

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ ОБЪЕМНОЙ АКТИВНОСТИ РАДОНА В ВОЗДУХЕ ПОМЕЩЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ ГОМЕЛЬСКОЙ, МИНСКОЙ И ГРОДНЕНСКОЙ ОБЛАСТЕЙ В 2021–2022 ГОДАХ

RESULTS OF THE VOLUMETRIC ACTIVITY OF RADON IN INDOOR AIR MEASUREMENTS OF GOMEL, MINSK AND HRODNA REGIONS IN 2021–2022

И. В. Жук, Л. Л. Василевский, Ж. А. Лукашевич, Т. В. Лисянович, Д. В. Лукьянова, Н. А. Маковская, К. В. Гусак
I. Zhuk, L. Vasileuski, J. Lukashevich, T. Lisyanovich, D. Lukyanava, N. Makovskaya, K. Gusak

*Государственное научное учреждение «Объединенный институт энергетических и ядерных исследований – Сосны» Национальной академии наук Беларуси,
Минский р-н, Республика Беларусь
lab13@sosny.bas-net.by
Joint Institute for Power and Nuclear Research – Sosny of National Academy of Sciences of Belarus,
Minsk region, Republic of Belarus*

В Республике Беларусь не менее 40 % территории является потенциально радоноопасной. Это обуславливает необходимость проведения систематических радонометрических исследований. Такие исследования по мониторингу радона в воздухе помещений в Республике Беларусь проводятся научным учреждением «ОИЭЯИ-Сосны». В данной работе представлены результаты мониторинга радона в воздухе помещений в населенных пунктах Гомельской, Минской и Гродненской областей в 2021 – 2022 году.

At least 40 % of territory of the Republic of Belarus is potentially at radon risk. It is cause of the systematic radon monitoring. Such systematic radon monitoring in the air of premises in the Republic of Belarus has been carried out by the scientific institution «JIPNR-Sosny». The results of radon monitoring in the air of premises in the Gomel region, the Minsk region and the Hrodna region in 2021 - 2022 are presented.

Ключевые слова: радон, эквивалентная равновесная объемная активность, Гомельская область, Минская область, Гродненская область, твердотельные трековые детекторы.

Keywords: radon, equivalent equilibrium volumetric activity, the Gomel region, the Minsk region, the Hrodna region, solid state track detectors.

<https://doi.org/10.46646/SAKH-2023-2-172-176>

За счет радона и продуктов его распада создается около половины общей дозы облучения населения от природных источников ионизирующего излучения. Большую часть дозы от изотопов радона и их короткоживущих дочерних продуктов человек получает в помещениях жилых, общественных и производственных зданий и сооружений.

В Республике Беларусь СанПиН «Требования к радиационной безопасности» [1] устанавливает норматив 200 Бк/м³ среднегодовой эквивалентной равновесной объемной радона в воздухе эксплуатируемых жилых помещений.

В Республике Беларусь с 2002 года в Государственном научном учреждении «Объединенный институт энергетических и ядерных исследований – Сосны» Национальной академии наук Беларуси проводятся работы по радоновой проблематике [2].

Для проведения измерений концентраций радона в воздухе помещений в 2021 году выбрано 54 здания в 21 населенном пункте, расположенных в 4 административных районах Гомельской области: Октябрьском, Жлобинском, Чечерском и Кормянском. Все обследованные помещения находятся в жилых зданиях.

В 2022 году выбрано: 41 здание в 17 населенных пунктах, расположенных в 4 административных районах (Мозырском, Наровлянском, Хойникском и Калинковичском) Гомельской области. Из них 33 здания относятся к жилым и 8 – к административным.

В Гродненской области в 2022 году было обследовано 32 здания в 1 административном районе (Островецком). Из них 30 относится к жилым и 2 – к административным зданиям.

В 2022 году завершилась экспозиция радонометров в зданиях на территории Минской области, выбранных для мониторинга радона в 2021 г. Общее количество обследованных зданий в 2021 году в Минской области, составляет 37. Из них 32 относятся к жилым и 5 – к административным зданиям.

В соответствии с рекомендациями Международной комиссии по радиационной защите измерения объемной активности радона в воздухе помещений Республики Беларусь проводятся интегральным методом пассивной

трековой радиометрии с использованием твердотельных трековых ядерных детекторов альфа-частиц согласно методике [3]. В качестве детекторов использовалась нитроцеллюлозная пленка LR-115, тип 2, производства фирмы DOSIRAD (Франция), позволяющая применить относительно простой искровой способ счета треков на детекторах. При проведении мониторинга радона в воздухе зданий в Беларуси использовались интегральные трековые радиометры радона, подробная схема и описание которых представлены в работах [4]. Время экспозиции составляет 2–3 месяца. Большинство измерений в холодный сезон и на первых этажах зданий.

Измеряемой величиной при мониторинге радона в воздухе помещений является усредненная за время экспозиции радонометров объемная активность радона $(\overline{OA}_{Rn})_i$. Нормируемый в Беларуси параметр, среднегодовая эквивалентная равновесная объемная активность радона $\overline{ЭРОА}_{Rn}$, в эксплуатируемых жилых зданиях не должна превышать 200 Бк/м³, а в производственных и общественных зданиях – 310 Бк/м³ [1]. Используя измеренные значения $(\overline{OA}_{Rn})_i$ согласно методическим указаниям МУК РБ №11-8-6-2002 [5], действующим в Республике Беларусь, определяем среднегодовые значения $\overline{ЭРОА}_{Rn}$.

В таблицах 1 и 2 приведены данные по средним значениям $\overline{OA}_{Rn}$ и $\overline{ЭРОА}_{Rn}$, а также распределение уровней

$\overline{OA}_{Rn}$ и $\overline{ЭРОА}_{Rn}$ в воздухе помещений Гомельской области, по данным за 2021 г.

Таблица 1

Распределение значений $\overline{OA}_{Rn}$ в воздухе помещений в населенных пунктах Гомельской области в 2021 году

№ п/п	Административный район	Кол-во обследованных населенных пунктов, шт.	Объем выборки исследованных помещений, шт.	Значение $\overline{OA}_{Rn}$, Бк/м ³			Распределение значений $\overline{OA}_{Rn}$, %	
				Среднее	Минимальное	Максимальное	>100 Бк/м ³	>200 Бк/м ³
1	Октябрьский	6	19	59	30	105	5,3	0
2	Жлобинский	5	11	85	30	220	18,2	9,1
3	Чечерский	2	8	73	30	170	25,0	0
4	Кормянский	8	16	51	30	125	6,3	0
5	В целом по Гомельской области	21	54	64	30	220	11,1	1,9

Таблица 2

Распределение значений $\overline{ЭРОА}_{Rn}$ в воздухе помещений в населенных пунктах Гомельской области в 2021 году

№ п/п	Административный район	Объем выборки исследованных помещений, шт.	Значение $\overline{ЭРОА}_{Rn}$, Бк/м ³			Распределение значений $\overline{ЭРОА}_{Rn}$, %		
			Среднее	Минимальное	Максимальное	>50 Бк/м ³	>100 Бк/м ³	>200 Бк/м ³
1	Октябрьский	19	60	32	103	63,2	5,3	0
2	Жлобинский	11	84	32	214	63,6	18,2	9,1
3	Чечерский	8	73	32	168	50,0	25,0	0
4	Кормянский	16	53	32	125	43,8	6,3	0
5	В целом по Гомельской области	54	65	32	214	55,6	11,1	1,9

Как видно из таблицы 1, уровни объемной активности радона $\overline{OA}_{Rn}$ свыше 100 Бк/м³ обнаружены в 6 помещениях Гомельской области (или в ~11,1 % от обследованных), а более 200 Бк/м³ – в воздухе 1 помещения (или в ~1,9 % случаев). Средние значения $\overline{OA}_{Rn}$ в различных административных районах области варьируют от ~51 до 85 Бк/м³. Средние значения эквивалентной равновесной объемной активности радона $\overline{ЭРОА}_{Rn}$ в различных административных районах изменяются от ~53 до 84 Бк/м³. Значения $\overline{ЭРОА}_{Rn}$ более 100 Бк/м³ определены в 6 помещениях (или в ~11,1 % от обследованных), свыше 200 Бк/м³ зарегистрировано в 1 помещении (или в ~1,9 % от обследованных).

В таблицах 3 и 4 приведены данные по средним значениям $\overline{OA}_{Rn}$ и $\overline{ЭРОА}_{Rn}$, а также распределение уровней

$\overline{OA}_{Rn}$ и $\overline{ЭРОА}_{Rn}$ в воздухе помещений Гомельской области, по данным за 2022 г.

Таблица 3

Распределение значений OA_{Rn} в воздухе помещений в населенных пунктах Гомельской области в 2022 году

№ п/п	Административный район	Кол-во обследованных населенных пунктов, шт.	Объем выборки исследованных помещений, шт.	Значение OA_{Rn} , Бк/м ³			Распределение значений OA_{Rn} , %	
				Среднее	Минимальное	Максимальное	>100 Бк/м ³	>200 Бк/м ³
1	Мозырский	8	11	101	30	217	36,4	18,2
2	Наровлянский	2	9	98	35	150	55,6	0
3	Хойникский	3	8	179	30	400	75,0	37,5
4	Калинковичский	4	12	131	75	270	83,3	33,3
5	В целом по Гомельской области	17	40	125	30	400	62,5	22,5

Таблица 4

Распределение значений $\overline{ЭРОА}_{Rn}$ в воздухе помещений в населенных пунктах Гомельской области в 2022 году

№ п/п	Административный район	Объем выборки исследованных помещений, шт.	Значение $\overline{ЭРОА}_{Rn}$, Бк/м ³			Распределение значений $\overline{ЭРОА}_{Rn}$, %		
			Среднее	Минимальное	Максимальное	>50 Бк/м ³	>100 Бк/м ³	>200 Бк/м ³
1	Мозырский	11	52	18	108	36,4	18,2	0
2	Наровлянский	9	51	20	76	55,6	0	0
3	Хойникский	8	90	18	198	75,0	37,5	0
4	Калинковичский	12	66	40	135	83,3	33,3	0
5	В целом по Гомельской области	40	64	18	198	62,5	22,5	0

Как видно из таблицы 3, уровни объемной активности радона OA_{Rn} свыше 100 Бк/м³ обнаружены в 25 помещениях Гомельской области (или в ~62,5 % от обследованных), а более 200 Бк/м³ – в воздухе 9 помещений (или в ~22,5 % случаев). Средние значения OA_{Rn} в различных административных районах Гомельской области варьируются от ~98 до 179 Бк/м³.

Согласно данным таблицы 4, средние значения эквивалентной равновесной объемной активности радона $\overline{ЭРОА}_{Rn}$ в различных административных районах варьируются от ~51 до 90 Бк/м³. Значения $\overline{ЭРОА}_{Rn}$ более 100 Бк/м³ определены в 9 помещениях (или в ~22,5 % от обследованных). Превышений нормируемого значения $\overline{ЭРОА}_{Rn}$ (200 Бк/м³) в обследованных населенных пунктах Гомельской области не выявлено.

Данные по средним значениям OA_{Rn} и $\overline{ЭРОА}_{Rn}$, а также распределение уровней OA_{Rn} и $\overline{ЭРОА}_{Rn}$ в воздухе помещений Минской области приведены в таблицах 5 и 6.

По данным таблицы 5 видно, что уровни объемной активности радона OA_{Rn} свыше 100 Бк/м³ обнаружены в 7 помещениях Минской области (или в ~20,0 % от обследованных), а более 200 Бк/м³ – в воздухе 4 помещений (или в ~11,4 % случаев). Средние значения OA_{Rn} в различных административных районах Минской области варьируются от ~71 до 105 Бк/м³.

Согласно данным таблицы 6, средние значения эквивалентной равновесной объемной активности радона $\overline{ЭРОА}_{Rn}$ в различных административных районах изменяются от ~38 до 54 Бк/м³. Значения $\overline{ЭРОА}_{Rn}$ более 100 Бк/м³ определены в 4 помещениях (или в ~11,4 % от обследованных). Значения $\overline{ЭРОА}_{Rn}$ свыше 200 Бк/м³ (нормируемого значения $\overline{ЭРОА}_{Rn}$) в обследованных населенных пунктах Минской области не зарегистрировано.

Таблица 5

Распределение значений OA_{Rn} в воздухе помещений в населенных пунктах Минской области в 2022 году

№ п/п	Административный район	Кол-во обследованных населенных пунктов, шт.	Объем выборки исследованных помещений, шт.	Значение OA_{Rn} , Бк/м ³			Распределение значений OA_{Rn} , %	
				Среднее	Минимальное	Максимальное	>100 Бк/м ³	>200 Бк/м ³
1	Узденский	5	9	71	30	215	11,1	11,1
2	Любанский	6	12	90	40	235	16,7	8,3
3	Стародорожский	2	5	105	60	260	20,0	20,0
4	Пуховичский	4	9	87	30	235	33,3	11,1
5	В целом по Гомельской области	17	35	86	30	260	20,0	11,4

Таблица 6

Распределение значений $\overline{ЭРОА}_{Rn}$ в воздухе помещений в населенных пунктах Минской области в 2022 году

№ п/п	Административный район	Объем выборки исследованных помещений, шт.	Значение $\overline{ЭРОА}_{Rn}$, Бк/м ³			Распределение значений $\overline{ЭРОА}_{Rn}$, %		
			Среднее	Минимальное	Максимальное	>50 Бк/м ³	>100 Бк/м ³	>200 Бк/м ³
1	Узденский	9	38	18	105	11,1	11,1	0
2	Любанский	12	47	23	118	16,7	8,3	0
3	Стародорожский	5	54	32	130	20,0	20,0	0
4	Пуховичский	9	46	18	118	33,3	11,1	0
5	В целом по Гомельской области	35	45	18	130	20,0	11,4	0

В таблицах 7 и 8 приведены данные по средним значениям OA_{Rn} и $\overline{ЭРОА}_{Rn}$, а также распределение уровней OA_{Rn} и $\overline{ЭРОА}_{Rn}$ в воздухе помещений Гродненской области.

Таблица 7

Распределение значений OA_{Rn} в воздухе помещений в населенных пунктах Гродненской области в 2022 году

Кол-во обследованных населенных пунктов, шт.	Объем выборки исследованных помещений, шт.	Значение OA_{Rn} , Бк/м ³			Распределение значений OA_{Rn} , %	
		Среднее	Минимальное	Максимальное	>100 Бк/м ³	>200 Бк/м ³
12	32	62	30	238	12,5	3,1

Как видно из таблицы 7, уровни объемной активности радона OA_{Rn} свыше 100 Бк/м³ обнаружены в 4 помещениях Островецкого района Гродненской области (или в ~12,5 % от обследованных), а более 200 Бк/м³ – в воздухе 1 помещения (или в ~3,1 % случаев). Среднее значение OA_{Rn} по Островецкому району Гродненской области составляет ~62 Бк/м³.

Таблица 8

Распределение значений $\overline{ЭРОА}_{Rn}$ в воздухе помещений в населенных пунктах Гродненской области в 2022 году

Объем выборки исследованных помещений, шт.	Значение $\overline{ЭРОА}_{Rn}$, Бк/м ³			Распределение значений $\overline{ЭРОА}_{Rn}$, %		
	Среднее	Минимальное	Максимальное	>50 Бк/м ³	>100 Бк/м ³	>200 Бк/м ³
32	45	25	180	28,1	6,3	0

Из таблицы 8 видно, что среднее значение эквивалентной равновесной объемной активности радона $\overline{ЭРОА}_{Rn}$ по Островецкому району составляет ~45 Бк/м³. Значения $\overline{ЭРОА}_{Rn}$ более 100 Бк/м³ определены в 2 помещениях (или в ~6,3 % от обследованных). Превышений нормируемого значения $\overline{ЭРОА}_{Rn}$ в обследованных населенных пунктах Гродненской области не выявлено.

В результате обработки результатов определения объемной активности радона в воздухе задний, расположенных на территории Гомельской области, в 2021 году установлено, что средние значения эквивалентной равновесной объемной активности радона $\overline{\text{ЭРОА}}_{\text{Rn}}$ в различных административных районах изменяются от 53 до 84 Бк/м³. Превышение нормируемого законодательством Республики Беларусь значения $\overline{\text{ЭРОА}}_{\text{Rn}}$ более 200 Бк/м³ наблюдается в 1 помещении или в 1,9 % случаев из обследованных зданий.

Превышений нормируемого значения $\overline{\text{ЭРОА}}_{\text{Rn}}$ (200 Бк/м³) в воздухе зданий в обследованных населенных пунктах Гомельской, Минской и Гродненской областей в 2022 году не выявлено.

Карты концентраций радона в воздухе помещений являются основным инструментом для оценки ситуации существующего облучения населения, обусловленного присутствием радона в закрытых помещениях и, в надлежащих случаях, для разработки и осуществления плана действий по контролю, так как позволяют обозначить наиболее радоноприоритетные регионы.

Проведение мониторинга радона в дальнейшем на территории Республики Беларусь по всем областям позволит значительно повысить статистику исследований и дополнить подробную уровень активности радона в воздухе помещений Республики Беларусь.

ЛИТЕРАТУРА

1. Санитарные нормы и правила «Требования к радиационной безопасности». Введ. 28.12.2012. – Минск: М-во здравоохранения Респ. Беларусь [Электронный ресурс]. – 2012. – Режим доступа: http://minzdrav.gov.by/upload/dadwfiles/000390_154299_PostMZ_N213_2012_Sanpin.doc. – Дата доступа: 20.02.2023.
2. Проведение комплексных исследований природных источников ионизирующих излучений, обусловленных радоном-222. Оценка доз радиоактивного облучения населения Беларуси в различных регионах в обеспечение Закона Республики Беларусь «О радиационной безопасности населения» ГПНИ «Энергетические системы, процессы и технологии»: отчет о НИР (заключ.) / ОИЭЯИ–Сосны НАН Беларуси; рук. темы И.В. Жук. – Минск, 2020. – 295 с. – № ГР 20160839. – Инв. № 2060.
3. Методика определения объемной активности радона в воздухе жилых и производственных помещений с использованием интегральных радонометров на основе твердотельных трековых детекторов альфа-частиц: МВИ. Мн. 1808-2002. – Минск, 2002. – 18 с.
4. Разработка и метрологическая аттестация методики для массовых измерений объемной активности радона в жилых и производственных помещениях с использованием интегральных радонометров на основе твердотельных трековых детекторов альфа-частиц: отчет о НИР (заключ.) / ГНУ «ОИЭЯИ–Сосны» НАН Беларуси; рук. темы О.И. Ярошевич. – Минск, 2002. – 117 с. – № ГР 2002763. – Инв. № 620.
5. Проведение радиационно-гигиенического обследования жилых и общественных зданий. Методические указания МУК РБ № 11-8-6-2002. – Минск, 2002. – 21 с.

ОПТИМИЗАЦИЯ РАДИАЦИОННОЙ ЗАЩИТЫ ПЕРСОНАЛА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПРОЦЕДУР РАДОНОТЕРАПИИ OPTIMIZATION OF RADIATION PROTECTION OF PERSONNEL DURING RADON THERAPY PROCEDURES

А. С. Басак^{1,2}, Т. В. Дашкевич^{1,2}, Н. Н. Тушин^{1,2}, Н. П. Минько³
A. S. Basak^{1,2}, T. V. Dashkevich^{1,2}, N. N. Tushin^{1,2}, N. P. Minko³

¹Белорусский государственный университет, БГУ

²Учреждение образования «Международный государственный экологический институт имени А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ, г. Минск, Республика Беларусь

³Филиал «Санаторий «Радон» ОАО «Белагроздравица»,

Гродненская область, Дятловский р-н, Республика Беларусь
nastyanevdakh01@bk.ru, dashkevich.tv@gmail.com, nrs@iseu.by, nteco@tut.by
Belarusian State University, BSU

International Sakharov Environmental Institute of Belarusian State University, ISEI BSU
Minsk, Republic of Belarus

Персонал подвергается воздействию радона и его дочерних продуктов распада на рабочих местах в процессе своей профессиональной деятельности. Особый интерес представляют условия облучения работников радоновых лечебниц и курортов. Эффективная доза облучения персонала при отдыхе в радоновых ваннах определяется двумя основными компонентами: внешним облучением тела за счет гамма-излучения короткоживущих дочерних продуктов распада радона, содержащихся в радоновой воде, и внутренним