

РАДІОАКТИВНІ АЕРОЗОЛІ НА ВЕРХНІХ ВІДМІТКАХ ОБ'ЄКТА «УКРИТТЯ» В ПІДАРКОВОМУ ПРОСТОРИ НОВОГО БЕЗПЕЧНОГО КОНФАЙНМЕНТУ В 2017 -2025 рр.

О. К. Калиновський, В. О. Краснов, П. В. Сабенін

Інститут проблем безпеки АЕС НАН України, Чорнобиль

У статті наведено результати аналізу моніторингу радіоактивних аерозолів (РА) на легкій покрівлі об'єкта «Укриття» (ОУ) на різних етапах експлуатації комплексу Нового безпечного конфайнменту (НБК). До аналізу було включено дані про неорганізовані викиди РА через отвори в легкій покрівлі та випадіннях, отримані за допомогою накопичувальних планшетів.

Склад довгоживучих нуклідів (ДЖН) у РА з початку 2000-х рр. майже постійний і містить: $\Sigma\alpha$ -ДЖН ($^{238}, ^{239}, ^{240}\text{Pu}$, ^{241}Am) та $\Sigma\beta$ -ДЖН (^{137}Cs , $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$, ^{241}Pu). Визначення ^{241}Am , ^{137}Cs , ^{154}Eu у зразках РА проводили комплексом γ -спектрометрії, що складається з детектора HPGe з берилієвим вікном та програми Genie 2000 (CANBERRA). Оцінки активності $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$ та ізоотопів плутонію в аерозолях виконувались відповідно до кореляційних співвідношень з активністю ^{241}Am у пробах і відпрацьованому паливі енергоблоку № 4 [1-3].

На рис. 1 надано динаміку річного «неорганізованого» викиду із ОУ (виходу – після введення в експлуатацію комплексу НБК-ОУ) Σ ДЖН через технологічні отвори легкої покрівлі ОУ за період 2017 - 2025 р. При розрахунку інтегрального виходу площа отворів на верхніх відмітках ОУ оцінювалась в 120 м^2 .

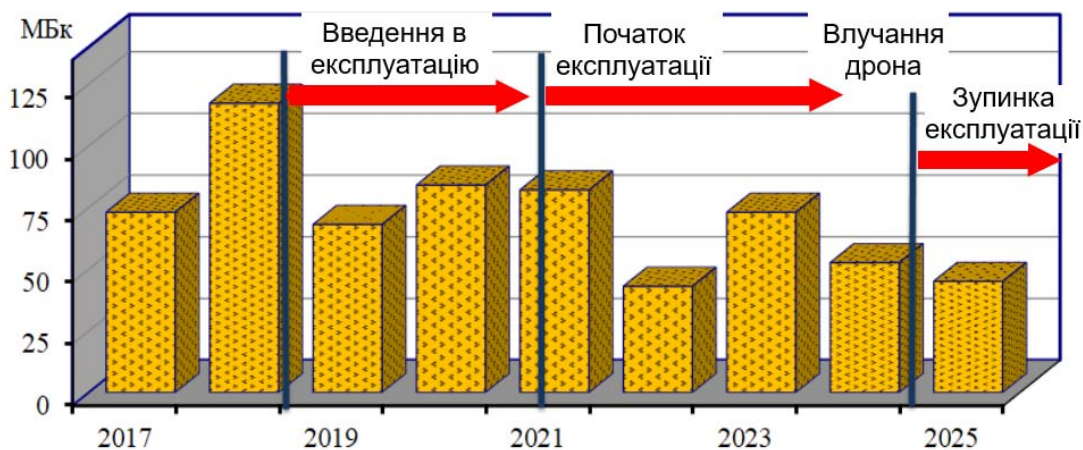


Рис. 1. Динаміка річного викиду (виходу) Σ ДЖН в підарковий простір через нещільності в покрівлі ОУ.

Крім того, на рисунку вказані де-які події з моменту установки Арки НБК в проектне положення в грудні 2016 р., які мали значний вплив на режим експлуатації НБК, а саме: роботи з герметизації в 2017 р., демонтаж легкої покрівлі машзалу в 2018 р., введення в експлуатацію комплексу НБК-ОУ з 2019 р. по 2021 р., промислова експлуатація НБК з 2021 р. по 2024 р. 14.02.2025 р. відбулося пряме влучання безпілотного літального апарату в Арку НБК. В результаті в зовнішній обшивці арки НБК утворився отвір площею близько 15 м^2 і відбулося часткове вигорання пароізоляційної герметизуючої мембрани зовнішньої обшивки, що призвело до зупинки промислової експлуатації НБК.

Середній вихід Σ ДЖН за період з 2017 р. по 2025 р. дорівнює 73 МБк/рік , після введення в експлуатацію НБК (з 2021 р.) 60 МБк/рік . Мінімальний вихід Σ ДЖН спостерігався в 2022 р. і 2025 р., коли відбувались зупинки в промисловій експлуатації, і дорівнював 43 і 45 МБк/рік відповідно.

Слід зазначити, що технологічна діяльність в НБК призупинялась двічі: в березні - квітні 2020 р. в період введення карантинних обмежень та в березні - травні 2022 р. в зв'язку з захопленням ЧАЕС окупаційними російськими військами.

Для порівняльного аналізу в таблиці представлені статистичні характеристики радіоактивного аерозолію на легкій покрівлі ОУ в 2017 – 2025 рр. Найбільші середньорічні значення щільністю потоку виходу радіонуклідів спостерігалися в 2021 і 2023 роках, що є результатом технологічної діяльності. Незначна різниця між максимальними значеннями виходу РА на протязі 2021 – 2024 рр., в межах 25% ,

вказує на стабілізацію процесу пилопід'єму при штатній експлуатації комплексу НБК-ОУ. Мінімальні значення щільності виходу в 2020 році (0,39 кБк/(м²·доба)) та 2022 році (0,31 кБк/(м²·доба)) практично співпадають і реєструвались в періоди відсутності технологічної діяльності.

Оцінка параметрів радіоактивного аерозолю на легкій покрівлі об'єкта «Укриття» в 2017 – 2025 рр.

Параметр	Рік									
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	
Характеристики щільності потоку «неорганізованого» виходу $\Sigma\beta$, кБк/(м ² ·доба)										
Середньорічна	1,8	2,6	1,6	2,0	1,9	0,93	1,7	1,2	1,0	
Коефіцієнт варіації, %	116	37	54	50	25	73	50	69	48	
Максимальна	7,8	4,6	3,0	3,9	2,5	2,4	3,1	3,2	1,9	
Мінімальна	0,26	1,2	0,59	0,82	1,2	0,38	0,67	0,37	0,35	
Характеристики щільності випадіння $\Sigma\beta$, кБк/(м ² ·доба)										
Середньорічна	1,6	2,2	1,7	2,0	2,1	0,88	1,9	1,2	1,0	
Коефіцієнт варіації, %	107	47	69	80	32	80	50	83	38	
Максимальна	6,6	3,9	4,6	4,9	3,1	2,7	3,4	3,4	1,7	
Мінімальна	0,48	0,82	0,56	0,39	1,2	0,31	0,51	0,29	0,56	
Коефіцієнт кореляції	0,17	0,76	0,65	0,81	-0,06	0,91	0,11	0,41	-0,49	

Аналіз кореляційної залежності між щільністю потоку виходу та випадінь радіонуклідів показав, що коефіцієнт кореляції позитивний и вище 0,4 при штатній роботі комплексу НБК. Від'ємний коефіцієнт кореляції у 2025 р на рівні - 0,49, можливо, є наслідком зупинки технологічної діяльності та присутності отворів в захисній оболонці арки, що створило умови для неконтрольованого переносу під дією метеофакторів радіоактивного пилу в подарковому просторі.

1. О.О. Боровой, та ін. Визначення ядерно-фізичних властивостей палива енергоблоку №4 ЧАЕС. ІБРАЕ СРСР АН., (Москва, 1991) 20 с.
2. Н.А. Лоцілов, та ін. Радіохімія 34 (5) (1992) 125.
3. О.К. Калиновский, О.О. Одінцов, Л.Б. Чікур. Проблеми безпеки атомних електростанцій і Чорнобиля 26 (2015) 90.