

УДК 614.73 (035.3)

*Л. Н. СОЛОДОВНИКОВА, В. А. ТАРАСОВ***ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ РАДОНООПАСНОСТИ СУХАЧЁВСКОГО ХВОСТОХРАНИЛИЩА РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ**

В работе представлены результаты высокоточного радонового мониторинга 2-й секции Сухачёвского хвостохранилища радиоактивных отходов Производственного объединения «Приднепровский химический завод». Проведена оценка возможностей превышения значений объёмной активности радона-222 в воздухе вокруг хвостохранилища. Также проведена оценка радоноопасности территории хвостохранилища по плотности потока радона-222 с его поверхности. На основании проведенных оценок подтверждена радоноопасность обследованных территорий. Показано, что поток радона-222 с поверхности хвостохранилища можно уменьшить, используя современные технологии изоляции и рекультивации хвостохранилищ. Рассмотрена возможность дальнейшего использования свободного объема хвостохранилища с учетом радиационной составляющей сбрасываемых отходов.

Ключевые слова: радоноопасность, высокоточный мониторинг, хвостохранилище радиоактивных отходов.

В роботі представлені результати високоточного радонового моніторингу 2-ї секції Сухачевського хвостосховища радіоактивних відходів Виробничого об'єднання «Придніпровський хімічний завод». Проведена оцінка можливостей перевищення значень об'ємної активності радону-222 в повітрі навкруги хвостосховища. Також проведена оцінка радононебезпеки території хвостосховища по густині потоку радону-222 з його поверхні. На підставі проведених оцінок підтверджена радононебезпека обстежених територій. Показано, що потік радону-222 з поверхні хвостосховища можна зменшити, використовуючи сучасні технології ізоляції і рекультивациі хвостосховищ. Розглянута можливість подальшого використання вільного об'єму хвостосховища з урахуванням радіаційної складової відходів, що скидаються.

Ключові слова: радононебезпека, високоточний моніторинг, хвостосховище радіоактивних відходів.

The results of high-precision radon monitoring of the 2nd section of the Sukhachevsky tailings dump of the Pridneprovsky Chemical Plant production association are presented. The radon hazard assessment of the 2nd section of the Sukhachevsky tailings dump of radioactive waste was carried out by measuring the equivalent equilibrium volumetric activity (EROA) of radon-222 in the air around the tailing site and the flux density (exhalation) of radon-222 from the surface of the tailing site. The possibility of exceeding the values of volumetric activity of radon-222 in the air around the tailing dump was assessed. The radon hazard of the tailing site was estimated from the radon-222 flux density from its surface, since its values were significantly higher than the allowable values. The radon hazard of the surveyed territories was confirmed based on the conducted assessments. It is shown that the flux of radon-222 from the surface of the tailings can be reduced using modern technologies of isolation and reclamation of tailing dumps such as tailing dumps with «WISMUT» technology and non-reactive industrial wastes. The possibility of further use of the tailing dump free volume taking into account the radioactive component of the discharged waste is considered.

Key words: radon hazard, high-precision monitoring, tailing dump of radioactive waste.

Введение. Экологическая безопасность окружающей среды при добыче и переработке уранового сырья в Украине является крайне актуальной проблемой. Радиоактивный газ радон-222, выделяющийся при переработке урановой руды вносит доминирующий вклад в облучение производственного персонала категории А и населения проживающего на территориях, прилегающих к хранилищам радиоактивных отходов, образовавшихся при переработке урановой руды и её обогащения. Согласно НРБУ-97 [1] хранилища радиоактивных отходов относятся к техногенно-усиленным природным источникам ионизирующих излучений.

Оценка радоноопасности Сухачёвского хвостохранилища II секция является актуальной проблемой и связана с государственной программой «Приведение опасных объектов производственного объединения «Приднепровский химический завод» (ПО «ПХЗ») в экологически безопасное состояние и

обеспечения защиты населения от вредного влияния ионизирующего излучения [2].

Цель работы. Целью настоящей работы являлась оценка радоноопасности 2-й секции Сухачёвского хвостохранилища радиоактивных отходов путём измерения эквивалентной равновесной объёмной активности (ЭРОА) радона-222 в воздухе вокруг территории хвостохранилища и плотности потока (эксхалации) радона-222 с его поверхности. Результаты проведенного мониторинга явились необходимыми для принятия мер по снижению концентрации радона-222 в воздухе территорий, пролегающих к хвостохранилищу.

Постановка проблемы. Добыча и переработка уранового сырья сопровождаются образованием и нагромождением большого количества отходов в виде отвалов сопутствующих и сбалансированных руд, технологических пульп, которые размещаются в хвостохранилищах.

© Л. Н. Солодовникова, В. А. Тарасов, 2017

За время работы Производственного объединения «Приднепровский химический завод» с 1949 по 1991 г. образовались хранилища радиоактивных отходов уранового производства такие как «Западное», «Центральный Яр», «Юго-восточное», «Днепровское», «Сухачёвское»: I – секция, II – секция, «Лантановая фракция». Все указанные хвостохранилища являются радоноопасными объектами, так как радон (Rn²²²) является продуктом распада радия (Ra²²⁶), содержащегося в радиоактивных отходах основным компонентом которых является уран-238 (²³⁸U) [3].

Это видно из схемы распада ²³⁸U (рис. 1)

Часть образовавшегося радона путём диффузионно-конвективных процессов распространяется в приземном слое атмосферы и создаёт радоноопасную обстановку на территории, окружающей «хвостохранилище» [4]. По предварительным оценкам из указанных хвостохранилищ в атмосферу каждый год поступает 2,13·10¹³ Бк радона и 23,9 тонн радиоактивной пыли со средней удельной активностью 3,7 кБк/кг.

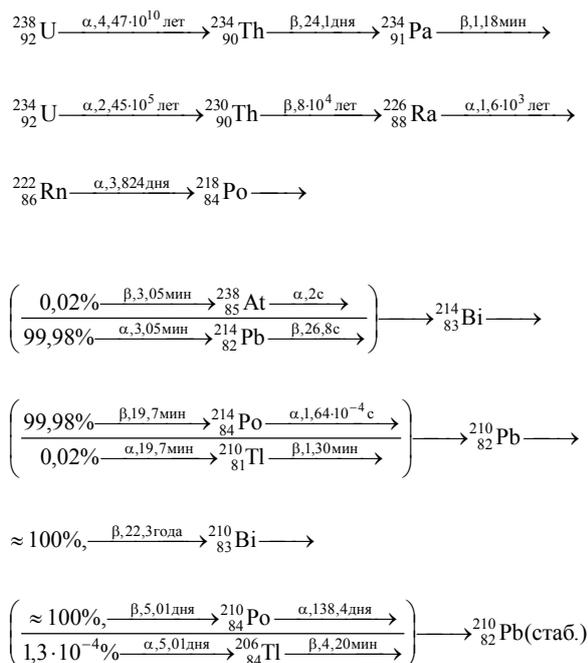


Рис. 1. Схема распада природного урана-238.

Общая характеристика исследуемого объекта исследования состоит в следующем.

Также по предварительным оценкам годовое поступление радона-222 в приземный слой атмосферы только из Сухачёвского хвостохранилища Производственного объединения «Приднепровского химического завода» составляет [7]:

- I – секция – 2,2 · 10⁶ Бк/м³;
- II – секция – 2,16 · 10⁶ Бк/м³.

Секция II «хвостохранилища» (площадь 70 га, отходов – 5,6 млн. тонн), эксплуатировалась с 1983 г. по 1992 г. и предназначалась для складирования

отходов переработки уранового сырья. На 31.12.2006 во II секции было заскладировано 7707,2 тыс. м³ отходов переработки уранового сырья, в том числе 5630,9 тыс. м³ твердых шламов и 2076,3 тыс. м³ воды. Общая площадь намыва II секции составляет 698,8 тыс.м², в т.ч. 343 тыс. м² площадь сухих пляжей и 355,8 тыс.м² площадь водного зеркала. Радиоактивные отходы во II секцию сбрасывались до 1992 года. Абсолютная отметка заполнения II секции радиоактивными отходами изменяется от 96,0 м в днище пруда до 109,0 м в краевых частях секции [5].

Чаша «хвостохранилища» и защитные дамбы оборудованы противотрационными элементами. Поверхностный пласт толщиной 4 – 5 м состоит из нерадиоактивных шламов (отходов), фосфогипса. Нерадиоактивные отходы перекрывают РАО неравномерно слоем до 4 – 5 м. В пределах пруда II секции имеются участки, где шламовые воды контактируют с РАО. Поверхностный слой отходов состоит, в основном, из гипса (90 %), соединений алюминия (до 2,3 %), оксида кремния (4,7 – 7,3 %), соединений фосфора (1,5 – 2,2 %). Жидкая фаза хвостов (шламовые воды) содержится в виде пруда, занимающего две трети площади намыва II секции и поровой воды в толще отходов. Анализ радионуклидного состава шламовых вод II секции показал, что в них содержатся уран - 0,025 Бк/дм³, радий-226 менее 0,005 Бк/дм³, свинец-210 0,095 Бк/дм³, полоний-210 0,33 Бк/дм³, что также является причиной поступления в атмосферу радона вокруг «хвостохранилища» [5].

Промплощадка Производственного объединения «Приднепровского химического завода» находится в непосредственной близости к жилой зоне г. Днепропетровска. Хвостохранилища являются источником загрязнения на расстоянии 370 – 860 метров от их контура [5] за счет различных процессов переноса радионуклидов.

Процессы переноса радионуклидов в различных средах представлены на (рис. 2). Процессы переноса радионуклидов в атмосфере можно разделить на процессы ветровой эрозии с поверхности хвостохранилища (перенос пыли) и процессы переноса радиоактивного газа радона [6].

Воздушное распространение радона-222 является одним из путей облучения персонала категории А территории промплощадки Производственного объединения «Приднепровский химический завод» и населения прилегающих к хвостохранилищу территорий.

Необходимость проведения высокоточного радонового мониторинга на II секции «Сухачёвского» хвостохранилища связана с её радиологической опасностью для всего Приднепровского района (общая активность отходов в секции составляет 2,7·10¹⁴ Бк), а также с необходимостью её реконструкции и перепрофилирования [4].

Радоноопасность объекта можно оценить по ряду существующих критериев [8]. В настоящей работе радоноопасность оценивалась по значениям

эквивалентной равновесной объемной активности радона (ЭРОА) и плотности потока радона (эсхалляция).

Результаты исследований.

Высокоточный мониторинг радона-222 на территории II секции «хвостохранилища» проводился с помощью радиометра РГА-09М (определение ЭРОА) и радиометра AlphaGuard PQ-2000 (определение эсхалляции), откалиброванных по первичному государственному эталону радона-222 (ДЕТУ 12-01-97) с использованием государственной поверочной схемы (ДСТУ 3536-97).

Измерения ЭРОА радона-222 в воздухе проведены экспресс-методом с помощью радиометра РГА-09М. Замеры проводились на средней высоте органов дыхания взрослого человека (1,5 м). Эсхалляция радона-222 с поверхности определялась с помощью радиометра AlphaGuard PQ-2000 и пробоотборного устройства [5]. Полученные значения ЭРОА и эсхалляции в различных точках исследованного объекта представлены в таблице 1.

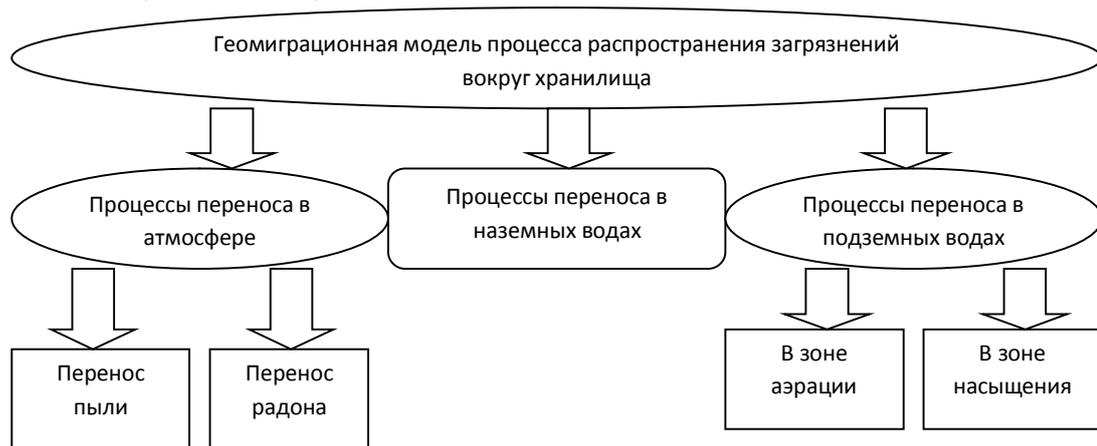


Рис. 2. Схема распространения загрязнения вокруг хвостохранилища [6].

На основании данных, приведенных в таблице 1 проведена оценка радоноопасности хвостохранилища II секции Сухачёвского хвостохранилища по существующим критериям потенциальной радоноопасности территорий [8], которые представлены в таблице 2.

Из сравнения значений ЭРОА и эсхалляции, приведенных в таблице 1 со значениями этих параметров в таблице 2 следует, что величина ЭРОА для всех точек измерений не превышает критических значений. В то же время для ряда точек измерений, величины эсхалляции значительно превышают нормативные значения.

Поэтому особенностью оценки радоноопасности Сухачёвского хвостохранилища секция II является то, что количественное содержание радона-222 в хвостохранилище определяется его плотностью потока с поверхности хвостов. Объемная активность радона-222 не является точной количественной характеристикой его содержания в хвостохранилище так как концентрация радона-222 в атмосферном воздухе вокруг хвостохранилища определяется пространственными вариациями метеорологических факторов, таких как направление и скорость ветра, скорость перемешивания воздушных слоёв в приземном слое, количество осадков, влажность, давление, температура и другие. Точное определение объемной активности радона-222 вокруг территории

хвостохранилища возможно с использованием специальных математических моделей [6].

В связи с этим, для оценки радоноопасности вокруг территории II секции Сухачёвского хвостохранилища в работе были использованы значения плотности потока радона.

Анализ результатов мониторинга радона-222 (табл. 1) показал, что значения плотности потока радона в определённых точках территории вокруг хвостохранилища превышают 80 мБк/м²·с (табл. 3).

По критериям, приведенным в таблице 2, территории вокруг II секции Сухачёвского хвостохранилища являются радоноопасными и требуют проведения мероприятий, предупреждающих поступление радона в атмосферу.

Таковыми мероприятиями могут быть ослабление потока радона-222 с поверхности отходов уранового сырья с помощью промышленных отходов [4], применение технологии рекультивации (ремедиации) изоляции хвостохранилищ радиоактивных отходов немецкой компанией «Wismut GmbH» [9]. Реконструкция и перепрофилирование II секции Сухачёвского хвостохранилища возможны в связи с проектной емкостью заполнения чаши второй секции 22 млн. м³, т.к. на данный момент свободный объем чаши второй секции составляет около 14,8 млн. м³ [5]. Предприятиям, образовавшимся на территории Производственного объединения «Приднепровский

химический завод» ГНПО «Цирконий», ГП «Смолы», Сухачёвского хвостохранилища необходимо
 ГП «Барьер» при дальнейшем рациональном учитывать радиационную составляющую
 использовании свободного объёма чаши II секции сбрасываемых отходов

Таблица 1 – Результаты радонового мониторинга II секции хвостохранилища

№п/п	Номер точки измерения	ЭРОА радона-222 в воздухе, Бк/м ³	Экshalляция радона-222 с поверхности, мБк·м ⁻² ·с ⁻¹	Координаты точки замера		
				N48°	E034°	H, см
1	S03	24,2	–	25,633	43,013	140
2	S42A	12,1	–	25,473	43,027	137
3	S47	–	373 ± 14	25,448	43,057	132
4	S55	11,3	–	25,304	43,026	109
5	S63A	1,61	3,3 ± 0,3	25,257	43,106	106
6	S64	4,83	–	25,236	43,100	110
7	S66A	2,01	–	25,191	43,142	114
8	S78	9,66	–	25,258	43,237	115
9	S82A	5,23	162 ± 8	25,307	43,171	122
10	S85	4,83	257 ± 9	25,363	43,137	117
11	S99	4,8	181 ± 7	25,433	43,073	128
12	S119	14,89	27 ± 1	24,681	42,341	112
13	S131F	7,25	–	24,482	42,715	120
14	S142	4,43	–	24,631	42,282	123
15	S148	19,32	–	24,772	42,422	123
16	S170	13,28	317 ± 12	25,239	43,338	120
17	S171	5,23	–	25,157	43,348	127
18	S180A	1,61	7,05	25,105	42,996	107
19	S186A	8,45	–	24,939	42,933	107
20	S190	11,2	11,6	24,887	42,142	109
21	S001A	8,45	7 ± 0,4	25,060	42,798	108
22	S008	9,68	33 ± 2	24,708	42,475	106
23	S0010A	–	11 ± 0,8	24,592	42,375	107
24	S0014	5,23	–	24,559	42,508	105
25	S0018	–	3,6	24,541	42,636	106
26	L-01C	6,25	7,7	25,766	42,961	146
27	L-02G	5,8	9,6	25,632	42,563	135
28	L-03I	4,9	10,9	25,280	42,229	112
29	L-04D	–	8,8	25,122	42,631	125
30	L-04J	5,5	12,1	25,126	42,141	103
31	L-05D	8,3	10,1	24,744	42,126	104
32	L-05I	6,7	7,3	24,789	41,723	104
33	L-06	4,12	7 ± 0,5	–	–	–
34	L-06G	4,8	11,0	24,557	41,901	95
35	L-07K	5,5	9,5	24,044	42,020	92
36	L-08D	–	8,9	24,385	42,657	119
37	L-08J	1,5	8,3	24,062	42,584	115
38	L-09H	4,5	6,3	24,310	43,156	134
39	L-10A	2,4	5,5	24,768	43,489	118
40	L-10I	4,2	6,6	24,728	43,936	133
41	L-11A2	6,6	8,2	24,981	43,274	125
42	L-11J	4,8	12,8	24,993	44,016	139

Таблица 2. Критерии потенциальной радоноопасности территорий

Категории потенциальной радоноопасности территорий	ЭРОА радона, Бк·м ⁻³	Плотность потока радона J, мБк·м ⁻² ·с ⁻¹	ОА радона C _{РН} , кБк·м ⁻³
I	< 25	< 20	<< 10
II	25 – 100	20 – 80	10 – 40
III	> 100	< 80	> 40

Таблиця 3. Превышения концентрации радона-222 вокруг территории хвостохранилища

№п/п	Номер точки измерения	ЭРОА радона-222 в воздухе, Бк/м ³	Экссалация радона-222 с поверхности, мБк·м ⁻² ·с ⁻¹	Координаты точки замера		
				N48°	E034°	H, см
3	S47		373 ± 14	25,448	43,057	132
9	S82A	5,23	162 ± 8	25,307	43,171	122
10	S85	4,83	257 ± 9	25,363	43,137	117
11	S99	4,8	181 ± 7	25,433	43,073	128
16	S170	13,28	317 ± 12	25,239	43,338	120

Выводы.

Таким образом, анализ полученных данных показал, что более объективным критерием радоноопасности является величина плотности потока радона, а не его объемная активность.

Исходя из критериев оценки потенциальной радоноопасности высокоточный радоновый мониторинг территории вокруг II секции Сухачёвского хвостохранилища подтвердил её радоноопасность.

Анализ значений плотности потока радона-222 с поверхности территории вокруг хвостохранилища

(табл. 1 и 3) показал, что для снижения радоноопасности поток радона-222 необходимо уменьшить, используя современные технологии изоляции и рекультивации хвостохранилищ.

Реконструкция и перепрофилирование II секции Сухачёвского хвостохранилища возможны при дальнейшем рациональном использовании свободного объёма чаши II секции Сухачёвского хвостохранилища, с учетом радиационной составляющей сбрасываемых отходов.

Список литературы:

1. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97); Державні гігієнічні нормативи ДГН 6.6.1.-6.5.001-98 [Текст] : офіційне видання. – К.: Відділ поліграфії Українського центру держсанепіднагляду МОЗ України, 1998. – 135 с. – (Нормативний документ МОЗ України).
2. Государственная программа приведения опасных объектов производственного объединения «Приднепровский химический завод» (ПО «ПХЗ») в экологически безопасное состояние и обеспечение защиты населения от вредного воздействия ионизирующего излучения», утверждённая постановлением Кабинета Министров Украины от 26.11.2003г. №1846.
3. Солодовникова Л.Н. Метрологическое обеспечение экологических мониторингов радона в Украине. Труды VIII Международной научно-технической конференции «Метрология и измерительная техника» (Метрология-2012) т. II / Л.Н. Солодовникова – Харьков: ННЦ «Институт метрологии». 2012. – 640с. – с. 592–599.
4. Солодовникова Л.Н., Тарасов В.А. Эколого-химические проблемы и радоноопасность отходов при переработке уранового сырья в Украине. Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2/11 (62). 2013. – с.24–27.
5. Коваленко Г.Д., Бабаев М.В., Маркина Н.К., Солодовникова Л.Н. «Предварительная экологическая оценка реконструкции и перепрофилирования хвостохранилища» к разработке проекта реконструкции и перепрофилирования II секции хвостохранилища «Сухачевское». Отчёт о НИР №1923/1.8/3853 Харьков.: УкрНИИЭП, 2009. – 87с.
6. Васильев И.А. Шестаков А.А. Итоговый отчёт по проекту МНТЦ КР-715 «Исследование изменений основных экологических показателей территорий, примыкающих к урановому производству в условиях его частичной конверсии». Снежинск.: РФЯЦ – ВНИИТФ, 2006. – 85с.

7. Солодовникова Л.Н., Тарасов В.А. Радоноопасность техногенно-усиленных природных источников ионизирующего излучения. Третья міжнародна конференція «Хімічна та радіаційна безпека: проблеми і рішення». – Київ, 2015 с. – с.42–43.
8. Радиационные критерии для территорий, предназначенных для строительства. Чесанов В.Л., Сорока К.Ю. Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури №8 (149)/2010. – с.32–36.
9. WISMUT experience in uranium tailings storage management. Dr. Peter Schmidt, Head Department of Env. Monitoring Radiation Wismut GmbH, Moscow, Oct.31-Nov.2, 2011.

References (transliterated)

1. Likhtarinov I.A., Los I.P., Berkovsky V.B. Normi radlatsiynoyi bezpeki Ukrayiny [Radiation Safety Standards of Ukraine]. Kyiv, MOZ Ukrayini, 1998, 135 p.
2. Gosudarstvennaya programma privedeniya opasnykh ob'ektov proizvodstvennogo ob'edineniya «Pridneprovskiy himicheskii zavod» (PO «PHZ») v ekologicheski bezopasnoe sostoyanie i obespechenie zashchityi naseleniya ot vrednogo vozdeystviya ioniziruyushego izlucheniya», utverzhdyonnaya postanovleniem Kabineta Ministrov Ukrainyi ot 26.11.2003 No 1846 [The state program for bringing the hazardous facilities of the Pridneprovsky Chemical Plant (PO PA) into an environmentally safe state and ensuring the protection of the population from the harmful effects of ionizing radiation, approved by resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine on November 26, 2003 No 1846.]. Kyiv, Kabinet Ministrov Ukrainyi, 2003.
3. Solodovnikova L.N. [Metrological support of ecological monitoring of radon in Ukraine]. Trudy VIII Mezhdunarodnoy nauchno-tehnicheskoy konferentsii Metrologiya i izmeritel'naya tehnika (Metrologiya-2012) t. II. [Proceedings of the VIII International Scientific and Technical Conference "Metrology and Measuring

- Technology" (Metrology-2012) t.II]. Kharkiv, NSC "Institute of Metrology", 2012, pp. 592-599.
4. Solodovnikova L.N., Tarasov V.A. Ekologo-himicheskie problemy i radonopasnost othodov pri pererabotke uranovogo syrya v Ukraine [Ecological and chemical problems and radon hazard of waste during processing of uranium raw materials in Ukraine]. Vostochno-Evropeyskiy zhurnal peredovykh tekhnologiy [East-European magazine of advanced technologies], 2013, 2/11 (62), pp. 24-27.
 5. Kovalenko G.D., Babaev M.V., Markina N.K., Solodovnikova L.N. Predvaritel'naya ekologicheskaya otsenka rekon-struksii i pereprofilirovaniya hvostohranilischa» k razrabotke proekta rekonstruksii i pereprofilirovaniya II sektsii hvostohranilischa Suhachevskoe [Preliminary Environmental Assessment of Reconstruction and Conversion of the Tailings Storage Facility" to the development of the project for the reconstruction and re-profiling of the II section of the tailings pond Sukhachevskoe]. Kharkiv, Ukr.NIIEP, Reserch Work Report No 1923/1.8/3853, 2009, p. 87.
 6. Vasilev I.A. Shestakov A.A. Itogovyy otchyot po proektu MNTTs KR-715 Issledovanie izmeneniy osnovnykh ekologicheskikh pokazateley territoriy, primykayuschih k uranovomu proizvodstvu v usloviyah ego chastichnoy konversii [Study of changes in the main environmental indicators of territories adjacent to uranium production under conditions of partial conversion]. Snezhinsk, RFNC-VNIITF, 2006, p. 85.
 7. Solodovnikova L.N., Tarasov V.A. Radonopasnost tehnogenno-usilennykh prirodnykh istochnikov ioniziruyuy-shego izlucheniya. [Radon hazard of technologically-enhanced natural sources of ionizing radiation]. Tretya mizhnarodna konferentsiya Himichna i radiatsiyna bezpeka: problemi i rishennya. Kyiv, 2015, pp. 42–43.
 8. Chesanov V.L., Soroka K.U. Radiatsionnyie kriterii dlya territoriy, prednaznachen-nyih dlya stroitelstva [Radiation criteria for territories intended for construction]. Visnik Pridneprovskoyi derzhavnoyi akademiyi budivnitstva ta arhitektury No 8 (149)/2010 [Bulletin of Pridneprovsk State Academy of Construction and Architecture №8 (149) / 2010]. Dnipropetrovsk, 2010, pp. 32–36.
 9. Peter Schmidt, Dr. WISMUT experience in uranium tailings storage management. Moscow, Head Department of Environmental Monitoring Radiation Wismut GmbH, 2011, Oct.31- Nov.2.

Поступила (received) 23.10.2017

Бібліографічні описи / Библиографические описания / Bibliographic descriptions

Особливості оцінки радононебезпеки Сухачівського хвостосховища радіоактивних відходів / Л. М. Солодовнікова, В. О. Тарасов // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х. : НТУ «ХПІ», 2017. – № 41(1263). – С. 81–86. – Бібліогр.: 9 назв. – ISSN 2220-4784.

Особенности оценки радоноопасности Сухачёвского хвостохранилища радиоактивных отходов / Л. Н. Солодовникова, В. А. Тарасов // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х. : НТУ «ХПІ», 2017. – № 41(1263). – С. 81–86. – Бібліогр.: 9 назв. – ISSN 2220-4784.

The peculiarities of assessing the radon hazard of the Sukhachev tailing dump of radioactive wastes / L. N. Solodovnikova, V. A. Tarasov // Bulletin of National Technical University «KhPI». Series: Innovation researches in students' scientific work. – Kharkiv: NTU «KhPI». 2017. – № 41(1263). – P. 81–86. – Bibliogr.: 9 titles. – ISSN 2220-4784.

Відомості про авторів/ Сведения об авторах/ About the Authors

Солодовнікова Лідія Миколаївна – Державна наукова установа «Науково-технологічний комплекс «Інститут монокристалів» Національної академії наук України»; завідувач відділу екології; тел. (050) 295-26-43; e-mail: lidy@ukr.net

Солодовникова Лидия Николаевна – Государственное научное учреждение «Научно-технологический комплекс «Институт монокристаллов» Национальной академии наук Украины»; заведующий отделом экологии; тел. (050) 295-26-43; e-mail: lidy@ukr.net

Solodovnikova Lidiya Nikolaevna – State scientific institution «Scientific and technological complex» «Institute for single crystals» National academy of science of Ukraine»; Head of the Department of Environment; tel. (050) 295-26-43; e-mail: lidy@ukr.net

Тарасов Володимир Олексійович – Інститут сцинтиляційних матеріалів Національної академії наук України, д.ф-м.н. завідувач відділу сцинтиляційної радіометрії; тел. (057) 341-03-92; e-mail: tarasov@isk.kharkov.com

Тарасов Владимир Алексеевич – Інститут сцинтилляционных материалов Национальной академии наук Украины; д.ф-м.н. заведующий отделом сцинтилляционной радиометрии; тел. (057) 341-03-92; e-mail: tarasov@isk.kharkov.com

Tarasov Volodymyr Alekseevich – Institute for scintillation materials of National academy of science of Ukraine; D.Sc. Head of Department of scintillation radiometry; tel. (057) 341-03-92; e-mail: tarasov@isk.kharkov.com