключові слова:** *реабілітація радіоактивно забруднених територій, радіоекологічно-ландшафтне картування, сталий розвиток, продовольча криза.*

### ВСТУП

За період, що минув з часу аварії на ЧАЕС, рівень радіоактивного забруднення території України істотно змінився. За цей час було здійснено значну кількість наукових досліджень щодо окремих аспектів реабілітації забруднених радіонуклідами земель. Однак різкі зміни клімату та сучасні соціально-економічні аспекти і світові тенденції як у науці, так і суспіль-

ному житті, особливо наслідки російської воєнної агресії, гостро поставили питання необхідності реалізації концепції розвитку Полісся України, яка дала можливість б вирішувати комплексні екологічні, соціальні, фінансові та кліматичні проблеми й передбачала б поєднання екологічної збалансованості з економічним зростанням, мінімізуючи при цьому продовольчу кризу. Втілення моделі зеленої економіки в регіоні Українського Полісся, що дало б можливість частково компенсувати тимчасову

втрата сільськогосподарських земель півдня України, вимагає повернення радіоактивно забруднених земель у сільгоспвиробництво й розроблення єдиної Концепції управління радіоактивно забрудненими агроландшафтами як документа стратегічного планування та організації, що визначає державну політику у сфері управління вказаними територіями. Ця проблематика потребує досконалого комплексного вивчення теперішнього стану екологічної, економічної та соціальної сфер регіону, екосистемних послуг радіоактивно забруднених агроландшафтів, застосування таких сучасних методів досліджень як ГІС-технології і математичне моделювання й прогнозування тощо. Цей напрям дослідження узгоджується із низкою документів і підзаконних актів [1–7]. Вивченню окремих аспектів відродження радіоактивно забруднених земель Українського Полісся й управління ними, а також збалансованим розвитком регіону займалася низка науковців різноманітних наукових спрямувань – від екологів та радіоекологів до економістів і соціологів [8–15]. Актуальність вказаних питань, їх теоретична та практична важливість обумовила вибір тематики цього дослідження.

**Метою дослідження** є обґрунтування наукових основ реабілітації та збалансованого використання радіоактивно забруднених територій Українського Полісся в контексті зеленої економіки з метою мінімізації внутрішньої продовольчої кризи.

## **АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ**

Ґрунтово-кліматичні умови Українського Полісся, зокрема характеристики ґрунтів, сприяють надходженню радіонуклідів у продукцію рослинництва та тваринництва. Крім того, значні території регіону займають лісові екосистеми, луки та пасовища, в т. ч. на оторфованих, торф'яних та дерново-підзолистих різної зволоженості ґрунтах, які є найбільш критичними з погляду рівнів радіоактивного забруднення. Однак кліматичні зміни останніх років внесли корективи у сталі закономірності

міграції радіонуклідів у рослини, що потребує додаткових досліджень [16; 17].

Незважаючи на те, що з часу аварії на ЧАЕС минуло вже 37 років, і наявні багаторічні наукові та практичні здобутки в галузі радіоекології, Україна, що чи не найбільше, поряд із Білоруссю, постраждала внаслідок катастрофи, показала не найкращі результати з реабілітації радіоактивно забруднених земель. Внаслідок комплексної дії чинників Українське Полісся опинилося перед низкою соціальних, економічних та екологічних викликів, які лише посилюються із початком повномасштабної російської агресії. Ця проблема вимагає комплексного багатовекторного вирішення з урахуванням природно-ресурсного та соціального потенціалу регіону. Так, невід'ємною складовою збалансованого розвитку є науково обґрунтоване управління екосистемними послугами, яке вимагає проведення їх обліку та класифікації відповідно до розроблених регіональних і загальнодержавних стратегій, що передбачено інтеграцією України до європейського простору. Розроблення такого документа для Полісся України повинно враховувати чинник радіоактивного забруднення, оскільки він прямо та опосередковано впливає на використання чи не всіх груп екосистемних послуг у регіоні. Особливо варто наголосити, що з 2022 р. необхідно враховувати ще й мілітарний чинник. Також застосування інтегральних показників радіоекологічної ситуації, таких як доза внутрішнього опромінення населення, є логічним кроком із метою мінімізації затрат коштів і часу при оцінюванні радіоекологічної безпеки території. Ці питання нині стали особливо актуальними в контексті європейських екологічних наративів і сучасних внутрішніх та міжнародних викликів, зокрема у світлі наслідків російської воєнної агресії й спричиненої нею продовольчої кризи.

## **МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ**

Дослідження виконано в Інституті агро-екології і природокористування НААН упродовж 2020–2023 рр. В основу методо-

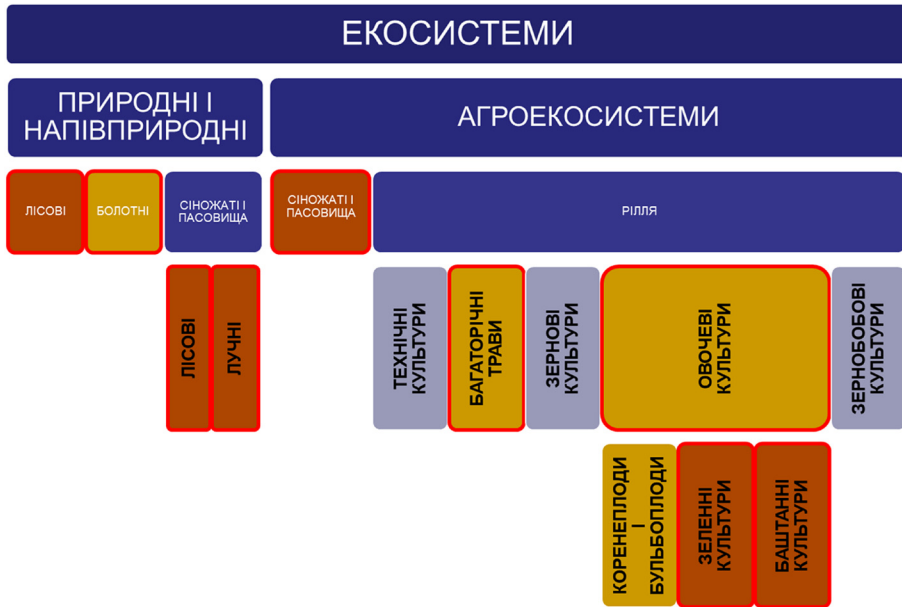
логії досліджень покладено системний підхід, у межах якого використовували сучасні та класичні наукові прийоми проведення досліджень: загальнонаукові методи (аналіз та синтез); ретроспективний і порівняльний аналіз; аналітико-синтетичний (вивчення наукових і статистичних даних, законодавчих та установчих документів тощо); математико-статистичний. Аналіз соціально-економічної ситуації в досліджуваному регіоні здійснювали на основі офіційних статистичних даних головних управлінь статистики у Волинській, Житомирській, Київській, Рівненській та Чернігівській обл. Розрахункові рівні радіонуклідного забруднення території отримували на основі офіційних даних ДУ «Держгрунтохорона». Радіоекологічно-ландшафтне картування реалізовували у відкритому безкоштовному програмному забезпеченні QGIS, використовуючи базу загальнодоступних картографічних даних OpenStreetMap, Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), публічну кадастрову карту України, Національний атлас України, дані порталу The Copernicus Global Land Service (CGLS), дані Загальнодозиметричної паспортизації в населених пунктах України [18]. Валідацію радіоекологічно-ландшафтної карти було проведено для с. Розсохівське, Народицький р-н, Житомирська обл., за координатами 51°07'15.2" N 29°00'49.6" E.

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Полісся є найбільш критичним з погляду радіаційної ситуації в аграрній сфері. Незважаючи на велику кількість результатів наукових досліджень, наданих рекомендацій, розроблених стратегій тощо, сільське господарство постраждалого регіону так і не було належним чином реабілітоване, і тому Полісся залишається доволі проблемним не лише в плані екологічної ситуації, але і з погляду розвитку аграрного та інших секторів економіки та соціальної сфери. Однією з причин часткового успіху протирадіаційних заходів є їх фрагментарність і несистематизованість,

тому логічним є застосування комплексного ландшафтного підходу при реабілітації радіоактивного забруднених земель, адже радіаційний стан на забрудненій території визначається не лише і не стільки щільністю її забруднення, але значно більшою мірою ландшафтно-екологічними умовами. Радіоактивно забруднені екосистеми мають важливий вплив на суміжні угіддя [19]. Для оцінювання радіоекологічної ситуації та визначення необхідних контрзаходів із метою зменшення негативного впливу радіоактивного забруднення на населення Українського Полісся важливо врахувати рівні радіоактивного забруднення компонентів основних екосистем — складових агроландшафтів — ріллі, лук і пасовищ, садових та лісових екосистем. Усі ці екосистеми різняться швидкістю міграції радіонуклідів та співвідношенням вмісту забруднювачів в окремих їх елементах. Ці відмінності визначаються складністю екосистеми, особливостями її експлуатації та характеристиками окремих її складових [20]. Так, міграція радіонуклідів у лісах визначається ліською підстилкою, дикорослими грибами та лишайниками, деревною рослинністю, відсутністю обробітку. Дещо схожою є ситуація у садових екосистемах. Рілля, сіножаті та пасовища характеризуються дещо глибшим проникненням радіонуклідів у ґрунт внаслідок обробітку, регуляцією надходження радіонуклідів у рослини тощо. Розглянувши динаміку і сучасний стан радіоактивного забруднення основних екосистем-складових ландшафтів Українського Полісся, можна визначити їх таку усереднену радіоекологічну критичність у порядку спадання: лісові екосистеми, лісові луки й пасовища, луки та пасовища, рілля, садові екосистеми (рис. 1).

Радіоактивний стан територій, забруднених внаслідок Чорнобильської катастрофи, нині формується переважно під впливом довгоживучих радіонуклідів  $^{137}\text{Cs}$  і  $^{90}\text{Sr}$ , співвідношення яких у ґрунтах Українського Полісся сягає приблизно 10:1. За роки, що минули з часу аварії, питома активність  $^{137}\text{Cs}$  та  $^{90}\text{Sr}$  внаслідок їх фізичного розпаду знизилася на понад



**Рис. 1.** Класифікація екосистем Українського Полісся з погляду їх радіоекологічної критичності

50% від початкової. За цей період площа сільгоспугідь, де рівні забруднення  $^{137}\text{Cs}$  перевищують чинні допустимі рівні, значно скоротилася (табл. 1).

Майже на 90% території України простежуються доаварійні рівні забруднення  $^{90}\text{Sr}$  (табл. 2). Тому доцільним є повернення частини цих земель у виробничу сферу,

**Таблиця 1.** Динаміка площ сільгоспугідь Українського Полісся, забруднених  $^{137}\text{Cs}$ , тис. га

Область	Роки	Зони щільності забруднення $^{137}\text{Cs}$ , кБк/м <sup>2</sup>			Зміна площі <185 кБк/м <sup>2</sup>
		<185	185-555	>555	
Волинська	2011*	455,7	100,0	0	
	2021**	457,0	85,9	0	-1,309
Житомирська	2011*	842,0	3,8	0	
	2021**	842,1	3,3	0	+0,049
Київська	2011*	135,2	0,2	0	
	2021**	135,2	0,2	0	+0,003
Рівненська	2011*	466,9	0,1	0	
	2021**	466,9	0,1	0	+0,001
Чернігівська	2011*	1835,8	0,9	0	
	2021**	1835,8	0,8	0	+0,012
Усього по Україні	2011*	18956,9	5,0	0	
	2021**	16297,9	4,3	0	-2659,011

Примітка: \* – за даними ДУ «Держгунтохорона»; \*\* – за розрахунковими даними.

що потребує відповідного наукового обґрунтування їх реабілітації.

Згідно з результатами розрахунків, площа лісових земель зі щільністю забруднення  $^{137}\text{Cs}$  понад 37 кБк/м<sup>2</sup> порівняно з 1992 р. зменшилась на 374,6 тис. га (табл. 3), а площа лісів, яка узгоджена з чинним законодавством, не належить до територій радіоактивно забруднених, зросла на 24,7%. Відповідно відбувся перерозподіл площ лісів, що належать до тієї чи іншої зони забруднення.

Загалом нині близько 180 тис. га землі II-ї зони радіоактивного забруднення потребують реабілітації та повернення у господарське використання. Це зумовило необхідність удосконалення правових механізмів розвитку радіоактивно забруднених територій, у т. ч. порядку та умов перегляду меж зон радіоактивного забруднення.

Повномасштабна російська агресія поставила низку гострих різнопланових питань, таких як реалізація кліматичних програм, у т. ч. Європейського Зеленого

Таблиця 2. Динаміка площ сільгоспугідь Українського Полісся, забруднених  $^{90}\text{Sr}$ , тис. га

Область	Роки	Зони щільності забруднення $^{90}\text{Sr}$ , кБк/м <sup>2</sup>	
		<5,55	5,55–111
Житомирська	2011*	834,7	11,1
	2021**	834,8	8,2
Київська	2011*	258,4	1,6
	2021**	258,4	1,2
Рівненська	2011*	379,3	1,4
	2021**	379,3	1,0
Чернігівська	2011*	1812,4	24,3
	2021**	1812,7	17,9
Усього по Україні	2011*	18343,8	51,2
	2021**	15771,4	37,8

Примітка: \* – за даними ДУ «Держгрунтохорона»; \*\* – за розрахунковими даними.

Таблиця 3. Динаміка площ лісових земель Українського Полісся, забруднених  $^{137}\text{Cs}$ , тис. га

ОУЛМГ	Роки	Зони щільності забруднення $^{137}\text{Cs}$ , кБк/м <sup>2</sup>							Зміна площі <37 кБк/м <sup>2</sup>
		<37,0	37,1–74,0	74,1–185,0	185,1–370,0	370,1–555,0	555,1–1110,0	>1110,0	
Волинське	1992**	136,2	36,9	5,3	–	–	–	–	
	2021***	156,4	16,5	3,0	–	–	–	–	+20,2
Житомирське	1992**	292,4	182,5	158,3	50,3	16,4	27,0	5,4	
	2021***	443,9	130,9	76,6	27,1	16,6	14,6	3,7	+151,5
Київське	1992**	178,0	129,3	38,2	13,0	5,5	4,2	4,1	
	2021***	235,0	67,8	18,7	8,6	3,9	2,7	3,1	+57,0
Рівненське	1992**	293,6	215,3	151,6	10,7	0,3	–	–	
	2021***	389,5	130,7	115,8	3,1	0,5	–	–	+95,9
Чернігівське	1992**	273,8	47,4	23,1	3,3	0,9	0,1	–	
	2021***	329,9	14,8	10,2	0,6	–	–	–	+56,1
Усього по Держлісагентству	1992**	1644,5	674,3	395,1	78,4	23,14	31,3	9,5	
	2021***	2062,6	392,5	232,1	39,8	21,0	17,3	6,9	+418,1

Примітка: \* – ОУЛМГ – обласні управління лісового та мисливського господарства; \*\* – за даними ДУ «Держгрунтохорона»; \*\*\* – за розрахунковими даними.

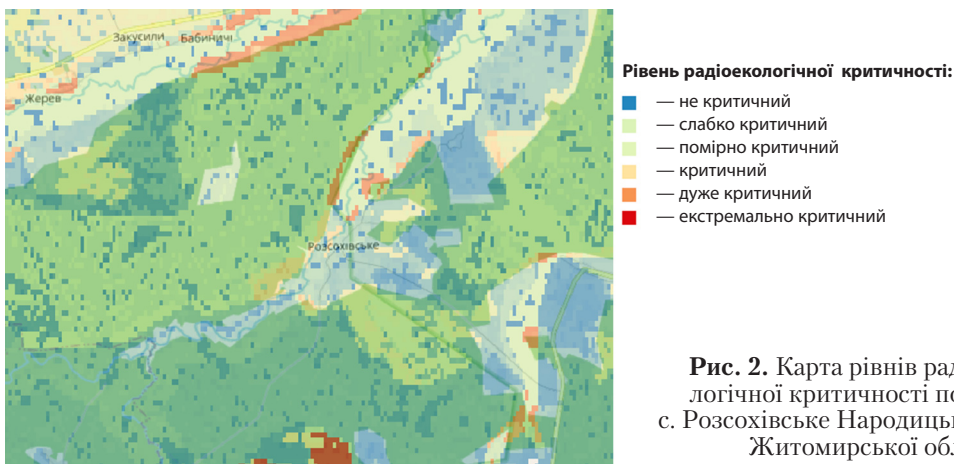
Курсу, дефіцит різноманітної сільськогосподарської та лісової сировини, перерозподіл внутрішнього і зовнішнього ринків, що тим чи іншим чином пов'язані із експлуатацією агроландшафтів. Все це вимагає розроблення негайних рішень і новітніх комплексних підходів із метою компенсації існуючих та віддалених втрат, спричинених війною. Реабілітація радіоактивно забруднених агроландшафтів повинна базуватись на оптимізації сценаріїв агровиробничої діяльності з урахуванням як актуальних особливостей регіону, так і світових екологічних тенденцій і міжнародних зобов'язань нашої держави.

Не останню роль в економіці регіону відіграють і землі лісового фонду. Ліси є джерелом великої кількості екосистемних послуг, які дають можливість здійснювати комплексний вплив на основні складові сталого розвитку — економіку, суспільство і довкілля. Незважаючи на низьку лісистість території нашої держави, лісовиробнича галузь України є доволі потужною. Одним із найперспективніших менеджерських рішень у лісовій галузі є створення виробничих кластерів. Це дасть змогу вирішувати проблеми використання лісових екосистемних послуг комплексно і адресно, із забезпеченням балансу між економічними потребами суспільства та сучасними екологічними вимогами. Ефективність регіонального кластера забезпечується, окрім усього іншого, завдяки урахуванню місцевих

соціально-економічних та природно-екологічних особливостей, а також узгодженістю з вітчизняними і міжнародними екологічними директивами й стратегіями, в т. ч. Європейським Зеленим Курсом.

Загалом комплексно оцінити придатність регіону, агроландшафту чи певної його частини до ведення того чи іншого виду сільськогосподарської діяльності можна за допомогою радіоекологічно-ландшафтного картування. Розроблений метод радіоекологічного районування агроландшафтів (комплексного радіоекологічно-ландшафтного картування) передбачає ландшафтний підхід з інтегруванням даних низки тематичних карт (гідрографічні умови, морфологія рельєфу, акумуляція стоку, ґрунти, господарське використання території, структура наземного покриву, дані радіоекологічного моніторингу, забруднення навколишнього середовища  $^{137}\text{Cs}$ , дозове навантаження на населення) за принципом сітки (радіоекологічні чинники подані в комірках регулярної сітки залежно від обраного масштабу простору). Інформацію щодо відповідної характеристики територій представлено картографічними даними з відкритих джерел інформації.

Для ілюстрації радіоекологічно-ландшафтного картування було обрано с. Розсохівське, Народицький р-н, Житомирська обл. У результаті картування було отримано карту рівнів радіоекологічної критичності території (рис. 2).



**Рис. 2.** Карта рівнів радіоекологічної критичності поблизу с. Розсохівське Народицького р-ну, Житомирської обл.

Для цього було реалізовано 9 етапів: 1) визначення гідрографічних умов території; 2) визначення морфології рельєфу території; 3) створення карти інтенсивності акумуляції стоку; 4) визначення переважаючого ґрунтового покриву; 5) встановлення рівнів забруднення території  $^{137}\text{Cs}$ ; 6) визначення типу наземного покриву; 7) отримання шару рівня забруднення  $^{137}\text{Cs}$  ландшафтів; 8) визначення дозового навантаження на населення; 9) визначення рівня радіоекологічної критичності території.

Оцінювання рівня радіоекологічної критичності території проводили з використанням комплексного інтегрального показника  $R_C$  (1), що являє собою сумарну дію внесків екологічних характеристик, представлених у використаних тематичних картах. До того ж, агроландшафт розглядається як єдине ціле, тобто система природних екосистем та агроекосистем, які перебувають у взаємозв'язку і впливають одна на одну.

$$R_C = R_d \times S_l \times R_a \times S_o \times S_c + P_t \times P_c \times D_y \times D,$$

де  $R_C$  — рівень радіоекологічної критичності території;  $R_d$  — коефіцієнт гідрографічних умов (відстань від водойми);  $S_l$  — коефіцієнт морфології рельєфу території (крутизна схилу);  $R_a$  — коефіцієнт інтенсивності акумуляції стоку;  $S_o$  — коефіцієнт переважаючого ґрунтового покриву;  $S_c$  — коефіцієнт забруднення території  $^{137}\text{Cs}$ ;  $P_t$  — коефіцієнт наземного покриву території;  $P_c$  — коефіцієнт рівня забруднення ландшафту;  $D_y$  — дозове навантаження населення;  $D$  — коефіцієнт рівня дозового навантаження.

## ВИСНОВКИ

Ґрунтові характеристики Українського Полісся та особливості рослинного покриву сприяють забрудненню радіонуклідами сільськогосподарської та лісової продукції, що є специфічною проблемою для регіону. Найбільш радіологічно небезпечними екосистемами за винесенням радіонуклідів із продукцією є перезволожені луки і пасовища, лісові масиви, а також агроекосистеми на органогенних ґрунтах. Глобальні кліматичні зміни та наслідки російської воєнної агресії є істотними модифікувальними чинниками для всіх наявних раніше екологічних і соціально-економічних викликів. Це вимагає реалізації комплексних заходів із реабілітації регіону, яким мають передувати моніторингові дослідження та розроблення відповідних планових документів стратегічного характеру.

За результатами ретроспективного аналізу та розрахунків встановлено, що за умови проведення рекомендованих агрозаходів відновлення ефективного аграрного виробництва можливе практично на всій території Українського Полісся.

Комплексна реабілітація Українського Полісся залежить щонайперше від еколого-економічної ефективності ведення сільськогосподарського виробництва, що передбачає чітку диференціацію сільськогосподарської діяльності відповідно до низки екологічних, економічних та соціальних чинників, а також удосконалення сценаріїв агровиробничої діяльності.

Розроблено метод комплексного радіоекологічно-ландшафтного картування радіоактивно забруднених земель Українського Полісся, який передбачає ландшафтний підхід з інтегруванням даних низки тематичних карт.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки: Закон України від 05.02.2023 р. *Відомості Верховної Ради України*. № 2623-III. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2623-14#Text>.
2. Про затвердження Національного плану дій з охорони навколишнього природного середовища на період до 2025 року: розпорядження від 21.04.2021 р. *Кабінет Міністрів України*. № 443-р. URL: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-zatverdzhennya-nacionalnogo-planu-dij-z-ohoroni-navkolishnogo-prirodnogo-seredovishcha-na-period-do-2025-roku-i210421-443>.
3. Про схвалення Концепції Загальнодержавної цільової програми використання та охорони земель: розпорядження від 19.01.2022 р. *Кабінет Міністрів України*. № 70-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/70-2022-%D1%80#Text>.

4. Про схвалення Державної стратегії управління лісами України до 2035 року: розпорядження від 29.12.2021 р. *Кабінет Міністрів України*. № 1777-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1777-2021-%D1%80#Text>.
5. Про схвалення Стратегії екологічної безпеки та адаптації до зміни клімату на період до 2030 року: розпорядження від 20.07.2021 р. *Кабінет Міністрів України*. № 1363-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1363-2021-%D1%80#Text>.
6. Угода про Асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським Співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони. URL: [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984\\_011#Text](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_011#Text).
7. Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. The European Green Deal. COM (2019) 640 final. URL: [ec.europa.eu/info/sites/default/files/european-green-deal-communication\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/european-green-deal-communication_en.pdf).
8. Булигін С.Ю., Пристер Б.С., Фурдичко О.І., Дутов О.І. Щодо програми безпечного ведення сільськогосподарського виробництва на територіях, забруднених радіонуклідами внаслідок Чорнобильської катастрофи. *Вісник аграрної науки*. 2012. № 5. С. 53–57.
9. Ландін В.П., Проневіч В.А., Кучма М.Д. та ін. Методичні рекомендації щодо заходів з реабілітації критичних екосистем радіоактивно забруднених регіонів Українського Полісся. Київ, 2015. 30 с.
10. Contaminated Forest. Recent Developments in Risk Identification and Future Perspectives / Ed. by I. Linkov and W.R.Schell. *NATO Science Series. Series 2. Environmental Security*. 1998. Vol. 58. P. 430.
11. Європейський зелений курс: можливості та загрози для України. Аналітичний документ. Ресурсно-аналітичний центр «Суспільство і довкілля». 2020. 74 с. URL: <https://www.rac.org.ua/vydannya/analitichni-dokumenty/evropeyskyy-zelenyy-kurs-mozhlyvosti-ta-zagrozy-dlya-ukrayiny-analitichnyy-dokument-2020>.
12. Зубец М.В., Пристер Б.С., Алексахин Р.М. і др. Актуальні проблеми і задачі научного супроводження виробництва сільськогосподарської продукції в зоні радіоактивного забруднення Чорнобильської АЕС. *Агроєкологічний журнал*. 2011. № 1. С. 5–20.
13. Бурик З. Трактуювання сутності понять: сталий розвиток, державне управління, державне регулювання, державне регулювання сталого розвитку. *Теоретичні та прикладні питання державотворення*. 2017. Вип. 21. С. 10–19.
14. Квач Я.П., Фірсова К.В., Борісов О.Г. "Зелена економіка": можливості для України. *Глобальні та національні проблеми економіки*. 2015. Вип. 6. С. 52–56.
15. Лібанова Е.М. Людський розвиток в Україні. Модернізація соціальної політики: регіональний аспект: кол. моногр. / за ред. Е.М. Лібанової. Київ: Інститут демографії та соціальних досліджень ім. М.В. Птухи НАН України, 2015. 356 с.
16. Портал «Природа України». Ґрунти України. URL: <https://geomap.land.kiev.ua/soil.html>.
17. Wilson L., New S., Daron J. and Golding N. *Climate Change Impacts for Ukraine*. Devon, UK: Met Office, 2021. 34 p. URL: <https://www.metoffice.gov.uk/binaries/content/assets/metofficegovuk/pdf/>.
18. Ліхтарьов І.А. та ін. Загальнодозиметрична паспортизація та результати ЛВЛ-моніторингу в населених пунктах України, які зазнали радіоактивного забруднення після Чорнобильської катастрофи. Дані за 2011 р. Збірка 14. Київ, 2012. С. 101. URL: <https://www.dsns.gov.ua/files/2012/8/13/Zbirka14.pdf>.
19. Кучма Т.Л., Райчук Л.А., Швиденко І.К. Радіоекологічне районування ландшафтів як різновид прогнозного радіоекологічного моніторингу. *Граль науки*. 2021. № 4. С. 166–171. DOI: <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.07.05.2021.030>.
20. Чоботько Г.М., Райчук Л.А., Швиденко І.К., Кучма М.Д. Математична модель винесення <sup>137</sup>Cs з агроландшафтів Українського Полісся у віддалений період після аварії на ЧАЕС. *Агроєкологічний журнал*. 2020. № 1. С. 12–18.

## REFERENCES

1. Pro priorytetni napriamy rozvytku nauky i tekhniky: Zakon Ukrainy vid 05.02.2023 [On priority areas of development of science and technology: Law of Ukraine from February 5<sup>th</sup>, 2023]. (2023). *Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy — Information from the Verkhovna Rada of Ukraine, 2623-III*. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2623-14#Text> [in Ukrainian].
2. Pro zatverdzhennia Natsionalnoho planu dii z okhorony navkolyshnoho pryrodnoho seredovishcha na period do 2025 roku: rozporiadzhennia vid 21.04.2021 [On the approval of the National Action Plan for Environmental Protection for the period until 2025: Order of 21.04.2021]. (2021). *Kabinet Ministriv Ukrainy — Cabinet of Ministers of Ukraine, 443-p*. URL: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-zatverdzhennya-nacionalno-go-planu-dij-z-ohoroni-navkolishno-go-prirodno-go-seredovishcha-na-period-do-2025-roku-i210421-443> [in Ukrainian].
3. Pro skhvalennia Kontseptsii Zahalnodержavnoi tsi-lovnoi prohramy vykorystannia ta okhorony zemel: rozporiadzhennia vid 19.01.2022 [On the approval of the Concept of the State-wide targeted program of land use and protection: order of 19.01.2022]. (2022). *Kabinet Ministriv Ukrainy — Cabinet of Ministers of Ukraine, 70-p*. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/70-2022-%D1%80#Text> [in Ukrainian].
4. Pro skhvalennia Derzhavnoi stratehii upravlinnia lisamy Ukrainy do 2035 roku: rozporiadzhennia vid 29.12.2021 [On the approval of the State Forest Management Strategy of Ukraine until 2035: Order of 29.12.2021]. (2021). *Kabinet Ministriv Ukrainy — Cabinet of Ministers of Ukraine, 1777-p*. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1777-2021-%D1%80#Text>.



- zakon.rada.gov.ua/laws/show/1777-2021-%D1%80#Text [in Ukrainian].
5. Pro skhvalennia Strategii ekolohichnoi bezpeky ta adaptatsii do zminy klimatu na period do 2030 roku: rozporiadzhennia vid 20.07.2021 [On the approval of the Strategy for Environmental Safety and Adaptation to Climate Change for the Period Until 2030: Order of 20.07.2021]. (2021). *Kabinet Ministriv Ukrainy — Cabinet of Ministers of Ukraine, 1363-p*. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1363-2021-%D1%80#Text> [in Ukrainian].
  6. Uhoda pro Asotsiatsiiu mizh Ukrainoiu, z odnii storony, ta Yevropeiskym Soiuzom, Yevropeiskym Spivtovarystvom z atomnoi enerhii i yikhnimi derzhavamy-chlenamy, z inshoi storony [Association Agreement between Ukraine, on the one hand, and the European Union, the European Atomic Energy Community and their member states, on the other hand]. (2014). URL: [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984\\_011#Text](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_011#Text) [in Ukrainian].
  7. Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. The European Green Deal. COM (2019). 640 final. URL: [ec.europa.eu/info/sites/default/files/european-green-deal-communication\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/info/sites/default/files/european-green-deal-communication_en.pdf). [in English].
  8. Bulygin, S.Yu., Priester, B.S., Furdychko, O.I. & Dutov, O.I. (2012). Shchodo prohramy bezpechnoho vedennia silskohospodarskoho vyrobnytstva na terytoriiakh, zabrudnenykh radionuklidamy vnaslidok Chornobylskoi katastrofy [Regarding the program of safe management of agricultural production in territories contaminated with radionuclides as a result of the Chernobyl disaster]. *Visnyk aharnoi nauky — Bulletin of agricultural science, 5*, 53–57 [in Ukrainian].
  9. Landin, V.P., Pronevych, V.A., Kuchma, M.D. et. al. (2015). *Metodychni rekomendatsii shchodo zakhodiv z reabilitatsii krytychnykh ekosystem radioaktyvno zabrudnenykh rehioniv Ukrainiskoho Polissia [Methodological recommendations regarding measures to rehabilitate critical ecosystems of radioactively contaminated regions of Ukrainian Polissia]*. Kyiv [in Ukrainian].
  10. Linkov, I. & Schell, W.R. (Eds.). (1998). Contaminated Forest. Recent Developments in Risk Identification and Future Perspectives. *NATO Science Series. Series 2. Environmental Security, 58* [in English].
  11. Yevropeiskyi zelenyi kurs: mozhyvosti ta zahrozy dlia Ukrainy. Analitychnyi dokument [The European Green Course: opportunities and threats for Ukraine. Analytical document] (2020). *Resursno-analitychnyi tsentr «Suspilstvo i dovkillia» [Resource and Analytical Center «Society and Environment»]*. URL: <https://www.rac.org.ua/vydannya/analitychni-dokumenty/evropeyskyy-zelenyy-kurs-mozhyvosti-ta-zagrozy-dlya-ukrayiny-analitychnyy-dokument-2020> [in Ukrainian].
  12. Zubets, M.B., Prister, B.S., Aleksakhin, P.M. et al. (2011). Aktualnyie problemy i zadachi nauchnogo soprovozhdenniya proizvodstva sel'skohozyaystvennoy produktsii v zone radioaktivnogo zagryazneniya Chernobyl'skoy AES [Actual problems and tasks of scientific support of agricultural production in the zone of radioactive contamination of Chernobyl nuclear power plant]. *Ahroekolohichnyi zhurnal — Agroecological journal, 1*, 5–20 [in Russian].
  13. Buryk, Z. (2017). Traktuvannia sutnosti poniat: stalyyi rozvytok, derzhavne upravlinnia, derzhavne rehuliuвання, derzhavne rehuliuвання staloho rozvytku [Interpretation of the essence of concepts: sustainable development, state management, state regulation, state regulation of sustainable development]. *Teoretychni ta prykladni pytannia derzhavotvorennia — Theoretical and applied issues of state formation, 21*, 10–19 [in Ukrainian].
  14. Kvach, Ya.P., Firsova, K.V. & Borisov, O.H. (2015). «Zelena ekonomika»: mozhyvosti dlia Ukrainy [«Green economy»: opportunities for Ukraine]. *Hlobalni ta natsionalni problemy ekonomiky — Global and national economic problems, 6*, 52–56 [in Ukrainian].
  15. Libanova, E.M. (Ed.). (2015). *Liudskyyi rozvytok v Ukraini. Modernizatsiia sotsialnoi polityky: rehionalnyi aspekt [Human development in Ukraine. Modernization of social policy: regional aspect]*. Kyiv [in Ukrainian].
  16. Portal «Pryroda Ukrainy». Grunty Ukrainy [«Nature of Ukraine» portal. Soils of Ukraine]. (n.d.). URL: <https://geomap.land.kiev.ua/soil.html>.
  17. Wilson, L., New, S., Daron, J. & Golding, N. (2021). Climate Change Impacts for Ukraine. Devon, UK: Met Office. URL: <https://www.metoffice.gov.uk/binaries/content/assets/metofficegovuk/pdf/> [in English].
  18. Likhtarov, I.A. et. al. (2012). *Zahalnodozymetrychna pasportyzatsiia ta rezultaty LVL-monitorynhu v nasele-nykh punktakh Ukrainy, yaki zaznaly radioaktyvnoho zabrudnennia pislia Chornobylskoi katastrofy. Dani za 2011 r. Zbirka 14 [General dosimetric certification and results of LVL monitoring in the settlements of Ukraine that were exposed to radioactive contamination after the Chernobyl disaster. Data for 2011. Collection 14]*. Kyiv. URL: <https://www.dsns.gov.ua/files/2012/8/13/Zbirka14.pdf> [in Ukrainian].
  19. Kuchma, T.L., Raichuk, L.A. & Shvydenko, I.K. (2021). Radioekolohichne raionuvannia landshaftiv yak riznovyd prohnoznoho radioekolohichnoho monitorynhu [Radioecological zoning of landscapes as a type of predictive radioecological monitoring]. *Hraal nauky — The grail of science, 4*, 166–171. DOI: <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.07.05.2021.030> [in Ukrainian].
  20. Chobotko, H.M., Raichuk, L.A., Shvydenko, I.K. & Kuchma, M.D. (2020). Matematychna model vynesennia <sup>137</sup>Cs z ahrolandshtativ Ukrainiskoho Polissia u viddalenyi period pislia avarii na ChAES [Mathematical model of <sup>137</sup>Cs removal from agricultural landscapes of Ukrainian Polissia in the remote period after the accident at the Chernobyl nuclear power plant]. *Ahroekolohichnyi zhurnal — Agroecological journal, 1*, 12–18 [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції журналу 17.02.2023