

О. В. Гайдар, В. В. Тришин, О. В. Сваричевська, І. О. Павленко*,
О. В. Святун, І. А. Малюк, С. В. Телецька

Інститут ядерних досліджень НАН України, Київ, Україна

*Відповідальний автор: ipavlenko2008@ukr.net

АНАЛІЗ РАДІАЦІЙНОГО СТАНУ В САНІТАРНО-ЗАХИСНІЙ ЗОНІ ТА ЗОНІ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ДОСЛІДНИЦЬКОГО ЯДЕРНОГО РЕАКТОРА ВВР-М ІНСТИТУТУ ЯДЕРНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ НАН УКРАЇНИ У 2021 Р.

Проаналізовано результати дослідження радіаційного стану об'єктів навколишнього природного середовища в санітарно-захисній зоні (СЗЗ) та зоні спостереження (ЗС) дослідницького ядерного реактора ВВР-М Інституту ядерних досліджень НАН України (ІЯД) за 2021 р. та проведено порівняння їх з даними за попередні роки (2016 - 2020 рр.). Досліджено рівні загальної β -активності осідаючого пилу й атмосферних випадінь, скидних вод з основних колекторів ІЯД, концентрації β -активних аерозолів у приземному шарі атмосферного повітря, а також вміст радіонукліда ^{137}Cs у зразках ґрунту та рослинності. Вимірювання показників забруднення навколишнього середовища проводилося в лабораторії Центру екологічних проблем атомної енергетики ІЯД, яка була акредитована в Національному агентстві з акредитації України відповідно до вимог ДСТУ ISO/IEC 17025:2006. Отримані результати аналізу радіаційного стану свідчать, що у 2021 р. не було виявлено достовірного перевищення значень контрольованих параметрів порівняно з попередніми роками. Також не спостерігалося суттєвої різниці в показниках питомої активності радіонукліда ^{137}Cs у зразках ґрунту і рослинності із СЗЗ і ЗС. Дослідження, що проводилися у період з 2016 по 2020 рр. і які є продовженням багаторічних досліджень, починаючи з моменту введення реактора ВВР-М в експлуатацію в 1960 р., дали змогу накопичити значний фактичний матеріал щодо радіаційної ситуації на території СЗЗ та ЗС та обґрунтувати висновок про відсутність техногенного радіоактивного забруднення об'єктів довкілля, обумовленого його експлуатацією.

Ключові слова: радіаційний стан, дослідницький ядерний реактор, радіонукліди, санітарно-захисна зона, зона спостереження, навколишнє природне середовище.

1. Вступ

Дослідницький ядерний реактор (ДЯР) ВВР-М Інституту ядерних досліджень НАН України (ІЯД) протягом багатьох років є експериментальною базою для фундаментальних і прикладних досліджень з ядерної та нейтронної фізики, радіаційної фізики, радіаційного та реакторного матеріалознавства, фізики та техніки реакторів, радіобіології та медицини.

З початком роботи реактора на потужності 12 лютого 1960 р. і протягом усього періоду експлуатації проводиться систематичний радіаційний контроль (РК) на території санітарно-захисної зони (СЗЗ) і зони спостереження (ЗС).

Дослідження проводилися на підставі нового Положення з РК навколишнього природного середовища в СЗЗ та ЗС ДЯР ВВР-М ІЯД, узгодженого відповідно до п. 5.2 ДСП 6.177-2005-09-02 «Основні санітарні правила забезпечення радіаційної безпеки України» Головним управлінням Держпродспоживслужби в м. Києві 31.01.2022 р.

Згідно з Положенням основними задачами РК об'єктів навколишнього природного середовища є здійснення систематичного контролю з метою визначення рівня їх радіоактивного

забруднення, джерелами якого можуть бути ДЯР ВВР-М та тритієві лабораторії ІЯД. У зв'язку з тим, що ДЯР ВВР-М експлуатується в межах Києва, такі дослідження є особливо актуальними.

Починаючи з 2016 р. річний викид в атмосферу техногенних радіонуклідів становив (ГБк/рік): 2016 р. – викид відсутній (реактор на потужності не працював); 2017 р. – 1,24; 2018 р. – $5,6 \cdot 10^{-2}$; 2019 р. – 16; 2020 р. – $8 \cdot 10^{-3}$; 2021 р. – викид відсутній (реактор на потужності не працював).

Згідно з «Радіаційно-гігієнічним регламентом першої групи» допустимий газо-аерозольний річний викид ДЯР ВВР-М становить $5,5 \cdot 10^{14}$ Бк.

2. Матеріали та методи

Метою даної роботи є отримання та аналіз даних радіаційного стану в СЗЗ і ЗС ДЯР ВВР-М, отриманих у 2021 р., та порівняння їх з даними за попередній період спостережень у 2016 - 2020 рр. Об'єктами дослідження у СЗЗ та ЗС були повітря приземного шару атмосфери, осідаючий пил і атмосферні опади (далі атмосферні випадіння), вода з основних скидних колекторів ІЯД, ґрунт та рослинність.

Згідно з Основними санітарними правилами забезпечення радіаційної безпеки України «Санітарно-захисна зона (СЗЗ) – територія навколо радіаційно-ядерного об'єкта, де рівень опромінення людей в умовах нормальної експлуатації може перевищити квоту ліміту дози для категорії В (населення). В СЗЗ забороняється проживання населення, встановлюються обмеження на виробничу діяльність, що не має відношення до радіаційно-ядерного об'єкта, та проводиться радіаційний контроль». СЗЗ ДЯР ВВР-М ІЯД НАН України встановлено радіусом 300 м (лист Міністерства охорони здоров'я СРСР № 04-8/15-8 від 15/5-81 р.) та підтверджено листом Головного управління Держсанепідслужби у м. Києві Державної санітарно-епідеміологічної служби України № 427 від 29.01.2015 р.

При проведенні вимірювань використовували такі прилади: вимірювання загальної бета-активності та вмісту стронцію (після радіохімічного виділення) проводилося з використанням низькофонового альфа-бета-радіометра УМФ-1500; вимірювання спектрів гамма-випромінюючих радіонуклідів проводилося з використанням HPGe-спектрометрів; вимірювання концентрації тритію в скидних водах проводили за допомогою ультранизкофонового рідинно-сцинтиляційного спектрометра-радіометра Quantulus 1220. Дослідження проводилися відповідно до ДСТУ:

стандартизований метод ДСТУ ISO 18589-3:2010 (ISO 18589-3:2007, IDT). Вимірювання гамма-випромінювальних радіонуклідів;

стандартизований метод ДСТУ ISO 10703-2001 (ISO 10703:1997, IDT). Визначення об'ємної активності радіонуклідів методом гамма-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;

стандартизований метод ДСТУ ISO 18589-5:2015. Вимірювання стронцію-90;

стандартизований метод ДСТУ ISO 9698-2001. Захист від радіації. Визначення об'ємної активності тритію. Метод підрахунку сцинтиляцій у рідкому середовищі.

Згідно з Положенням проводився контроль рівнів загальної β-активності та вмісту основних радіонуклідів техногенного походження в атмосферних випадіннях, осідаючому пилу, воді з основних колекторів ІЯД та ґрунті. Також проводилися вимірювання вмісту β-аерозолів у приземному шарі атмосферного повітря. Крім відбору зразків ґрунту і рослинності, в цих точках вимірювалася потужність еквівалентної дози (ПЕД) γ-випромінювання на висоті 0,1 та 1 м від поверхні землі.

Стаціонарна мережа пунктів багаторічного контролю в СЗЗ і ЗС була сформована з урахуванням рози вітрів, відстані від джерела викиду та мінімального впливу стороннього техногенного втручання. Кількість пунктів контролю та процедура РК як при нормальному режимі експлуатації ДЯР ВВР-М, так і при можливих аварійних ситуаціях, була узгоджена з головним санітарним лікарем Києва.

Контроль радіаційних параметрів проводиться у 18 стаціонарних точках РК, 6 з яких розташовані в СЗЗ, а 12 – в ЗС. Перелік стаціонарних точок РК у ЗС ДЯР ВВР-М наведено у табл. 1. До стаціонарної мережі пунктів контролю у СЗЗ ВВР-М ІЯД входять такі: південь-1 (Пд-1), захід-1 (З-1), північний-захід-1 (ПнЗ-1) та північ-1 (Пн-1), які знаходяться на відстані ~ 200 м, що становить не менше трьох висот вентиляційної труби реактора; та схід-1 (С-1) і південний-схід-1 (ПдС-1) – на відстані 100 і 120 м відповідно.

Таблиця 1. Стаціонарні точки РК у зоні спостереження ДЯР ВВР-М

Точка РК	Місцезнаходження	Територія розташування
Пн-2	Інститут гідрометеорології НАН України	На відстані до 2 км від ДЯР ВВР-М
С-2	Вул. Ракетна, 20	
ПдС-2	Вул. Панорамна, 28а	
Пд-2	Корчувате	
З-2	Національний університет біоресурсів і природокористування України (у лісі біля головного корпусу)	
ПнЗ-2	Вул. Добрий шлях, 5а	На відстані до 5 км від ДЯР ВВР-М
ПнЗ-3	Вул. Народна (у парку біля церкви)	
С-3	Осокорки	
ПдС-3	Нижні сади	
Пд-3	Вул. Охотська, 5 (біля насипу залізничної колії)	
З-3	Вул. Теслярська, 1	
Пн-3	Вул. С. Коновальця, 27	

Визначення рівнів радіоактивного забруднення повітря проводяться седиментаційним та аспіраційним методами [1]. Дослідження радіоактивного забруднення повітря седиментаційним мето-

дом виконуються в шести стаціонарних точках СЗЗ, (рис. 1, а). Щільність випадінь β-активних радіонуклідів з осідаючим пилом та атмосферними опадами визначаються щомісячно.

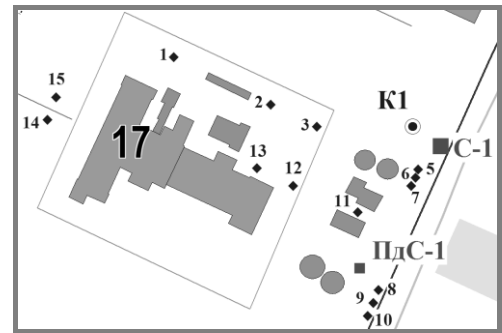
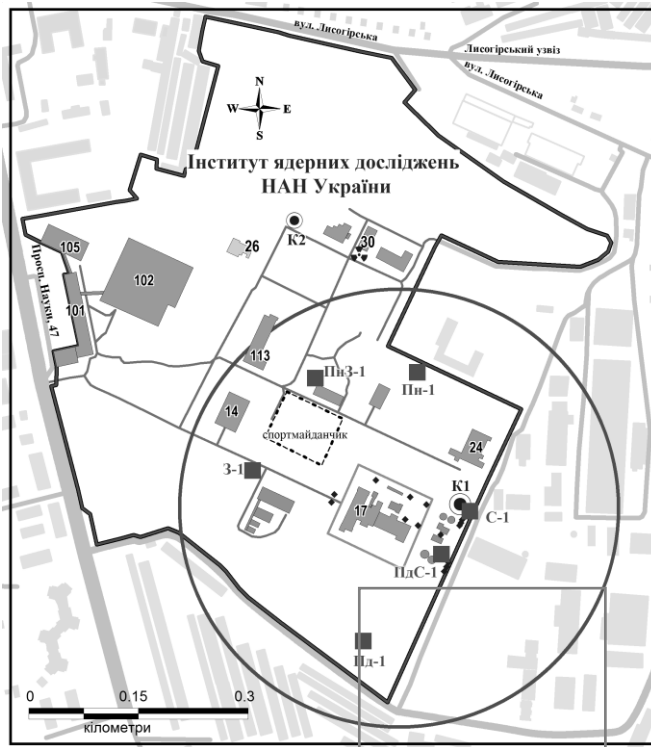


Рис. 1. Схема розміщення стаціонарних точок РК в СЗЗ (а) та спостережних свердловин на майданчику ДЯР ВВР-М (б).

Об’ємна активність β-аерозолів у повітрі визначається за допомогою аспіраційного методу двічі на тиждень прокачкою атмосферного повітря у контрольній точці (корпус № 30).

Для дослідження радіоактивного забруднення скидних вод проводиться відбір зразків води з основних колекторів ДЯР ВВР-М і тритієвих лабораторій. Точки відбору зразків скидних вод колодязів № 1 (К1) та № 2 (К2) показано на рис. 1, а.

Відповідно до Припису Головного Державного санітарного лікаря м. Києва (листи № 574-172 від 23.03.95 р. та № 235 від 10.12.96 р.) на майданчику розміщення ДЯР, «гарячих» камер та резервуарів рідких радіоактивних відходів (РРВ) було створено мережу спостережних свердловин (див. рис. 1, б) для контролю за радіоактивним забрудненням ґрунтів. Проект спостережних свердловин було розроблено державним підприємством «Київський державний інститут інженерних вишукувань і досліджень «Енергопроект». Відповідно до цього документу, та з урахуванням відсутності ґрунтових вод на майданчику реактора до глибин понад 20 м, проектом передбачається відбір проб ґрунту з dna свердловин з

регулярністю два рази на рік. Відбір зразків із спостережних свердловин, в які у випадку аварійних ситуацій можуть потрапити з двох резервуарів РРВ «гарячих» камер або спецканалізації реактора, виконується навесні та восени з глибини 8 м.

3. Результати досліджень

У 2021 р. було отримано дані щодо вмісту техногенних радіонуклідів у контрольованих об’єктах навколишнього середовища та проведено порівняння їх з результатами спостережень за попередні роки (2016 - 2020 рр.) в СЗЗ та ЗС ДЯР ВВР-М ІЯД.

Слід зазначити, що радіоактивне навантаження в приземному шарі атмосфери формується за рахунок радіонуклідів як природного, так і штучного походження. На сьогодні природна складова сумарної β-активності, що визначається ізотопами урану, торію, дочірніми продуктами їх розпаду, іншими радіоізотопами природного походження, суттєво (приблизно на два порядки) перевищує техногенну складову [2]. Середньорічні значення щільності випадінь β-випромі-

нюючих радіонуклідів у контрольних точках СЗЗ знаходяться в межах від 0,08 до 0,28 кБк/м²·рік, які є типовими для території Києва. На рис. 2

наведено сумарні дані за 2021 р. та узагальнені результати спостережень за період з 2016 по 2020 рр.

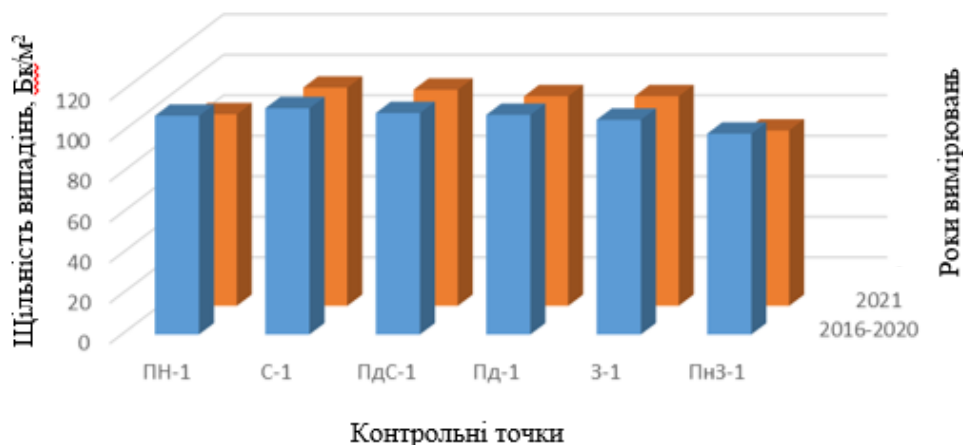


Рис. 2. Річна щільність випадіння β-активних радіонуклідів з осідаючим пилом і атмосферними випадіннями за 2021 р. та усереднені дані за 2016 - 2020 рр.

Як видно з рисунка, річні значення щільності випадіння β-активних радіонуклідів у контрольних точках СЗЗ у 2021 р. коливалися в межах від 87 до 108 Бк/(м²·рік). У попередні роки (2016 - 2020 рр.) не спостерігалось суттєвої різниці значень (від 99 до 112 Бк/(м²·рік)). Це свідчить про стабільну ситуацію протягом періоду досліджень [3 - 4]. Результати, отримані за попередні роки,

не відрізняються від наведених даних [5].

За допомогою аспіраційного методу визначалися концентрації β-аерозолів у повітрі. Відбір зразків у контрольній точці біля корпусу № 30 (див. точка 30, рис. 1) проводився двічі на тиждень. Отримані у 2021 р. дані та узагальнені результати спостережень за період з 2016 по 2020 рр. наведено в табл. 2.

Таблиця 2. Значення концентрацій β-активних аерозолів в атмосферному повітрі в 2021 р. та усереднені дані за 2016 – 2020 рр.

Концентрація β-активних аерозолів за 2021 р., Бк/л			Концентрація β-активних аерозолів за 2016 - 2020 рр., Бк/л		
Мінімальна	Середня	Максимальна	Мінімальна	Середня	Максимальна
I квартал			I квартал		
$(1,0 \pm 0,3) \cdot 10^{-5}$	$(5,8 \pm 1,8) \cdot 10^{-5}$	$(2,6 \pm 0,8) \cdot 10^{-4}$	$(7,0 \pm 2,1) \cdot 10^{-7}$	$(4,9 \pm 1,5) \cdot 10^{-5}$	$(1,1 \pm 0,33) \cdot 10^{-4}$
II квартал			II квартал		
$(1,0 \pm 0,3) \cdot 10^{-5}$	$(5,9 \pm 1,8) \cdot 10^{-5}$	$(2,0 \pm 0,6) \cdot 10^{-4}$	$(7,0 \pm 2,1) \cdot 10^{-7}$	$(4,8 \pm 1,5) \cdot 10^{-5}$	$(1,3 \pm 0,4) \cdot 10^{-4}$
III квартал			III квартал		
$(1,0 \pm 0,3) \cdot 10^{-5}$	$(4,9 \pm 1,15) \cdot 10^{-5}$	$(1,0 \pm 0,3) \cdot 10^{-4}$	$(5,2 \pm 1,6) \cdot 10^{-6}$	$(6,4 \pm 2,0) \cdot 10^{-5}$	$(1,5 \pm 0,5) \cdot 10^{-4}$
IV квартал			IV квартал		
$(2,0 \pm 0,6) \cdot 10^{-5}$	$(7,5 \pm 2,3) \cdot 10^{-5}$	$(2,0 \pm 0,6) \cdot 10^{-4}$	$(5,5 \pm 1,7) \cdot 10^{-6}$	$(8,2 \pm 2,5) \cdot 10^{-5}$	$(1,98 \pm 0,6) \cdot 10^{-4}$

З наведених у таблиці даних видно, що значення концентрацій β-активних аерозолів у атмосферному повітрі, отримані у 2021 р., коливалися в широких межах (від $1 \cdot 10^{-5}$ до $2,6 \cdot 10^{-4}$ Бк/л). Аналогічна ситуація характерна і для значень, отриманих у 2016 - 2020 рр., які змінювалися у цей період від $7 \cdot 10^{-7}$ до $1,98 \cdot 10^{-4}$ Бк/л. Середні ж значення у 2021 р. та за 2016 - 2020 рр. (з урахуванням похибки вимірювань) можна вважати однаковими.

Отримані у 2021 р. дані питомої активності β-активних радіонуклідів у скидних водах і узагальнені результати спостережень за період з 2016 по 2020 рр. представлено на рис. 3.

Середня питома активність β-активних радіонуклідів у 2021 р. у скидних водах із колодязів № 1 і № 2 становила 0,82 і 0,54 Бк/л відповідно; за 2016 - 2020 рр. – 0,81 та 0,56 Бк/л відповідно у колодязях № 1 і № 2. Тобто, середні дані для колодязів № 1 і № 2 суттєво не відрізнялися.

Результати вимірювань питомої активності радіонукліда ¹³⁷Cs у зразках ґрунту із спостережних свердловин, відібраних у 2021 р., та усереднені дані за 2016 - 2020 рр. представлено в табл. 3. Як видно з таблиці, питома активність радіонукліда ¹³⁷Cs в цих зразках ґрунту коливалася у 2021 р. у межах (< 0,2 - 0,4) Бк/кг, а за період з 2016 р. по 2020 р. у межах (0,36 - 0,79) Бк/кг.

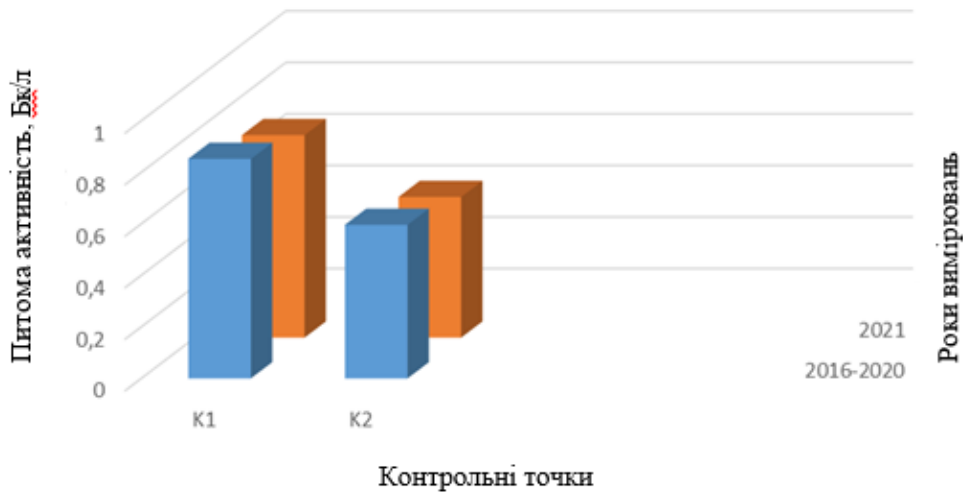


Рис. 3. Середня питома активність β-активних радіонуклідів у скидних водах за 2021 р. та усереднені дані за 2016 - 2020 рр.

Таблиця 3. Результати визначення вмісту радіонукліда ¹³⁷Cs у зразках ґрунту зі свердловин на майданчику ДЯР ВВР-М ІЯД в 2021 р. та усереднені дані за період з 2016 р. по 2020 р.

№ свердловини	Місце розташування свердловини	Середня питома активність ¹³⁷ Cs у 2021 р., Бк/кг	Усереднені дані питомої активності ¹³⁷ Cs протягом 2016 - 2020 рр., Бк/кг
2	Біля трубопроводу реактора	< 0,3	0,72 ± 0,22
3	Біля трубопроводу реактора	< 0,2	0,57 ± 0,15
13б	Біля трубопроводу «гарячих» камер	< 0,3	0,36 ± 0,12
11	Біля трубопроводу «гарячих» камер	< 0,3	0,58 ± 0,18
14	Біля старої прохідної	< 0,4	0,38 ± 0,12
15	Біля старої прохідної	0,4 ± 0,1	0,79 ± 0,24

Таким чином, вищезазначене свідчить про відсутність техногенного впливу експлуатації ДЯР ВВР-М на ґрунти в зоні аерації та надійний стан трубопроводів спецканалізації та резервуарів із РРВ реактора і «гарячих» камер.

Результати вимірювань у 2021 р. потужності еквівалентної дози γ-випромінювання та питомої активності ¹³⁷Cs у зразках ґрунту і рослинності в стаціонарних точках РК у СЗЗ та ЗС ДЯР ВВР-М

та порівняння їх з відповідними даними за 2016 - 2020 рр. представлено у табл. 4. З наведених даних видно, що у 2021 р. достовірного перевищення значень контрольованих параметрів порівняно з попередніми роками не виявлено. Значення ПЕД γ-випромінювання в СЗЗ і ЗС ДЯР ВВР-М суттєво не відрізняються і нижчі за контрольний рівень ПЕД γ-випромінювання для Києва, який становить 0,26 мкЗв/год [6].

Таблиця 4. ПЕД γ-випромінювання та питома активність радіонукліда ¹³⁷Cs у зразках ґрунту і рослинності в стаціонарних точках РК в СЗЗ та ЗС ДЯР ВВР-М

Показник	Значення	
	2021 р.	2016 - 2020 рр.
Середні значення ПЕД γ-випромінювання в стаціонарних точках РК (на висоті 1 м від поверхні ґрунту), мкЗв/год:		
– СЗЗ	0,12 ± 0,04	0,13 ± 0,03
– ЗС	0,13 ± 0,04	0,12 ± 0,04
Середні значення питомої активності радіонукліда ¹³⁷ Cs у зразках ґрунту, Бк/кг:		
– СЗЗ	49 ± 15	74 ± 4
– ЗС	27±8	43±5
Середні значення питомої активності радіонукліда ¹³⁷ Cs у зразках рослинності (сира маса), Бк/кг:		
– СЗЗ	4,3 ± 1,3	10,9 ± 3,3
– ЗС	5,8 ± 1,8	3,62 ± 0,8

За ці роки також не спостерігається суттєвої різниці в показниках питомої активності радіонукліда ^{137}Cs у зразках ґрунту і рослинності із СЗЗ і ЗС.

Оскільки внеску радіоактивного забруднення від експлуатації ДЯР ВВР-М в навколишнє середовище не спостерігається, немає підстав для розрахунку відповідних дозових навантажень на населення.

Проведені дослідження дали змогу накопичити великий експериментальний матеріал з радіаційної обстановки в СЗЗ та ЗС ДЯР ВВР-М та обґрунтувати висновок про відсутність техногенного забруднення об'єктів довкілля при його експлуатації.

Дані щодо радіаційного стану на території СЗЗ і ЗС ДЯР ВВР-М надаються у вигляді річних звітів Державній інспекції ядерного регулювання України та кварталних звітів Головному управлінню Держпродспоживслужби у м. Києві.

4. Висновки

1. Результати аналізу радіаційного стану на території СЗЗ і ЗС ДЯР ВВР-М свідчать про те, що за період спостережень (2016 - 2020 рр. та 2021 р.) не було виявлено збільшення вмісту радіоактивних речовин техногенного походження у контрольованих об'єктах навколишнього природного середовища порівняно з рівнями, характерними для м. Києва.

2. Дані багаторічних спостережень радіаційного стану на території СЗЗ та ЗС ДЯР ВВР-М дають змогу зробити висновок про відсутність техногенного забруднення об'єктів природного навколишнього середовища внаслідок експлуатації реактора.

3. Дослідження радіаційного стану на території СЗЗ та ЗС ДЯР ВВР-М необхідно продовжувати для його об'єктивної оцінки на різних етапах подальшої експлуатації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. *Методические рекомендации по санитарному контролю за содержанием радиоактивных веществ в объектах внешней среды.* Под ред. Л. Н. Марья, А. С. Зыковой (Москва: 1980) 356 с.
2. Звіт Центральної геофізичної обсерваторії імені Бориса Срезневського. Розділ 3. Радіоактивне забруднення атмосферного повітря (К.: ЦГО, 2018) 173 с.
3. 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.
4. І.О. Павленко та ін. Аналіз динаміки показників сумарної питомої β -активності осідаючого пилу та атмосферних випадін у санітарно-захисній зоні реактора ВВР-М ІЯД НАН України за 2014-2018 рр. *Ядерна фізика та енергетика* 21(2020) 58.
5. 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* 2 (2010) 165.
6. Контрольні рівні еквівалентної дози гамма-випромінювання, забруднення поверхонь бета-випромінюючими радіонуклідами та вмісту радіонуклідів в ґрунті для м. Києва. Документ погоджений Головним державним санітарним лікарем України 09.08.2010 р.

**O. V. Gaidar, V. V. Tryshyn, O. V. Svarychevska, I. O. Pavlenko*,
O. V. Svyatun, I. A. Maliuk, S. V. Teletska**

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

*Corresponding author: ipavlenko2008@ukr.net

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

The results of the analysis of the radiation state of environmental objects in the sanitary protection zone (SPZ) and surveillance zone (SZ) of the research nuclear reactor (RNR) WWR-M of the Institute for Nuclear Research of the National Academy of Sciences of Ukraine (INR) for 2021 are analyzed and compared with the data for previous years (from 2016 to 2020). The levels of total beta activity of sedimentary dust and atmospheric precipitation and wastewater from the main reservoirs of INR, the concentration of beta-active aerosols in the surface layer of atmospheric air, as well as the content of ^{137}Cs radionuclide in soil and vegetation samples, were studied. The research was conducted in the laboratory of the Center for Ecological Problems of Atomic Energy of INR. The obtained results show that in 2021 there was no excess of the values of controlled parameters compared to previous years. There was also no significant difference in the specific activity of the radionuclide ^{137}Cs in soil and vegetation samples from SPZ and ZS. Studies

conducted in the period from 2016 to 2021, allowed to accumulate significant factual material on the radiation situation in the sanitary protection zone and surveillance zone and to substantiate the conclusion about the absence of man-made radioactive contamination of the environment due to the operation of RNR WWR-M of INR of NAS of Ukraine.

Keywords: research nuclear reactor, radiation state, radionuclides, sanitary protection zone, observation zone, environment.

REFERENCES

1. L.N. Marey, A.S. Zykova (Eds.). *Guidelines for Sanitary Control of the Content of Radioactive Substances in Environmental Objects*. (Moskva: 1980) 356 p. (Rus)
2. Report of the Borys Sreznevsky Central Geophysical Observatory. Chapter 3. Radioactive pollution of atmospheric air (Kyiv: Central Geophysical Observatory, 2018) 173 p. (Ukr)
3. O.V. Gaidar et al. Analysis of the current radioecological state in the zone of influence of the VVR-M research nuclear reactor of the Institute for Nuclear Research of the National Academy of Sciences of Ukraine. *Yaderna Enerhetyka ta Dovkillya (Nuclear Power and the Environment)* 2(17) (2020) 102. (Ukr)
4. I.O. Pavlenko et al. Analysis of dynamics of summary surface β -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. *Yaderna Fizyka ta Energetyka (Nucl. Phys. At. Energy)* 21(2020) 58. (Ukr)
5. 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. *Yaderna Fizyka ta Energetyka (Nucl. Phys. At. Energy)* 2 (2010) 165. (Ukr)
6. Control levels of the equivalent dose of gamma radiation, contamination of surfaces with beta-emitting radionuclides and the content of radionuclides in the soil for the city of Kyiv. Document approved by the Chief State Sanitary Doctor of Ukraine on August 9, 2010.

Надійшла/Received 01.12.2022