

## **ЛІСІВНИЦТВО**

УДК504:577.34:630(477)



<https://doi.org/10.33220/1026-3365.148.2026.3>

### **СУЧАСНІ РАДІОЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ У ЛІСОВОМУ ГОСПОДАРСТВІ УКРАЇНИ ТА ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ**

**В. П. Ткач<sup>1</sup>, О. О. Орлов<sup>2\*</sup>, М. М. Тимошенко<sup>3</sup>, В. В. Шевчук<sup>4</sup>, О. В. Жуковський<sup>5</sup>,  
Т. В. Курбет<sup>6</sup>**

Показано, що наукові проблеми в лісовій радіоекології України залишаються актуальними. Все ще недостатньо вивченими є особливості міграції <sup>90</sup>Sr у лісах та просторового радіоактивного забруднення лісових екосистем; до цього часу не налагоджено систему радіоекологічного моніторингу як складову державної системи лісового моніторингу. Потребує подальшого вдосконалення організаційно-правова та нормативна база, що регламентує господарську діяльність у радіоактивно забруднених лісах. Запропоновано шляхи вирішення радіоекологічних проблем у лісовому господарстві.

Ключові слова: ліси, <sup>134</sup>Cs, <sup>137</sup>Cs, <sup>90</sup>Sr, радіоактивне забруднення, радіоекологічний моніторинг, лісогосподарська продукція, радіологічний контроль, ведення лісового господарства.

**Вступ.** Після аварії на Чорнобильській атомній електростанції (ЧАЕС) минуло 40 років. За післяаварійний період лісова радіоекологія в Україні пройшла складний шлях – від формування базових знань і закономірностей поведінки техногенних радіонуклідів – <sup>137</sup>Cs, <sup>134</sup>Cs, <sup>90</sup>Sr – у компонентах лісових екосистем і лісогосподарській продукції до моделювання міграції техногенних радіонуклідів і розроблення науково обґрунтованих рекомендацій із ведення лісового господарства в умовах радіоактивного забруднення лісів.

Біля джерел лісової радіоекології в Україні стояли насамперед науковці Українського науково-дослідного інституту імені Г. М. Висоцького (УкрНДІЛГА) та його дослідної мережі. У перші роки після аварії на ЧАЕС досліджували ліси на радіоактивне забруднення П. С. Пастернак, Р. Г. Киселевський, В. П. Ландін, М. Д. Кучма (Pasternak *et al.*, 1993; Arkhipov *et al.*, 1994; Kuchma *et al.*, 1994). У колишньому Міністерстві лісового господарства України радіаційною тематикою опікувався М. М. Калетник, а згодом – В. П. Ландін. У цей період

<sup>1</sup> Ткач Віктор Петрович, доктор сільськогосподарських наук, професор, член-кореспондент НАН України та НААН, Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького, вул. Григорія Сковороди, 86, м. Харків, 61024, Україна. E-mail: [tkach@uriffm.org.ua](mailto:tkach@uriffm.org.ua), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0588-1479>

<sup>2</sup> Орлов Олександр Олександрович, кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник, ДУ «Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України», пр-т Академіка Палладіна, 34а, м. Київ, 02000, Україна; Поліський філіал Українського науково-дослідного інституту лісового господарства і агролісомеліорації, вул. Нескорених, 2, с. Довжик, 10004, Житомирська обл., Україна. E-mail: [orlov.botany@gmail.com](mailto:orlov.botany@gmail.com), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2923-5324>

<sup>3</sup> Тимошенко Микола Михайлович, доктор економічних наук, професор, Житомирський фаховий агротехнічний коледж, вул. Покровська, 96, м. Житомир, Україна. E-mail: [niktim958@gmail.com](mailto:niktim958@gmail.com), ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-5056-8200>

<sup>4</sup> Шевчук Віктор Васильович, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Поліський філіал Українського науково-дослідного інституту лісового господарства і агролісомеліорації, вул. Нескорених, 2, с. Довжик, 10004, Житомирська обл., Україна. E-mail: [polysskiy\\_branch@ukr.net](mailto:polysskiy_branch@ukr.net), ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-9121-9881>

<sup>5</sup> Жуковський Олег Валерійович, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Поліський філіал Українського науково-дослідного інституту лісового господарства і агролісомеліорації, вул. Нескорених, 2, с. Довжик, 10004, Житомирська обл., Україна. E-mail: [polysskiy\\_branch@ukr.net](mailto:polysskiy_branch@ukr.net), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3351-9856>

<sup>6</sup> Курбет Тетяна Володимирівна, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, Державний університет «Житомирська політехніка», вул. Чуднівська, 103, Житомир, 10005, Україна. E-mail: [meraviglia@ukr.net](mailto:meraviglia@ukr.net), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7820-4263>

\*Адреса для кореспонденції: [orlov.botany@gmail.com](mailto:orlov.botany@gmail.com)

основну увагу науковці спрямовували на отримання об'єктивної оцінки радіоактивного забруднення лісів, вирішення проблем організації ведення лісового господарства в умовах радіаційного забруднення та розроблення спеціальних режимів ведення лісового господарства залежно від рівнів радіоактивного забруднення (Kaletnik *et al.*, 1988).

У 1986 р. у системі УкрНДЛГА було створено науково-виробничі лабораторії радіології, а саме – у Поліському філіалі, а також на Старопетрівській лісовій дослідній станції з селекції та підвищення продуктивності лісів (на сьогоднішній час – Клавдіївській лісовій науково-дослідній станції (ЛНДС) та Новгород-Сіверській ЛНДС. На початку 1990-х років було ухвалено рішення щодо організації та проведення широкомасштабних наукових досліджень лісів на забруднених радіонуклідами землях. У перші роки після аварії на ЧАЕС у Поліському філіалі активну участь у вивченні наслідків радіоактивного забруднення лісів брали В. П. Краснов, О. О. Орлов, М. Г. Мазепа, а згодом – С. П. Ірклієнко, В. М. Турко, О. З. Короткова, З. М. Шелест, Т. В. Курбет, О. В. Жуковський, О. Г. Дмитренко та інші. На Старопетрівській лісовій дослідній станції закономірності радіоактивного забруднення лісів досліджували М. П. Савущик, С. В. Зібцев, М. М. Давидов, П. П. Подкур, В. В. Музика, В. Н. Худолій, а на Новгород-Сіверській ЛНДС – Ю. Д. Матухно та О. І. Михайліченко.

Проте з плином часу увага до «чорнобильських» проблем суттєво зменшилася. У 2010 р. Міністерство України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи (Мінчорнобиль) було реорганізовано в Міністерство надзвичайних ситуацій України (*On the optimization of the system of central executive authorities*, 2010). Зазначимо, що через Мінчорнобиль України з 1990 р. здійснювали державне замовлення на проведення наукових досліджень та радіоекологічного моніторингу, і було передбачено відповідне фінансування цих робіт. Радіологічні лабораторії були забезпечені необхідними приладами та обладнанням. Після реформування цього Міністерства його функції було розпорошено між різними відомчими структурами, а частину їх взагалі було втрачено, зокрема такі важливі, як здійснення радіологічного контролю продукції лісового господарства або інтеркалібрування лабораторій радіології. Все це закономірно призвело до погіршення умов фінансування та діяльності вимірювальних (виробничих) лабораторій радіології в лісовому господарстві, руйнування налагодженої системи контролю за вмістом радіонуклідів у лісогосподарській продукції, згортання відповідних важливих напрямів наукових досліджень.

Незважаючи на значні наукові здобутки лісової радіоекології в Україні, дослідники в різний час звертали увагу на наявні проблеми (Krasnov *et al.*, 2007; Landin *et al.*, 2009; Tkach *et al.*, 2023). Необхідно суттєво поглибити дослідження кругообігу радіоактивних ізотопів у системі «ліс – ґрунт» з метою його регулювання, а також особливостей розподілу цих елементів у межах лісового фонду окремих лісництв. Потребує певного уточнення й доповнення нормативно-правова база, що регламентує господарську діяльність у лісах залежно від ступеня їхнього радіоактивного забруднення, а також відповідні організаційні засади господарювання.

*Метою досліджень* було виявити особливості динаміки щільності забруднення лісових земель радіоактивними елементами, а також процесу реабілітації лісів (на прикладі дослідних ділянок) та визначити проблеми стосовно забруднених радіонуклідами лісів України, що потребують першочергового вирішення.

**Матеріали й методи.** Проблеми, що потребують вирішення, визначали за результатами детального аналізу опублікованих наукових праць, а також чинних нормативно-правових документів стосовно ведення господарства на радіоактивно забруднених землях.

Питому активність  $^{137}\text{Cs}$  у ґрунті аналізували на прикладі дослідних ділянок, закладених у лісах Повчанського лісництва (Коростенське надлісництво державного підприємства «Ліси України», Житомирська область). Зразки ґрунту на ділянці (100×100 м) відбирали у декартовій системі координат через кожні 10 м (100 спостережень). Питому активність  $^{137}\text{Cs}$  у зразках

визначали за допомогою спектроаналізатора АКП-С зі сцинтиляційним детектором БДЕГ-20P1. Похибка вимірювання не перевищувала 15 %. Ізолінії питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  у ґрунті на дослідженій ділянці будували методом Distance Weighted Least Squares, а рисунки – з використанням функції 3D Contour Plot у програмі STATISTICA 12.0. Мозаїчність радіоактивного забруднення дослідної ділянки статистично оцінювали на загальновідомому фракталі Вісека.

Особливості динаміки щільності забруднення радіонуклідами ( $^{134}\text{Cs}$  і  $^{137}\text{Cs}$ ), а також процеси реабілітації лісів оцінювали на модельних дослідних ділянках у частині лісового фонду природного заповідника «Древлянський» станом на 1991 р. та на 2025 р. Для побудови картосхем забруднення території в 1991 р. використано базу даних Поліського філіалу УкрНДІЛГА. Дані станом на 2025 р. отримано розрахунковим методом із урахуванням розпаду радіонуклідів (період напіврозпаду  $^{134}\text{Cs}$  становить 2,5 роки,  $^{137}\text{Cs}$  – 30,1 роки).

**Результати та обговорення.** Регулярні 40-річні наукові моніторингові дослідження на стаціонарних дослідних об'єктах узагальнено в численних наукових працях, у яких наведено закономірності акумуляції радіонуклідів у лісових ґрунтах, різних компонентах лісових екосистем – деревній рослинності, лікарських і дикорослих ягідних рослинах, їстівних грибах та органах і тканинах мисливських ратичних тварин (Davydov *et al.*, 1998; Krasnov, 1998; Krasnov *et al.*, 1998; Zibtsev, 2003b; Krasnov and Orlov, 2004; Krasnov *et al.*, 2005; 2006a; 2007; Gabriel *et al.*, 2023). В останнє десятиліття опубліковано результати дослідження багаторічної динаміки вмісту  $^{137}\text{Cs}$  у компонентах лісових екосистем (Krasnov *et al.*, 2020; 2021; 2022), охарактеризовано особливості розподілу валового запасу  $^{137}\text{Cs}$  в екосистемах різних типів лісу (Krasnov *et al.*, 2007; Orlov and Dolin, 2010), у межах бюджетної наукової тематики також здійснювали радіоекологічний моніторинг лісів.

Результати цих досліджень було внесено до нормативного документа МАГАТЕ TRS-472 (*Handbook of parameter values for the prediction of radionuclide transfer in terrestrial and freshwater environments*, 2010). Вони мають не тільки наукове, але й практичне спрямування, їх було покладено в основу розроблених «Рекомендацій з ведення лісового господарства в умовах радіоактивного забруднення». Ці рекомендації періодично (кожні п'ять-сім років) уточнювали й доповнювали. Загалом, за післячорнобильський період розроблено сім редакцій таких рекомендацій, останню з яких затверджено у 2025 р. (Orlov *et al.*, 2025). Зазначимо, що в останній редакції Рекомендацій фактично наведено науково обґрунтовані засади ведення господарства в радіоактивно забруднених лісах України. З урахуванням зонування території лісового фонду за щільністю забруднення техногенними радіонуклідами в Рекомендаціях містяться відповідні регламентації щодо заготівлі продукції лісового господарства, лісовідновлення й лісорозведення, охорони та захисту лісів від шкідників і хвороб, рубок головного користування та рубок формування й оздоровлення лісів. Було виявлено, що у вологіших і бідніших типах лісорослинних умов коефіцієнт переходу  $^{137}\text{Cs}$  до деревини, їстівних грибів, ягідних і лікарських рослин є значно більшим. Тому особливу увагу приділено необхідності ведення господарства на лісотипологічних засадах, здійснення постійного радіологічного контролю за питомою активністю  $^{137}\text{Cs}$  та  $^{90}\text{Sr}$  у лісгосподарській продукції та періодичному контролю внутрішнього та зовнішнього гамма-опромінення працівників під час виконання лісгосподарських заходів.

Зазначимо, що найбільш гострий післяаварійний період тривав до 1990 року; з 1990 року і до сьогодні триває період квазірівноваги  $^{137}\text{Cs}$  у лісових біогеоценозах. Сучасний період характеризується тим, що акумуляція техногенних радіонуклідів  $^{137}\text{Cs}$  та  $^{90}\text{Sr}$  у фітобіоті відбувається переважно з ґрунту через кореневі системи. Інтенсивність акумуляції визначається насамперед особливостями лісорослинних і ландшафтно-геохімічних умов території. Саме тому різкі перепади інтенсивності акумуляції радіонуклідів біотою нині відсутні. Це дає змогу прогнозувати рівень вмісту радіонуклідів у різних компонентах лісових біоценозів (у деревному ярусі, грибах, трав'яній рослинності тощо). Значно менше відомо

про міграцію  $^{90}\text{Sr}$  у лісах, оскільки більшість наукових результатів дотепер було отримано для  $^{137}\text{Cs}$ , а колообігу  $^{90}\text{Sr}$  у лісах, його міграції в лісових ґрунтах і накопиченню в компонентах лісових екосистем приділено менше уваги. Після аварії на ЧАЕС радіоекологічними дослідженнями було охоплено переважно територію Українського Полісся, а Лісостеп, особливо Правобережний, де простягся південний слід чорнобильських аварійних випадань, збагачений  $^{90}\text{Sr}$ , з радіоекологічного погляду досліджено лише фрагментарно. Для Українського Полісся станом на 1995–2000 рр. досліджено акумуляцію  $^{90}\text{Sr}$  у тканинах та органах деревних порід (Orlov *et al.*, 2000). Водночас результати досліджень щодо сучасної акумуляції  $^{90}\text{Sr}$  дикорослими ягідними, лікарськими рослинами та їстівними грибами в Україні практично відсутні.

Для покращення сучасної ситуації з дослідженням міграції  $^{90}\text{Sr}$  у лісових екосистемах України слід радикально оновити технічну базу відомчих лабораторій радіології (яка б відповідала I–II класам), поглибити дослідження міграції  $^{90}\text{Sr}$  у компонентах лісових біогеоценозів, його накопичення в лісовій продукції, започаткувати багаторічні моніторингові спостереження на біогеоценотичних стаціонарах за міграцією цього радіоізоотопу. У радіоактивному забрудненні деревних порід нині відносна роль  $^{137}\text{Cs}$  поступово зменшується, а  $^{90}\text{Sr}$  – активно зростає (Holiaka *et al.*, 2020a; 2020b; 2025). Це відсікає значну частку паливної деревини, в якій уміст  $^{90}\text{Sr}$  перевищує нормативи у багатолісних районах у радіусі 50–100 км навколо Чорнобильської зони відчуження (ЧЗВ) (Bilous *et al.*, 2020), що потребує подальшого дослідження.

Із метою подальшого вдосконалення ведення лісового господарства важливо кількісно оцінити мозаїчність радіоактивного забруднення лісових екосистем. Ці дослідження мають визначальну вагу для уточнення методики обстеження лісів щодо їхнього радіоактивного забруднення, розроблення сучасної методики визначення ступеня реабілітації лісів та опрацювання детальних карт радіоактивного забруднення лісових територій. Зокрема, для оптимізації відбирання проб зразків ґрунту (кількості зразків та їхнього просторового розміщення) з метою визначення щільності забруднення території радіонуклідами було запропоновано використовувати математичні засоби фрактальної геометрії (Orlov *et al.*, 2024). Результати дослідження підтверджують локальний, осередковий характер радіоактивного забруднення території  $^{137}\text{Cs}$  на всіх рівнях, із різним кроком обстеження: 1 км (у межах лісового фонду лісництва), 100 м (у межах таксаційного кварталу), 10 м (у межах таксаційного виділу), 1 м.

Так, на рисунку 1 наведено значення питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  у ґрунті на відносно невеликій площі (1 га) дослідного об'єкту (Повчанське лісництво Коростенського надлісництва, Житомирська область), визначені у регулярній матриці (100 точок відбору зразків ґрунту) із кроком обстеження 10 м. Наведені матеріали свідчать про велику строкатість забруднення радіонуклідами, яку необхідно враховувати під час відбору зразків ґрунту для визначення вмісту радіонуклідів у них, а також під час здійснення відповідних лісогосподарських заходів.

У результаті досліджень засобами фрактальної геометрії нами запропоновано оптимізувати відбір зразків ґрунту, а саме – замінити регулярну повну матрицю відбирання проб (100 точок відбирання зразків) матрицею на фракталі Вісека, де точки відбирання проб знаходяться на діагоналях матриці (20 точок) або на центральній колонці/рядку повної матриці (19 точок) (рис. 2). Це зумовлює суттєве зменшення кількості зразків ґрунту, які необхідно відібрати для аналізу (у п'ять разів), без суттєвої втрати точності визначення дослідженого параметра. Відносна похибка становила менше ніж  $\pm 10\%$ ; водночас трудові затрати на здійснення цих робіт суттєво зменшуються.

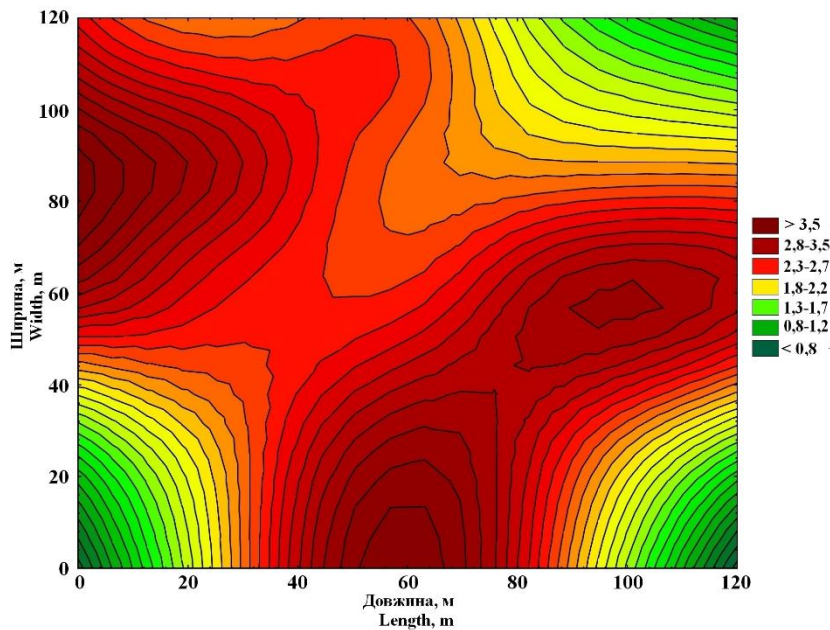


Рис. 1 – Питома активність <sup>137</sup>Cs у ґрунті (кБк·кг<sup>-1</sup>) на площі 1 га з кроком обстеження 10 м  
 Fig. 1 – Activity concentration of <sup>137</sup>Cs in the soil (kBq·kg<sup>-1</sup>) on an area of 1 ha with a step of 10 m

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	1,7	2,0	2,1	3,4	3,6	3,7	3,7	3,1	2,2	2,2	1
2	1,7	2,0	2,1	3,4	3,6	3,4	3,7	3,1	2,2	2,2	2
3	1,7	1,9	2,1	3,3	3,5	3,6	3,7	3,2	2,1	2,1	3
4	2,1	4,0	2,1	2,1	3,3	3,3	3,2	3,1	3,1	3,0	4
5	2,7	2,7	2,7	2,6	2,6	2,3	3,0	4,1	3,5	3,5	5
6	4,0	2,9	2,9	2,9	2,6	2,3	2,5	3,4	4,0	3,5	6
7	3,0	1,8	2,2	2,9	2,6	2,3	2,5	3,4	3,4	3,5	7
8	3,7	4,1	3,8	2,9	2,5	2,3	2,5	2,4	2,3	2,3	8
9	3,7	3,8	3,8	2,9	2,5	2,3	2,3	2,3	2,2	2,2	9
10	2,8	2,7	2,7	2,7	2,5	3,9	2,2	2,2	2,2	2,2	10
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

Рис. 2 – Питома активність <sup>137</sup>Cs у ґрунті, кБк кг<sup>-1</sup> (крок обстеження – 10 м)

Fig. 2 – Activity concentration of <sup>137</sup>Cs in the soil, kBq·kg<sup>-1</sup> (step – 10 m)

Примітка: зеленим кольором показано пропонувані точки відбору проб на діагоналях матриці, жовтим – на центральній колонці/рядку повної матриці

The proposed sampling points are shown by green colour along the diagonals of the matrix, and by the yellow colour – along the central column/row of the full matrix

Слід враховувати, що за останні 20–30 років відбулося певне заглиблення <sup>137</sup>Cs у ґрунті та зменшення його активності у верхньому шарі ґрунту. Частка сумарної активності цього

радіонукліда, яка міститься у шарі ґрунту 0–10 см, нині становить 75–90 %, а в шарі 11–20 см вона сягає 10–25 %, залежно від типів лісорослинних умов. Тому слід уточнити глибину відбору проб ґрунту, що дасть змогу об'єктивніше оцінювати ступінь радіоактивного забруднення території.

Доцільно продовжити багаторічні моніторингові спостереження на біогеоценотичних стаціонарах за міграцією  $^{137}\text{Cs}$ , а в регламент спостережень обов'язково внести також  $^{90}\text{Sr}$  та невідкладно запровадити систему моніторингу за лісами на державному рівні. Водночас слід дотримуватися принципів радіоекологічного моніторингу, розроблених УкрНДІЛГА (Orlov and Krasnov, 2002).

Важливо враховувати особливості сучасного просторового розподілу площ радіоактивно забруднених лісів у контексті адміністративних областей України та надлісництва. Водночас чинні досі картосхеми радіоактивного забруднення лісів України радіоцезієм у контексті колишніх лісгосподарських підприємств та областей затверджено давно – у 1991 р. У них величини щільності забруднення наведено на рівні лісових кварталів, а лісове господарство ведуть у межах таксаційних виділів, в умовах значної мозаїчності радіоактивного забруднення території. Слід актуалізувати наявну базу даних обстеження (станом на 1991 р.) – з поправкою на розпад радіонуклідів, а також розробити й затвердити уточнені картосхеми радіоактивного забруднення.

Як приклад, на рисунку 3 наведено щільність забруднення радіоцезієм частини лісового фонду колишнього Народицького лісництва (державне підприємство «Народицьке лісове господарство», Житомирська область) у контексті кварталів станом на 1991 р. та цієї самої території, яку нині віднесено до природного заповідника «Древлянський», станом на 2025 р. Цей рисунок чітко ілюструє, що за 36-річний період щільність забруднення лісів цезієм різко зменшилася на значній частині площі лісів, відбувся повний розпад  $^{134}\text{Cs}$ . Це підтверджує необхідність розроблення уточнених карт радіоактивного забруднення лісових територій, деталізованих на рівні виділів лісового фонду.

В Україні в останні 10–15 років (після реорганізації Мінчорнобиля) виникли значні проблеми в радіаційному контролі продукції лісового господарства, як деревної, так і недеревної. Тому слід відновити систему контролю за вмістом  $^{137}\text{Cs}$  та  $^{90}\text{Sr}$  у продукції лісового господарства.

У період 2000–2013 рр. науковці УкрНДІЛГА (Поліського філіалу) періодично узагальнювали та аналізували результати радіаційного контролю деревної продукції лісового господарства колишніх лісгоспів Житомирської області (Orlov and Tarasevich, 2013). Отримані дані показали, що вміст  $^{137}\text{Cs}$  у значній кількості зразків деревини перевищував допустимі рівні. Це свідчить про необхідність уточнити чинний гігієнічний норматив ГН 6.6.1-120-2006 «Допустимі рівні вмісту  $^{137}\text{Cs}$  та  $^{90}\text{Sr}$  у деревині та продукції з деревини» (*Hygienic standard for specific activity of radionuclides  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{90}\text{Sr}$  in wood and wood products*, 2005).

Згідно з колишньою «Програмою реабілітації радіоактивно забруднених лісів на період до 2020 р.», було заплановано обстежити 640,4 тис. га лісів України щодо можливості їхньої реабілітації. Для проведення практичних заходів із реабілітації лісів розроблено відповідні науково-методичні рекомендації (Krasnov *et al.*, 2006b; 2010). На виконання цієї Програми Поліським філіалом УкрНДІЛГА у 2010–2022 рр. обстежено та реабілітовано близько 7 тис. га лісів у зоні безумовного (обов'язкового) відселення. На цих площах відновлено ведення лісового господарства. Таким чином, згадану вище Програму реабілітації радіоактивно забруднених лісів держави виконано лише на 1,1 % запланованої площі. Це зумовлює необхідність розроблення в найближчі роки відповідних регіональних програм розвитку лісового господарства з урахуванням величини радіоактивного забруднення лісових територій та ступеня реабілітації лісів.

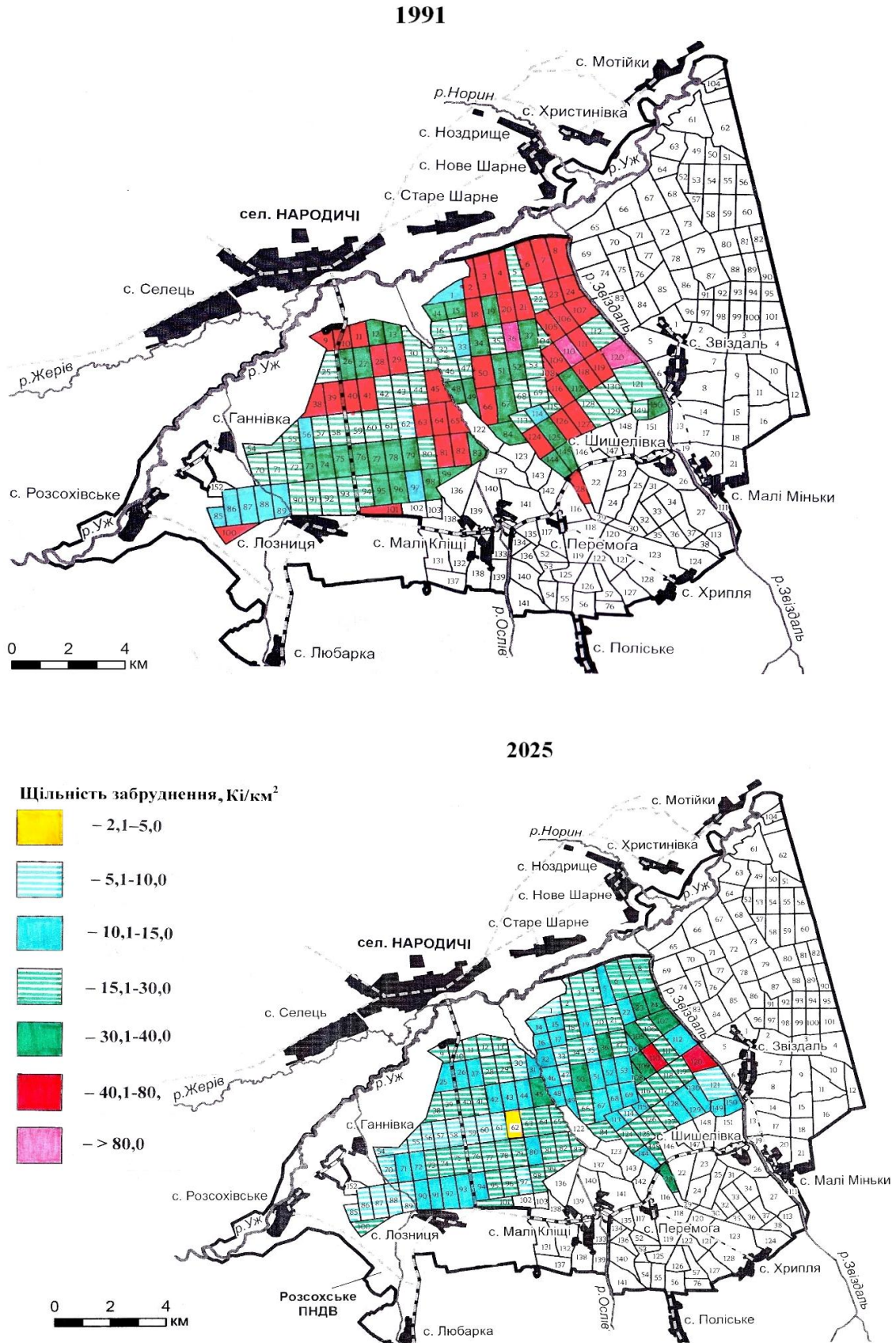


Рис. 3 – Щільність забруднення ґрунту радіоцезієм у лісах частини лісового фонду природного заповідника «Древлянський» станом на 1991 р. (<sup>134+137</sup>Cs) та на 2025 р. (<sup>137</sup>Cs)

Fig. 3 – Density of soil contamination by radiocaesium of part of forest fund of the Nature Reserve «Drevlyanskyi» as of 1991 (<sup>134+137</sup>Cs) and 2025 (<sup>137</sup>Cs)

Зокрема, необхідно розробити регіональну програму «Ліси Полісся», в якій слід передбачити застосування переважно поступових, вибіркових і комплексних систем рубок, а також здійснення господарських заходів на засадах наближеного до природи лісівництва, насамперед на радіоактивно забруднених ділянках. Це сприятиме також ефективнішому дотриманню санітарних норм, правил і гігієнічних нормативів під час здійснення відповідних лісогосподарських операцій на цих ділянках. Доцільно внести відповідні доповнення до «Правил рубок головного користування», «Правил поліпшення якісного складу лісів», «Порядку поділу лісів на категорії та виділення особливо захисних лісових ділянок», до відповідних стандартів та інших нормативно-правових актів щодо повнішого врахування особливостей господарювання в умовах радіоактивного забруднення. Це зумовлюватиме необхідність внесення відповідних змін до законодавчих актів стосовно особливостей господарювання в умовах радіоактивного забруднення середовища, зокрема до Лісового кодексу України. Доцільно також переглянути віки стиглості деревостанів на ділянках із високим ступенем радіоактивного забруднення та запровадити ділянковий метод лісовпорядкування.

Важливо відновити систему моніторингу лісів, зокрема радіоекологічного, та здійснити відповідні організаційні заходи щодо запровадження національної інвентаризації лісів на всій території України. Зазначимо, що, починаючи з 2016 р., національну звітність із моніторингу лісів не формують і не подають до центральних органів виконавчої влади та, відповідно, призупинилося подання національної звітності України до міжнародної програми ICP Forests. Це негативно впливає на якість інформаційного забезпечення прийняття рішень у сфері лісового господарства та охорони навколишнього природного середовища, призводить до невиконання вимог чинного національного законодавства та міжнародних зобов'язань України, створює негативний імідж нашої країни на міжнародній арені.

Тому гостро постає необхідність розроблення Програми моніторингу лісів України, зокрема радіоактивно забруднених, у рамках реформування державної системи моніторингу довкілля як інтегрованої системи спостережень за лісами з використанням різних джерел інформації – наземних спостережень на ділянках моніторингу та Національної інвентаризації лісів, дистанційного зондування лісів, даних виробничої звітності лісокористувачів, результатів спеціалізованих досліджень лісопатологічного стану лісів, наукових досліджень радіологічного стану лісів тощо.

Реалізація запропонованих пропозицій сприятиме ефективнішому запровадженню принципів сталого розвитку лісів і лісового господарства України на радіоактивно забруднених землях.

**Висновки.** У результаті фундаментальних досліджень, проведених у радіоактивно забруднених лісах України, успішно розроблено наукові засади ведення господарства в них. Практична їхня реалізація спрямована на посилення багатогранної ролі лісів, ефективне й безпечне використання продукції лісового господарства. Водночас все ще недостатньо досліджено міграцію  $^{90}\text{Sr}$  у різних компонентах лісових біоценозів. Фрагментарно досліджено мозаїчність радіоактивного забруднення лісових екосистем. Необхідно суттєво поглибити й розширити фундаментальні дослідження лісів, що ростуть на радіоактивно забруднених землях. Доцільно продовжити багаторічні моніторингові спостереження на біогеоценотичних стаціонарах за міграцією  $^{137}\text{Cs}$ , а в регламент спостережень обов'язково включити  $^{90}\text{Sr}$  і невідкладно запровадити систему моніторингу лісів на державному рівні.

Слід актуалізувати наявну базу даних радіаційного обстеження лісів із урахуванням розпаду радіонуклідів та на її основі розробити детальні картосхеми щільності радіоактивного забруднення лісового фонду країни (з урахуванням процесів реабілітації лісів), а також внести відповідні зміни й доповнення до Гігієнічного нормативу щодо вмісту  $^{137}\text{Cs}$  і  $^{90}\text{Sr}$  у деревині та продукції з деревини. Важливо відновити галузеву систему радіаційного контролю лісової продукції.

Стосовно лісів, які ростуть на ділянках із різним ступенем радіоактивного забруднення, необхідно внести відповідні зміни й уточнення до законодавчої та нормативно-правової бази, що регулює в них господарську діяльність. Реалізація запропонованих заходів сприятиме ефективнішому запровадженню принципів сталого розвитку лісів і наближеного до природи лісівництва на радіоактивно забруднених землях.

**Джерела фінансування.** Статтю підготовлено авторами у межах виконання теми Поліського філіалу УкрНДЦЛГА, замовником якої є Державне агентство лісових ресурсів України (№ держреєстрації 0120U101898).

#### ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

- Arkhipov, N.P., Kuchma, N.D. and Fedotov, I.S. (1994) *Radioecological and forest-ecological consequences of contamination of forest ecosystems of Exclusion zone*. Preprint. Minchornobyl of Ukraine, NVO Prypiat (in Russian).
- Bilous, A., Holiaka, D., Matsala, M., Kashparov, V., Schepaschenko, D., Lakyda, P., Shvidenko, A., Myroniuk, V. And Otreshko, L. (2020) <sup>90</sup>Sr content in the stemwood of forests within Ukrainian Polissya', *Forests*, 11(3), 270. <https://doi.org/10.3390/f11030270>
- Davydov, M.M., Podkur, P.P., Savushchuk, M.P. and Tsygankov, M.Ya. (1998) 'Forms of existence of radionuclides in forest soils of Kyiv Polissia', *Problems of ecology of forests and forest use on Polissia of Ukraine. Proceedings of Poliska ALNDS*, 5, pp. 29–35 (in Ukrainian).
- Gabriel, J., Grodzynska, G.A., Nebesnyi, V.B. and Landin, V.P. (2023) 'Radioactive contamination of mushrooms from Polissya Forestry (Kyiv Region, Ukraine) long after the Chernobyl accident', *Czech Mycology*, 75(2), pp. 117–137. <https://doi.org/10.33585/cmy.75202>
- Handbook of parameters values for the prediction of radionuclide transfer in terrestrial and freshwater environments*. (2010). Technical Report Series № 472 (TRS-472) Vienna: International Atomic Energy Agency. Available at: [https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/trs472\\_web.pdf](https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/trs472_web.pdf) (Accessed: 10 March 2026).
- Holiaka, D.M., Levchuk, S.E., Kashparov, V.O., Holiaka, M.A., Yoschenko, L.V., Otreshko, L.N., Kosarchuk, O.V. and Lazarev, N.M. (2020a) 'Vertical distribution of <sup>90</sup>Sr in soils and its accumulation in the stem wood of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) growing within the Chernobyl exclusion zone', *Nuclear Physics and Atomic Energy*, 21(2), pp. 157–165. <https://doi.org/10.15407/jnpae2020.02.157>
- Holiaka, D.M., Levchuk, S.E., Yoschenko, V.I., Kashparov, V.O., Yoschenko, L.V., Holiaka, M.A., Pavliuchenko, V.V., Diachuk, P.P., Zadorozhniuk, R.M. and Morozova, V.S. (2020b) '<sup>90</sup>Sr and <sup>137</sup>Cs inventories in the depots and biogenic fluxes of the typical forest stands in the Chernobyl exclusion zone', *Nuclear Physics and Atomic Energy*, 21(3), pp. 256–264. <https://doi.org/10.15407/jnpae2020.03.256>
- Holiaka, D., Levchuk, S., Kashparov, V., Yoschenko, V., Hurtevent, P., Coppin, F. and Beasley, J.C. (2025) '<sup>90</sup>Sr and <sup>137</sup>Cs distribution in Chernobyl forests: 30 years after the nuclear accident', *Journal of Environmental Radioactivity*, 282, 107616. <https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2025.107616>
- Hygienic standard for specific activity of radionuclides <sup>137</sup>Cs and <sup>90</sup>Sr in wood and wood products*. (2005). Order of the Ministry of Health of Ukraine No 573 dated 31 October 2005. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1384-05#Text> (Accessed: 30 November 2025) (in Ukrainian).
- Kaletnik, N.N., Pasternak, P.S., Kiselevsky, R.G., Landin, V.P. (1988) 'Regimes of conducting of forestry depending on levels of radioactive contamination', in *Book of Abstracts of the 1<sup>st</sup> Scientific Conference on the Main Results of Chernobyl NPP accident elimination*, pp. 54–55 (in Russian).
- Krasnov, V.P. (1998) *Radioecology of forests of Polissia of Ukraine*. Zhytomyr: Volyn. ISBN 966-7390-13-6 (in Ukrainian).
- Krasnov, V.P. and Orlov, O.O. (2004) *Radioecology of berry plants*. Zhytomyr: Volyn'. ISBN 966-690-088-2 (in Russian).
- Krasnov, V., Ivaniuk, I., Zhukovskiy, O., Kurbet, T. and Orlov, O. (2022) 'Dynamics of <sup>137</sup>Cs accumulation by cranberry on sphagnum bogs of Polissia of Ukraine', *Scientific Horizons*, 25(1), pp. 68–75. [https://doi.org/10.48077/scihor.25\(1\).2022.68-75](https://doi.org/10.48077/scihor.25(1).2022.68-75)
- Krasnov, V., Orlov, O., Zhukovskiy, O., Korbut, M., Davydova, I., Melnik, V. and Zborovska, O. (2020) 'Comparing the radioactive contamination of marsh Labrador tea (*Ledum palustre* L.) over different periods since Chernobyl accident', *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5/10(107), pp. 35–43. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.211933>
- Krasnov, V., Orlov, O. and Zhukovskiy, O. (2021) 'Dynamics of <sup>137</sup>Cs content in tissues and organs of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in wet subors of Polissia of Ukraine after accident on ChNPP. *Nuclear Physics and Atomic Energy*, 22(4), pp. 382–389 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.15407/jnpae2021.04.382>

- Krasnov, V.P., Orlov, O.O. and Get'manchuk, A.I. (2005) *Radioecology of medicinal plants*. Zhytomyr: Polissya. ISBN 966-655-468-3 (in Ukrainian).
- Krasnov, V.P., Orlov, O.O. and Kurbet, T.V. (2006a) *Radioecology of edible macromycetes*. Zhytomyr: Volyn'. ISBN 966-8159-87-5 (in Russian).
- Krasnov, V.P., Orlov, O.O., Buzun, V.O., Landin, V.P., and Shelest, Z.M. (2007) *Applied radioecology of forests*. Zhytomyr: Polissya. ISBN 978-966-655-266-5 (in Russian).
- Krasnov, V.P., Orlov, O.O., Kurbet, T.V. and Landin, V.P. (2010) *Methodology for surveying radiation-contaminated forests for the purpose of their rehabilitation (for the period 2010–2015)*. Zhytomyr: Poliskyi Branch of URIFFM (in Ukrainian).
- Krasnov, V.P., Orlov, O.O., Vedmid, M.M. and Landin, V.P. (2006b) *Methodological recommendations for the rehabilitation of forests in the territories contaminated by radionuclides as a result of the accident at the Chernobyl Nuclear Power Plant*. Zhytomyr: Volyn (in Ukrainian).
- Krasnov, V.P., Shelest, Z.M., Orlov, O.O., Kaletnik, M.M., Irkliencko, S.P. and Turko, V.M. (1998) *Radioecology of the roe deer in the Central Polissia of Ukraine*. Zhytomyr: Volyn. ISBN 966-7390-23-3 (in Ukrainian).
- Kuchma, M.D., Fedotov, I.S., Arkhipov, M.P. and Pasternak, P.S. (1994) 'Ecological-forest consequences of radioactive contamination of forest massifs of Exclusion zone of ChNPP', *Forestry and Forest Melioration*, 88, pp. 12–18 (in Ukrainian).
- Landin, V.P., Krasnov, V.P. and Orlov, O.O. (2009) 'Current issues in forest radiology', *Forestry and Hunting Magazine*, 2, pp. 6–8 (in Ukrainian).
- On the optimization of the system of central executive authorities*. (2010). Decree of the President of Ukraine No 1085/2010 dated 09 December 2010. Available at: <https://www.president.gov.ua/documents/10852010-12181> (Accessed: 30 November 2025) (in Ukrainian).
- Orlov, O.O. and Dolin, V.V. (2010) *Biogeochemistry of caesium-137 in forest-bog ecosystems of the Ukrainian Polissya*. Kyiv: Naukova dumka. ISBN 978-966-00-0913-5 (in Ukrainian).
- Orlov, O.O. and Krasnov, V.P. (2002) 'Radiation monitoring of forest ecosystems', *NNC RK Bulletin 'Radioecology and Environment Protection'*, 3, pp. 45–54 (in Russian).
- Orlov, O.O. and Tarasevich, O.V. (2013) 'Radioactive contamination of fuel wood with <sup>137</sup>Cs and <sup>90</sup>Sr in the Zhytomyr region according to the results of radiation monitoring of forestry products in 2011-2012', in *Radioecology-2013. Chernobyl – Fukushima. Consequences: collection of materials from the scientific and practical conference held as part of the international forum 'Environment of Ukraine'*. Zhytomyr: Zhytomyr Ivan Franko State University, pp. 148–152 (in Ukrainian).
- Orlov, O.O., Grabar, I.G., Dolin, V.V. and Kurbet, T.V. (2024) 'Toxicological study of moss cover in pine forests of biogeochemical landscape in background area of Ukrainian Polissya. Part 2. Radionuclides – <sup>137</sup>Cs', *Geochemistry of Technogenesis*, 38, pp. 6–19. <https://doi.org/10.32782/geotech2024.38.01>.
- Orlov, O.O., Irkliencko, S.P., Turko, V.M., Dmytrenko, O.H. and Ivanyuk, I.D. (2000) 'Comparative assessment of the intensity of accumulation of <sup>137</sup>Cs and <sup>90</sup>Sr by different tree species in the Polissya region of Ukraine', *Bulletin of DAAU*, 2, pp. 157–167 (in Ukrainian).
- Orlov, O.O., Shevchuk, V.V., Zhykovskiy, O.V., Kurbet, T.V., Gulyk, I.T. and Meshkova, V.L. (2025) *Recommendations for conducting forestry in conditions of radioactive contamination*. Kharkiv: URIFFM, 2025 (in Ukrainian).
- Pasternak, P.S., Kiselevsky, R.G., Kaletnik, N.N., Kuchma, N.D., Landin, V.P., Khudoley, V.N. and Muzyka, V.V. (1993) 'Resilience of forest ecosystems to ionizing radiation in the zone of ChNPP', in Izrael, Yu.A. (Ed.), *Radiation Aspects of Chernobyl Accident. Proceedings of the 1st All-Union Meeting (Obninsk, June of 1988)*. Vol. 2. St. Petersburg: Gidrometeoizdat, pp. 61–66 (in Russian).
- Tkach, V.P., Orlov, O.O. and Shevchuk, V.V. (2023) 'Scientific achievements, modern problems of forest radioecology in Ukraine and ways of its solving', in *Current Issues of Radiobiology – 2023: Proceedings of 8th Congress of Ukrainian Radiobiological Society*. Zhytomyr: Ukrainian Radiobiological Society, p. 136 (in Ukrainian).
- Zibtsev, S.V. (2003b) 'Accumulation of <sup>90</sup>Sr in phytomass of forest stands', *Scientific Bulletin of UNFU*, 13.3, pp. 83–88 (in Ukrainian).

**CURRENT RADIOECOLOGICAL PROBLEMS IF THE FORESTRY SECTOR OF UKRAINE AND WAYS TO ADDRESS THEM**

Tkach V. P.<sup>1</sup>, Orlov O. O.<sup>2\*</sup>, Tymoshenko M. M.<sup>3</sup>, Shevchuk V. V.<sup>4</sup>, Zhukovskiy O. V.<sup>5</sup>, Kurbet T. V.<sup>6</sup>

It was shown that scientific problems in forest radioecology in Ukraine remain highly relevant. The migration patterns of <sup>90</sup>Sr in forests and the spatial distribution of radioactive contamination within forest ecosystems are still insufficiently studied. In addition, a radioecological monitoring system as a component of the national forest monitoring system has not yet been fully established. The organisational, legal, and regulatory framework governing forest management activities in radioactively contaminated forests also requires further improvement. Approaches to addressing current radioecological problems in the forestry sector are proposed.

**К е у w o r d s :** forests, <sup>134</sup>Cs, <sup>137</sup>Cs, <sup>90</sup>Sr, radioactive contamination, radioecological monitoring, forestry products, radiological control, forest management.

*Дата надходження рукопису 16.04.2026*

*Дата прийняття до друку 15.05.2026*

*Дата публікації 29.05.2026*

---

<sup>1</sup> Tkach Viktor, Dr. habil. (Agricultural Sciences), Professor, Corresponding Member of the National Academy of Sciences of Ukraine and National Academy Agricultural Science of Ukraine, Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G.M. Vysotsky, 86 Hryhoriia Skovorody Street, Kharkiv, 61024, Ukraine. E-mail: [tkach@uriffm.org.ua](mailto:tkach@uriffm.org.ua), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0588-1479>

<sup>2</sup> Orlov Oleksandr, PhD (Biology), Senior Researcher, SI “Institute of Environmental Geochemistry of the NAS of Ukraine”, 34a Academician Palladin Avenue, Kyiv, 02000, Ukraine; Poliskyi Branch of the Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G. M. Vysotsky, 2 Neskorenykh Street, Dovzhyk, Zhytomyr region, 10004, Ukraine. E-mail: [orlov.botany@gmail.com](mailto:orlov.botany@gmail.com), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2923-53242>

<sup>3</sup> Tymoshenko Mykola, Dr. habil. (Economy), professor, Zhytomyr Agrotechnical College, Zhytomyr, 96 Pokrovska Street, Ukraine. E-mail: [niktim958@gmail.com](mailto:niktim958@gmail.com), ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-5056-8200>

<sup>4</sup> Shevchuk Viktor, PhD (Agricultural Sciences), Senior Researcher, Poliskyi Branch of the Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G. M. Vysotsky, 2 Neskorenykh Street, Dovzhyk, 10004, Zhytomyr region, Ukraine. E-mail: [shvv19588591@gmail.com](mailto:shvv19588591@gmail.com), ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-9121-9881>

<sup>5</sup> Zhukovskiy Oleh, PhD (Agricultural Sciences), Poliskyi Branch of the Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G. M. Vysotsky, 2 Neskorenykh Street, Dovzhyk, 10004, Zhytomyr region, Ukraine. E-mail: [zh\\_oleh2183@ukr.net](mailto:zh_oleh2183@ukr.net), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3351-98563>

<sup>6</sup> Kurbet Tetiana, PhD (Agricultural Sciences), Zhytomyr Politechnic State University, 103 Chudnivska Street, Zhytomyr, 10005, Ukraine. E-mail: [meraviglia@ukr.net](mailto:meraviglia@ukr.net), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7820-4263>

\*Correspondence: [orlov.botany@gmail.com](mailto:orlov.botany@gmail.com)