

УДК 504.054:574.3

<https://doi.org/10.15407/jnpae2025.04.368>**О. В. Сваричевська, І. О. Павленко\*, І. А. Малюк,  
О. В. Святун, С. В. Телецька***Інститут ядерних досліджень НАН України, Київ, Україна*\*Відповідальний автор: [ipavlenko2008@ukr.net](mailto:ipavlenko2008@ukr.net)**АНАЛІЗ ДИНАМІКИ ПОКАЗНИКІВ КОМПЛЕКСНОГО РАДІАЦІЙНОГО МОНІТОРИНГУ  
В РАЙОНІ РОЗТАШУВАННЯ ДОСЛІДНИЦЬКОГО ЯДЕРНОГО РЕАКТОРА ТИПУ ВВР-М  
ІНСТИТУТУ ЯДЕРНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ НАН УКРАЇНИ В 2021–2024 РР.<sup>1</sup>**

У даній роботі наведено результати аналізу даних, отриманих при проведенні регламентного радіаційного моніторингу в районі розташування дослідницького ядерного реактора (ДЯР) типу ВВР-М Інституту ядерних досліджень (ІЯД) НАН України за 2021–2024 рр. З початку введення в експлуатацію ДЯР здійснювався систематичний аналіз динаміки рівнів загальної  $\beta$ -активності осідаючого пилу й атмосферних випадів, скидних вод з колекторів ІЯД НАН України, концентрації  $\beta$ -активних аерозолів у приземному шарі повітря і вмісту основних радіонуклідів техногенного походження (насамперед  $^{137}\text{Cs}$ ) у зразках ґрунту і рослинності. Проводиться також вимірювання потужностей амбієнтного еквівалента дози  $\gamma$ -випромінювання в контрольних точках. Багаторічні дослідження виконувалися в лабораторії Центру екологічних проблем атомної енергетики (ЦЕПЕ) ІЯД НАН України, що дало змогу накопичити значний матеріал для аналізу радіаційної обстановки в районі розташування ДЯР. Показано, що техногенне радіоактивне забруднення навколишнього природного середовища відсутнє. За всі роки радіаційного моніторингу показники радіаційного забруднення довкілля в санітарно-захисній зоні та зоні спостереження не перевищували значень природного фону.

Надзвичайно важливим є те, що невід'ємною стадією життєвого циклу ДЯР є зняття його з експлуатації (ЗЕ), при здійсненні якого послідовно виконується комплекс технічних заходів, спрямованих на припинення будь-якої діяльності, пов'язаної з функціональним призначенням реактора, та його перетворення в екологічно безпечний об'єкт. При цьому може виникати ряд додаткових завдань радіаційного моніторингу, метою яких є мінімізація ризиків у ході виконання робіт зі ЗЕ.

*Ключові слова:* радіаційний моніторинг, дослідницький ядерний реактор, техногенні радіонукліди, навколишнє природне середовище.

**1. Вступ**

Дослідницький ядерний реактор (ДЯР) Інституту ядерних досліджень (ІЯД) НАН України є одним з радіаційно небезпечних об'єктів у м. Києві, особливо у воєнний час.

Метою даного дослідження є отримання та аналіз даних радіаційного моніторингу в санітарно-захисній зоні (СЗЗ) і зоні спостереження (ЗС) при непрацюючому реакторі, які можуть бути використані як «нульовий фон» для розробки «Оцінки впливу на навколишнє середовище при знятті з експлуатації ДЯР ВВР-М ІЯД НАН України».

Предметом дослідження є об'єкти довкілля (повітря, вода, ґрунт, рослинність) в СЗЗ та ЗС ДЯР типу ВВР-М.

Нами контролюються рівні загальної  $\beta$ -активності в атмосферних опадах, осідаючому пилу та воді з основних колекторів ІЯД НАН України, а також вміст основних радіонуклідів реакторного походження (насамперед,  $^{137}\text{Cs}$ ) у ґрунті та рослинності. Також проводиться вимірювання вмісту  $\beta$ -аерозолів у приземному шарі атмосферного

повітря та потужності амбієнтного еквівалента дози (ПАЕД)  $\gamma$ -випромінювання в контрольних точках.

З метою спостереження за радіаційним забрудненням ґрунтів у зоні аерації визначається вміст  $^{137}\text{Cs}$  у зразках ґрунту, відібраних із спостережних свердловин на території майданчика реактора.

Дослідження виконуються в шести стаціонарних точках СЗЗ реактора і дванадцяти стаціонарних точках ЗС. Кількість пунктів контролю була узгоджена Головним санітарним лікарем Києва та визначалася з необхідності радіаційного контролю при нормальному режимі експлуатації ДЯР типу ВВР-М та можливих аварійних ситуаціях.

Розміщення стаціонарних постів радіаційного контролю на території СЗЗ ДЯР також обирали із урахуванням рози вітрів: Пн-1 – північ-1; С-1 – схід-1; ПдС-1 – південний схід-1; Пд-1 – південь-1; З-1 – захід-1; ПнЗ-1 – північний захід-1. Точки відбору зразків скидних вод здійснювалися з основних колекторів ДЯР і тритієвих лабораторій (К1 і К2) [1, 2].

© Автор(и), 2025

Стаття опублікована ІЯД НАН України за умовами відкритого доступу за ліцензією CC BY-NC 4.0

<sup>1</sup> Представлено на XXXII Щорічній науковій конференції Інституту ядерних досліджень НАН України, Київ, 26 - 30 травня 2025 р.

## 2. Матеріали і методи

Досліджувалися зразки повітря, води, ґрунту та рослинності в зоні розташування ДЯР типу ВВР-М. Підготовку зразків, радіометричні та спектрометричні вимірювання вмісту в них радіонуклідів проводили у лабораторії ЦЕПАЕ ІЯД НАН України на підставі «Положення з радіаційного контролю навколишнього природного середовища в СЗЗ та ЗС ДЯР ВВР-М ІЯД», узгодженого відповідно до п. 5.2 ДСП 6.177-2005-09-02 «Основних санітарних правил забезпечення радіаційної безпеки України» Головним управлінням Держпродспоживслужби в м. Києві 31.01.2022 р.

При проведенні вимірювань використовувалися такі прилади:

- вимірювання загальної  $\beta$ -активності проводилося з використанням низькофонового  $\alpha$ - $\beta$ -радіометра УМФ-1500;
- вимірювання спектрів  $\gamma$ -випромінюючих радіонуклідів проводилося з використанням HPGe-спектрометрів.

Застосовувалися такі ДСТУ та методики:

- стандартизований метод ДСТУ ISO 18589-3:2010 (ISO 18589-3:2007, IDT): вимірювання  $\gamma$ -випромінювальних радіонуклідів;
- стандартизований метод ДСТУ ISO 10703-2001 (ISO 10703:1997, IDT): визначення об'ємної

активності радіонуклідів методом  $\gamma$ -спектрометрії з високою роздільною здатністю;

- стандартизований метод ДСТУ ISO 18589-7:2015 (ISO 18589-7:2013, IDT): вимірювання радіоактивності у довкіллі;

- стандартизований метод ДСТУ ISO 18589-3:2010 (ISO 18589-3:2007, IDT): вимірювання радіоактивності у довкіллі.

Визначення рівнів радіоактивного забруднення повітря проводилося седиментаційним та аспіраційним методами [3].

У зоні розташування седиментаційних постів у СЗЗ та точок радіаційного контролю в ЗС ДЯР типу ВВР-М навесні і восени проводиться вимірювання ПАЕД  $\gamma$ -випромінювання, а також здійснюється відбір зразків ґрунту і рослинності та аналіз вмісту радіонукліда  $^{137}\text{Cs}$  у них.

Щільність випадінь  $\beta$ -активних радіонуклідів з осідаючим пилом та атмосферними опадами визначається щомісячно. Концентрація  $\beta$ -аерозолів у повітрі визначається прокачуванням атмосферного повітря у контрольній точці двічі на тиждень і подальшого його аналізу.

## 3. Основні результати досліджень

У період з 2021 до 2024 рр. показники сумарної питомої  $\beta$ -активності осідаючого пилу і атмосферних випадінь коливалися в межах від 6,5 до 10 Бк/м<sup>2</sup> (рис. 1).

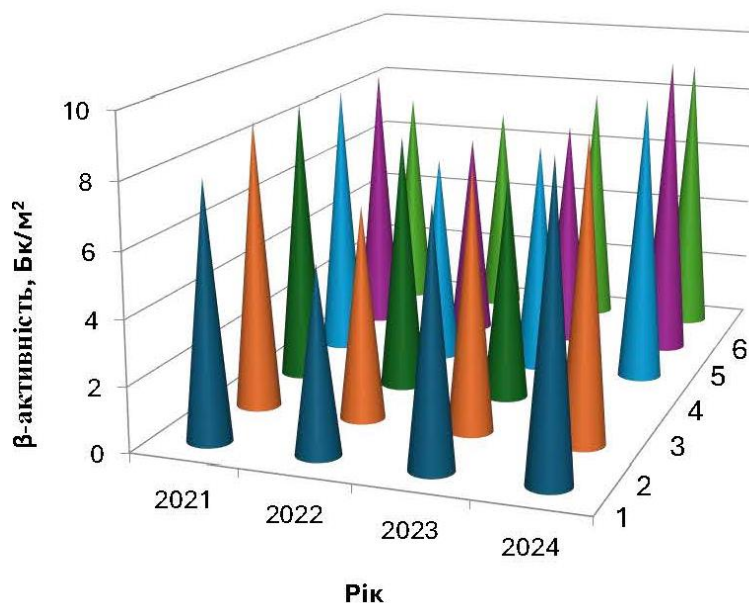


Рис. 1. Сумарна питома  $\beta$ -активність осідаючого пилу і атмосферних випадінь. Точки радіаційного контролю: 1 - Пн-1; 2 - С-1; 3 - ПдС-1; 4 - Пд-1; 5 - 3-1; 6 - ПнЗ-1. (Див. кольоровий рисунок на сайті журналу.)

Середні рівні концентрацій  $\beta$ -активних аерозолів в атмосферному повітрі визначалися у контрольній точці (корпус № 30 на території СЗЗ ДЯР типу ВВР-М) з витримкою зразків до вимірювань

протягом однієї доби і становили: у 2021 р.  $(6,1 \pm 1,8) \cdot 10^{-5}$  Бк/л, у 2022 р.  $(6,8 \pm 2,1) \cdot 10^{-5}$  Бк/л, у 2023 р.  $(4,5 \pm 1,4) \cdot 10^{-5}$  Бк/л, у 2024 р.  $(7,5 \pm 2,3) \times 10^{-5}$  Бк/л (рис. 2).

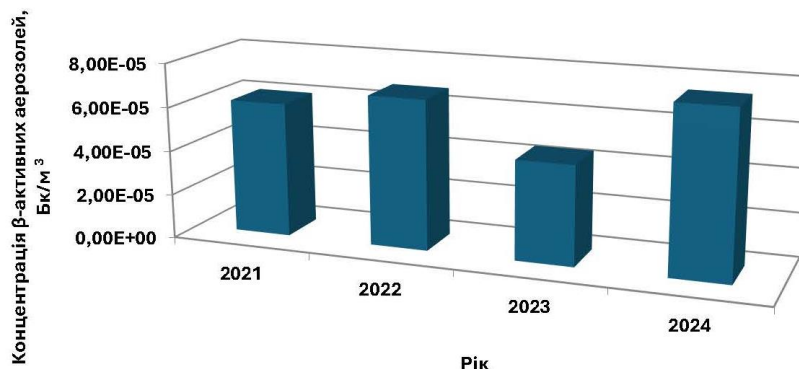


Рис. 2. Концентрація β-активних аерозолів у повітрі.  
(Див. кольоровий рисунок на сайті журналу.)

Аналіз динаміки усереднених показників концентрації β-активних аерозолів у повітрі протягом вказаного періоду не демонстрував суттєвих коливань і варіював від  $3,8 \cdot 10^{-5}$  до  $1,07 \cdot 10^{-4}$  Бк/м<sup>3</sup>.

Результати вимірювань радіоактивного забру-

днення ґрунту зі спостережних свердловин на території майданчика ДЯР типу ВВР-М, а також ПАЕД γ-випромінювання та вмісту радіонукліда <sup>137</sup>Cs у зразках ґрунту та рослинності в контрольних точках СЗЗ і ЗС ДЯР типу ВВР-М наведено в таблиці.

**Динаміка рівнів ПАЕД γ-випромінювання та вмісту радіонукліда <sup>137</sup>Cs у зразках ґрунту та рослинності у 2021–2024 рр.**

Показники	2021 р.	2022 р.	2023 р.	2024 р.
Середні значення питомої активності радіонуклідів <sup>137</sup> Cs у зразках ґрунту зі спостережних свердловин, Бк/кг	0,38 ± 0,12	0,52 ± 0,16	0,38 ± 0,12	0,38 ± 0,12
Середні значення ПАЕД γ-випромінювання в стаціонарних точках РК* на відстані 1 м від поверхні ґрунту), мкЗв/год:				
– СЗЗ	0,123 ± 0,03	0,131 ± 0,03	0,121 ± 0,03	0,136 ± 0,03
– ЗС (радіус 2 км від ВТ** реактора)	0,126 ± 0,03	0,136 ± 0,03	0,126 ± 0,03	0,120 ± 0,03
– ЗС (радіус 5 км від ВТ реактора)	0,125 ± 0,03	0,136 ± 0,03	0,115 ± 0,03	0,110 ± 0,03
Середні значення питомої активності радіонукліда <sup>137</sup> Cs у зразках ґрунту, Бк/кг:				
– СЗЗ	49 ± 15	62 ± 18	43 ± 13	46 ± 14
– ЗС (радіус 2 км від ВТ реактора)	60 ± 18	59 ± 18	47 ± 14	55 ± 17
– ЗС (радіус 5 км від ВТ реактора)	27 ± 8	32 ± 10	68 ± 21	48 ± 15
Середні значення питомої активності радіонукліда <sup>137</sup> Cs у зразках рослинності, Бк/кг (зольний залишок):				
– СЗЗ	4,5 ± 1,4	3,0 ± 0,9	4,7 ± 1,4	3,6 ± 1,1
– ЗС (радіус 2 км від ВТ реактора)	2,5 ± 0,8	3,1 ± 1,0	3,0 ± 0,9	2,4 ± 0,7
– ЗС (радіус 5 км від ВТ реактора)	5,8 ± 1,8	6,2 ± 1,9	9,3 ± 2,8	4,4 ± 1,3

Примітки. \* РК – радіаційний контроль; \*\* ВТ – вентиляційна труба.

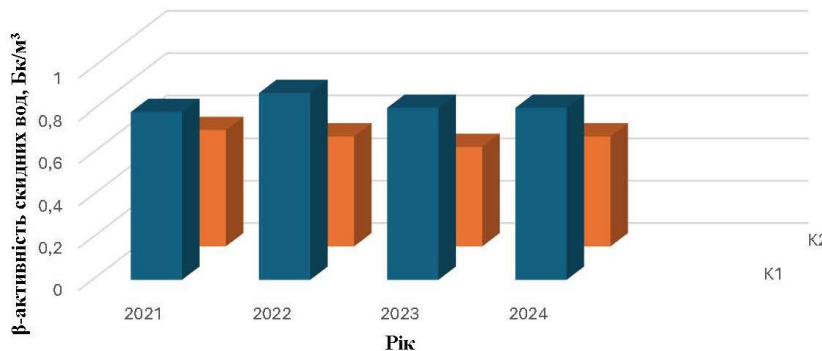


Рис. 3. Усереднені показники β-активності скидних вод з колекторів K1 і K2.  
(Див. кольоровий рисунок на сайті журналу.)

Значення загальної питомої  $\beta$ -активності скидних вод з основних колекторів ІЯД НАН України коливалися в межах від  $0,3 \cdot 10^{-2}$  до  $1,3 \cdot 10^{-2}$  Бк/м<sup>3</sup>. Показано, що протягом 2021–2024 рр. достовірного перевищення значень контрольованих параметрів виявлено не було (рис. 3).

#### 4. Висновки

У період 2021–2024 рр. ДЯР типу ВВР-М не працював. Порівнюючи дані радіаційного моніторингу в зоні його впливу за цей період з аналогічними даними за попередні роки, наведені в [4–6], можна зробити висновок, що радіаційно-

гігієнічна обстановка в СЗЗ і ЗС реактора стабільна.

Усереднені результати радіаційного моніторингу за 2021–2024 рр. можуть бути використані як «нульовий фон» для розробки «Оцінки впливу на навколишнє середовище при знятті з експлуатації ДЯР ВВР-М ІЯД НАН України».

У цілому, отримані результати радіаційного моніторингу свідчать, що за період проведення досліджень не було виявлено достовірного перевищення значень контрольованих параметрів порівняно з попередніми роками.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ / REFERENCES

1. І.О. Павленко та ін. Аналіз радіаційного забруднення в зоні впливу дослідницького ядерного реактора Інституту ядерних досліджень НАН України та створення комплексної інформаційної системи «Моніторинг та безпека». *Ядерна енергетика та довкілля* 2(30) (2024) 31. / I.O. Pavlenko et al. Analysis of radiation pollution in the zone of influence of the research nuclear reactor of the Institute for Nuclear Research of the National Academy of Sciences of Ukraine and the creation of an integrated information system "Monitoring and Safety". *Nucl. Power Environ.* 2(30) (2024) 31. (Ukr)
2. О.В. Гайдар та ін. Аналіз радіаційного стану території санітарно-захисної зони та зони спостереження дослідницького ядерного реактора ВВР-М Інституту ядерних досліджень НАН України у 2021 р. *Ядерна фізика та енергетика* 24(2) (2023) 131. / O.V. Gaidar et al. The analysis of the radiation state in the sanitary protection zone and the observation zone of the nuclear research reactor of the Institute for Nuclear Research of NAS of Ukraine in 2021. *Nucl. Phys. At. Energy* 24(2) (2023) 131. (Ukr)
3. *Методические рекомендации по санитарному контролю за содержанием радиоактивных веществ в объектах внешней среды*. Под ред. Л.Н. Марья, А.С. Зыковой (Москва: Институт биофизики МЗ СССР, 1980) 356 с. / *Methodological Guidelines for Sanitary Control of the Content of Radioactive Substances in Environmental Objects*. L.N. Marey, A.S. Zyкова (Eds.) (Moskva: Institute of Biophysics of the USSR Ministry of Health, 1980) 356 p. (Rus)
4. В.В. Тришин та ін. Радіаційний моніторинг об'єктів навколишнього природного середовища в зоні впливу дослідницького ядерного реактора ВВР-М ІЯД НАН України. *Ядерна фізика та енергетика* 11(2) (2010) 165. / V.V. Tryshyn et al. Radiation monitoring of environmental objects in zone of the influence of the research WWR-M reactor of the Institute for Nuclear Research, National Academy of Sciences of Ukraine. *Nucl. Phys. At. Energy* 11(2) (2010) 165. (Ukr)
5. О.В. Гайдар та ін. Аналіз сучасного радіоекологічного стану в зоні впливу дослідницького ядерного реактора ВВР-М Інституту ядерних досліджень НАН України. *Ядерна енергетика та довкілля* 2(17) (2020) 102. / O.V. Haidar et al. Analysis of modern radioecological state in WWR-M research nuclear reactor zone of the Institute for Nuclear Research NAS of Ukraine. *Nucl. Power Environ.* 2(17) (2020) 102. (Ukr)
6. І.О. Павленко та ін. Аналіз динаміки показників сумарної питомої  $\beta$ -активності осідаючого пилу та атмосферних випадань у санітарно-захисній зоні реактора ВВР-М ІЯД НАН України за 2014 - 2018 рр. *Ядерна фізика та енергетика* 21(1) (2020) 58. / I.O. Pavlenko et al. Analysis of dynamics of summary surface  $\beta$ -activity of deposited dust and atmospheric precipitations in the sanitary-safety zone of the WWR-M reactor of INR of the NAS of Ukraine during 2014 - 2018. *Nucl. Phys. At. Energy* 21(1) (2020) 58. (Ukr)

**O. V. Svarychevska, I. O. Pavlenko\*, I. A. Maliuk, O. V. Sviatun, S. V. Teletska**

*Institute for Nuclear Research, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

\*Corresponding author: [ipavlenko2008@ukr.net](mailto:ipavlenko2008@ukr.net)

#### THE ANALYSIS OF THE DYNAMICS OF INDICATORS OF COMPLEX RADIATION MONITORING IN THE AREA OF THE LOCATION OF THE RESEARCH NUCLEAR REACTOR OF THE WWR-M TYPE OF THE INSTITUTE FOR NUCLEAR RESEARCH OF THE NAS OF UKRAINE IN 2021–2024

This paper presents the results of the analysis of data obtained during routine radiation monitoring in the area of the WWR-M research nuclear reactor (RNR) of the Institute for Nuclear Research (INR) of the NAS of Ukraine for 2021–2024. Since the commissioning of the RNR, a systematic analysis of the dynamics of the levels of total  $\beta$ -activity

of settling dust and atmospheric precipitation, discharge water from the INR of the NAS of Ukraine collectors, the concentration of  $\beta$ -active aerosols in the surface air layer, and the content of major radionuclides of technogenic origin (primarily  $^{137}\text{Cs}$ ) in soil and vegetation samples has been carried out. Measurements of the ambient dose equivalent of  $\gamma$ -radiation at control points are also being carried out. Long-term studies were carried out in the laboratory of the Center for Ecological Problems of Atomic Energetics (CEPAE) of the INR of the NAS of Ukraine, which allowed to accumulate the significant material for analysis of the radiation situation in the area of RNR disposition. It was shown that there is no man-made radioactive pollution of the environment. Over the years of radiation monitoring, the indicators of radiation pollution of the environment in the sanitary protection zone and the observation zone did not exceed the values of the natural background.

It is extremely important that an integral stage of the life cycle of RNR is its decommissioning (DR), during which a set of technical measures is consistently carried out, and aimed at stopping any activity related to the functional appointment of the reactor and its transformation into an environmentally safe facility. In this case, a number of additional radiation monitoring tasks may arise, which purpose is to minimize risks during work with DR.

*Keywords:* radiation monitoring, research nuclear reactor, man-made radionuclides, environment.

Надійшла / Received 02.08.2025