

ЕКОЛОГІЯ

УДК 504.054:551.521

Радіологічний стан ґрунтів у місцях ведення бойових дій на території Народицької територіальної громади**Романчук Л.Д.¹ , Ковальова С.П.¹ ,
Овезмирадова О.Б.² , Кондратюк Д.М.³**¹ ДУ «Житомирська Політехніка»² Херсонський державний аграрно-економічний університет³ Природний заповідник «Древлянський»

Романчук Л.Д. E-mail: ludmilaromanchuck14@gmail.com; Кондратюк Д.М. kondratiuk921@ukr.net



Романчук Л.Д., Ковальова С.П., Овезмирадова О.Б., Кондратюк Д.М. Радіологічний стан ґрунтів у місцях ведення бойових дій на території Народицької територіальної громади. «Агробіологія», 2025. № 1. С. 363–370.

Romanchuk L., Kovalyova S., Ovezmiradova O., Kondratiuk D. Radiological condition of soils in areas of conducting military operations within the Narodychi territorial community. «Agrobiology», 2025. no. 1, pp. 363–370.

Рукопис отримано: 31.03.2025 р.

Прийнято: 15.04.2025 р.

Затверджено до друку: 22.05.2025 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2025-195-1-363-370

За масштабами радіоактивного забруднення Житомирська область є одним з найбільш постраждалих регіонів внаслідок аварії на ЧАЕС. Через високу щільність забруднення радіонуклідами, з господарського користування було виведено понад 70 тис. га земель. За оцінкою науковців, певне покращення радіологічного стану відбулось у поставарійний період завдяки вжитим контрзаходам, спрямованих на мінімізацію наслідків аварії, а також за природних процесів фізичного напіврозпаду радіонуклідів. Проте, з початком ведення бойових дій екологічна ситуація в зоні радіоактивного забруднення значно загострилась. Воєнні дії російської армії за понад місяць окупації зони відчуження Чорнобильської АЕС, зумовили підвищення рівня радіаційного фону та створили додатковий радіаційний вплив на природні екосистеми цього регіону. Для оцінки радіологічного стану ґрунтів проведено визначення щільності їх забруднення штучними та природними радіонуклідами в місцях обстрілів населених пунктів Народицької територіальної громади.

За результатами проведених досліджень встановлено, що щільність забруднення ґрунтового покриву ^{137}Cs в межах Народицької ОТГ становить – 4,07–484,70 кБк/м² (0,11–13,10 Ки/км²), ^{90}Sr – 0,44–8,10 кБк/м² (0,012–0,219 Ки/км²). Найвищий рівень забруднення цезієм та стронцієм спостерігається в межах с. Кліщівка. Рівень вмісту природних радіонуклідів у межах досліджуваних населених пунктів становить: ^{40}K – 12,95–118,03 кБк/м²; ^{232}Th – 1,92–5,22 кБк/м²; ^{226}Ra – 2,00–11,47 кБк/м². Встановлено, що зі збільшенням відстані від місця обстрілу, щільність забруднення ґрунту радіонуклідами (^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{40}K , ^{232}Th) збільшується, досягаючи максимальних значень у зразках, відібраних у радіусі 50 м від місця утворення вирви. Протилежну залежність спостерігали стосовно ^{226}Ra , максимальну щільність якого зафіксовано безпосередньо у місці утворення вирви.

Ключові слова: радіологічний стан ґрунтів, природні та штучні радіонукліди, цезій, стронцій, калій, торій, радій, щільність забруднення.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Загострення несприятливої екологічної ситуації – один з численних злочинів, пов'язаний з повномасштабним вторгненням російських військ в Україну. Російська агресія та ведення активних бойових дій на території нашої країни завдали значної шкоди природним екосистемам. Внаслідок обстрілів та вибухів боєприпасів, що спричинили радіоактивні викиди, пожежі, горіння нафтопродуктів в атмосферне повітря, потрапило близько 1,2 млн т забруднювальних речовин. Військові дії зумовили порушення та забруднення ґрунтових екосистем на понад 30 % території України [1]. За попередніми даними Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України, площа забруднених ґрунтів складає понад 1,15 млн м², що завдає країні збитків на 20,06 млрд грн [4].

Питання забруднення ґрунтів внаслідок воєнних дій, з перших днів повномасштабного вторгнення знаходиться в полі зору багатьох дослідників, оскільки піднімає проблему можливості подальшого безпечного землекористування [3, 5, 7, 14–16]. Серед прогнозованих наслідків, найбільш відчутними в найближчі роки стануть деградація ґрунтів, втрата їх буферної стійкості, здатності до самовідновлення, що відповідно призведе до зниження водопроникності, порушення аерації, біохімічних та мікробіологічних процесів, погіршення водного та повітряного режимів, порушення кореневого живлення, пригнічення росту і розвитку рослин тощо [2, 5, 16]. Крім того, актуальною екологічною проблемою буде хімічне забруднення ґрунтів, що матиме негативні довгострокові наслідки для їх відновлення. Наразі досить критичною є ситуація в зоні бойових дій на Сході України, де науковці відмічають суттєве забруднення земель титаном, стронцієм, свинцем, ртуттю, цинком, кадмієм, міддю, нікелем, фосфором, барієм та іншими елементами [2, 3]. Проте особливе занепокоєння викликає стан ґрунтів зони радіоактивного забруднення, оскільки саме з перших днів вторгнення, окупантами були захоплені найбільші атомні електростанції нашої країни.

Варто відмітити, що значна частина території Житомирського Полісся внаслідок аварії на ЧАЕС, ще задовго до повномасштабного вторгнення знаходилася під інтенсивним техногенним впливом, зумовленим викидом радіоактивних елементів зі зруйнованого атомного реактора [23]. Водночас, воєнні дії російської армії за понад місяць

окупації зони відчуження Чорнобильської АЕС, створили додатковий радіаційний вплив на природні екосистеми цього регіону. Переміщення російської техніки територією захоронення радіоактивних відходів призвело до порушення ґрунтового профілю, поширення радіоактивного пилу, що спричинило підвищення рівня радіаційного фону у понад 7 разів [6]. Активні бойові дії призвели до масштабних пожеж в лісових екосистемах, чим зумовили перенесення радіоактивних речовин на значну відстань від осередків горіння [7, 8]. Забруднення ґрунтового покриву спостерігається також у місцях детонації снарядів і ракет, оскільки матеріали для виробництва боєприпасів містять значну кількість токсичних елементів [3, 5]. Зважаючи на необхідність відновлення і подальшого раціонального користування земельними ресурсами, пріоритетними у цей проблематиці є дослідження радіологічного стану ґрунтів, порушених внаслідок воєнних дій.

Мета дослідження – оцінка радіологічного стану ґрунтів Народицької ОТГ, що зазнали вибухів внаслідок детонації снарядів та ракет.

Матеріал і методи дослідження. Дослідження проводили у 2024 р. в межах населених пунктів Народицької ОТГ Коростенського району Житомирської області, що належать до зони радіоактивного забруднення внаслідок аварії на ЧАЕС.

Відбір ґрунтових зразків для радіологічного аналізу проводили безпосередньо у місцях вирв, що утворилися внаслідок влучання російських ракет та на відстані 50 і 100 м. Об'єднані зразки ґрунту формували з точкових проб, відібраних по периметру вирви.

Відбір ґрунтових зразків здійснювали безпосередньо у вирві та на відстані 50 і 100 м від утвореної вирви, формуючи середні проби із відібраних по усьому периметру зразків.

Координати та розміри вирв, що утворилися внаслідок російської агресії представлено у таблиці 1.

Відбір зразків ґрунту для визначення природних та штучних радіонуклідів проводили згідно з чинними нормативними документами, а саме відповідно до ДСТУ ISO 10381–2:2004 «Якість ґрунту. Відбирання проб. Частина 2. Настанови з методів відбирання проб» [10]; ДСТУ 4287:2004 «Якість ґрунту. Відбирання проб» [11] та «Методики комплексного радіаційного обстеження забруднених внаслідок Чорнобильської катастрофи територій (за винятком територій зони відчуження)» [12].

Таблиця 1 – Місця відбору ґрунтових зразків на радіактивно забруднених територіях (2-ї зони)

№ з/п	Населений пункт	Розміри вирв (глибина, довжина, ширина)	Координати
1	смт Народичі	3,4×13,0×11,5	300 м на північ від смт Народичі 51°12'35.3" N 29°04'59.0"E
2	с. Базар, окружна	5×9×6	51°02'40.9" N 29°16'47.3"E
3	с. Базар	6,0×11,5×10,9	51°04'27.1" N 29°19'18.9"E
4	с. Кліщіївка	3×6×4	51°07'31.0" N 29°10'01.1"E

Щільності забруднення ґрунту радіонуклідами визначали спектрометричним методом з використанням сцинтиляційного гамма-бета-спектрометра МКС-АТ-1315 згідно з методикою BS EN ISO 18589–1:2019 [13].

Визначення ^{137}Cs і ^{90}Sr у ґрунті проводили у літровій геометрії посудини Маринеллі з часом експозиції 1 година. Відносна похибка визначення питомої активності радіонуклідів становила 10–20 %.

Лабораторні дослідження виконували згідно з чинними нормативними документами у вимірювальній лабораторії агрохімічних досліджень, екологічної безпеки земель та якості продукції Інституту сільського господарства Полісся НААН України.

Результати дослідження та їх обговорення. За масштабами радіоактивного забруднення Житомирська область є одним з найбільш постраждалих регіонів внаслідок аварії на ЧАЕС. Через високу щільність забруднення радіонуклідами, з господарського користування було виведено понад 70 тис. га земель [23]. За оцінкою науковців, певне покращення радіологічного стану відбулось у поставарійний період завдяки вжитим контрзаходам, спрямованих на мінімізацію наслідків аварії, а також за природних процесів фізичного напіврозпаду радіонуклідів [17–22]. Проте з початком ведення бойових дій у зоні радіоактивного забруднення екологічна ситуація в регіоні дещо загострилась [6, 7]. Для оцінки радіологічного стану ґрунтів проведено визначення щільності їх забруднення штучними та природними радіонуклідами.

За результатами проведеного радіологічного аналізу встановлено, що щільність забруднення ґрунтів ^{137}Cs в місцях обстрілів варіювала від 4,07 до 484,70 кБк/м^2 (0,11–13,10 Ки/км^2), ^{90}Sr – від 0,44 до 8,10 кБк/м^2 (0,012–0,219 Ки/км^2), (рис. 1, 2). Зокрема, у місцях утворення вирв, щільність забруднення ґрунту ^{137}Cs коливалась у межах

4,07–83,25 кБк/м^2 (0,11–2,25 Ки/км^2), ^{90}Sr – 0,44–3,22 кБк/м^2 (0,012–0,087 Ки/км^2).

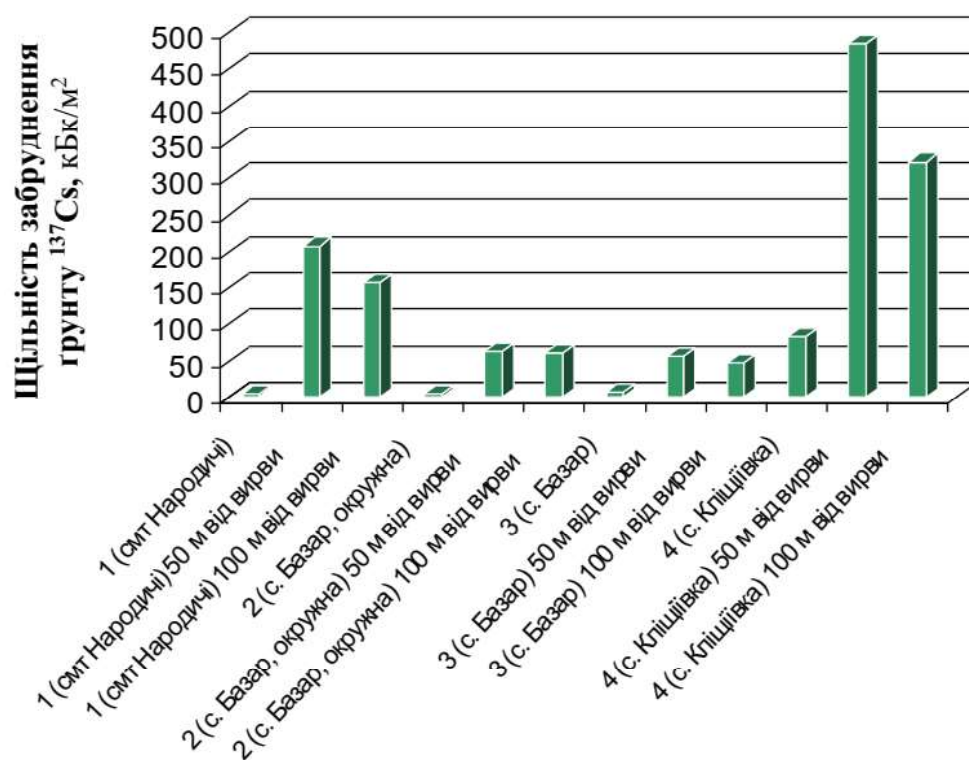
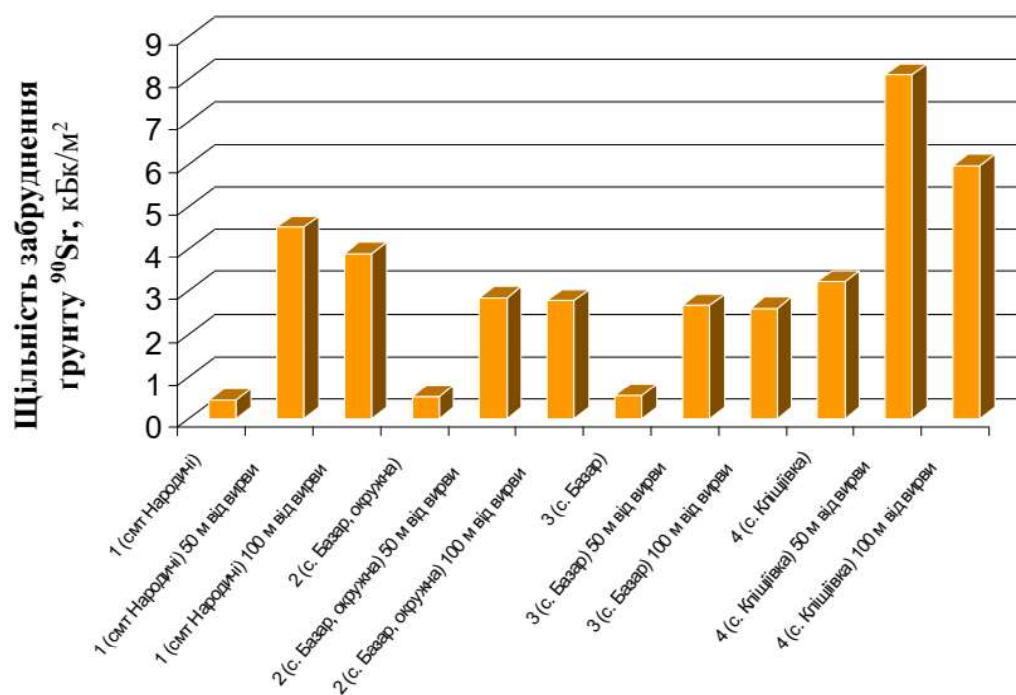
Найвищу щільність забруднення ґрунтів штучними радіонуклідами (^{137}Cs , ^{90}Sr) відмічено в ґрунтах, відібраних на відстані 50 м від місця утворення вирви, що очевидно пов'язано з порушенням ґрунтового профілю внаслідок вибуху та переміщення часток ґрунту з нижніх горизонтів у верхні. Показники радіоактивного забруднення ґрунтів ^{137}Cs на цих ділянках становили 55,50–484,70 кБк/м^2 (1,50–13,10 Ки/км^2) і перевищували відповідні значення у ґрунтових зразках, відібраних безпосередньо в місцях вирв у 5,8–13,6 разів. Забруднення ґрунтів ^{90}Sr становило 2,66–8,10 кБк/м^2 (0,072–0,219 Ки/км^2) з перевищенням у 2,51–6,04 разів відповідно.

Зі збільшенням відстані відбору ґрунтових зразків до 100 м від утворення вирви, щільність забруднення ґрунту ^{137}Cs зменшувалась у 1,2–1,5 раза (46,25–321,53 кБк/м^2 (1,25–8,69 Ки/км^2)), ^{90}Sr – у 1,02–1,35 раза (2,59–5,96 кБк/м^2 (0,070–0,161 Ки/км^2)).

Варто відмітити, що найвищий рівень забруднення ґрунтів ^{137}Cs спостерігався в межах с. Кліщіївка. Відповідно до проведеного у 1992 р. розподілу площ, цей населений пункт було віднесено до II зони, що характеризується щільністю забруднення ґрунтів понад 555 кБк/м^2 ($> 15 \text{ Ки/км}^2$).

Аналогічну ситуацію у місцях обстрілів спостерігали щодо розподілу природних радіонуклідів. За результатами дослідження ґрунтових зразків на вміст природних радіонуклідів встановлено, що щільність їх забруднення ^{40}K варіювала у межах 12,95–118,03 кБк/м^2 (табл. 2).

Найменші показники цього елементу відмічено у зразках ґрунту, відібраних у с. Кліщіївка, найбільші – в межах окружної с. Базар. Очевидно, що такий розподіл ^{40}K в межах досліджуваних населених пунктів пов'язаний зі щільністю ^{137}Cs у ґрунтах, що є його аналогом.

Рис. 1. Щільність забруднення ґрунту ^{137}Cs , кБк/м^2 .Рис. 2. Щільність забруднення ґрунту ^{90}Sr , кБк/м^2 .

Таблиця 2– Щільність забруднення ґрунтів природними радіонуклідами, кБк/м²

Місце відбору зразків	⁴⁰ K	²³² Th	²²⁶ Ra
1 (сmt Народичі)	49,21±3,12	1,92±0,18	2,00±0,19
1 (сmt Народичі) 50 м від вирви	97,31±5,57	3,85±0,36	2,33±0,21
1 (сmt Народичі) 100 м від вирви	86,58±4,35	3,40±0,29	2,22±0,20
2 (с. Базар, окружна)	59,94±3,54	2,29±0,20	2,44±0,24
2 (с. Базар, окружна) 50 м від вирви	118,03±8,03	5,22±0,54	2,81±0,25
2 (с. Базар, окружна) 100 м від вирви	99,76±5,16	4,84±0,41	2,66±0,19
3 (с. Базар)	39,93±2,07	2,40±0,21	2,82±0,28
3 (с. Базар) 50 м від вирви	75,55±3,90	5,13±0,56	3,25±0,32
3 (с. Базар) 100 м від вирви	66,25±3,65	4,96±0,53	3,07±0,22
4 (с. Кліщіївка)	12,95±1,03	1,30±0,11	11,47±0,98
4 (с. Кліщіївка) 50 м від вирви	15,91±1,10	1,83±0,14	7,77±0,74
4 (с. Кліщіївка) 100 м від вирви	14,69±1,22	1,70±0,16	8,01±0,80

Щільність забруднення ґрунтів досліджуваних територій природним радіонуклідом ²³²Th варіювала в межах 1,30–5,62 кБк/м². Результати досліджень ґрунтів показали, що зразки, відібрані у с. Кліщіївка мали найменшу щільність ²³²Th – 1,30–1,83 кБк/м², тимчасом найбільші показники щільності цього елементу – 2,29–5,22 кБк/м² зафіксовано у ґрунтах в межах обстежених територій с. Базар.

Найбільшу щільність забруднення ґрунтів ⁴⁰K та ²³²Th відмічали в ґрунтових зразках, відібраних на відстані 50 м від місця утворення вирви. У досить широких межах – 2,00–11,47 кБк/м² варіювали показники щільності забруднення ґрунтів ²²⁶Ra. Найвищу концентрацію цього елементу, що становила 7,77–11,47 кБк/м², відмічено у зразках, відібраних на присадибній ділянці с. Кліщіївка. Варто зазначити, що надто високі показники щільності ²²⁶Ra, на відміну від інших природних радіонуклідів, зафіксовані безпосередньо у місці утворення вирви, тимчасом на відстані 50 та 100 м від місця вибуху, його вміст знижувався в 1,43–1,47 рази. Висока концентрація цього радіонукліду в межах обстеженого об'єкта, ймовірно, обумовлена його наявністю у складі ракетного палива, що й могло спричинити підвищений вміст безпосередньо у місці вибуху. В інших обстежених населених пунктах щільність забруднення ґрунтових зразків ²²⁶Ra варіювала в межах 2,00–3,55 кБк/м².

Висновки. Щільність забруднення ґрунтового покриву ¹³⁷Cs в місцях обстрілів Народицької ОТГ становить – 4,07–484,70 кБк/м² (0,11–13,10 Ки/км²), ⁹⁰Sr – 0,44–8,10 кБк/м² (0,012–0,219 Ки/км²). Найвищий рівень забруднення цезієм та стронцієм спостерігається в межах с. Кліщіївка.

Рівень вмісту природних радіонуклідів у межах досліджуваних населених пунктів становив: ⁴⁰K – 12,95–118,03 кБк/м²; ²³²Th – 1,92–5,22 кБк/м²; ²²⁶Ra – 2,00–11,47 кБк/м².

Встановлено, що зі збільшенням відстані від місця обстрілу, щільність забруднення ґрунту радіонуклідами (¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr, ⁴⁰K, ²³²Th) збільшується, досягаючи максимальних значень у зразках, відібраних у радіусі 50 м від місця утворення вирви. Протилежну залежність спостерігали стосовно ²²⁶Ra, максимальну щільність якого зафіксовано безпосередньо у місці утворення вирви.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Яких екологічних наслідків зазнала Україна за час війни окрім збитків від підриву Каховської ГЕС. Офіційний сайт Київської школи економіки. 2023. URL: <https://kse.ua/ua/about-the-school/news/yakih-ekologichnih-naslidkiv-zaznala-ukrayina-zachas-viyni-okrim-zbitkiv-vid-pidrivu-kahovskoyi-ges/>
2. Війна в Україні знищує ґрунти – як врятувати мертві землі. 2022. URL: <https://superagronom.com/blog/925-viyna-v-ukrayini-znischuye-grunti-yak-vryatuvati-mertvi-zemli>
3. Сплодитель А., Голубцов О., Чумаченко С., Сорокіна Л. Забруднення земель внаслідок агресії росії проти України. URL: <https://ecoaction.org.ua/wp-content/uploads/2023/03/zabrudnennia-zemel-vid-rosii-full3.pdf>
4. Завдані збитки. Земельні ресурси. ЕкоЗагроза. Офіційний ресурс Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України. URL: <https://ecozagroza.gov.ua/damage/shove>
5. Наслідки для довкілля війни росії проти України / О. Ангурець та ін. Електронне науково-популярне видання. 2023. 84 с. URL: <https://cleanair.org.ua/wp-content/uploads/2023/03/cleanair.org.ua-war-damages-ua-version-04-low-res.pdf>
6. Перга Т.Ю. Екологічні наслідки війни росії проти України. Війна проти України: ДУ «Инсти-

тут всесвітньої історії НАН України». URL: <https://ivinas.gov.ua/viina-rf-proty-ukrainy/ekolohichni-naslidky-viiny-rosii-proty-ukrainy.html>

7. Дослідження у Чорнобильській зоні відчуження. Greenpeace. URL: <https://storymaps.arcgis.com/collections/89f769079c4a40c98a4b158e9e87d17c?item=2>

8. Кученко Б., Тестов П. Лісові пожежі внаслідок російського вторгнення та перспективи повоєнного відновлення українських лісів. Аналітична записка. 2023. 13 с. URL: https://epl.org.ua/wp-content/uploads/2023/08/Vplyv-vijny-nalisy_21-08-2023_clean.pdf

9. Сплодитель А.О. Методичні рекомендації з відбору проб ґрунту в зонах бойових дій. Київ-Чернівці: Друк Арт, 2023. 40 с. URL: https://uncg.org.ua/wp-content/uploads/2023/11/metodyka-gruntu_2023-1-1-2_compressed.pdf

10. ДСТУ ISO 10381-2:2004. Якість ґрунту. Відбирання проб. Настанови з методів відбирання проб. [Чинний від 2006-04.01]. Київ, 2004. Ч. 2. 11 с.

11. ДСТУ 4287:2004. Якість ґрунту. Відбирання проб. [Чинний від 2005-07.01]. Київ, 2004. 9 с.

12. Методика комплексного радіаційного обстеження забруднених внаслідок Чорнобильської катастрофи територій (за винятком території зони відчуження) / В.А. Кашпаров та ін. Київ: Атіка-Н, 2007. 60 с.

13. ДСТУ ISO 18589-1:2015. Вимірювання радіоактивності у довкіллі. ґрунт. Загальні настанови та визначення. [Чинний від 2016-04.01]. Київ, 2019. Ч. 1. 14 с.

14. Дребот О.І., Височанська М.Я. Еколого-економічні аспекти відновлення земель сільськогосподарського призначення внаслідок забруднення небезпечними речовинами в умовах війни. Всеукраїнська наук.-практ. конф. «Природа в окупації – 10 років російської військової агресії проти довкілля. Перспективи відновлення природоохоронних територій України». 2024. С. 121–123.

15. Линник Д.О., Грицуляк Г.М. Вплив військових дій на ґрунтовий покрив. Всеукраїнська наук.-практ. конф. «Природа в окупації – 10 років російської військової агресії проти довкілля. Перспективи відновлення природоохоронних територій України». 2024. С. 138–140.

16. Палапа Н.В. Екологічна катастрофа в Україні, спричинена російською федерацією. Всеукраїнська наук.-практ. конф. «Природа в окупації – 10 років російської військової агресії проти довкілля. Перспективи відновлення природоохоронних територій України». 2024. С. 153–156.

17. Retrospective dosimetry of Iodine-131 exposures using Iodine-129 and Caesium-137 inventories in soils—A critical evaluation of the consequences of the Chernobyl accident in parts of Northern Ukraine / R. Michel et al. Journal of environmental radioactivity. 2015. Т. 150. Р. 20–35.

18. Романчук Л.Д. Оцінка радіаційного стану ґрунтів у північних районах Житомирщини, постраждалих унаслідок аварії на ЧАЕС. Вісник аграрної науки. 2012. Вип. 6. С. 67–69.

19. Романчук Л.Д. Особливості накопичення ^{90}Sr у ґрунтах українського Полісся у віддалений період після аварії на Чорнобильській АЕС. Вісник Полтавської державної академії. 2012. Вип. 3. С. 72–75.

20. Романчук Л.Д. Особливості накопичення ^{127}I та ^{129}I , їх міграція в глибоких профілях ґрунту Полісся України. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва. 2012. Вип. 8. С. 26–31.

21. Куян В.Г., Овезмирадова О.Б. Сучасний радіологічний стан насаджень ягідних культур в умовах зони безумовного (обов'язкового) відселення Житомирщини. Карантин і захист рослин. 2013. Вип. 1. С. 9–11.

22. Романчук Л., Лопатюк О., Ковальова С. Радіологічна оцінка продуктів харчування мешканців радіоактивно забруднених територій у віддалений період після аварії на ЧАЕС. Наукові горизонти. 2016. Т.2. Вип. 19. С. 11–16.

23. Рекомендації по веденню сільськогосподарського виробництва в умовах радіоактивного забруднення північних районів Житомирщини, постраждалих у результаті аварії на Чорнобильській АЕС на період 2011–2016 рр. / М.М. Дейсан та ін. Житомир, 2011. 30 с.

REFERENCES

1. Yakykh ekolohichnykh naslidkiv zaznala Ukraina za chas viiny okrim zbytkiv vid pidryvu Kakhovskoi HES [What environmental consequences has Ukraine suffered during the war apart from the Kakhovka HPP explosion?]. Ofitsiyni sait Kyivskoi shkoly ekonomiky [Official website of the Kyiv School of Economics]. 2023. Available at: <https://kse.ua/ua/about-the-school/news/yakih-ekologichnih-naslidkiv-zaznala-ukrayina-za-chas-viiny-okrim-zbitkiv-vid-pidryvu-kahovskoyi-ges/>

2. Viina v Ukraini znyshchuie grunty – yak vriatuvaty mertvi zemli [The war in Ukraine destroys soils – how to save the dead land]. 2022. Available at: <https://superagronom.com/blog/925-viyna-v-ukrayini-znischuye-grunty-yak-vryatuvaty-mertvi-zemli>

3. Splotyotet, A., Holubtsov, O., Chumachenko, S., Sorokina, L. Zabrudnennia zemel vnaslidok ahresii Rosii proty Ukrainy [Soil contamination due to Russian aggression against Ukraine]. Available at: <https://ecoaction.org.ua/wp-content/uploads/2023/03/zabrudnennia-zemel-vid-rosii-full3.pdf>

4. Zavdani zbytky. Zemelni resursy. EkoZahroza. [Incurred damages. Land resources. EcoThreat]. Ofitsiyni resurs Ministerstva zakhystu dovkillia ta pryrodnykh resursiv Ukrainy [Official resource of the Ministry of Environmental Protection and Natural Resources of Ukraine]. Available at: <https://ecozagroza.gov.ua/damage/shove>

5. Anhurets, O., Khazan, P., Kolesnykova, K. (2023). Naslidky dlia dovkillia viiny Rosii proty Ukrainy [Environmental consequences of Russia's war against Ukraine]. Elektronne naukovopopuliarnе vydannia [Electronic popular science publication]. 84 p. Available at: <https://cleanair.org.ua/wp-content/up>

loads/2023/03/cleanair.org.ua-war-damages-ua-version-04-low-res.pdf

6. Perha, T.Yu. Ekologichni naslidky viiny Rosii proty Ukrainy [Ecological consequences of Russia's war against Ukraine]. Viina proty Ukrainy: DU «Instytut vsesvitnoi istorii NAN Ukrainy» [War against Ukraine: Institute of World History of NAS of Ukraine]. Available at: <https://ivinas.gov.ua/viina-rf-proty-ukrainy/ekologichni-naslidky-viiny-rosii-proty-ukrainy.html>

7. Doslidzhennia u Chornobylskii zoni vidchuzhennia [Research in the Chernobyl Exclusion Zone]. Greenpeace. Available at: <https://storymaps.arcgis.com/collections/89f769079c4a40c98a4b158e9e87d17c?item=2>

8. Kuchenko, B., Tiestov, P. (2023). Lisovi pozhezhi vnaslidok rosiiskoho vtornhennia ta perspektyvy povoiennoho vidnovlennia ukraïnskykh lisiv [Forest fires caused by Russian invasion and post-war recovery prospects for Ukrainian forests]. Analychna zapyska [Analytical note]. 13 p. Available at: https://epl.org.ua/wp-content/uploads/2023/08/Vplyv-viiny-na-lisy_21-08-2023_clean.pdf

9. Splotyotet, A.O. (2023). Metodychni rekomendatsii z vidboru prob gruntu v zonakh boiovykh dii [Methodical recommendations for soil sampling in combat zones]. Kyiv-Chernivtsi, Druk Art, 40 p. Available at: https://uncg.org.ua/wp-content/uploads/2023/11/metodyka-gruntu_2023-1-1-2_compressed.pdf

10. DSTU ISO 10381-2:2004. Yakist gruntu. Vidbyrannia prob. Nastanovy z metodiv vidbyrannia prob [Soil quality. Sampling. Guidance on sampling techniques]. Kyiv, 2004, Part 2, 11 p.

11. DSTU 4287:2004. Yakist gruntu. Vidbyrannia prob [Soil quality. Sampling]. Kyiv, 2004, 9 p.

12. Kashparov, V.A., Kalynenko, L.V., Perepeliatnikov, H.P. (2007). Metodyka kompleksnogo radiatsiinoho obstezhennia zabrudnennykh terytorii (za vyniatkom zony vidchuzhennia) [Methodology for comprehensive radiation survey of contaminated areas (excluding the exclusion zone)]. Kyiv, Atika-N, 60 p.

13. DSTU ISO 18589-1:2015. Vymiriuvannia radioaktyvnosti u dovkilli. Grunt. Zahalni nastanovy ta vyznachennia [Measurement of radioactivity in the environment. Soil. General guidelines and definitions]. Kyiv, 2019, Part 1, 14 p.

14. Drebot, O.I., Vysochanska, M.Ya. (2024). Ekologo-ekonomichni aspekty vidnovlennia zemel silskohospodarskoho pryznachennia vnaslidok zabrudnennia nebezpechnymy rehovynamy v umovakh viiny [Ecological and economic aspects of agricultural land restoration due to hazardous contamination under war conditions]. Vseukrainska nauk.-prakt. konf. «Pryroda v okupatsii» – 10 rokiv rosiiskoi viiskovoi ahresii proty dovkillia. Perspektyvy vidnovlennia pryrodokhoronnykh terytorii Ukrainy [All-Ukrainian Scientific-Practical Conference "Nature under Occupation – 10 Years of Russian Military Aggression Against the Environment. Prospects for the Restoration of Protected Areas of Ukraine"]. pp. 121–123.

15. Lynnyk, D.O., Hrytsuliak, H.M. (2024). Vplyv viiskovykh dii na gruntovyi pokryv [Impact of military actions on soil cover]. Vseukrainska nauk.-prakt. konf. «Pryroda v okupatsii» [All-Ukrainian Scientific-Practical Conference "Nature under Occupation – 10 Years of Russian Military Aggression Against the Environment. Prospects for the Restoration of Protected Areas of Ukraine"]. pp. 138–140.

16. Palapa, N.V. (2024). Ekologichna katastrofa v Ukraini, sprychynena rosiiskoiu federatsiieiu [Ecological disaster in Ukraine caused by the Russian Federation]. Vseukrainska nauk.-prakt. konf. «Pryroda v okupatsii» [All-Ukrainian Scientific-Practical Conference "Nature under Occupation – 10 Years of Russian Military Aggression Against the Environment. Prospects for the Restoration of Protected Areas of Ukraine"]. pp. 153–156.

17. Michel, R., Daraoui, A., Gorny, M. (2015). Retrospective dosimetry of Iodine-131 exposures using Iodine-129 and Caesium-137 inventories in soils – A critical evaluation of the consequences of the Chernobyl accident in parts of Northern Ukraine. Journal of Environmental Radioactivity. Vol. 150, pp. 20–35.

18. Romanchuk, L.D. (2012). Otsinka radiatsiinoho stanu gruntiv u pivnichnykh raionakh Zhytomyrshchyny, postrazhdalych unaslidok avarii na ChAES [Assessment of the radiation condition of soils in northern Zhytomyr region affected by the ChNPP accident]. Visnyk ahrarnoi nauky [Bulletin of Agricultural Science]. no. 6, pp. 67–69.

19. Romanchuk, L.D. (2012). Osoblyvosti nakopychennia 90Sr u gruntakh ukrainskoho Polissia u viddalenyi period pislia avarii na ChAES [Peculiarities of 90Sr accumulation in soils of Ukrainian Polissia in the long-term period after the ChNPP accident]. Visnyk Poltavskoi derzhavnoi akademii [Bulletin of the Poltava State Academy]. no. 3, pp. 72–75.

20. Romanchuk, L.D. (2012). Osoblyvosti nakopychennia 127I ta 129I, yikh mihratsiia v hlybokykh profiliakh gruntu Polissia Ukrainy [Features of 127I and 129I accumulation and their migration in deep soil profiles of Ukrainian Polissia]. Tekhnologhiia vyrobnytstva i pererobky produktsii tvarynyntstva [Technology of production and processing of livestock products]. no. 8, pp. 26–31.

21. Kuian, V.H., Ovezmyradova, O.B. (2013). Suchasnyi radiolohichni stan nasadzhen yahidnykh kultur v umovakh zony bezumovnoho vidseleennia Zhytomyrshchyny [Current radiological condition of berry plantations in the unconditional resettlement zone of Zhytomyr region]. Karantyn i zakhyst roslyn [Quarantine and plant protection]. no. 1, pp. 9–11.

22. Romanchuk, L., Lopatiuk, O., Kovalova, S. (2016). Radiolohichna otsinka produktiv kharchuvannia meshkantsiv radioaktyvno zabrudnennykh terytorii u viddalenyi period pislia avarii na ChAES [Radiological assessment of food products consumed by residents of radioactive contaminated areas in the long-term period after the ChNPP accident]. Naukovi horyzonty [Scientific horizons]. Vol. 2, no. 19, pp. 11–16.

23. Deisan, M.M., Didkivskiy, M.P., Savchenko, Yu.I. (2011). Rekomendatsii po vedenniu silskohospodarskoho vyrobnytstva v umovakh radioaktyvnoho zabrudnennia pivnichnykh raioniv Zhytomyrshchyny [Recommendations on conducting agricultural production under radioactive contamination in northern Zhytomyr region]. Zhytomyr, 30 p.

Radiological condition of soils in areas of conducting military operations within the Narodychi territorial community

Romanchuk L., Kovalyova S., Ovezmiradova O., Kondratyuk D.

On a scale of radioactive contamination, Zhytomyr region is one of the most affected regions as a result of Chornobyl accident. Due to high density of radionuclide contamination, more than 70 thousand hectares of land have been withdrawn from economic use. According to scientists, certain improvement of radiological situation occurred in the post-accident period due to countermeasures taken to minimise the accident consequences, as well as due to the natural processes of physical half-life of radionuclides. However, with the outbreak of hostilities, the environmental situation in the radioactive contamination zone has significantly deteriorated. Military actions of the Russian army during more than a month of occupation of Chornobyl exclusion

zone led to an increase in the radiation background level and created an additional radiation impact on the natural ecosystems of the region. To assess the radiological state of the soils, the density of contamination with artificial and natural radionuclides was determined in the areas of shelling of settlements in Naroditsky territorial community.

According to the research results it was established that the density of ^{137}Cs contamination of the soil cover within Narodychi territorial community is 4.07–484.70 kBq/m² (0.11–13.10 Ci/km²), ^{90}Sr – 0.44–8.10 kBq/m² (0.012–0.219 Ci/km²). The highest level of caesium and strontium contamination is observed within Klishchivka village. Natural radionuclides level within the studied settlements was as follows: ^{40}K – 12.95–118.03 kBq/m²; ^{232}Th – 1.92–5.22 kBq/m²; ^{226}Ra – 2.00–11.47 kBq/m². It has been established that with increasing distance from the shelling site, the density of soil contamination with radionuclides (^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{40}K , ^{232}Th) increases, reaching maximum values in samples taken within a radius of 50 m from the crater formation site. The opposite dependence was observed for ^{226}Ra , the maximum density of which was recorded directly at the sinkhole formation site.

Key words: radiological state of soils, natural and artificial radionuclides, caesium, strontium, potassium, thorium, radium, contamination density.



Copyright: Романчук Л.Д. та ін. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

ORCID iD:

Романчук Л.Д.

Ковальова С.П.

Овезмирадова О.Б.

<https://orcid.org/0000-0003-4790-8414>

<https://orcid.org/0000-0003-1858-625X>

<https://orcid.org/0000-0001-5430-5676>

