

УДК 631.416:504.054:631.95(477.81)

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.149.1.31>

МОНІТОРИНГ ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ РАДІОНУКЛІДОМ ¹³⁷Cs НА ТЕРИТОРІЇ САРНЕНСЬКОГО РАЙОНУ РІВНЕНСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Гуцук В.І. – аспірант кафедри агрохімії, ґрунтознавства та землеробства імені С.Т. Вознюка,

Національний університет водного господарства та природокористування

orcid.org/0009-0009-7335-7477

У статті наведено результати дослідження сучасного радіоекологічного стану ґрунтів північної частини Рівненської області на прикладі території Сарненського району. Дослідження базується на порівняльному аналізі даних агрохімічної та радіоекологічної паспортизації земель (2011–2015 рр.) і результатів власних польових та лабораторних досліджень, проведених у 2025 році, що дозволило оцінити динаміку змін рівнів радіоактивного забруднення у часовому аспекті.

У межах дослідження проаналізовано вертикальний розподіл радіонукліду ¹³⁷Cs у ґрунтовому профілі на глибинах 0–20, 20–40 та 40–60 см у різних типах угідь (луки, ліси та орні землі). Встановлено, що максимальні значення активності радіоцезію зосереджені у верхньому горизонті ґрунту (0–20 см), де його концентрація у кілька разів перевищує показники нижчих шарів, що свідчить про обмежену швидкість вертикальної міграції радіонукліду.

Найвищі рівні забруднення виявлено у природних екосистемах (лісових і лугових ділянках), що пояснюється накопиченням радіонуклідів у органічному горизонті та лісовій підстилиці, а також відсутністю механічного впливу на ґрунтовий профіль. На орних землях спостерігається більш рівномірний вертикальний розподіл ¹³⁷Cs унаслідок регулярного механічного перемішування ґрунту під час агротехнічного обробітку.

Порівняння сучасних результатів із даними агрохімічної паспортизації початку 2010-х років свідчить про поступове зниження рівнів радіоактивного забруднення ґрунтів у середньому на 20–40 %, що відповідає закономірностям природного розпаду радіонукліду, а також його перерозподілу у ґрунтовому профілі під впливом природних і антропогенних чинників.

Отримані результати підтверджують необхідність продовження системного радіоекологічного моніторингу ґрунтів Українського Полісся та впровадження агроекологічних заходів, спрямованих на зменшення переходу радіонуклідів у сільськогосподарську продукцію та забезпечення екологічної безпеки агроландшафтів.

Ключові слова: радіоекологія, ¹³⁷Cs, ґрунти Полісся, радіоактивне забруднення, вертикальна міграція радіонуклідів, радіологічний моніторинг.

Hushchuk V.I. Monitoring of soil contamination by the radionuclide ¹³⁷Cs in the Sarny district of the Rivne region

The article presents the results of monitoring of radioactive contamination of soils by the radionuclide ¹³⁷Cs in the northern part of Rivne region using the example of the territory of the former Dubrovynsia district (currently Sarny district). The research is based on a comparative analysis of agrochemical and radioecological land passportization data obtained during 2011–2015 and the results of field and laboratory investigations conducted in 2025.

The study focuses on determining the vertical distribution of the radionuclide ¹³⁷Cs within the soil profile and assessing the current radioecological condition of agricultural lands located in the Ukrainian Polissia region. Soil samples were collected from different types of land use, including meadow, forest and arable ecosystems, at depths of 0–20, 20–40 and 40–60 cm. The activity of the radionuclide was determined using gamma spectrometric analysis.



© Гуцук В.І., 2026

Стаття поширюється на умовах ліцензії CC BY 4.0

The results showed that the highest concentrations of radiocaesium are concentrated in the upper soil horizon (0–20 cm), where its activity significantly exceeds the values observed in deeper layers. This distribution pattern is typical for territories contaminated after the Chernobyl nuclear power plant accident and reflects the slow vertical migration of radionuclides in sandy and organic soils typical for the Polissia region.

Higher levels of contamination were observed in natural ecosystems such as forests and meadows due to the accumulation of radionuclides in the organic soil layer and forest litter. In contrast, arable soils demonstrate a more uniform vertical distribution of ^{137}Cs caused by mechanical mixing of soil during agricultural cultivation.

Comparison of modern research results with agrochemical passportization data from the early 2010s indicates a gradual decrease in soil contamination levels by approximately 20–40%. This decrease is mainly associated with radioactive decay of ^{137}Cs and its redistribution within the soil profile over time.

The obtained results confirm the necessity of continuous radioecological monitoring of soils in the Ukrainian Polissia region and highlight the importance of implementing agroecological measures aimed at reducing the transfer of radionuclides into agricultural products and ensuring environmental safety of agricultural production.

Key words: radioecology, ^{137}Cs , soil contamination, Polissia region, radionuclide migration, environmental monitoring.

Актуальність теми дослідження. Аварія на Чорнобильській атомній електростанції у квітні 1986 року спричинила масштабне радіоактивне забруднення значних територій України, Білорусі та Росії [10, с. 15]. Найбільшого радіоекологічного впливу зазнали північні регіони України, зокрема території Українського Полісся [10, с. 84], де значні площі сільськогосподарських угідь були забруднені довгоживучими радіонуклідами, передусім ^{137}Cs та ^{90}Sr .

За результатами агрохімічної та радіологічної паспортизації сільськогосподарських угідь встановлено, що у шести найбільш постраждалих областях України площа земель із щільністю забруднення ^{137}Cs у межах 37–185 кБк/м² становила близько 885 тис. га, тоді як площа земель із забрудненням понад 555 кБк/м² перевищувала 27 тис. га. Забруднення радіонуклідом ^{90}Sr охоплювало понад 3 млн га сільськогосподарських угідь різного ступеня радіоактивного навантаження [10, с. 78; 15, р. 54].

Складність радіоекологічної ситуації в регіонах Полісся значною мірою зумовлена природними ґрунтово-кліматичними умовами. Ґрунти цієї зони характеризуються підвищеною кислотністю, низьким вмістом гумусу, недостатнім забезпеченням поживними елементами та легким гранулометричним складом [1, с. 177; 2, с. 171]. Такі властивості сприяють підвищеній мобільності радіонуклідів і їх активному переходу із ґрунту в рослини, що зумовлює тривалу циркуляцію радіоактивних елементів у трофічних ланцюгах.

Одним із важливих напрямів реабілітації забруднених територій є застосування комплексу агрохімічних і меліоративних заходів, зокрема вапнування кислих ґрунтів, внесення мінеральних добрив та оптимізація структури землекористування. Однак після 1990-х років обсяги застосування таких заходів істотно скоротилися, а системне вапнування ґрунтів у багатьох районах практично припинилося. За сучасними оцінками, площа кислих ґрунтів, що потребують першого чергового вапнування, становить близько 624 тис. га, а загалом може досягати 1,5 млн га [6, с. 42].

Зменшення обсягів внесення добрив спричинило формування від'ємного балансу поживних елементів у ґрунтах, який у окремих регіонах становить від –90 до –164 кг/га. Це не лише знижує родючість ґрунтів, але й посилює ризики переходу радіонуклідів у сільськогосподарську продукцію.

Постановка проблеми. У сучасних умовах проблема використання радіоактивно забруднених земель має розглядатися у двох взаємопов'язаних аспектах: забезпечення безпечних умов проживання населення на забруднених територіях та відновлення продуктивного використання сільськогосподарських угідь.

Разом з тим, реалізація протирадіаційних заходів значною мірою обмежується економічними чинниками. За оцінками фахівців, фінансування відповідних програм в Україні протягом останніх років становить лише 10–25 % від реальної потреби. У таких умовах актуалізується питання раціонального використання ресурсів та оцінки доцільності проведення відновлювальних заходів на забруднених територіях.

Унаслідок природного радіоактивного розпаду радіонуклідів та поступової міграції їх у ґрунтовому профілі частина територій поступово переводиться до категорії умовно придатних для сільськогосподарського використання. Водночас відсутність системної агрохімічної та радіоекологічної паспортизації земель після 2010-х років створює ризики недостатнього контролю за рівнями радіоактивного забруднення [7, с. 22].

У зв'язку з цим виникає необхідність проведення нових комплексних досліджень, спрямованих на оцінку сучасного радіоекологічного стану ґрунтів, аналіз динаміки змін рівнів забруднення та визначення можливостей безпечного використання сільськогосподарських угідь у регіонах Українського Полісся.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблема радіоактивного забруднення ґрунтів у регіонах, постраждалих від аварії на Чорнобильській АЕС, залишається предметом численних наукових досліджень протягом останніх десятиліть. Значна увага приділяється вивченню процесів міграції радіонуклідів у ґрунтовому середовищі, особливостям їх вертикального розподілу та накопичення у різних типах екосистем [1, с. 178].

Дослідження українських науковців свідчать, що у ґрунтах Поліської зони після випадіння радіоактивних опадів основна частина радіонукліду ^{137}Cs концентрується у верхньому горизонті ґрунтового профілю. У працях М. І. Майстренка, В. І. Долженчука, Н. М. Рідей та інших авторів розглянуто агроекологічний стан ґрунтів радіоактивно забруднених територій, закономірності накопичення радіонуклідів у різних типах угідь та ефективність агротехнічних заходів щодо зменшення їх надходження у сільськогосподарську продукцію [2, с. 171; 5, с. 36].

Окремий напрям досліджень пов'язаний із вивченням поведінки радіонуклідів у ґрунтовому профілі та оцінкою швидкості їх вертикальної міграції. За результатами досліджень встановлено, що після первинного випадіння радіоцезій поступово фіксується мінеральними частками ґрунту та органічною речовиною, що обумовлює відносно повільне переміщення радіонукліду у нижчі горизонти [4, с. 114]. Значною мірою характер міграції ^{137}Cs визначається фізико-хімічними властивостями ґрунтів, зокрема гранулометричним складом, кислотністю та вмістом гумусу.

Результати міжнародних досліджень також підтверджують, що навіть через кілька десятиліть після аварії більша частина радіоцезію залишається локалізованою у верхніх шарах ґрунту. За даними Міжнародного агентства з атомної енергії (ІАЕА) та Наукового комітету ООН з дії атомної радіації (UNSCEAR), у більшості забруднених регіонів Східної Європи понад 70–90 % активності ^{137}Cs зосереджено у верхніх 10–20 см ґрунтового профілю [15, с. 72].

Разом із тим характер вертикального розподілу радіонуклідів суттєво залежить від типу землекористування. У природних екосистемах (ліси, луки)

радіоцезій накопичується переважно у поверхневих органічних горизонтах та лісовій підстилці, тоді як на орних землях спостерігається більш рівномірний його розподіл у межах орного шару внаслідок регулярного механічного обробітку ґрунту [6, с. 17].

Незважаючи на значну кількість наукових досліджень, питання сучасного стану радіоактивного забруднення ґрунтів у північних районах Рівненської області залишається недостатньо вивченим. Після завершення системної агрохімічної та радіоекологічної паспортизації земель у 2010-х роках комплексні польові дослідження проводяться обмежено, що ускладнює оцінку сучасної радіоекологічної ситуації. У зв'язку з цим актуальним є проведення порівняльного аналізу сучасних результатів радіологічного контролю із даними попередніх років та дослідження вертикального розподілу радіонуклідів у ґрунтовому профілі різних типів угідь.

Мета, матеріали та методи досліджень. Метою дослідження є оцінка сучасного радіоекологічного стану ґрунтів Сарненського району Рівненської області та аналіз динаміки змін рівнів забруднення радіонуклідом ^{137}Cs шляхом порівняння результатів агрохімічної паспортизації земель (2011–2015 рр.) з даними польових і лабораторних досліджень 2025 року.

Дослідження проводилися на території Сарненського району Рівненської області. У роботі використано матеріали агрохімічної та радіоекологічної паспортизації земель (2011–2015 рр.) та результати власних польових досліджень, проведених у 2025 році.

Відбір зразків ґрунту здійснювався на території громад сіл Бережниця, Висоцьк і Милячі на ділянках різних типів угідь (луки, ліси, рілля). Для визначення вертикального розподілу радіонукліду ^{137}Cs проби відбиралися з шарів ґрунту 0–20, 20–40 та 40–60 см відповідно до «Методики комплексного радіаційного обстеження територій, забруднених внаслідок Чорнобильської катастрофи» (2007).

Вміст ^{137}Cs у ґрунтах визначали методом гамма-спектрометрії з використанням судин Марінеллі об'ємом 1 л при тривалості вимірювання 1 година. Оцінку рівнів радіоактивного забруднення проводили відповідно до нормативів ДР-2006.

Результати дослідження. Радіоактивне забруднення ґрунтів Рівненського Полісся сформувалося внаслідок випадіння радіоактивних опадів після аварії на Чорнобильській АЕС. За результатами багаторічних досліджень встановлено, що характер і рівні забруднення значною мірою залежать від типу ґрунтів, особливостей ландшафту та умов землекористування [10, с. 215].

У поліських районах Рівненської області налічується близько 21,2 тис. га органічних ґрунтів, що становить приблизно 16,2 % від загальної площі обстежених земель. Близько 30 % цих ґрунтів характеризуються щільністю забруднення понад 37 кБк/м² (6,4 тис. га), з яких незначна частина має показники понад 185 кБк/м². Відомо, що саме органічні ґрунти характеризуються підвищеним накопиченням радіоцезію, де щільність забруднення може досягати 166,5–222 кБк/м².

Перші масштабні дослідження забруднених територій Рівненської області були проведені у 1989–1992 рр., коли здійснювалося суцільне радіологічне обстеження сільськогосподарських угідь. Результати цих досліджень показали, що площа орних земель Поліської зони зі щільністю забруднення ^{137}Cs понад 37 кБк/м² становила 82,85 тис. га, що відповідало 43,11 % обстежених орних земель Полісся або 17,36 % усіх сільськогосподарських угідь області. Найбільші площі забруднених земель були зосереджені у північних районах області: у Дубровицькому районі – 83,1 %, Рокитнівському – 79,6 %, Зарічненському – 62,1 %, Володимирецькому – 61,5 % [3, с. 31].

Подальші тури агрохімічного обстеження показали поступове зменшення площ радіоактивно забруднених земель. Зокрема, за результатами 7-го туру агрохімічного обстеження (1996-2000 рр.) площа угідь зі щільністю забруднення понад 37 кБк/м² зменшилася до 34,95 тис. га. Водночас у чотирьох найбільш постраждалих районах Полісся (Володимирецькому, Дубровицькому, Зарічненському та Рокитнівському) значна частина угідь залишалася у зоні підвищеного радіоекологічного контролю.

Важливим етапом оцінки радіоекологічного стану ґрунтів стало проведення десятого туру агрохімічної паспортизації земель Рівненської області у 2011–2015 роках. У межах цього етапу здійснювалася оцінка щільності забруднення ґрунтів радіонуклідом ¹³⁷Cs на територіях, що зазнали впливу Чорнобильської аварії [11, р. 108].

На рис. 1 наведено розподіл площ земель у трьох населених пунктах Сарненського району – Бережниця, Висоцьк і Милячі – залежно від рівнів забруднення ¹³⁷Cs.

Аналіз наведених даних свідчить, що станом на 2015 рік у селі Бережниця переважали умовно чисті землі із щільністю забруднення менше 1 Кі/км² (82,9 %). У селі Висоцьк, навпаки, більшість території характеризувалася рівнями забруднення у межах 1–5 Кі/км² (75,2 %), що свідчить про збереження підвищеного радіоекологічного навантаження на цій території. У селі Милячі спостерігалася більш змішана структура забруднення ґрунтів.

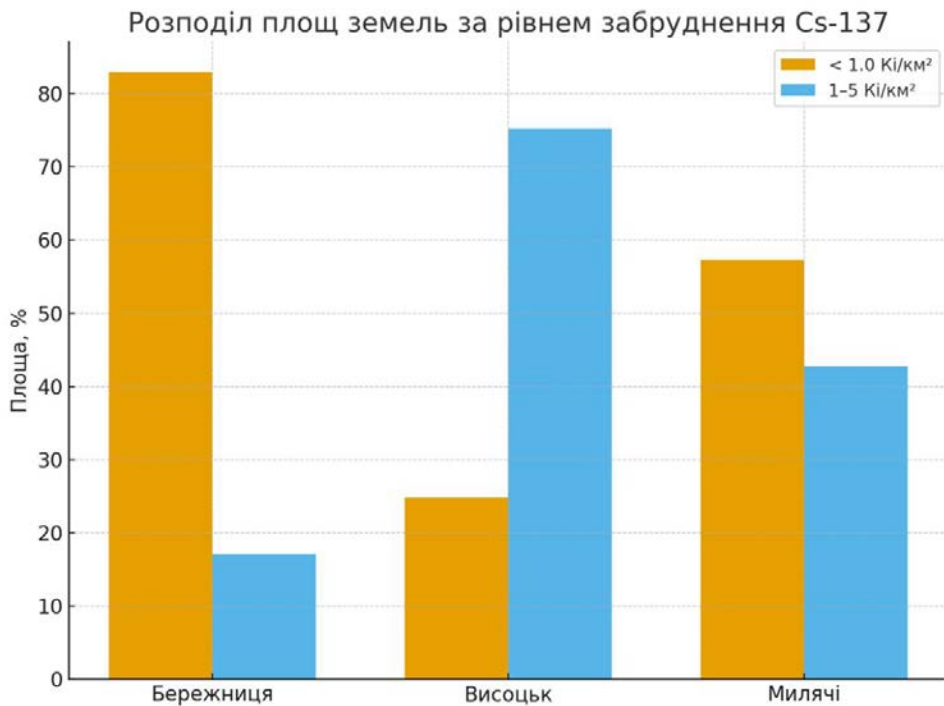


Рис. 1. Розподіл площ земель за рівнем забруднення Cs137

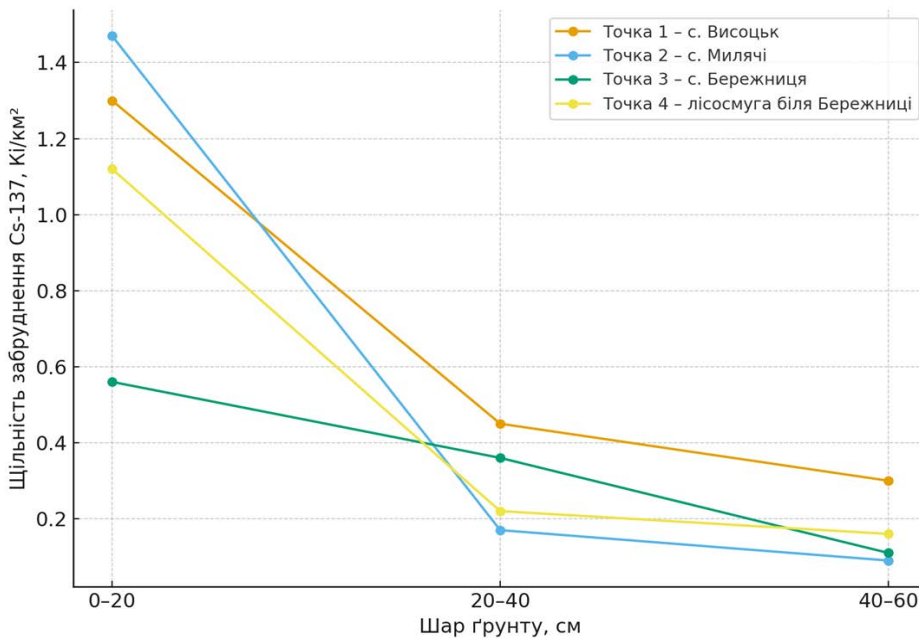
Для оцінки сучасного радіоекологічного стану ґрунтів у 2025 році було проведено власні польові дослідження на території Сарненського району. Відбір ґрунтових зразків здійснювався на території громад населених пунктів (Бережниця, Висоцьк, Милячі) на ділянках різних типів землекористування – луках, лісових масивах та орних землях.

Результати лабораторних досліджень вмісту ^{137}Cs у ґрунтовому профілі наведені у табл. 2 та на рис. 2.

Таблиця 2

Результати лабораторних досліджень

Точка	Місце відбору	Шар ґрунту, см	Щільність забруднення Cs-137 , Кі/км^2
1	Луки, пасовище с. Висоцьк	0–20	1,3
1	Луки, пасовище с. Висоцьк	20–40	0,45
1	Луки, пасовище с. Висоцьк	40–60	0,30
2	С. Милячі, західна околиця, сосновий ліс	0–20	1,47
2	С. Милячі, західна околиця, сосновий ліс	20–40	0,17
2	С. Милячі, західна околиця, сосновий ліс	40–60	0,09
3	Ріля, посіви сої, околиці с. Бережниця	0–20	0,56
3	Ріля, посіви сої, околиці с. Бережниця	20–40	0,36
3	Ріля, посіви сої, околиці с. Бережниця	40–60	0,11
4	Лісосмуга біля точки 3	0–20	1,12
4	Лісосмуга біля точки 3	20–40	0,22
4	Лісосмуга біля точки 3	40–60	0,16

Рис. 2. Розподіл Cs-137 у ґрунтовому профілі (2025 р.)

Аналіз отриманих результатів показує чітку закономірність вертикального розподілу радіонукліду ^{137}Cs у ґрунтовому профілі. Найвищі значення активності радіоцезію зафіксовані у верхньому горизонті ґрунту (0–20 см), тоді як у глибших шарах (20–40 та 40–60 см) рівень забруднення зменшується у 3–10 разів.

На лугових та лісових ділянках (точки 1, 2 і 4) спостерігається найбільша концентрація радіонукліду у поверхневому шарі ґрунту. Це пояснюється накопиченням радіоцезію у органічному горизонті та лісовій підстилці, що характерно для природних екосистем. У межах орних земель (точка 3) вертикальний розподіл радіонукліду є більш рівномірним, що пов'язано з регулярним механічним обробіткою ґрунту та перемішуванням орного шару.

Загалом встановлено, що сучасний рівень забруднення ґрунтів у досліджуваних ділянках становить у межах 0,5–1,5 $\text{Кі}/\text{км}^2$, що відповідає територіям зони посиленого радіоекологічного контролю. Наявність значень активності понад 1 $\text{Кі}/\text{км}^2$ у верхньому горизонті ґрунту свідчить про необхідність подальшого моніторингу таких територій та обережного використання їх у сільськогосподарському виробництві.

Висновки та перспективи подальших досліджень.

1. Проведений аналіз результатів агрохімічної та радіоекологічної паспортизації сільськогосподарських угідь Рівненської області (2011–2015 рр.) показав, що значні площі земель північних районів області залишаються у зоні підвищеного радіоекологічного контролю. Найбільш забрудненими територіями є польські райони, зокрема Дубровицький, Рокитнівський, Зарічненський та Володимирецький.

2. За результатами польових та лабораторних досліджень, проведених у 2025 році, встановлено, що основна частина радіонукліду ^{137}Cs зосереджена у верхньому шарі ґрунтового профілю (0–20 см). У нижчих горизонтах (20–40 та 40–60 см) активність радіоцезію зменшується у 3–10 разів, що свідчить про відносно повільну вертикальну міграцію радіонукліду.

3. Найвищі рівні забруднення ґрунтів виявлено у природних екосистемах – лісових та лугових угіддях, де радіонукліди накопичуються у верхньому органічному горизонті та лісовій підстилці. На орних землях спостерігається більш рівномірний розподіл радіоцезію у межах орного шару, що пов'язано з регулярним механічним обробіткою ґрунту.

4. Порівняння сучасних результатів досліджень із даними агрохімічної паспортизації початку 2010-х років свідчить про поступове зниження рівнів радіоактивного забруднення ґрунтів у середньому на 20–40 %, що відповідає закономірностям природного радіоактивного розпаду ^{137}Cs та його перерозподілу у ґрунтовому профілі.

5. Незважаючи на загальну тенденцію до зниження активності радіонуклідів, ґрунти досліджуваних територій мають залишатися у зоні посиленого радіоекологічного контролю, що зумовлює необхідність подальшого системного моніторингу та впровадження агроекологічних заходів, спрямованих на мінімізацію переходу радіонуклідів у сільськогосподарську продукцію.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Майстренко М. І., Дацько Л. В., Андросович Т. П. Порівняльна характеристика агроекологічного стану ґрунтів і якості продукції у різних типах господарств. Охорона родючості ґрунтів. 2008. № 4. С. 176–180. URL: <https://share.google/bRI1H2evHvkWTWOnD>

2. Долженчук В. І., Крупко Г. Д. Агрохімічна характеристика ґрунтів Рівненщини. Охорона родючості ґрунтів. 2008. № 4. С. 170–176.
3. Шестопапов В. М. Радіоактивне забруднення і бар'єрні функції геологічного середовища в зоні відчуження. Бюлетень екологічного стану зони відчуження та зони безумовного (обов'язкового) відселення Чорнобиля. К.: Інтерінформ, 2000. № 15. С. 25–39.
4. Досвід подолання наслідків Чорнобильської катастрофи / за ред. П. П. Надточія. К.: Світ, 2003. 510 с.
5. Рідей Н. М., Кічно В. О., Наумовська О. І., Сківська Д. В. Оцінка радіологічних показників при екологічній паспортизації сільськогосподарських угідь. Агроекологічний журнал. 2007. № 4. С. 35–37.
6. Ведення сільськогосподарського виробництва на територіях, забруднених внаслідок Чорнобильської катастрофи, у віддалений період: методичні рекомендації / за заг. ред. акад. УААН Б. С. Прістера. К.: Атіка-Н, 2007. 196 с.
7. Загальнодозиметрична паспортизація населених пунктів України, які зазнали радіоактивного забруднення після Чорнобильської аварії (узагальнені дані за 2001–2004 рр.). К., 2006. Збірка 10. С. 43–44. URL: <https://inis.iaea.org/records/kcc4b-86m42/files/52022212.pdf?download=1>
8. Загальнодозиметрична паспортизація та результати ЛВЛ-моніторингу в населених пунктах України, які зазнали радіоактивного забруднення після Чорнобильської аварії (узагальнені дані за 2005–2006 рр.). К., 2007. Збірка 11. С. 42–43. URL: <https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/17-civik-2018/radiation-passportization-2007.pdf>
9. Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ^{137}Cs та ^{90}Sr у продуктах харчування та питній воді: гігієнічний норматив ГН 6.6.1.1. -130-2006. К., 2006. 18 с. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0130282-06>
10. Кашпаров О. П., Юрченко В. І., Хомутинін Ю. В. та ін. Радіоекологічні наслідки Чорнобильської аварії у контексті сучасності. К.: Інститут радіологічного моніторингу НАН України, 2017. 412 с.
11. Хомутинін Ю. В., Кашпаров О. П., Левчук С. Є. та ін. Мобільність радіоцезію у системі ґрунт–рослина Українського Полісся. *Journal of Environmental Radioactivity*. 2020. Т. 213. С. 106–150. Art. 106150.
12. Бар'яхтар В. Г., Гродзинський Д. М., Лазарев М. М. Радіобіологія : підручник. Київ : Либідь, 2008. 512 с.
13. Howard B. J., Beresford N. A., Voigt G. Radionuclide Transfer to Animals and Man. Luxembourg: European Commission, 1993. 128 p. URL: https://www.researchgate.net/publication/323448794_Radionuclide_transfer_to_wildlife_at_a_'Reference_site'_in_the_Chernobyl_Exclusion_Zone_and_resultant_radiation_exposures
14. Steinhauser G., Brandl A., Johnson T. E. Half-lives and biological behaviour of radionuclides. *Science of the Total Environment*. 2014. Vol. 470–471. pp. 800–809. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.10.007>
15. UNSCEAR. Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation. Report to the General Assembly with Scientific Annexes. New York: United Nations, 2016. 340 p. 16. UNSCEAR. Developments since the 2016 Report. New York: United Nations, 2020. 294 p.

Дата першого надходження статті до видання: 30.04.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 22.05.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.05.2026