

## КОНТРОЛЬ ФАКТОРОВ РАДИАЦИОННОЙ ОПАСНОСТИ ПОМЕЩЕНИЯ 001/3 ОБЪЕКТА «УКРЫТИЕ»

© 2011 г. А. А. Одинцов, В. Е. Хан, Б. И. Огородников

*Институт проблем безопасности АЭС НАН Украины, Чернобыль*

Представлены результаты регулярного контроля содержания урана и объемных активностей  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{238}\text{Pu}$ ,  $^{239+240}\text{Pu}$  и  $^{241}\text{Am}$  в водном скоплении в помещении 001/3 объекта «Укрытие». Определено содержание  $^{222}\text{Rn}$  и водорода в воздухе помещений 01/3 и 001/3. Объемная активность  $^{222}\text{Rn}$  в помещении 01/3 составляет  $55 \pm 30$  Бк/м<sup>3</sup>. Концентрация водорода в помещении 001/3 на момент отбора проб (апрель - июнь 2010 г.) не превышала 0,002 % (объем.).

*Ключевые слова:* объект «Укрытие», жидкие радиоактивные отходы, радионуклиды, радон, водород.

Неорганизованные протечки воды в объекте «Укрытие», представляющие собой жидкие радиоактивные отходы (ЖРО), содержащие уран, продукты деления и транс-урановые элементы (ТУЭ) и их накопление на нижних отметках блока рассматриваются как фактор потенциальной ядерной, радиационной и радиоэкологической опасности объекта «Укрытие». Поэтому изучению проблем, вызванных наличием воды в разрушенном 4-м блоке ЧАЭС, посвящены многочисленные исследования [1 - 8]. Значительное внимание при этом уделялось водному скоплению в помещении 001/3, которое относится к блоку вспомогательных систем реакторного отделения (ВСРО). Интерес к этому помещению обусловлен несколькими причинами: 1) в нем аккумулируется большая часть ЖРО, образующихся в объекте «Укрытие»; 2) отсюда поток ЖРО постоянно просачивается через разделительную стену в помещения ВСРО 3-го блока и при этом не исключается вероятность их попадания в гидрогеологическую среду; 3) здесь сосредоточена большая часть донных отложений объекта «Укрытие», аккумулирующих уран, продукты деления и ТУЭ, а также делящиеся материалы  $^{235}\text{U}$  и  $^{239}\text{Pu}$ . Водные потоки объекта «Укрытие» характеризуются повышенным содержанием органических соединений и ТУЭ, что не позволяет выполнить их переработку на существующем оборудовании химического цеха станции. Ведется разработка технологических приемов предварительной очистки ЖРО объекта «Укрытие» от органических соединений и ТУЭ. В связи с этим и в настоящее время факторы радиационной опасности помещения 001/3 остаются объектами исследований [9 - 11]. Так, в работах [13, 14] обращается внимание на образование в помещении радиолитического водорода. По мнению авторов, в объеме воздуха между уровнем воды и потолком может происходить накопление водорода в количестве до 0,8 – 1 % (объем.), что представляет реальную опасность.

В данном сообщении представлены экспериментальные данные, характеризующие водное скопление и воздушную среду помещения 001/3 объекта «Укрытие», которые были получены в 2005 – 2010 г.г..

### Материалы и методика эксперимента

Общая характеристика помещения 001/3 с указанием строительных координат достаточно подробно представлена в работах [12, 13].

Отбор проб ЖРО и донных отложений проводился через пробуренную скважину в полу помещения 01/3, которое расположено над помещением 001/3 (точка отбора (т.о.) 30). Содержание  $^{137}\text{Cs}$  определяли гамма-спектрометрическими измерениями проб воды. Выделение  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{238}\text{Pu}$ ,  $^{239+240}\text{Pu}$ ,  $^{241}\text{Am}$  и  $^{244}\text{Cm}$  из проб воды проводили радиохимическими методами. Активность  $^{90}\text{Sr}$  определяли бета-радиометрическими измерениями, а  $^{238}\text{Pu}$ ,  $^{239+240}\text{Pu}$  и  $^{241}\text{Am}$  – с помощью альфа-спектрометрии. Концентрацию урана находили фотометрическим мето-

дом. Изотопный состав урана  $^{234}\text{U}$ ,  $^{235}\text{U}$ ,  $^{236}\text{U}$  и  $^{238}\text{U}$  определяли альфа-спектрометрическими и масс-спектрометрическими измерениями.

Для определения концентрации водорода в воздухе помещения 001/3 пробы воздуха отбирались в стальной предварительно вакуумированный баллон объемом 1 дм<sup>3</sup>. Измерение содержания водорода производилось в день пробоотбора методом газо-адсорбционной хроматографии на хроматографе «Хром-5» с катарометром. Анализ проводили на хроматографической колонке из нержавеющей стали длиной 1,5 м и внутренним диаметром 3 мм, заполненной активированным углем СКТ (фракция 0,25 – 0,50 мм), предварительно отмытым кислотой и модифицированным сульфатом никеля. Газ-носитель – аргон, расход 20 мл/мин, температура анализа 60 °С, температура испарителя и детектора 120 °С, ток детектора 40 мА, объем аликвоты 1,0 мл. Чувствительность определения  $2 \cdot 10^{-3}$  % (объем.).

Определение содержания радона выполняли с помощью радоновой станции СРС-05 приборостроительной компании «НТМ – Защита» (Москва). Измерение  $^{222}\text{Rn}$  основано на электростатическом осаждении положительно заряженных ионов  $^{218}\text{Po}$ , образующихся при альфа-распаде  $^{222}\text{Rn}$ , на поверхность полупроводникового детектора с помощью положительного потенциала около 1200 В. Детектор находится в камере объемом 0,25 дм<sup>3</sup>, через которую фильтрованный воздух проходит со скоростью 0,8 дм<sup>3</sup>/мин. Описание прибора и принцип его работы представлены в публикации [11].

### Результаты экспериментов и их обсуждение

В помещение 001/3 попадают организованные протечки из трубы, выведенной из парораспределительного коридора (ПРК) (т.о. 20) и со стороны каскадной стены из скважины 2.1.116 (т.о. 8) (табл. 1). Как следует из таблицы, объем годового поступления воды из контролируемых источников в помещение 001/3 не превышает 10 - 15 % объема ее утечки через разделительную стену в помещения 3-го блока ЧАЭС.

Таблица 1. Водный баланс в помещении 001/3

Поступление, м <sup>3</sup> /год		Расход, м <sup>3</sup> /год	
Источник	Измеренное значение	Направление утечки	Измеренное значение
Труба из ПРК (т.о. 20)	3*	Система сбора трапных вод в помещениях ВСПО 3-го энергоблока	740 ± 160 [5] 880 ± 210 [12]
Скважина 2.1.116 (т.о. 8)	105*		
Сумма	108		

\* Среднее за 2005 – 2009 гг.

Натурные эксперименты по вводу и отслеживанию трассера (индикатора) водопотоков в помещениях 4-го блока показали, что из неконтролируемых источников в помещение 001/3 через систему трапных вод и коллекторный трубопровод поступает большая часть ЖРО. Основные источники находятся в северной части бассейна-барботера, в центральных и юго-восточных помещениях объекта «Укрытие» [3, 11]. Фактически скопление ЖРО в помещении 001/3 представляет собой естественным образом усредненные протечки ЖРО объекта «Укрытие». Поэтому радионуклидный и химический состав этого скопления отражает усредненный состав отдельных протечек ЖРО с учетом их массовых долей.

На рис. 1 – 3 представлены сезонные изменения концентраций урана и удельных активностей радионуклидов в ЖРО помещения 001/3. Повышение концентраций радионуклидов, урана и ТУЭ в летний период обусловлено поступлением высокоактивных протечек из помещений объекта «Укрытие», в первую очередь бассейна-барботера. Переток ЖРО из бассейна-барботера в помещение 001/3 и, как следствие, увеличение содержания  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ , ТУЭ и урана начинается в период интенсивного поступления влаги в объект «Укрытие» в весенний период и достигает максимальных значений во второй половине лета. Осенью и зимой в помещение 001/3 в основном поступают низкоактивные протечки со

стороны каскадной стены. В результате происходит разбавление данного скопления ЖРО и содержание  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ , ТУЭ и урана в зимний период уменьшается.

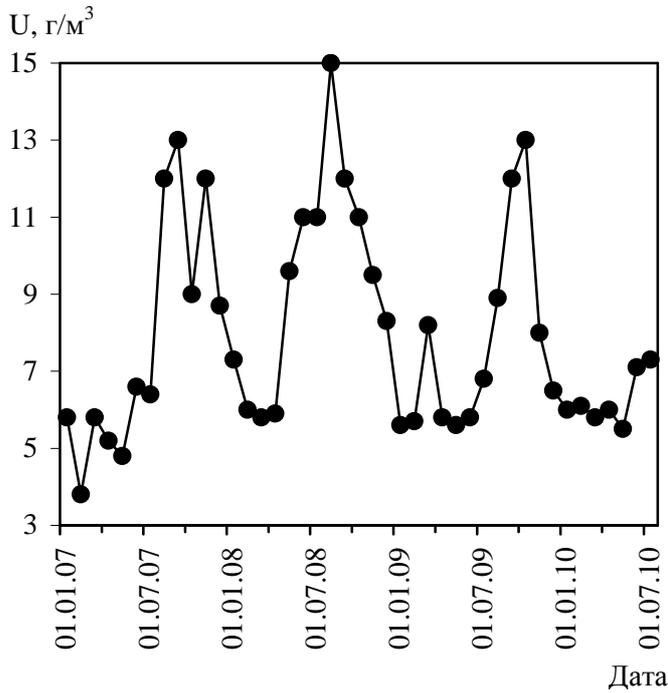


Рис. 1. Динамика концентрации урана в ЖРО в помещении 001/3 объекта «Укрытие».

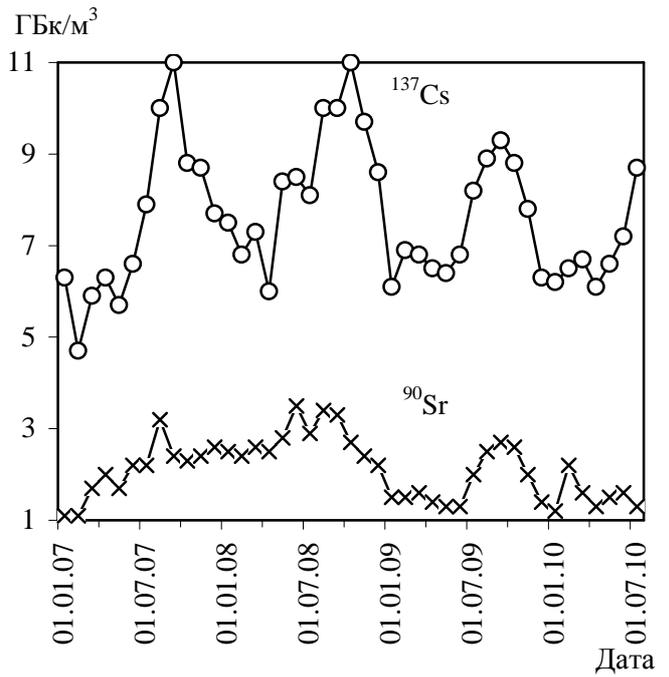


Рис. 2. Динамика удельной активности  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в ЖРО в помещении 001/3

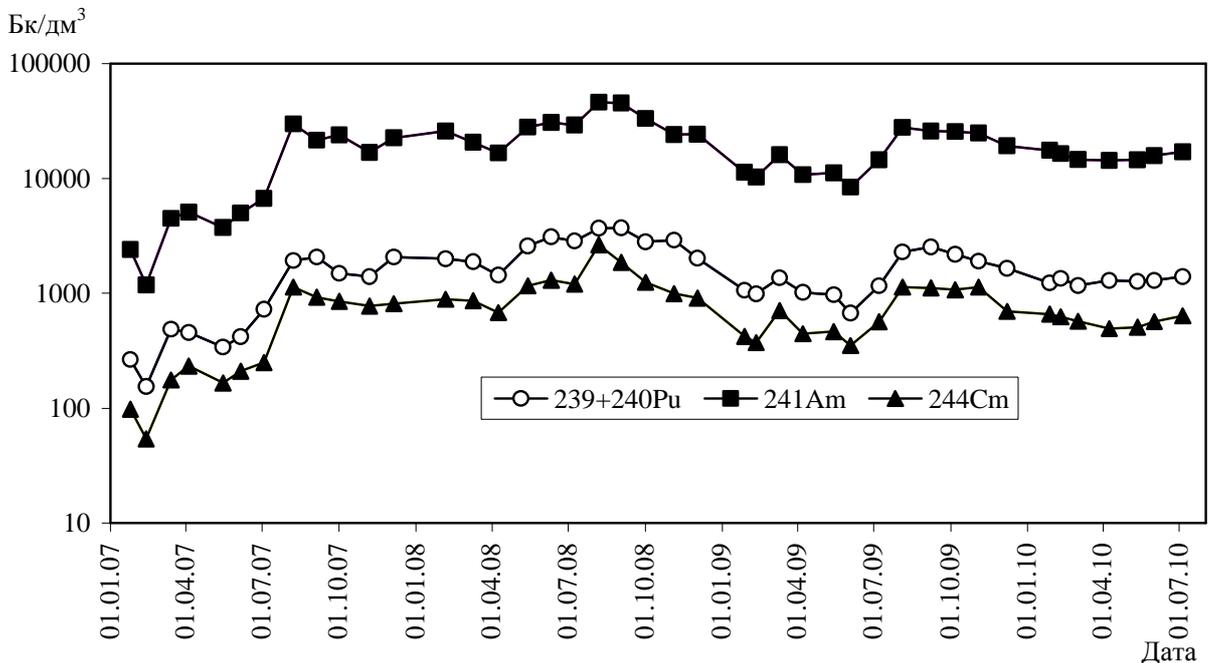


Рис. 3. Динамика удельной активности ТУЭ в ЖРО в помещении 001/3 объекта «Укрытие».

В табл. 2 представлены среднегодовые концентрации урана и удельные активности радионуклидов в ЖРО помещения 001/3 за последние три года. Максимальное содержание урана и радионуклидов наблюдалось в 2008 г., что удовлетворительно коррелирует с динамикой годового количества осадков в 2007 – 2009 гг. и количеством сеансов пылеподавления в объекте «Укрытие».

Таблица 2. Концентрация урана ( $\text{г/м}^3$ ) и удельные активности радионуклидов ( $\text{Бк/м}^3$ )

Год	Уран	$^{90}\text{Sr} \cdot 10^9$	$^{137}\text{Cs} \cdot 10^9$	$^{238}\text{Pu} \cdot 10^5$	$^{239+240}\text{Pu} \cdot 10^6$	$^{241}\text{Am} \cdot 10^7$	$^{244}\text{Cm} \cdot 10^5$
2007	$7,8 \pm 2,6$	$2,1 \pm 0,6$	$7,5 \pm 1,2$	$5,0 \pm 2,8$	$0,98 \pm 0,65$	$1,1 \pm 0,8$	$4,1 \pm 2,9$
2008	$9,6 \pm 2,8$	$2,8 \pm 0,9$	$8,6 \pm 1,4$	$13 \pm 4$	$2,6 \pm 0,7$	$3,2 \pm 0,9$	$14 \pm 6$
2009	$7,7 \pm 2,4$	$1,8 \pm 0,5$	$7,4 \pm 1,1$	$7,5 \pm 3,1$	$1,5 \pm 0,6$	$2,1 \pm 1,1$	$8,2 \pm 4,5$

На рис. 4 и 5 показана динамика среднегодовой концентрации урана и удельной активности  $^{238}\text{Pu} + ^{239}\text{Pu} + ^{240}\text{Pu}$  ( $\text{Pu}_\Sigma$ ) в ЖРО в помещении 001/3 объекта «Укрытие» с наложенными линиями тренда (полиномиальная аппроксимация). Как видно на рисунках, в последние годы концентрации урана стабилизировались на уровне  $8 \text{ г/м}^3$ . В то же время наблюдается тенденция к увеличению концентраций содержания плутония.

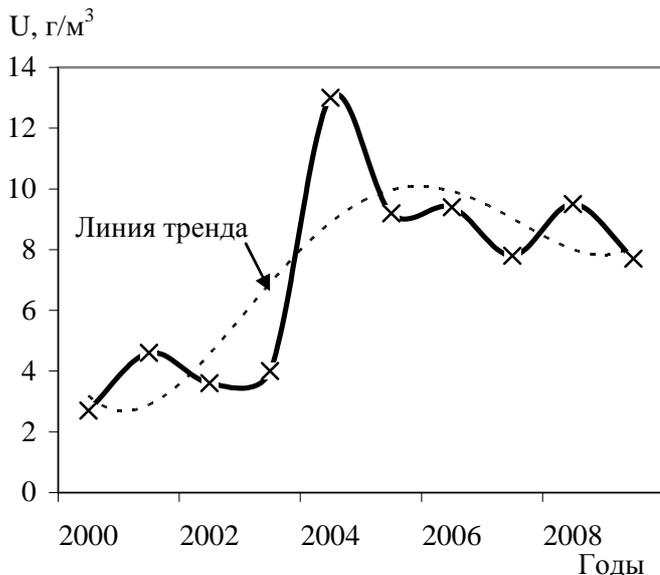


Рис. 4. Динамика среднегодовой концентрации урана в ЖРО в помещении 001/3 объекта «Укрытие».

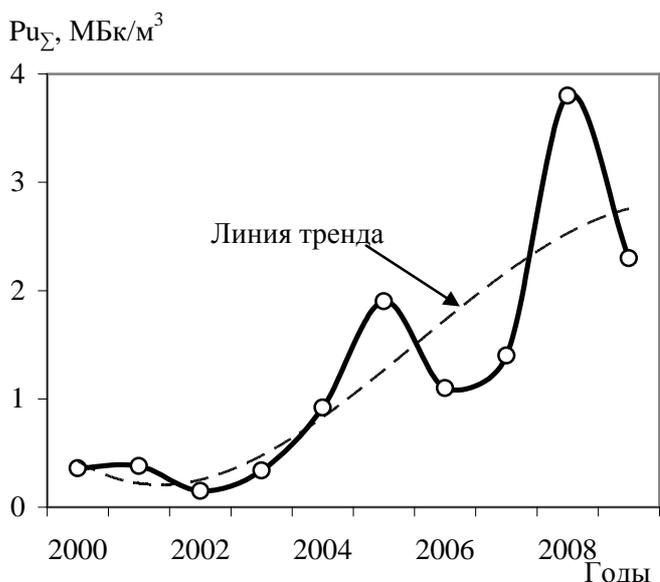


Рис. 5. Динамика среднегодовой удельной активности плутония в ЖРО в помещении 001/3 объекта «Укрытие».

Одной из важнейших характеристик радиоактивных отходов является содержание делящихся материалов и, в первую очередь, изотопов  $^{235}\text{U}$ . Массовые доли изотопов урана в ЖРО в помещении 001/3 составляют:  $^{234}\text{U}$  - 0,016,  $^{235}\text{U}$  - 1,07,  $^{236}\text{U}$  - 0,17 и  $^{238}\text{U}$  - 98,73 %, что соответствует выгоранию топлива  $11,8 \text{ МВт} \cdot \text{сут/кг}$  урана.

Принимая общий объем ЖРО в помещении 001/3 равным  $270 \text{ м}^3$  [5], можно оценить запас урана и радионуклидов в скоплении в 2009 г. Количество урана составляет  $2,08 \pm 0,65 \text{ кг}$  ( $^{235}\text{U}$  -  $22 \pm 7 \text{ г}$ ),  $^{90}\text{Sr}$  -  $(4,9 \pm 1,4) \cdot 10^{11}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  -  $(2,0 \pm 0,3) \cdot 10^{12}$ , ТУЭ -  $(6,5 \pm 3,4) \cdot 10^9 \text{ Бк}$ . При этом вынос урана и радионуклидов за пределы помещения 001/3 в 2008 г. составил: урана 4,7 кг,  $^{90}\text{Sr}$  -  $1,4 \cdot 10^{12}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  -  $4,2 \cdot 10^{12}$ , ТУЭ -  $1,8 \cdot 10^{10} \text{ Бк}$ , а в 2009 г.: урана 8,2 кг,  $^{90}\text{Sr}$  -  $1,9 \cdot 10^{12}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  -  $7,9 \cdot 10^{12}$ , ТУЭ -  $2,6 \cdot 10^{10} \text{ Бк}$ .

На полу помещения 001/3 образовались донные отложения, их объем составляет около  $96 \text{ м}^3$  [13]. Верхний слой отложений представлен текучими илами черного цвета с характерным запахом разлагающихся органических веществ и имеет мощность (т.о. 30) до 0,26 м. Ниже залегает слой уплотненных донных осадков с большим содержанием песка мощностью 0,42 м. После 30 сут отстаивания в лабораторных условиях плотность усредненного ила составила  $1,43 \text{ г/см}^3$ , влажность - 46,5 %.

В табл. 3 представлены результаты исследования фракционного состава и удельной активности донных отложений (в пересчете на воздушно-сухую массу), отобранных из помещения 001/3 в 2005 г.

Таблица.3. Фракционное распределение активности в пробе ила из помещения 001/3

Радионуклид	Фракционное распределение, Бк/кг				
	$D_{\text{част.}} \geq 100$ мкм 65,4 % мас.	$D_{\text{част.}} = 10 - 100$ мкм 30,3 % мас.	$D_{\text{част.}} = 1 - 10$ мкм 1,3 % мас.	$D_{\text{част.}} = 0,1 - 1$ мкм 1,9 % мас.	$D_{\text{част.}} = 0,01 - 0,1$ мкм 1,1 % мас.
$^{241}\text{Am}$	$1,7 \cdot 10^6$	$4,5 \cdot 10^6$	$2,1 \cdot 10^7$	$9,5 \cdot 10^7$	$5,6 \cdot 10^7$
$^{60}\text{Co}$	$1,6 \cdot 10^5$	$1,6 \cdot 10^5$	-	$2,4 \cdot 10^6$	$1,5 \cdot 10^6$
$^{137}\text{Cs}$	$1,0 \cdot 10^9$	$1,0 \cdot 10^9$	$9,7 \cdot 10^8$	$6,7 \cdot 10^9$	$3,8 \cdot 10^9$
$^{154}\text{Eu}$	$7,0 \cdot 10^5$	$1,4 \cdot 10^6$	$3,9 \cdot 10^6$	$3,0 \cdot 10^7$	$2,0 \cdot 10^7$
$^{238+239+240}\text{Pu}$	$4,8 \cdot 10^5$	$1,3 \cdot 10^6$	$5,3 \cdot 10^6$	$2,1 \cdot 10^7$	$1,2 \cdot 10^7$
$^{244}\text{Cm}$	$6,1 \cdot 10^4$	$1,8 \cdot 10^5$	$1,2 \cdot 10^6$	$4,6 \cdot 10^6$	$2,6 \cdot 10^6$
$^{90}\text{Sr}$	$2,9 \cdot 10^9$	$4,5 \cdot 10^9$	$6,3 \cdot 10^6$	$6,6 \cdot 10^9$	$6,5 \cdot 10^7$
Уран, г/кг	1,9	1,1	1,0	4,2	5,8

Как следует из табл. 3, наиболее высокую удельную активность радионуклидов и концентрацию урана имеют частицы с размерами от 0,01 до 1 мкм, однако их массовая доля не превышает 3 %.

Ядерная безопасность скоплений ЖРО в помещении 001/3 подробно рассмотрена в работе [10], где отмечается, что концентрация урана в воде помещения 001/3 во много раз меньше ядерно-опасных значений. Однако процессы накопления урана и радионуклидов в донных отложениях помещения 001/3 требуют периодического контроля содержания делящихся материалов.

В работах [13, 14] показано, что за год в процессе радиолитического распада воды, локализованной в помещении 001/3, может образоваться  $1,6 - 4 \text{ м}^3$  водорода, в результате чего в объеме воздуха между уровнем воды и потолком может происходить накопление водорода в количестве до 0,8 – 1 % (объем.). При этом контрольный уровень концентрации водорода в объекте «Укрытие» установлен 0,8 % [15]. В связи с этим 8 апреля и 3 июня 2010 г. в помещении 001/3 был выполнен отбор проб воздуха для определения в них концентрации водорода. Пробы отбирались возле дверного проема (ряд У, ось 51, отметка – 0,5 м). Результаты анализов показали, что содержание водорода в отобранных пробах не превышало предела чувствительности анализатора 0,002 % (объем.). Полученные экспериментальные данные существенно отличаются от расчетных величин. Причиной такого расхождения следует считать упрощенность модели, которую авторы работ [13, 14] использовали при оценке содержания водорода в воздухе над слоем воды в помещении 001/3. Не были учтены ряд факторов, определяющих выход водорода, образующегося в результате радиолитического распада воды, в воздушную среду. Это в первую очередь растворимость водорода в воде и скорость его диффузии из слоя воды. Растворимость водорода в воде при температуре  $10 \text{ }^\circ\text{C}$  составляет  $19,5 \text{ см}^3/\text{дм}^3$  [16]. Следовательно, в  $270 \text{ м}^3$  воды в помещении 001/3 может раствориться до  $5,3 \text{ м}^3$  водорода. Кроме того, вода в помещении 001/3 является щелочно-карбонатной (рН 9,1), что также способствует связыванию образующихся ионов радиолитического водорода и, как следствие, предотвращению его выхода в воздушную среду. Например, в работе [17] изучено влияние величины рН на процесс газовой выделения из водных ацетатно-нитратных растворов при действии ионизирующего излучения. Показано, что при повышении рН от 0,5 до 11 происходит снижение в 4 – 5 раза общего давления газов над раствором, а также значительное снижение содержания водорода.

В ряду факторов, влияющих на радиационную обстановку в помещениях объекта «Укрытие», особое место занимают инертные газы радон ( $^{222}\text{Rn}$ ) и торон ( $^{220}\text{Rn}$ ), образующиеся в цепочках радиоактивного распада урана и тория. Источниками их эманации являются строительные конструкции, поскольку в них содержатся  $^{226}\text{Ra}$  и  $^{232}\text{Th}$ , а также почва, в которую заглублены фундамент и нижние помещения. Помимо этого торон

образуется в топливе при радиоактивном распаде  $^{232}\text{U}$ , нарабатанном перед аварией в результате ядерных реакций с изотопами урана и ТУЭ. Концентрации дочерних продуктов радона и торона в объекте «Укрытие», как правило, выше, чем аэрозолей-продуктов Чернобыльской аварии [18]. Поэтому они являются мешающим фактором, поскольку затрудняют детектирование аэрозолей чернобыльского генезиса. Исследование дисперсного состава аэрозолей-носителей дочерних продуктов радона и торона показало, что их активностный медианный аэродинамический диаметр, как правило, находится в диапазоне 0,1 - 0,3 мкм. Для персонала объекта «Укрытие» дочерние продукты радона и торона, а также субмикронные размеры их носителей являются негативными факторами, которые ранее не учитывались при определении доз ионизирующего облучения.

Поскольку помещение 001/3 постоянно заполнено водой, то отбор проб воздуха для определения содержания радона выполняли 8 апреля 2010 г. в вышерасположенном помещении 01/3. Оба эти помещения соединяются между собой лестничным помещением 05/2. При выполнении пробоотборов станция СРС - 05 располагалась в центре помещения 01/3 на высоте около 1 м от пола. Прибор работал в следующем режиме: 2 мин прокачка воздуха через камеру, затем 20 мин измерение активности. Всего было выполнено четыре таких цикла.

Цикл	1	2	3	4
Начало отбора	16 <sup>23</sup>	16 <sup>45</sup>	17 <sup>07</sup>	17 <sup>30</sup>
Концентрация $^{222}\text{Rn}$ , Бк/м <sup>3</sup>	13	83	55	69

Из полученных данных следует, что средняя концентрация  $^{222}\text{Rn}$  составляла  $55 \pm \pm 30$  Бк/м<sup>3</sup>. Эта величина близка к показаниям для других помещений объекта «Укрытие» и почти вдвое ниже величины уровня действия, установленной в соответствии с НРБУ-97 [19]. Следовательно, в помещении 01/3 достаточно хороший воздухообмен с внешней средой и в нем не происходит накопление опасных газов.

В заключение авторы благодарят С. Л. Мельникову, старшего научного сотрудника ИБОНХ НАН Украины, за измерения содержания водорода в пробах воздуха, отобранных в помещении 001/3.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Криницын А. П., Симановская И. Я., Стрихарь О. Л. Исследование взаимодействия воды с конструкционными и топливосодержащими в помещениях объекта «Укрытие» // Радиохимия. – 1998. – Т. 40, № 3 – С. 270 - 288.
2. Щербин В. Н., Криницын А. П., Стрихарь О. Л. Определение  $^{235}\text{U}$  в водотоках объекта «Укрытие» // Там же. – 2000. – Т. 42, № 3. – С. 281 – 283.
3. Богатов С. А., Корнеев А. А., Криницын А. П. и др. Исследования водотоков внутри объекта «Укрытие» // Там же. - С. 276 – 280.
4. Криницын А.П., Корнеев А.А., Стрихарь О.Л., Щербин В.Н. О механизме формирования жидких радиоактивных отходов в помещениях блока Б и ВСРО // Проблемы Чернобиля. - 2002. – Вип. 9 – С. 98 – 104.
5. Корнеев А. А., Криницын А. П., Стрихарь О. Л., Щербин В. Н. Жидкие радиоактивные отходы внутри объекта «Укрытие» // Радиохимия. – 2002. – Т. 44, № 6. – С. 545 – 552.
6. Криницын А. П., Стрихарь О. Л., Щербин В. Н. Проблема обращения с жидкими радиоактивными отходами объекта «Укрытие» // Там же. – 2003. – Т. 45, № 5. – С. 461 – 465.
7. Павлюченко Н.И., Хан В.Е., Криницын А.П. и др. Контроль неорганизованных сбросов и выбросов из объекта «Укрытие» в 2004 г. // Проблемы безопасности атомных электростанций і Чернобиля. – 2005. – Вип. 2. – С. 22 - 32
8. Панасюк Н.И., Скорбун А.Д., Подберезный С.С. и др. Подсчет количества радионуклидов в донных осадках помещения 001/3 объекта «Укрытие» // Там же. – С 46 – 48.
9. Одинцов А.А., Хан В.Е., Краснов В.А. и др. Трансурановые элементы в жидких радиоактивных

- отходах объекта «Укрытие» // Радиохимия. – 2009. – Т. 51, № 4. – С. 337 - 343.
10. *Боровой А. А.* Ядерная безопасность воды в объекте «Укрытие» // Атомная энергия. – 2009. – Т. 107, вып. 2. – С. 91 – 95.
  11. *Контроль* неорганизованных выбросов из объекта «Укрытие»: (Отчет о НИР, договор 267/08) / ИПБ АЭС НАН Украины. - Чернобыль, 2008. – 92 с.
  12. *Радиогидроэкологический мониторинг* в районе объекта «Укрытие»: (Отчет о НИР, договор 276/08) / ИПБ АЭС НАН Украины. - Чернобыль, 2008. – 148 с.
  13. *Панасюк Н.И., Подберезный С.С., Левин Г.В. и др.* Образование радиолитического водорода в помещении 001/3 объекта «Укрытие» // Проблемы безпеки атомних електростанцій і Чорнобиля. – 2009. - Вип. 12. – С. 137 - 142.
  14. *Панасюк Н.И., Скорбун А. Д., Подберезный С.С и др.* Образование радиолитического водорода и безопасность объекта «Укрытие» // Бюлетень екологічного стану зони відчуження та зони безумовного відселення. – 2009. - № 2 (34). – С. 23 – 28.
  15. *Технологический регламент* объекта «Укрытие» реактора № 4 Чернобыльской АЭС. 1Р-ОУ // Инв. № 343 от 30.06.2000 г. - Архив ПТО ПО ЧАЭС. Инв. №17 от 30.06.2000 г. – Архив «Об'єкта Укриття». - Технічний відділ.
  16. *Рабинович В.А., Хавин З.Я.* Краткий химический справочник. – Л.: Химия, 1978. – 391 с.
  17. *Ершов Б. Г., Гордеев А. В.* Газовыделение в ацетатно-нитратных водных растворах в широком диапазоне рН под воздействием ионизирующего излучения // Радиохимия. – 2010. – Т. 52, № 3. – С. 285 – 288.
  18. *Огородников Б.И., Будыка А.К., Хан В.Е. и др.* Аэрозоли-носители  $^{212}\text{Pb}$  в объекте «Укрытие» // Проблемы безпеки атомних електростанцій і Чорнобиля. – 2008. – Вип. 9. – С. 54 – 65.
  19. *Нормы радиационной безопасности Украины (НРБУ-97).* - К., 1997.

#### КОНТРОЛЬ ЧИННИКІВ РАДІАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ ПРИМІЩЕННЯ 001/3 ОБ'ЄКТА «УКРИТТЯ»

**О. О. Одинцов, В. Е. Хан, Б. И. Огородников**

Представлено результати регулярного контролю вмісту урану та об'ємних активностей  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{238}\text{Pu}$ ,  $^{239+240}\text{Pu}$  і  $^{241}\text{Am}$  у водному скупченні в приміщенні 001/3 об'єкта «Укриття».

Визначено вміст  $^{222}\text{Rn}$  і водню в повітрі приміщень 01/3 і 001/3. Об'ємна активність  $^{222}\text{Rn}$  у приміщенні 01/3 становить  $55 \pm 30$  Бк/м<sup>3</sup>. Концентрація водню в приміщенні 001/3 на час відбору проб (квітень - червень 2010 р.) не перевищувала 0,002 % (об'єм.).

*Ключові слова:* об'єкт «Укриття», рідкі радіоактивні відходи, радіонукліди, радон, водень.

#### CONTROL OF FACTORS OF RADIATION DANGER OF APARTMENT 001/3 OBJECT «Ukryttya»

**A. A. Odintsov, V. E. Khan, B. I. Ogorodnikov**

The results of regular control of maintenance of uranium and volumes activity  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{238}\text{Pu}$ ,  $^{239+240}\text{Pu}$  and  $^{241}\text{Am}$  in the water accumulation in the apartment 001/3 object «Ukryttya» are presented.

Maintenance of  $^{222}\text{Rn}$  and hydrogen is certain in mid air apartments 01/3 and 001/3. Activity of  $^{222}\text{Rn}$  in the room 01/3 is  $55 \pm 30$  Bq/m<sup>3</sup>. Concentration of hydrogen in the apartment 001/3 in the moment of sampling (april - june 2010) did not exceed 0.002 % (volume).

*Keywords:* object «Ukryttya», liquid radioactive waster, radionuclide, radon, hydrogen.

Поступила в редакцию 06.09.10