

УДК 504.064.3:574

<https://doi.org/10.15407/jnpae2020.01.058>

І. О. Павленко*, О. В. Сваричевська, А. Д. Саженюк, О. В. Святун, С. В. Телецька

Інститут ядерних досліджень НАН України, Київ, Україна

*Відповідальний автор: iopavlen@kinr.kiev.ua

**АНАЛІЗ ДИНАМІКИ ПОКАЗНИКІВ СУМАРНОЇ ПИТОМОЇ β -АКТИВНОСТІ
ОСІДАЮЧОГО ПИЛУ ТА АТМОСФЕРНИХ ВИПАДАНЬ У САНІТАРНО-ЗАХИСНІЙ ЗОНІ
РЕАКТОРА ВВР-М ІЯД НАН УКРАЇНИ ЗА 2014 - 2018 рр.**

Наведено результати радіаційного моніторингу повітряного середовища в санітарно-захисній зоні дослідницького ядерного реактора ВВР-М Інституту ядерних досліджень НАН України за період 2014 - 2018 рр. Досліджено динаміку річних значень поверхневої щільності випадань β -активних радіонуклідів з пилом та атмосферними опадами.

Ключові слова: радіаційний моніторинг, дослідницький ядерний реактор, повітряне середовище, радіонукліди, β -активність.

1. Вступ

Відповідно до вимог чинного законодавства України [1, 2] Центром екологічних проблем атомної енергетики (ЦЕПАЕ) Інституту ядерних досліджень (ІЯД) НАН України здійснюється багаторічний регламентний радіаційний моніторинг об'єктів навколишнього природного середовища в санітарно-захисній зоні (СЗЗ) дослідницького ядерного реактора (ДЯР) ВВР-М, двох тритієвих лабораторій на території ІЯД і зоні спостереження у 18 точках радіаційного контролю (РК), обраних з урахуванням рози вітрів. Актуальність даних досліджень обумовлена тим, що в останні роки завдяки масовій забудові збільшується кількість населення, яке проживає поблизу даних об'єктів.

Дослідження проводяться в лабораторії ЦЕПАЕ, акредитованій у Національному агентстві з акредитації України відповідно до вимог ДСТУ ISO/IEC 17025:2006 та «Положення ЦЕПАЕ ІЯД НАН України по радіаційному контролю об'єктів зовнішнього середовища» [3], затвердженого головним державним санітарним лікарем Києва.

Результати радіаційного контролю щоквартально у вигляді інформаційного протоколу надсилаються до Головного управління Держпродспоживслужби Києва.

2. Матеріали та методи

У роботі проведено аналіз динаміки річних значень поверхневої щільності випадань β -активних радіонуклідів з осідаючим пилом та атмосферними опадами (далі – щільність випадань) у 6 стаціонарних точках РК із седиментаційними постами в СЗЗ ДЯР ВВР-М на території ІЯД НАН України.

На рис. 1 показано розташування стаціонарних точок РК, чотири з яких (Пд-1, З-1, ПнЗ-1, Пн-1) знаходяться на відстані не менше трьох висот вентиляційної труби реактора (~ 200 м), а дві (С-1 і ПдС-1) – відповідно на 100 і 120 м від огорожі реактора.

Для визначення питомої сумарної β -активності радіонуклідів у пробах осідаючого пилу та атмосферних опадів використано седиментаційний метод. Для цього на спеціальних металевих стійках висотою 1,7 м, змонтованих у стаціонарних точках РК, розміщують кювети-накопичувачі розмірами 40 × 40 см, дно яких вистилається фільтрувальним папером, змоченим розчином гліцерину і дистильованої води (співвідношення 1 : 1) для кращого прилипання. Відбір проб із кювет-накопичувачів проводиться один раз на місяць.

Підготовка зразків та визначення вмісту β -активних радіонуклідів проводяться згідно з прийнятими методиками [4] і включають: розділення рідкої та твердої фракції, випарювання вологи з рідкої фракції, озолення осаду, утвореного при випарюванні рідкої фракції, та твердої фракції в муфельній печі, зважування золи та подальша підготовка зразків для вимірювань на металевих підкладках. Вимірювання загальної β -активності одного зразка проводиться протягом 90 хв на установці УМФ-1500.

3. Результати та обговорення

Радіоактивне навантаження в приземному шарі атмосфери формується за рахунок радіонуклідів як природного, так і штучного походження. Відповідно вимірювання сумарної β -активності враховують як природні, так і штучно утворені радіонукліди, у тому числі й техногенні

© І. О. Павленко, О. В. Сваричевська, А. Д. Саженюк, О. В. Святун, С. В. Телецька, 2020

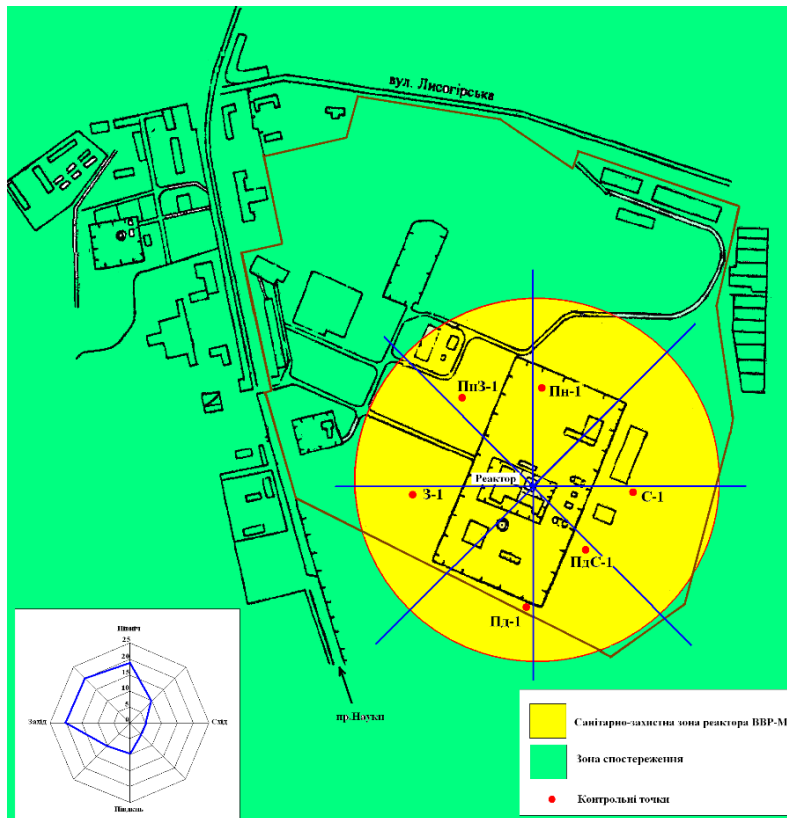


Рис. 1. Схема розміщення стаціонарних точок РК на території СЗЗ ДЯР ВВР-М: Пн-1 – північ-1; С-1 - схід-1; ПдС-1 – південний схід-1; Пд-1 – південь-1; З-1 – захід-1; ПнЗ-1 – північний захід-1.

β -випромінювачі ^{137}Cs та ^{90}Sr . На сьогодні природна складова сумарної β -активності, яка визначається ізотопами урану, торію, продуктами їх поділу, іншими радіоізотопами природного утворення, суттєво (приблизно на два порядки) перевищує техногенну складову [5].

Коливання природної компоненти сумарної β -активності обумовлені переважно комплексом природних факторів, таких як геологічна будова регіону, типи ґрунтів, їхня структура та еманувальна здатність, стан атмосфери тощо. Коливання концентрації техногенних радіонуклідів визначаються процесами їхньої вторинної вітрової міграції й залежать у першу чергу від умов, що сприяють розвитку дефляції або пригнічують її [5].

Аналіз показників поверхневої щільності випадань β -активних радіонуклідів з осідаючим пилом та атмосферними опадами в СЗЗ дослідницького реактора ВВР-М виявили особливості динаміки показників, а саме у 2014 - 2015 рр. спостерігалось суттєве перевищення показників щільності випадань у стаціонарних точках у різні місяці. Найбільше зростання показників щільності забруднення було в усіх точках у травні 2014 і 2015 р. (рис. 2 і 3) і двох точках у квітні 2014 р. (рис. 4).

Співвідношення між максимальними у травні та мінімальними річними показниками становило 5 - 10 разів, у той час як в інші роки такі співвідношення не перевищували показника 1,5.

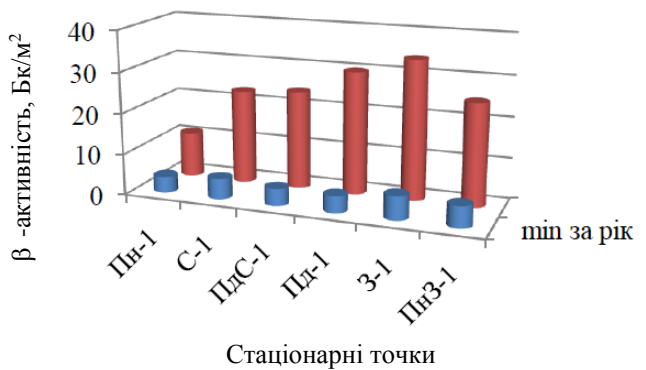


Рис. 2. Щільність випадань β -активних радіонуклідів з осідаючим пилом та атмосферними опадами в травні 2014 р.

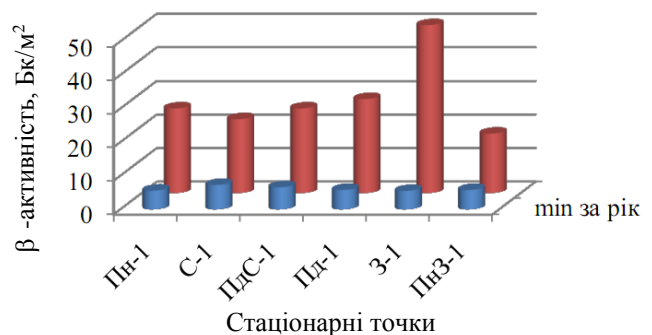


Рис. 3. Щільність випадань β -активних радіонуклідів з осідаючим пилом та атмосферними опадами в травні 2015 р.

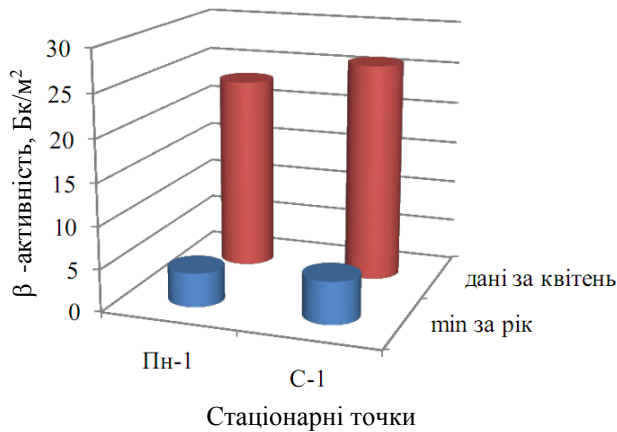


Рис. 4. Щільність випадань β -активних радіонуклідів з осідаючим пилом та атмосферними опадами в квітні 2014 р.

У наступні роки (2016 - 2018) різкого зростання значень щільності випадань не відмічалось.

Динаміка щільності випадань у 2014 - 2016 рр. відрізняється ще й великою розбіжністю показників у кожній точці в різні місяці року. Це видно на прикладі показників стаціонарної точки 3-1 (рис. 5 і 6). Проте вже у 2018 р. спостерігалася найменша розбіжність показників (рис. 7).

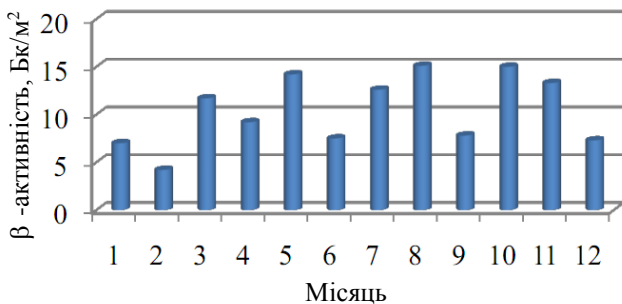


Рис. 5. Динаміка щільності випадань β -активних радіонуклідів з осідаючим пилом та атмосферними опадами в стаціонарній точці 3-1 у 2016 р.

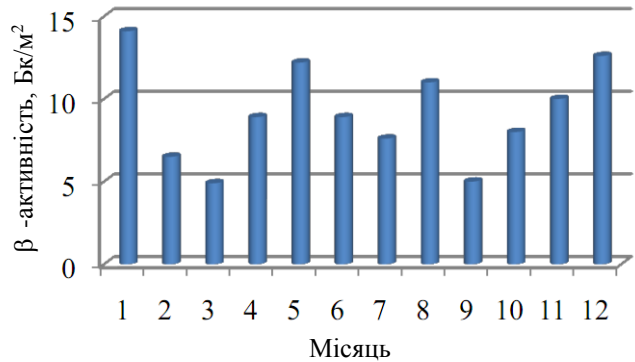


Рис. 6. Динаміка щільності випадань β -активних радіонуклідів з осідаючим пилом та атмосферними опадами в стаціонарній точці 3-1 у 2017 р.

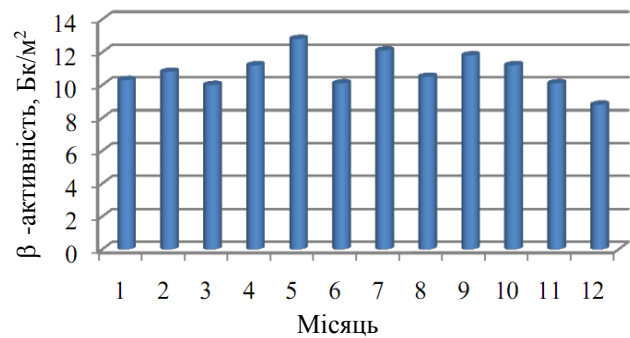


Рис. 7. Динаміка щільності випадань β -активних радіонуклідів з осідаючим пилом та атмосферними опадами в стаціонарній точці 3-1 у 2018 р.

В інших стаціонарних точках динаміка показників щільності випадань у 2016 - 2018 рр. була аналогічною показникам у точці 3-1.

У 2018 р. річні значення щільності випадань β -активних радіонуклідів у стаціонарних точках РК коливалися в межах від $113,3 \pm 28,4$ до $128,7 \pm 32,2$ Бк/м² (таблиця). Це суттєво не відрізнялося від усереднених значень за попередні роки досліджуваного періоду, які становили від 105 ± 27 до 152 ± 38 Бк/(м²·рік), що свідчить про стабільність ситуації та відсутність впливу експлуатації ДЯР ВВР-М на повітряне середовище.

Поверхнева щільність випадань β -активних радіонуклідів у стаціонарних точках радіаційного контролю в санітарно-захисній зоні ДЯР ВВР-М у 2018 р., Бк/м²

Стаціонарні точки	Квартал				Сумарне значення за рік
	I	II	III	IV	
Пн-1	$25,8 \pm 7,8$	$28,1 \pm 8,5$	$29,8 \pm 7,5$	$33,7 \pm 8,5$	$117,4 \pm 29,4$
С-1	$31 \pm 9,3$	$28,0 \pm 8,4$	$25,2 \pm 6,3$	$32,3 \pm 8,1$	$116,5 \pm 29,2$
ПдС-1	$31,8 \pm 9,6$	$32,1 \pm 9,7$	$28,7 \pm 7,2$	$29,6 \pm 7,4$	$122,2 \pm 30,6$
Пд-1	$28,8 \pm 8,7$	$24,6 \pm 7,4$	$32,9 \pm 8,3$	$30,6 \pm 7,7$	$116,9 \pm 29,3$
3-1	$31,1 \pm 9,4$	$33,1 \pm 10,0$	$34,4 \pm 8,6$	$30,1 \pm 7,6$	$128,7 \pm 32,2$
ПнЗ-1	$25,6 \pm 7,7$	$29,1 \pm 8,8$	$27,7 \pm 7,0$	$30,9 \pm 7,8$	$113,3 \pm 28,4$

Для визначення зв'язку між перевищенням показників щільності випадань β -активних радіонуклідів у травні 2014 - 2015 рр. порівняно з

іншими роками нами були проаналізовані архівні дані погоди в травні 2014 - 2018 рр. [6]. Однак чіткої кореляції між кількістю опадів, силою й

напрямок вітру, температурою та величинами показників щільності випадань β -активних радіонуклідів виявлено не було.

Як видно з проаналізованих архівних даних погоди, найбільше дощових днів було в травні 2016 р. (рис. 8), найбільша кількість днів з посиленним вітром спостерігалася в травні 2015 р., проте в травні 2014 р. була найменша кількість таких днів (рис. 9); щодо середньої температури в травні, то вона в досліджуваній період суттєво не відрізнялася (рис. 10).

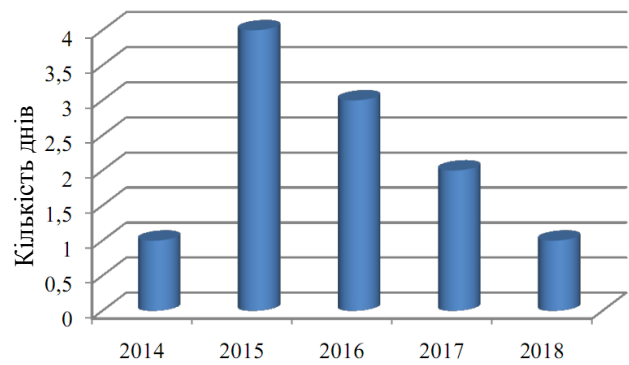


Рис. 9. Кількість днів з підвищеною швидкістю вітру в травні 2014 - 2018 рр.

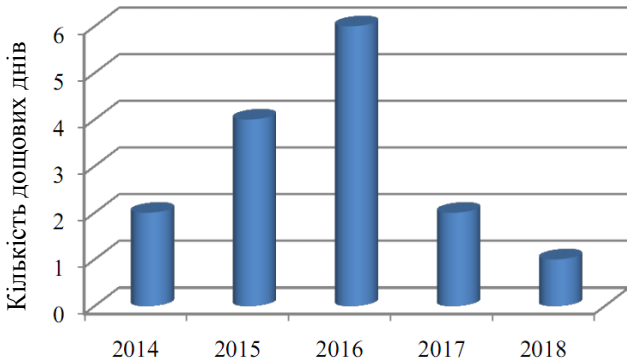


Рис. 8. Кількість дощових днів у травні 2014 - 2018 рр.

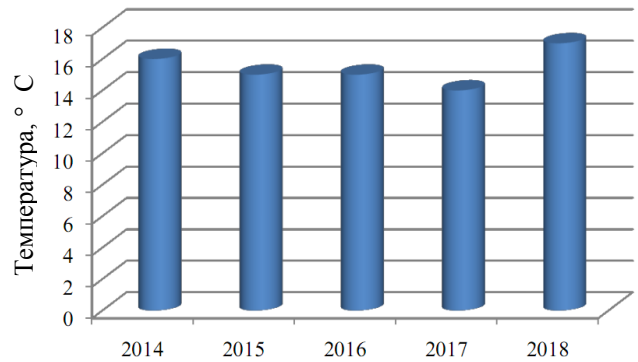


Рис. 10. Середня температура в травні 2014 - 2018 рр.

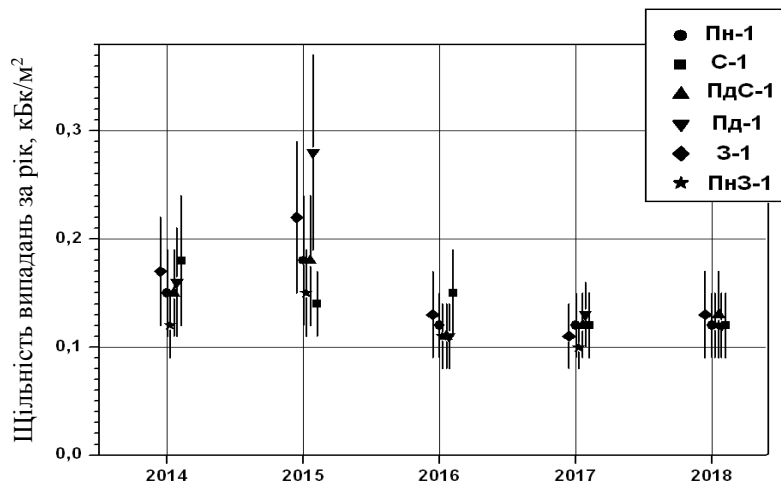


Рис. 11. Динаміка поверхневої щільності випадань β -активних радіонуклідів з осідаючим пилом та атмосферними опадами в СЗЗ ДЯР ВВР-М у 2014 - 2018 рр.

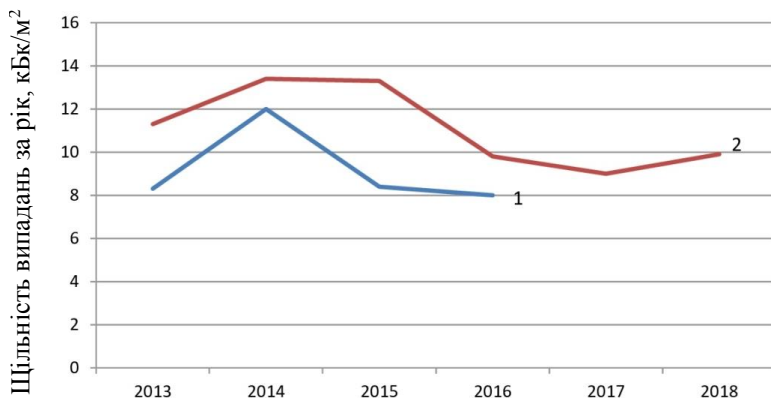


Рис. 12. Динаміка середньомісячних β -активних атмосферних випадань у СЗЗ і зоні спостереження Рівненської АЕС (крива 1) та СЗЗ ДЯР ВВР-М (крива 2) у 2013 - 2018 рр.

У цілому аналіз отриманих показників за період 2014 - 2018 рр. свідчить, що річні значення щільності випадань β -активних радіонуклідів (рис. 11) знаходяться в межах погрішності виміру. Це підтверджується також іншими дослідженнями даного показника (рис. 12).

4. Висновки

Аналіз динаміки значень поверхневої щільності випадань β -активних радіонуклідів з осідаючим пилом та атмосферними опадами в стаціонарних точках радіаційного контролю в СЗЗ ДЯР ВВР-М за період 2014 - 2018 рр. показав, що коливання показників протягом року не перевищують рівнів допустимої активності.

Враховуючи, що в травні 2014 - 2015 рр. ДЯР ВВР-М не працював, підвищення у ці періоди

значень досліджуваного показника не пов'язане з впливом експлуатації реактора на приповерхневий шар атмосфери. Це може бути наслідком пожеж у чорнобильській зоні, що відбуваються майже щороку. У 2015 р. була зафіксована наймасштабніша пожежа, коли полум'ям було охоплено близько 350 га лісових угідь [8]. Короткочасне підвищення величини досліджуваного показника може бути зумовлене продуктами горіння.

Порівняння річних значень щільності випадань β -активних радіонуклідів з осідаючим пилом та атмосферними опадами у стаціонарних точках РК у 2018 р. з даними за попередні роки (2014 - 2018) свідчить про стабільність ситуації та відсутність впливу експлуатації ДЯР ВВР-М на повітряне середовище.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Закон України «Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку» від 09.02.1995.
2. Закон України «Про охорону навколишнього середовища» від 25.06.1991 р.
3. Положение ЦЭПАЭ ИЯИ НАН Украины по радиационному контролю объектов внешней среды (К., 1999).
4. Методические рекомендации по санитарному контролю за содержанием радиоактивных веществ в объектах внешней среды. Под общ. ред. А.И. Мареев и А.С. Зыковой (М., 1980).
5. Звіт Центральної геофізичної обсерваторії імені Бориса Срезневського. Розділ 3. Радіоактивне забруднення атмосферного повітря (К., 2018). <https://meteo.ua/archive/34/kyiv/2014-4-1>
6. Ривненская АЭС. Энергоблоки № 3, 4. Отчет по периодической переоценке безопасности. Глава 5. Влияние на окружающую среду. ГП НАЭК «Энергоатом»: 22.3,4.133.ОППБ.05 АТ03-14.564.ОД.1. 2016. 84 с.
7. В.И. Богорад и др. Радиационные последствия пожара в зоне отчуждения Чернобыльской АЭС. *Ядерна та радіаційна безпека* 1(69) (2016) 64.
- 8.

І. О. Павленко*, О. В. Сваричевская, А. Д. Сажениук, О. В. Святун, С. В. Телецкая

Институт ядерных исследований НАН Украины, Киев, Украина

Ответственный автор: iopavlen@kinr.kiev.ua

АНАЛІЗ ДИНАМІКИ ПОКАЗАТЕЛІЙ СУММАРНОЇ УДЕЛЬНОЇ β -АКТИВНОСТІ ОСЕДАЮЩОЇ ПИЛИ І АТМОСФЕРНИХ ВИПАДЕНЬ В САНИТАРНО-ЗАЩИТНОЇ ЗОНЕ РЕАКТОРА ВВР-М ІЯІ НАН УКРАЇНИ ЗА 2014 - 2018 ГГ.

Представлены результаты радиационного мониторинга воздушной среды в санитарно-защитной зоне исследовательского ядерного реактора ВВР-М Института ядерных исследований НАН Украины за период 2014 - 2018 гг. Исследованы годовые значения поверхностной плотности выпадений β -активных радионуклидов с оседающей пылью и атмосферными осадками.

Ключевые слова: радиационный мониторинг, исследовательский ядерный реактор, воздушная среда, радионуклиды, β -активность.

I. O. Pavlenko*, O. V. Svarychevska, A. D. Sajenyuk, O. V. Svyatun, S. V. Teletska

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

*Corresponding author: iopavlen@kinr.kiev.ua

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

The results of radiation monitoring of the air environment in the sanitary-protective zone of WWR-M research reactor of the Institute for Nuclear Research of the National Academy of Sciences of Ukraine for the period of 2014 - 2018

are presented. The dynamics of annual values of the surface density of β -active radionuclides with deposited dust and atmospheric precipitation is investigated.

Keywords: radiation monitoring, nuclear research reactor, air environment, radionuclides, β -activity.

REFERENCES

1. Law of Ukraine “On Nuclear Energy Use and Radiation Safety” of 09.02.1995. (Ukr)
2. Law of Ukraine “On Environmental Protection” of 25.06.1991. (Ukr)
3. The Provision of the Center for Ecological Problems of Atomic Energy of the INR of the NAS of Ukraine for radiation monitoring of environmental objects (Kyiv, 1999). (Rus)
4. Guidelines for Sanitary Control of the Content of Radioactive Substances in Environmental Objects. Eds. A.I. Marey, A.S. Zykova (M., 1980). (Rus)
5. Report of Borys Sreznevsky Central Geophysical Observatory. Section 3. Radioactive Contamination of Atmospheric Air (Kyiv, 2018). (Ukr)
6. <https://meteo.ua/archive/34/kyiv/2014-4-1>
7. Rivne NPP. Power units No. 3 and 4. Report on the Periodic Safety Reevaluation. Chapter 5. Impact on the Environment. SE NNEGC Energoatom: 22.3,4.133. Periodic Safety Review Report. 05 AT03-14.564.ОД.1. 2016. 84 p. (Rus)
8. V.I. Bogorad et al. Radiological consequences of a fire in the exclusion zone of the Chernobyl NPP. *Yaderna ta Radiatsiyana Bezpeka* 1(69) (2016) 64. (Rus)

Надійшла / Received 03.07.2019