

А. С. Лагуненко, В. Е. Хан, А. К. Калиновский, В. А. Краснов, В. А. Кашпур, В. П. Ковальчук

*Институт проблем безопасности АЭС НАН Украины, ул. Кирова, 36а, Чернобыль, 07270, Украина*

## КОНТРОЛЬ ВЫБРОСОВ РАДИОАКТИВНЫХ АЭРОЗОЛЕЙ ИЗ ОБЪЕКТА «УКРЫТИЕ» В УСЛОВИЯХ НОВОГО БЕЗОПАСНОГО КОНФАЙНМЕНТА В 2017 г.

Представлены результаты контроля выбросов радиоактивного аэрозоля из объекта «Укрытие» в 2017 г. Максимальное значение скорости неорганизованного выброса наблюдались в декабре - 0,94 МБк/сут. После установки «Арки» в проектное положение произошло изменение механизма рассеяния частиц, выносимых в окружающую среду. Среднесуточная плотность выпадения радиоактивных частиц на легкую кровлю в 2017 г. составила 1,6 кБк/(м<sup>2</sup>·сут). Концентрация суммы долгоживущих бета-излучающих аэрозолей, поступавших в атмосферу через систему «Байпас», находилась, как правило, в диапазоне 0,5 – 1 Бк/м<sup>3</sup> (максимальная концентрация 2,7 Бк/м<sup>3</sup>). Их носителями были частицы с активностным медианным аэродинамическим диаметром 5 – 10 мкм.

*Ключевые слова:* новый безопасный конфайнмент, объект «Укрытие», аэрозоли, объемная активность, активностный медианный аэродинамический диаметр.

### Введение

27 ноября 2016 г. над объектом «Укрытие» была установлена «Арка» нового безопасного конфайнмента (НБК). Надвижка «Арки» в проектное положение привела к прекращению поступления атмосферных осадков в объект «Укрытие», смещению среднегодовой температуры внутри его в позитивную область, ограничила влияние метеорологических условий окружающей среды: температуры и ветра, которые создавали воздушные потоки в подкровельном пространстве объекта. В результате изменения температурно-влажностного режима происходит постепенное высыхание водных скоплений радиоактивно-загрязненных вод в помещениях, снижение влажности воздуха, что в свою очередь может привести к повышению вторичного пылеподъема, в том числе и с поверхностями топливосодержащих масс.

В 2017 г. был продолжен контроль количества и состава радиоактивных аэрозолей, выбрасываемых из объекта «Укрытие» [1, 2]. Начатые 30 лет назад наблюдения остаются важным источником экспериментальных данных, необходимых для оценки радиационной обстановки внутри объекта «Укрытие» и его влияния на окружающую среду.

### Результаты контроля выброса радиоактивного аэрозоля через технологические отверстия и неплотности легкой кровли объекта «Укрытие»

Для оценки неорганизованного выброса радиоактивного аэрозоля через технологические отверстия и неплотности легкой кровли применяли аккумулярующие планшеты из марли. Как и в предыдущие годы, планшеты устанавливали над технологическими люками № 7 (ряд И<sup>+1400</sup>, ось 46<sup>+1300</sup>), № 10 (ряд Л<sup>+700</sup>, ось 46<sup>+1300</sup>), № 13 (ряд К<sup>+700</sup>, ось 48-700) и № 15 (ряд Л<sup>+1300</sup>, ось 48-500). Для удержания аэрозолей марлю предварительно пропитывали нефтепродуктами (литол-24 и масло-разбавитель).

На рис. 1 представлена динамика среднесуточной скорости неорганизованных выбросов суммы долгоживущих бета-излучающих нуклидов ( $\Sigma\beta$ )-продуктов Чернобыльской аварии через неплотности на верхних отметках объекта «Укрытие» в 2015 – 2017 гг. В  $\Sigma\beta$  включены изотопы <sup>137</sup>Cs, <sup>90</sup>Sr + <sup>90</sup>Y, <sup>241</sup>Pu. Содержание изотопов <sup>90</sup>Sr + <sup>90</sup>Y определялось расчетным методом с использованием коэффициента пропорциональности с активностью <sup>241</sup>Am для базового состава облученного топлива 4-го энергоблока на момент измерения [3, 4].

Среднегодовая скорость неорганизованного выброса  $\Sigma\beta$  в 2017 г. составила 1,8 кБк/(м<sup>2</sup>·сут), что примерно в два раза ниже, чем в 2015 – 2016 гг. Максимальная скорость выброса в 2017 г. наблюдалась в декабре и составила 7,8 кБк/(м<sup>2</sup>·сут).

Верхняя оценка суммарного неорганизованного выброса  $\Sigma\beta$  из объекта «Укрытие» в подарочное пространство в 2017 г. составила 71 МБк (рис. 2). Как видно на рисунке, неорганизованный выброс в 2017 г. был наименьшим за последние 10 лет.

После установки «Арки» НБК в проектное положение рассеяние частиц, выносимых через технологические отверстия и неплотности легкой кровли объекта «Укрытие», оказалось ограниченным подарочным пространством. Аэрозоль, выносимый из объекта, а также образующийся при про-

© А. С. Лагуненко, В. Е. Хан, А. К. Калиновский, В. А. Краснов, В. А. Кашпур, В. П. Ковальчук, 2018

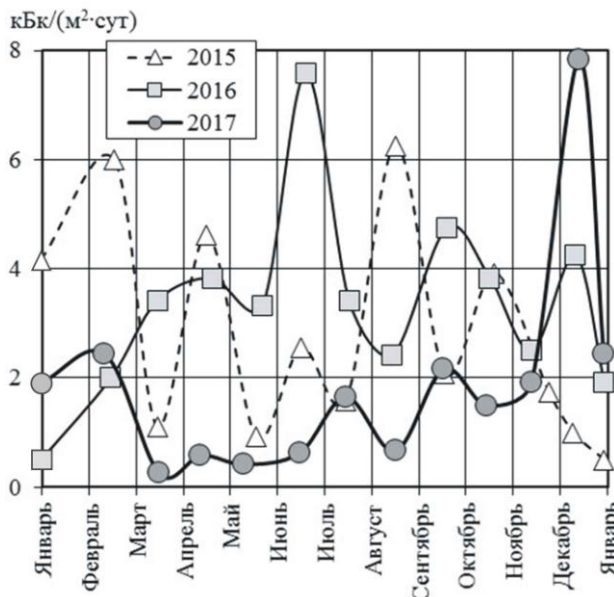


Рис. 1. Динамика среднесуточной скорости неорганизованных выбросов  $\Sigma\beta$  через неплотности на верхних отметках объекта «Укрытие» в 2015 – 2017 гг.

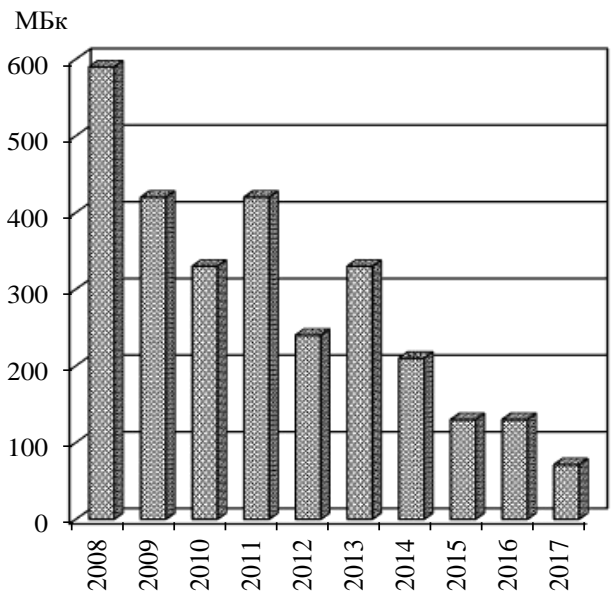


Рис. 2. Динамика неорганизованного выброса  $\Sigma\beta$  из объекта «Укрытие» в 2008 – 2017 гг.

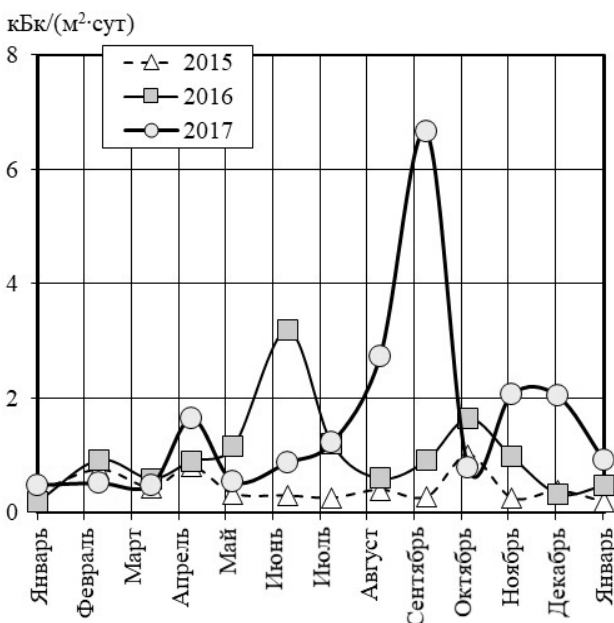


Рис. 3. Динамика плотности выпадения  $\Sigma\beta$  на легкую кровлю объекта «Укрытие» в 2015 – 2017 гг.

ведении строительно-монтажных работах, формирует облако в пространстве под “Аркой”. Из этого облака происходит выпадение частиц на легкую кровлю и другие объекты подарочного пространства, что подтверждается ростом толщины пылевого слоя на горизонтальных поверхностях.

Контроль плотности выпадения радиоактивного аэрозоля на легкую кровлю объекта «Укрытие» производился с помощью горизонтальных марлевых планшетов (рис. 3). Среднегодовая плотность выпадения в 2017 г. составила 1,6 кБк/(м²·сут), что в полтора раза выше, чем в 2016 г., и в три раза выше, чем в 2015 г. При этом дисперсия данных в 2017 г. возросла более чем в шесть раз по сравнению с предыдущими годами. Максимальная плотность выпадения радиоаэрозоля в 2017 г. наблюдалась в сентябре и более чем в три раза превышала скорость неорганизованного выброса.

Статистический анализ данных показал снижение линейной корреляционной зависимости между скоростью выброса и плотностью выпадения аэрозоля в 2017 г. (коэффициент корреляции

0,28) по сравнению с 2016 г. (коэффициент корреляции 0,78).

### Результаты контроля выброса радиоактивного аэрозоля в системе «Байпас»

В 2017 г. были продолжены начатые в 2002 г. наблюдения за концентрацией и дисперсным составом радиоактивного аэрозоля, поступающего из центрального зала объекта «Укрытие» в атмосферу через систему «Байпас» и вентиляционную трубу («организованный» выброс) [1, 2].

### Организация и выполнение отбора проб аэрозоля

Пробы аэрозоля из системы «Байпас» отбирали через люк, имеющийся в помещении 2016/2 (3-й блок ЧАЭС, высотная отметка +45,00) (рис. 4). Отбор частиц аэрозоля и их классификацию по размерам проводили с помощью 5-каскадного импактора ИБФ-5К. Устройство осуществляет сортировку аэрозольных частиц по пяти диапазонам аэродинамического диаметра (АД): < 0,5 мкм; 0,5 – 1,2 мкм; 1,2 – 3,7 мкм; 3,7 – 8,5 мкм; 8,5 – 17,0 мкм. В качестве пятой ступени (< 0,5 мкм) использует-

ся тонкодисперсный фильтр, что позволяет более полно улавливать аэрозоли субмикронного размера.

По результатам гамма-спектрометрических измерений рассчитывали объемную активность  $\Sigma\beta$  исходя из соотношений радионуклидов с  $^{241}\text{Am}$  в базовом составе топлива 4-го блока на момент измерений [3, 4].

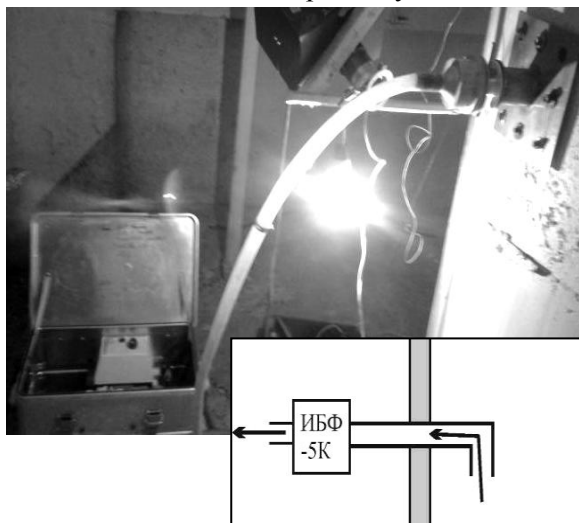


Рис. 4. Отбор проб аэрозоля импактором ИБФ-5К в системе «Байпас».

#### Концентрация аэрозоля-носителя продуктов аварии 4-го блока ЧАЭС

Результаты наблюдений динамики объемной активности  $\Sigma\beta$  в системе "Байпас" за период сентябрь 2003 г. – декабрь 2017 г. представлены на рис. 5. Линия тренда, имеющая экспоненциальный характер, показывает уменьшение объемной активности  $\Sigma\beta$  в выбросах через систему "Байпас".

Концентрация  $\Sigma\beta$  изменялась в 2017 г. от 0,47 до 2,7 Бк/м<sup>3</sup> (большинство значений в диапазоне 0,5 – 1 Бк/м<sup>3</sup>). Наиболее высокая объемная активность аэрозоля наблюдалась 13 июня и составила 2,7 Бк/м<sup>3</sup>. Среднее значение составило 0,84 Бк/м<sup>3</sup>, при этом стандартное отклонение 0,5 Бк/м<sup>3</sup>. Для сравнения, в 2016 г. концентрация  $\Sigma\beta$  изменялась от 0,34 до 3,9 Бк/м<sup>3</sup>, среднее значение составило 1,3 Бк/м<sup>3</sup>, при этом стандартное отклонение 0,8 Бк/м<sup>3</sup>.

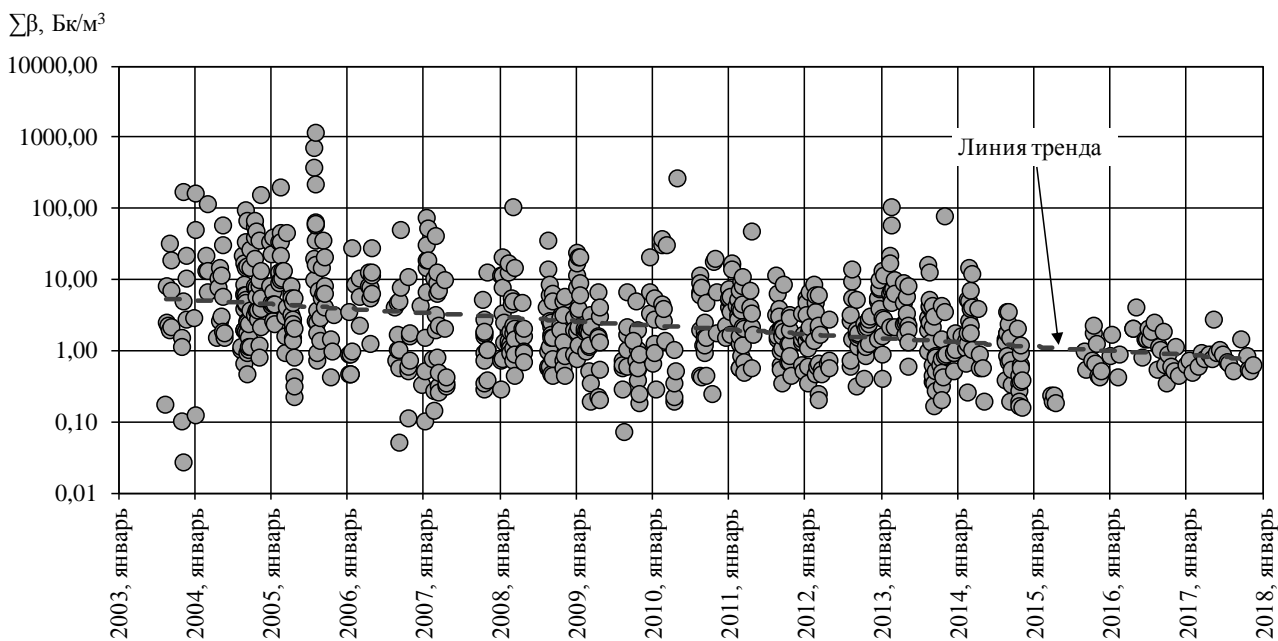


Рис. 5. Динамика объемной активности  $\Sigma\beta$  в системе "Байпас" объекта «Укрытие».

В 2017 г. среднее значение отношения объемных активностей радионуклидов  $^{137}\text{Cs}/^{241}\text{Am} = 73$ , а среднее значение отношения концентраций  $^{137}\text{Cs}/\Sigma\beta = 0,59$ . В 2016 г. значения отношений радионуклидов составили:  $^{137}\text{Cs}/^{241}\text{Am} = 62$ ,  $^{137}\text{Cs}/\Sigma\beta = 0,53$  [5]. Таким образом, в составе  $\Sigma\beta$ , выбрасываемой через систему «Байпас» в атмосферу в 2017 г., чуть больше половины приходится на  $^{137}\text{C}$ , что уже было зарегистрировано в предыдущем году.

#### Дисперсность радиоактивных аэрозолей

В табл. 1 представлены результаты определения дисперсного состава аэрозоля-носителя  $^{137}\text{Cs}$ , полученные в период наблюдений 2015 – 2017 гг. [1, 2, 6]. Как следует из таблицы, в период возведения ограждающего контура НБК и установки «Арки» в проектное положение в 2016 – 2017 гг. доля крупных частиц в суммарной активности аэрозоля существенно возросла по сравнению с 2015 г.

Активный медианный аэродинамический диаметр (АМАД) аэрозоля, определенный по активности  $^{137}\text{Cs}$ , в 2015 г. находился в диапазоне от 1,5 до 11 мкм со средним значением 6,7 мкм; минимальное значение 1,5 мкм отмечено в период с 16 по 21 апреля; максимальное значение 11 мкм

отмечено в период 01 – 08 декабря (рис. 6).

АМАД частиц-носителей <sup>137</sup>Cs в 2016 г. изменялся в диапазоне от 5,7 до 11 мкм; минимальное значение 5,7 мкм отмечено в период 21.06 – 05.07; максимальное значение 11 мкм отмечено в период 27.09 - 11.10; среднее значение 9,7 мкм.

АМАД частиц-носителей <sup>137</sup>Cs в 2017 г. изменялся в диапазоне от 4,9 до 10 мкм; минимальное значение 4,9 мкм отмечено в период с 15 по 22 ноября; максимальное значение 10 мкм отмечено в период 31.05 - 13.06; среднее значение 8,9 мкм.

Таблица 1. Дисперсный состав аэрозоля-носителя <sup>137</sup>Cs

Год	Значение	Объемная активность в диапазонах АД, мБк/м <sup>3</sup>					АМАД, мкм
		17 – 8,5 мкм	8,5 – 3,7 мкм	3,7 – 1,2 мкм	1,2 – 0,5 мкм	< 0,5 мкм	
2015	макс.	490	140	91	34	100	11
	мин.	22	17	14	8,1	1,9	1,5
	ср. знач.	190	55	40	21	36	6,7
	ст. отклон.	162	41	27	10	30	4,0
2016	макс.	1300	360	220	91	94	11
	мин.	110	19	14	11	2,4	5,7
	ср. знач.	410	95	73	35	23	9,7
	ст. отклон.	274	69	55	25	23	1,0
2017	макс.	1600	500	96	42	49	10
	мин.	110	38	20	14	8,9	4,9
	ср. знач.	300	104	58	25	23	8,9
	ст. отклон.	315	98	19	8,1	10	1,2

В 2014 г. размер частиц-носителей продуктов Чернобыльской аварии, выбрасываемых из объекта «Укрытие» в атмосферу (рис. 7), оставался практически таким же, как на протяжении предыдущих 10 лет [7 - 14]. Как видно на рисунке, в 2015 – 2016 гг. произошло увеличение среднегодовых значений АМАД, явившееся следствием работ, проводимых на объекте «Укрытие» по созданию ограждающего контура НБК.

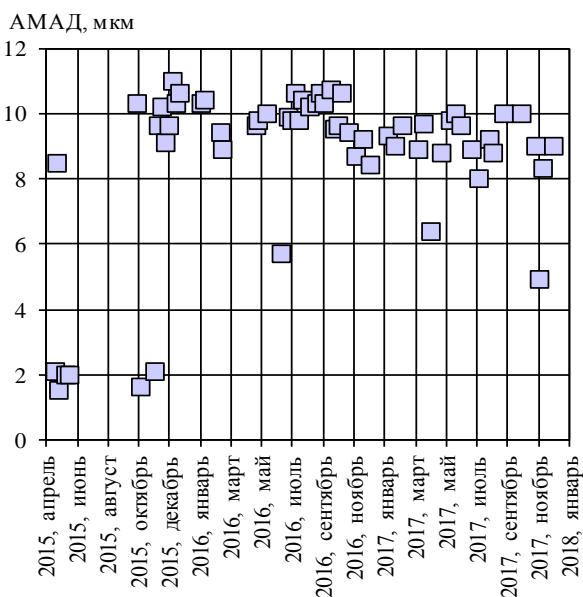


Рис. 6. Динамика АМАД частиц-носителей <sup>137</sup>Cs в системе «Байпас» объекта «Укрытие» в 2015 – 2017 гг.

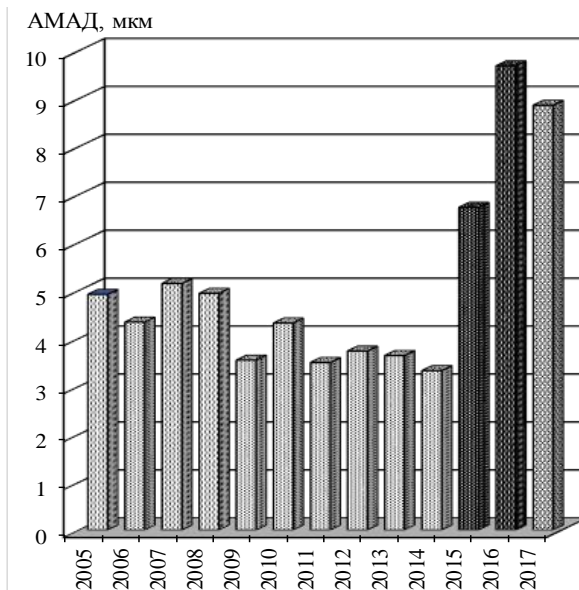


Рис. 7. Среднегодовые значения АМАД частиц-носителей <sup>137</sup>Cs в системе «Байпас» в 2005 – 2017 гг.

**Наблюдение за направлением вентиляционного потока в системе «Байпас»**

В 2017 г были продолжены начатые в 2015 г. наблюдения за направлением воздушного потока в системе «Байпас». Контроль направления воздушного потока осуществлялся в дни замены импактора. Наблюдения в 2015 – 2016 гг. показали, что при широком диапазоне метеоусловий тяга воздуха в систему «Байпас» не только прекращалась, но и была направлена внутрь объекта [5]. Направление потока воздуха «внутри» наблюдалось и в более ранние годы, причем преимущественно в весенний период, когда возникали значительные разности температур внутри и снаружи объекта «Укрытие».

В 2017 г. было зарегистрировано 34 случая направления воздушного потока «внутри» и 13 случаев «наружу» (табл. 2).

Таблица 2. Результаты наблюдений за направлением воздушного потока в системе "Байпас" в 2017 г.

Дата	Направление воздушных потоков		Метеоусловия в непосредственной близости от НВТ
	наружу	внутри	
18.01.17		внутри ↓	пасмурно, t = -6 °С, ветер З, 0 – 1 м/с, P = 780 мм рт. ст.
24.01.17		внутри ↓	ясно, t = -2 °С, ветер З, 1 – 2 м/с, P = 764 мм рт. ст.
07.02.17		внутри ↓	ясно, t = -12 °С, ветер В, 1 – 2 м/с, P = 775 мм рт. ст.
14.02.17		внутри ↓	пасмурно, t = -5 °С, ветер З, 1 – 2 м/с, P = 767 мм рт. ст.
21.02.17		внутри ↓	пасмурно, мелкий снег, t = +1 °С, ветер Ю, 1 – 2 м/с, P = 748 мм рт. ст.
28.02.17	наружу ↑		пасмурно, сыро, t = +9 °С, ветер ЮВ, 2 – 3 м/с, P = 760 мм рт. ст.
01.03.17	наружу ↑		перем. облачность, t = +4 °С, ветер ЮВ, 0 – 1 м/с, P = 756 мм рт. ст.
15.03.17	наружу ↑		перем. облачность, t = +10 °С, ветер СЗ, 0 – 1 м/с, P = 765 мм рт. ст.
21.03.17	наружу ↑		ясно, t = +6 °С, ветер Ю, 1 – 2 м/с, P = 760 мм рт. ст.
30.03.17		внутри ↓	пасмурно, сыро, t = +5 °С, ветер СЗ, 2 – 3 м/с, P = 765 мм рт. ст.
05.04.17	наружу ↑		пасмурно, сыро, t = +17 °С, ветер ЮЗ, 3 – 4 м/с, P = 763 мм рт. ст.
11.04.17	наружу ↑		перем. облачность, t = +16 °С, ветер ЮЗ, 3 – 4 м/с, P = 757 мм рт. ст.
20.04.17*		внутри ↓	ясно, безоблачно, t = +6 °С, ветер СВ, 1 – 2 м/с, P = 770 мм рт. ст.
25.04.17*		внутри ↓	ясно, безоблачно, t = +14 °С, ветер Ю, 3 – 4 м/с, P = 761 мм рт. ст.
04.05.17*		внутри ↓	ясно, сухо, t = +17 °С, ветер ЮВ, 1 – 2 м/с, P = 767 мм рт. ст.
16.05.17	наружу ↑		облачно, сыро, t = +18 °С, ветер З, 1 – 2 м/с, P = 767 мм рт. ст.
23.05.17	наружу ↑		ясно, сухо, t = +21 °С, ветер ЮВ, 1 – 2 м/с, P = 762 мм рт. ст.
31.05.17	наружу ↑		ясно, t = +24 °С, ветер З, 1 – 2 м/с, P = 757 мм рт. ст.
07.06.17		внутри ↓	влажно, t = +18 °С, ветер В, 1 – 2 м/с, P = 761 мм рт. ст.
13.06.17		внутри ↓	влажно, t = +19 °С, ветер З, 2 – 3 м/с, P = 754 мм рт. ст.
21.06.17	наружу ↑		после дождя, t = +23 °С, ветер СЗ, 1 – 2 /с, P = 757 мм рт. ст.
05.07.17	наружу ↑		ясно, t = +20°С, ветер СЗ, 1 – 2 /с, P = 762 мм рт. ст.
12.07.17*		внутри ↓	после дождя, t = +21 °С, ветер ЮЗ, 1 – 2 м/с, P = 747 мм рт. ст.
19.07.17	наружу ↑		ясно, сухо, t = +25 °С, ветер Ю, 1 – 2 м/с, P = 753 мм рт. ст.
26.07.17	наружу ↑		облачно, после дождя, t = +25 °С, ветер Ю, 1 – 3 м/с, P = 740 мм рт. ст.
02.08.17		внутри ↓	ясно, сухо, t = +28 °С, ветер СВ, 1 – 2 м/с, P = 755 мм рт. ст.
09.08.17		внутри ↓	ясно, сухо, t = +24 °С, ветер В, 1 – 2 м/с, P = 757 мм рт. ст.
16.08.17		внутри ↓	ясно, сухо, t = +21 °С, ветер В, 1 – 2 м/с, P = 756 мм рт. ст.
23.08.17		внутри ↓	после дождя, t = +15 °С, ветер З, 1 – 2 м/с, P = 744 мм рт. ст.
30.08.17		внутри ↓	ясно, сухо, t = +13 °С, ветер С, 1 – 2 м/с, P = 756 мм рт. ст.
06.09.17		внутри ↓	облачно, морось, t = +12 °С, ветер З, 2 – 3 м/с, P = 744 мм рт. ст.
13.09.17		внутри ↓	облачно, t = +19 °С, ветер З, 2 – 3 м/с, P = 746 мм рт. ст.
20.09.17*		внутри ↓	облачно, сыро, t = +13 °С, ветер С, 1 – 2 м/с, P = 751 мм рт. ст.
27.09.17		внутри ↓	ясно, безоблачно, t = +15 °С, ветер СВ, 1 – 2 м/с, P = 766 мм рт. ст.
04.10.17		внутри ↓	облачно, дымка, t = +11 °С, ветер ЮВ, 2 – 3 м/с, P = 752 мм рт. ст.
11.10.17		внутри ↓	облачно, дождь, t = +11 °С, ветер Ю, 2 – 3 м/с, P = 760 мм рт. ст.
18.10.17*		внутри ↓	ясно, безоблачно, t = +22 °С, ветер Ю, 3 – 4 м/с, P = 750 мм рт. ст.
25.10.17*		внутри ↓	ясно, безоблачно, t = +4 °С, ветер СЗ, 1 – 2 м/с, P = 772 мм рт. ст.
01.11.17*		внутри ↓	ясно, безоблачно, t = +4 °С, ветер СЗ, 2 – 3 м/с, P = 748 мм рт. ст.
08.11.17*		внутри ↓	малооблачно, t = +3 °С, ветер В, 1 – 2 м/с, P = 763 мм рт. ст.
15.11.17*		внутри ↓	ясно, сухо, t = +2 °С, ветер ЮЗ, 1 – 2 м/с, P = 758 мм рт. ст.
22.11.17*		внутри ↓	облачно, осадки, t = +1 °С, ветер З, 1 – 2 м/с, P = 750 мм рт. ст.
28.11.17*		внутри ↓	облачно, снег, t = +0 °С, ветер В, 1 – 2 м/с, P = 754 мм рт. ст.
06.12.17*		внутри ↓	облачно, снег, t = +1 °С, ветер З, 2 – 3 м/с, P = 757 мм рт. ст.
13.12.17*		внутри ↓	облачно, дождь, t = +3 °С, ветер ЮЗ, 1 – 2 м/с, P = 750 мм рт. ст.
19.12.17*		внутри ↓	облачно, снег, t = -1 °С, ветер СЗ, 2 – 3 м/с, P = 748 мм рт. ст.
27.12.17*		внутри ↓	облачно, t = +1 °С, ветер Ю, 2 – 3 м/с, P = 744 мм рт. ст.

\* Приточно-вытяжная вентиляция 3-го блока на отметке +43,00 выключена.

На рис. 8 представлена динамика объемной активности  $\Sigma\beta$  в системе "Байпас" объекта «Укрытие» в 2015 – 2017 гг. На этом же рисунке представлены результаты определения направления воздушных потоков в системе «Байпас». Так как определение направления воздушных потоков производилось только в дни замены импактора, то результаты наблюдений распространены на период его экспозиции до замены. Как видно на рисунке, динамика  $\Sigma\beta$  в системе "Байпас" удовлетворительно коррелирует с результатами наблюдений за направлением воздушного потока, т.е. повышение концентрации радиоаэрозоля наблюдалось в основном при преобладающем направлении потока воздуха «наружу».

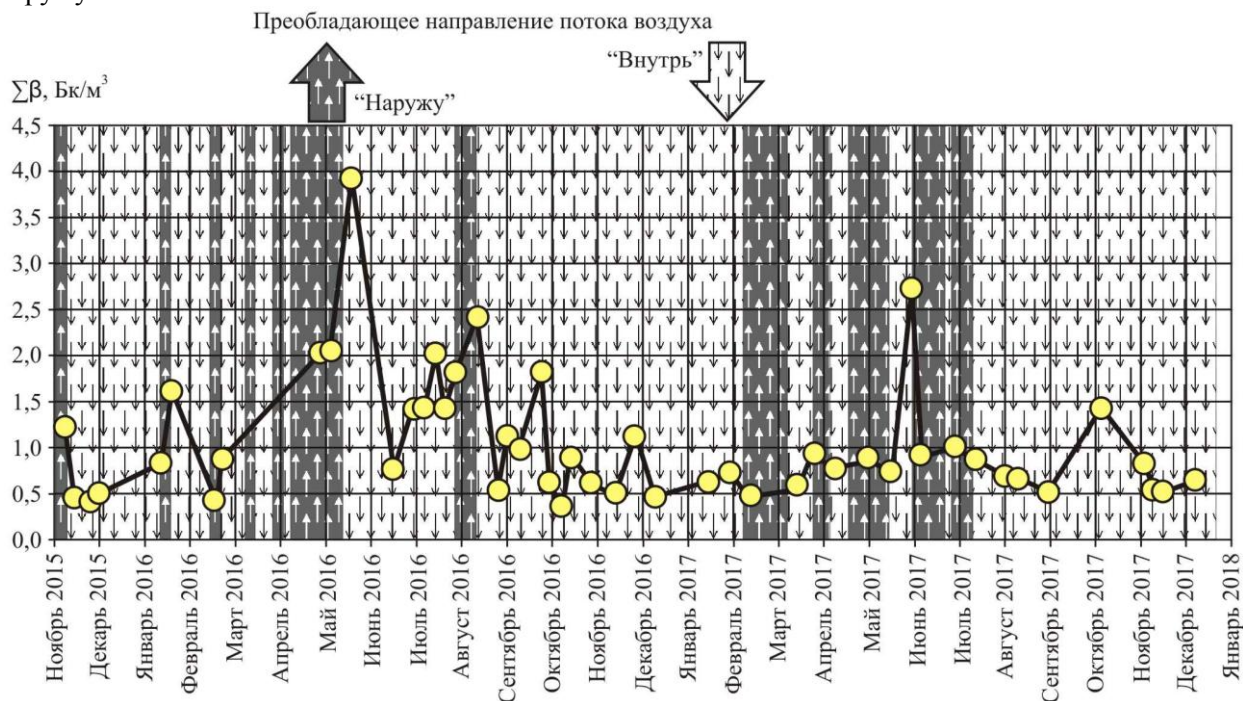


Рис. 8. Динамика  $\Sigma\beta$  в системе "Байпас" объекта «Укрытие» за период ноябрь 2015 г. – декабрь 2017 г.

### Заключение

Интегральная оценка неорганизованного выброса сумм альфа- и бета-излучающих нуклидов с аэрозолем через технологические отверстия и неплотности легкой кровли объекта «Укрытие» в подарочное пространство в 2017 г. составила 1,2 и 71 МБк соответственно. Сумма альфа-излучателей включает изотопы  $^{240}\text{Pu}$ ,  $^{239}\text{Pu}$ ,  $^{238}\text{Pu}$ ,  $^{241}\text{Am}$ . Активность изотопов плутония определялась расчетным методом с использованием коэффициента пропорциональности между плутонием и  $^{241}\text{Am}$  для базового состава облученного топлива 4-го энергоблока на момент измерения.

По сравнению с 2016 г. выброс радиоактивного аэрозоля из объекта «Укрытие» снизился в два раза. Резкое увеличение среднесуточной скорости выброса в декабре 2017 г. явилось следствием проведения работ по демонтажу участка кровли машинного зала 4-го энергоблока.

Увеличение интенсивности выпадений радиоактивных частиц на легкую кровлю объекта «Укрытие», зарегистрированное в 2017 г., обусловлено проведением строительного-монтажных работ под «Аркой» НБК.

Наблюдается устойчивая тенденция к снижению концентрации  $\Sigma\beta$  в системе «Байпас».

Результаты наблюдений за направлением воздушного потока в системе "Байпас" указывают на то, что движение воздушных потоков имеет неустойчивый характер. В 2017 г. преобладало направление воздушного потока во внутрь объекта «Укрытие».

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Контроль* неорганизованных выбросов из объекта «Укрытие» и аэрозольной обстановки во время строительства НБК : (Отчет о НИР) / ИПБ АЭС НАН Украины. - № ГР 0116U007397; Учет. № 0217U002045. - Чернобыль, 2016. – 199 с.
2. *Контроль* неорганизованных выбросов из объекта «Укрытие» и аэрозольной обстановки во время строительства НБК : (Отчет о НИР) / ИПБ АЭС НАН Украины. - № ГР 0117U002965; Учет. № 0218U001022. - Чернобыль, 2017. – 170 с.

3. *Радиационно-физические* характеристики топлива 4-го энергоблока ЧАЭС и оценка их погрешности : справочник / А. А. Боровой, А. А. Довбенко, В. М. Маркушев и др. / КЭ при ИАЭ им. И. В. Курчатова. – Инв. № 11.07-06/172. – Чернобыль, 1989. – 115 с.
4. *Определение* ядерно-физических характеристик топлива 4-го энергоблока ЧАЭС : (Отчет) / А. А. Боровой, А. А. Довбенко, М. В. Смолянкина, А. А. Строганов / ИБРАЭ АН СССР. – Инв. № 52/11-20. – М., 1991.
5. *Контроль* выбросов радиоактивных аэрозолей из объекта «Укрытие» в 2015 - 2016 гг. // А. С. Лагуненко, В. Е. Хан, А. К. Калиновский и др. / Проблеми безпеки атомних електростанцій і Чорнобиля. – 2017. – Вип. 29. – С. 69 – 77.
6. *Контроль* неорганизованных выбросов из объекта «Укрытие» и аэрозольной обстановки во время строительства НБК : (Отчет о НИР) / ИПБ АЭС НАН Украины. - № ГР 0115U005356; Учет. № 0216U000012. - Чернобыль, 2015. – 182 с.
7. *Огородников Б. И.* Радиоактивные аэрозоли объекта «Укрытие»: 1986 - 2006 гг. / Б. И. Огородников, Э. М. Пазухин, А. А. Ключников. - Чернобыль : ИПБ АЭС НАН Украины. - 2008. - 456 с.
8. *Контроль* неорганизованных выбросов из объекта «Укрытие» : (Отчет о НИР) / ИПБ АЭС НАН Украины. - № ГР 0111U008934; Учет. № 0712U006084. - Чернобыль, 2011. - 66 с.
9. *Контроль* выбросов радиоактивных аэрозолей из объекта «Укрытие» в 2009 г. / В. Е. Хан, Б. И. Огородников, А. К. Калиновский, В. А. Краснов / Проблеми безпеки атомних електростанцій і Чорнобиля. – 2010. – Вип. 13. – С. 111 – 122.
10. *Контроль* выбросов радиоактивных аэрозолей из объекта «Укрытие» в 2010 г. / В. Е. Хан, Б. И. Огородников, А. К. Калиновский, В. А. Краснов / Там же. – 2011. – Вип. 17. – С. 98 – 105.
11. *Контроль* выбросов радиоактивных аэрозолей из объекта «Укрытие» в 2011 г. / В. Е. Хан, Б. И. Огородников, А. К. Калиновский, В. А. Краснов / Там же. – 2012. – Вип. 19. – С. 94 – 103.
12. *Контроль* выбросов радиоактивных аэрозолей из объекта «Укрытие» в 2012 г. / В. Е. Хан, Б. И. Огородников, А. К. Калиновский, В. А. Краснов / Там же. – 2013. – Вип. 21. – С. 107 – 116.
13. *Контроль* выбросов радиоактивных аэрозолей из объекта «Укрытие» в 2013 г. / В. Е. Хан, Б. И. Огородников, А. К. Калиновский, В. А. Краснов / Там же. – 2014. – Вип. 22. – С. 110 – 121.
14. *Контроль* выбросов радиоактивных аэрозолей из объекта «Укрытие» в 2014 г. / В. Е. Хан, Б. И. Огородников, А. К. Калиновский, В. А. Краснов / Там же. – 2015. – Вип. 24. – С. 100 – 109.

**О. С. Лагуненко, В. Е. Хан, О. К. Калиновський, В. О. Краснов, В. О. Кашпур, В. П. Ковальчук**

*Інститут проблем безпеки АЕС НАН України, вул. Кірова, 36а, Чорнобиль, 07270, Україна*

### **КОНТРОЛЬ ВИКИДІВ РАДІОАКТИВНИХ АЕРОЗОЛІВ З ОБ'ЄКТА "УКРИТТЯ" В УМОВАХ НОВОГО БЕЗПЕЧНОГО КОНФАЙНМЕНТА У 2017 Р.**

Наведено результати контролю викидів радіоактивного аерозолі з об'єкта "Укриття" у 2017 р. Максимальне значення швидкості неорганізованого викиду спостерігалися в грудні - 0,94 МБк/добу. Після встановлення "Арки" у проектне положення сталася зміна механізму розсіяння частинок, що виносяться в довкілля. Середньодобова питома щільність випадання радіоактивних частинок на легку покрівлю у 2017 р. становила 1,6 кБк/(м<sup>2</sup>·добу), що вище, ніж у попередні роки. Концентрація суми довгоживучих бета-випромінюючих аерозолів, що надходили в атмосферу через систему "Байпас", знаходилася, як правило, у діапазоні 0,5 – 1 Бк/м<sup>3</sup> (максимальна концентрація 2,7 Бк/м<sup>3</sup>). Їхніми носіями були частинки з медіанним за активністю аеродинамічним діаметром 5 – 10 мкм.

*Ключові слова:* новий безпечний конфайнмент, об'єкт «Укриття», аерозолі, об'ємна активність, медіанний за активністю аеродинамічний діаметр.

**A. S. Lagunenکو, V. E. Khan, A. K. Kalinovskiy, V. A. Krasnov, V. A. Kashpur, V. P. Kovalchuk**

*Institute for Safety Problems of Nuclear Power Plants, NAS of Ukraine, 36a, Kirova str., Chornobyl, 07270, Ukraine*

### **MONITORING OF RADIOACTIVE AEROSOL RELEASES FROM "UKRYTTYA" OBJECT WITHIN CONDITIONS OF NEW SAFE CONFINEMENT IN 2017**

The results of monitoring of radioactive aerosol emissions from the "Ukryttya" object in 2017 are addressed. The maximum value of unorganized release rate was observed in December and made 0,94 MBq/day. After the Arch was installed in its design position, a change occurred in scattering mechanism of particles being released into the environment. In the year of 2017, average daily specific density of radioactive particles precipitation on the light roofing totalled 1.6 kBq/(m<sup>2</sup>·day), which was higher than in the previous years. Increase in release intensity of radioactive particle on the "Ukryttya" object's light roofing is provided by implementation of building and assembly works under NSC Arch. The concentration of sum of long-lived beta-emitting aerosols entering the atmosphere through the Bypass system was, as a rule, within the range of 0.5 – 1 Bq/m<sup>3</sup> (maximum concentration 2.7 Bq/m<sup>3</sup>). Stable trend is observed in reducing the sum of long-lived beta-emitting aerosols in unorganized releases through «Bypass» system.

Aerosols sampling and their in-size classification was carried out with using 5-cascade impactor. This facility makes aerosol particle sorting for five aerodynamic diameter ranges. As the fifth cascade, finely dispersed filter is used. It allows more fully retaining submicron size aerosols. Their carriers were the particles with 5 – 10  $\mu\text{m}$  active median aerodynamic diameter. Mean value over 2017 year made 8,9  $\mu\text{m}$ . During Arch installation in design position and erection of NSC enclosure contour in the years of 2016 - 2017, the share of large-sized particles in aerosol summary activities was essentially increasing as compared to the year of 2015. Airflow movement within "Bypass" system bears unstable character. In 2017 year, airflow direction inside the "Ukryttya" object was prevailing.

*Keywords:* New Safe Confinement, "Ukryttya" object, aerosols, volume activity, activity median aerodynamic diameter.

## REFERENCES

1. *Control of unorganized releases from "Shelter" object and the aerosol situation during the construction of the NSC : (Report) / ISP NPP NAS Ukraine. - No. GR 0116U007397; Accounting. No. 0217U002045. - Chornobyl, 2016. - 199 p. (Rus)*
2. *Control of unorganized releases from "Shelter" object and the aerosol situation during the construction of the NSC : (Report) / ISP NPP NAS Ukraine. - No. GR 0117U002965; Accounting. No. 0218U001022. - Chornobyl, 2017. - 170 p. (Rus)*
3. *Radiation-physical characteristics of the fuel of the 4th power unit of the Chornobyl NPP and estimation of their error : reference book / A. A. Borovoi, A. A. Dovbenko, V. M. Markushev et al. / CE at the IAE im. I. V. Kurchatov. - Inv. № 11.07-06/172. - Chornobyl, 1989. - 115 p. (Rus)*
4. *Determination of the nuclear-physical characteristics of the fuel of the 4th power unit of the ChNPP / A. A. Borovoy, A. A. Dovbenko, M. V. Smolyankina, A. A. Stroganov : (Report) / IBRAE AN USSR. - Inv. No. 52/11-20. - Moskva, 1991. (Rus)*
5. *Control of releases of radioactive aerosols from "Shelter" object in 2015 - 2016 / A. S. Lagunencko, V. E. Khan, A. K. Kalinovskiy et al. // Problemy bezpeky atomnykh electrostantsiy i Chornobylya (Problems of Nuclear Power Plants' Safety and of Chornobyl). - 2017. - Iss. 29. - P. 69 – 67. (Rus)*
6. *Control of unorganized releases from "Shelter" object and the aerosol situation during the construction of the NSC : (Report) / ISP NPP NAS Ukraine. - No. GR 0115U005356; Accounting. No. 0216U000012. - Chornobyl, 2015. - 182 p. (Rus)*
7. *Ogorodnikov B. I. Radioactive aerosols of the Shelter: 1986 - 2006 years / B. I. Ogorodnikov, E. M. Pazukhin, A. A. Klyuchnikov. - Chornobyl : National Academy of Sciences of Ukraine. Institute for Safety Problems of NPP, 2008. - 456. (Rus)*
8. *Control of unorganized releases from "Shelter" object : (Report) / ISP NPP NAS Ukraine. - № ГР 0111U008934; Accounting. № 0712U006084. - Chornobyl, 2011. - 66 p. (Rus)*
9. *Control of releases of radioactive aerosols from object "Ukryttya" in 2009 / V. E. Khan, B. I. Ogorodnikov, A. K. Kalinovskiy, V. A. Krasnov / Problemy bezpeky atomnykh electrostantsiy i Chornobylya (Problems of Nuclear Power Plants' Safety and of Chornobyl). - 2010. - Iss. 13. - P. 111 – 122. (Rus)*
10. *Control of releases of radioactive aerosols from object "Ukryttya" in 2010 / V. E. Khan, B. I. Ogorodnikov, A. K. Kalinovskiy, V. A. Krasnov / Ibid. - 2011. - Iss. 17. - P. 98 – 105. (Rus)*
11. *Control of releases of radioactive aerosols from object "Ukryttya" in 2011 / V. E. Khan, B. I. Ogorodnikov, A. K. Kalinovskiy, V. A. Krasnov / Ibid. - 2012. - Iss. 19. - P. 94 – 103. (Rus)*
12. *Control of releases of radioactive aerosols from object "Ukryttya" in 2012 / V. E. Khan, B. I. Ogorodnikov, A. K. Kalinovskiy, V. A. Krasnov / Ibid. - 2013. - Iss. 21. - P. 107 – 116. (Rus)*
13. *Control of releases of radioactive aerosols from object "Ukryttya" in 2013 / V. E. Khan, B. I. Ogorodnikov, A. K. Kalinovskiy, V. A. Krasnov / Ibid. - 2014. - Iss. 22. - P. 110 – 121. (Rus)*
14. *Control of releases of radioactive aerosols from object "Ukryttya" in 2014 / V. E. Khan, B. I. Ogorodnikov, A. K. Kalinovskiy, V. A. Krasnov / Ibid. - 2015. - Iss. 24. - P. 100 – 109. (Rus)*

Надійшла 14.05.2018  
Received 14.05.2018