

Уровни содержания радона в жилых и общественных зданиях западных районов Оренбургской области с высокими показателями заболеваемости населения злокачественными новообразованиями органов дыхания

Т.А. Кормановская¹, С.В. Гаевой², Л.В. Бондарь³, Д.В. Кононенко¹, К.А. Сапрыкин¹, Т.А. Балабина¹

¹ Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева, Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Санкт-Петербург, Россия

² Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Оренбургской области, Оренбург, Россия

³ Центр гигиены и эпидемиологии в Оренбургской области, Оренбург, Россия

Введение: В статье представлены результаты измерений содержания радона в воздухе эксплуатируемых жилых и общественных зданий трех районов западной части Оренбургской области (Бузурусланского, Бузулукского и Матвеевского), проведенных в 2021–2022 гг. Так как радон является второй по значимости причиной возникновения рака легкого после табакокурения, выбор районов для проведения радонометрических обследований был основан на показателях заболеваемости населения злокачественными новообразованиями органов дыхания в районах Оренбургской области за период 2009–2018 гг. **Материалы и методы:** Обследование с применением интегральных трековых радиометров радона проведено в 31 населенном пункте, где проживает от 83,5 % до 90,9 % жителей каждого района (9 населенных пунктов Бузурусланского района, 9 – Бузулукского района, 13 – Матвеевского района). **Результаты исследования и обсуждение:** Проведенный анализ результатов обследования 51 жилого и 45 общественных зданий трех районов показал, что в 45 жилых домах и в 25 зданиях общественного назначения содержание радона в воздухе помещений в 6 жилых домах не соответствует требованиям санитарных правил. Уровни содержания радона в воздухе помещений в 20 зданиях общественного назначения с некруглосуточным пребыванием людей необходимо проведение дополнительных исследований с использованием экспрессных или непрерывных методов определения содержания радона в воздухе помещений в часы эксплуатации зданий. Наибольшее число превышений установленного гигиенического норматива и наибольшая доля зданий жилого и общественного назначения с уровнями содержания радона в воздухе помещений, превышающими норматив, выявлены в населенных пунктах Матвеевского района. Максимальные значения среднегодовой эквивалентной равновесной объемной активности радона также получены в населенных пунктах Матвеевского района – 745 Бк/м³ (с. Старокутлумбетово) и 643 Бк/м³ (с. Кузькино). **Заключение:** Примененный при выборе районов для первоочередного обследования принцип, основанный на анализе показателей заболеваемости населения злокачественными новообразованиями органов дыхания, доказал свою эффективность: наиболее высокие уровни содержания радона были выявлены в районе с максимальными по области показателями заболеваемости населения злокачественными новообразованиями органов дыхания.

Ключевые слова: радон в воздухе помещений, объемная активность радона, интегральный метод измерений, трековый радиометр, рак легкого, злокачественные новообразования, Бузурусланский район, Бузулукский район, Матвеевский район, Оренбургская область.

Введение

Начиная с 2019 г. специалистами ФБУН НИИРГ им. П.В. Рамзаева, Управления Роспотребнадзора по Оренбургской области и ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Оренбургской области» в рамках совместных научно-исследовательских работ проводятся исследования параметров радиационной обстановки в части природных источников ионизирующего излучения (ПИИИ) в различных районах Оренбургской области. Стартом шестилетнего

масштабного проекта, охватившего к настоящему времени 100 населенных пунктов в 15 районах и городских округах (ГО) Оренбургской области (продолжение исследований запланировано и на 2025 г.), послужило изучение показателей радиационной безопасности воды подземных источников питьевого водоснабжения в восточной части региона, в ходе которого с целью оценки структуры доз природного облучения жителей было выполнено комплексное радиационное обследование в населенных пунктах Адамовского, Кваркенского, Новоорского, Домбаровского, Светлинского

Кормановская Татьяна Анатольевна

Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева

Адрес для переписки: 197101, Россия, Санкт-Петербург, ул. Мира, д. 8; E-mail: f4dos@mail.ru

районов и Ясненского ГО [1]. Результатом обследования стало выявление многочисленных фактов превышений гигиенического норматива содержания радона в воздухе помещений эксплуатируемых жилых домов и общественных зданий, причиной которых являлось интенсивное поступление радона в помещения из подстилающего грунта в контуре застройки зданий. Анализ структуры доз природного облучения показал, что для жителей отдельных населенных пунктов вклад дозы внутреннего облучения за счет ингаляции изотопов радона в суммарную дозу облучения за счет всех ПИИИ составил около 95 % [2].

Полученные результаты явились важнейшим аргументом в пользу целесообразности расширения географии исследований уровней содержания радона в эксплуатируемых жилых и общественных зданиях, как основного дозобразующего фактора природного облучения населения, до всей территории Оренбургской области.

Цель исследования – радиационно-гигиеническая оценка уровней облучения населения Оренбургской области за счет ПИИИ. Для ее достижения в рамках выполняемого этапа работ была поставлена задача проанализировать и дать гигиеническую оценку уровням содержания радона в воздухе жилых и общественных зданий западных районов области, где зафиксированы максимальные показатели заболеваемости населения злокачественными новообразованиями органов дыхания.

Материалы и методы

Выбор объектов исследований

Выполненное в 2019 г. комплексное радиационное обследование населенных пунктов в 6 районах восточной части Оренбургской области проводилось в рамках Государственного контракта [1]. После завершения контракта в ситуации отсутствия финансирования проведение комплексных исследований всех ПИИИ уже не представлялось возможным; поэтому при планировании дальнейших работ по оценке уровней содержания радона в воздухе помещений жилых и общественных зданий выбор объектов исследования был основан на показателях заболеваемости населения разных районов области злокачественными новообразованиями (ЗНО) органов дыхания [3]. Поскольку радон является второй по значимости причиной возникновения ЗНО органов дыхания после табакокурения [4–7], целесообразно было оценить уровни содержания радона в воздухе помещений жилых и общественных зданий именно в районах с повышенными показателями заболеваемости для последующей оценки возможного влияния радиационного фактора на возникновение ЗНО органов дыхания.

Анализ данных Форм федерального статистического наблюдения № 7 «Сведения о злокачественных новообразованиях»¹ Оренбургской области за 2009–2018 гг. показал, что наибольшие показатели заболеваемости населения ЗНО органов дыхания в Оренбургской области зафиксированы в Матвеевском, Кувандыкском, Бугурусланском, Бузулукском и Кваркенском районах (65,5; 60,3; 59,9; 59,6 и 59,2 случаев на 100 тыс. населения, соответственно, при среднем по Оренбургской области показателе на

уровне 44,5 случаев на 100 тыс. населения) [3]. Обследование жилых и общественных зданий Кваркенского района на содержание радона в воздухе помещений было проведено в 2019 г., Кувандыкского – в 2020 г. (оба района находятся в восточной части региона); в 2021–2022 гг. было выполнено радонометрическое обследование в Бугурусланском, Бузулукском и Матвеевском районах, расположенных на западе Оренбургской области.

Основной причиной высокого содержания радона в помещениях зданий является поступление радона из грунта под зданиями. В Оренбургской области сосредоточен значительный по величине и разнообразию минерально-сырьевой потенциал, обуславливающий потенциальную радоноопасность отдельных районов региона, связанную с повышенным содержанием ²²⁶Ra в породах. В Бугурусланском районе ведущими полезными ископаемыми являются нефть, газ, горючие сланцы, уголь [8]; в Бузулукском районе расположены месторождения нефти (Никифоровское, Воробьевское) и сырья для строительных материалов [9]. Территория Матвеевского района, расположенная на юго-западных отрогах Бугульминско-Белебеевской возвышенности, также богата нефтью; на территории района разведаны 13 месторождений углеводородного сырья, из которых эксплуатируются 8 [10, 11].

Объем, организация и метод исследований

В 2021 г. радонометрическое обследование было проведено в жилых и общественных зданиях 9 населенных пунктов, расположенных на территории Бугурусланского района (г. Бугуруслан, с. Михайловка, с. Ивановка, с. Завьяловка, п. Резвый, с. Пилугино, с. Нойкино, с. Советское, с. Елатомка), и 9 населенных пунктов, расположенных на территории Бузулукского района (г. Бузулук, п. Лисья Поляна, с. Жилинка, с. Палимовка, с. Сухоречка, с. Новоалександровка, п. Красногвардеец, с. Перевозинка, с. Елховка); в 2022 г. были обследованы 13 населенных пунктов Матвеевского района (с. Старокутлумбетьево, с. Тимошкино, с. Емельяновка, с. Кульчум, с. Борискино, с. Матвеевка, с. Новоспасское, с. Староякупово, с. Староаширово, с. Кузькино, с. Сарай-Гир, с. Новоаширово, с. Новоузели). Территориальное расположение обследованных районов показано на карте Оренбургской области на рисунке.

Общая численность населения Бугурусланского и Бузулукского районов составляла в 2021 г. 64255 и 115614 человек, соответственно; общая численность жителей населенных пунктов, где проводились измерения содержания радона в воздухе помещений жилых и общественных зданий, – 56408 и 96572 человек, соответственно. В 2022 г. на территории Матвеевского района проживало 9396 человека; общая численность населения обследованных населенных пунктов составила 7989 человек. Таким образом, при проведении радонометрических обследований в трех районах западной части области с наибольшими показателями заболеваемости населения ЗНО органов дыхания – Бугурусланском, Бузулукском и Матвеевском – измерения были выполнены в населенных пунктах, где проживают 90,9 %, 83,5 % и 85,0 %, соответственно, от общего числа жителей всех территориальных образований, расположенных в этих районах.

¹ Форма федерального статистического наблюдения № 7 «Сведения о злокачественных новообразованиях». Утверждена приказом Росстата от 30.08.2019 № 479. [Federal statistical observation form No. 7 "Information on malignant neoplasms". Approved by Rosstat Order of 30.08.2019 No. 479. (In Russ.)]

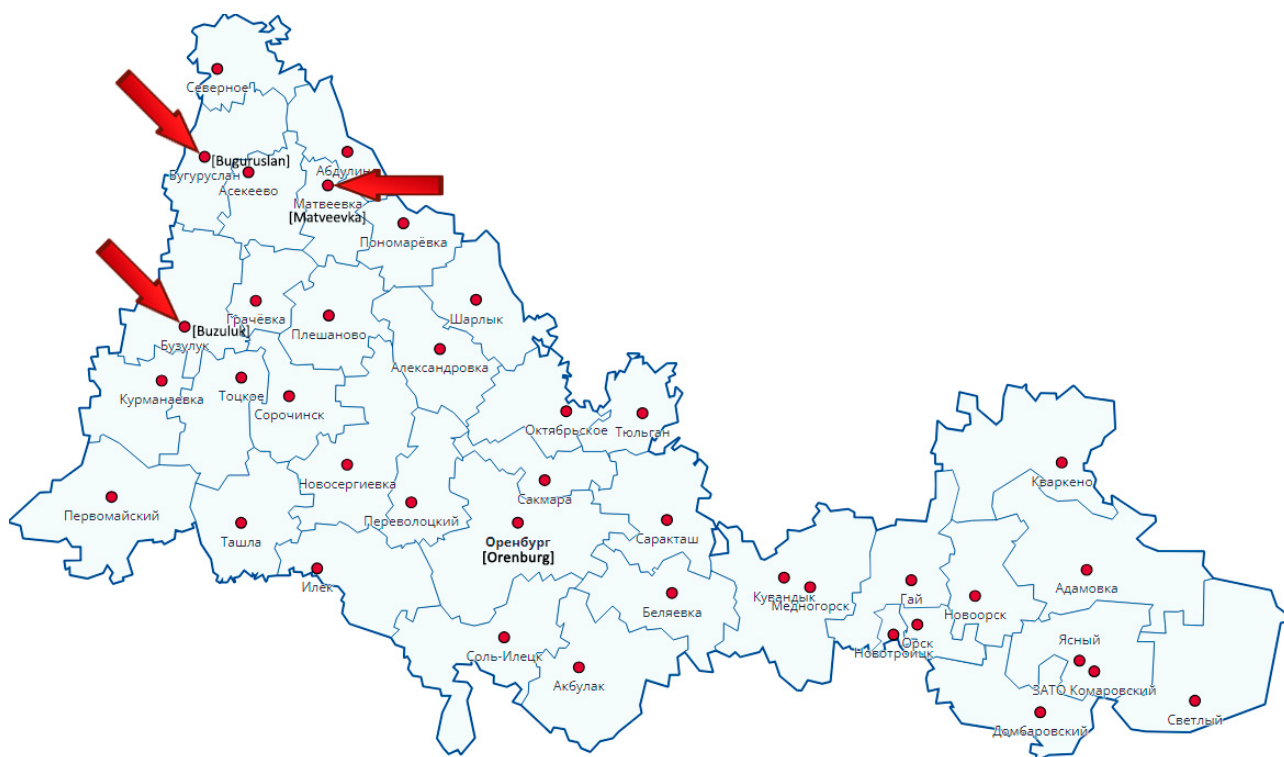


Рис. Карта Оренбургской области. Три западных района, обследованных в 2021–2022 гг., отмечены стрелками
[Fig.] Map of the Orenburg region. Three western districts surveyed in 2021–2022 are marked with arrows

При проведении радонометрического обследования использовался интегральный метод измерений объемной активности (ОА) радона в воздухе помещений [3]. В соответствии с методическими рекомендациями МР 2.6.1.0333-23² для жилых домов данный метод предпочтителен, так как дает наиболее объективную информацию о среднегодовом содержании радона в воздухе помещения; в общественных зданиях с некруглосуточным пребыванием людей интегральным методом определения ОА радона используется как скрининговый.

Организацию проведения измерений на местах обеспечивали специалисты филиала ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Оренбургской области в городе Бугуруслане, Абдулинском городском округе, Бугурусланском, Северном, Асекеевском, Матвеевском, Пономаревском районах»; подготовка и обработка после экспонирования интегральных трековых радиометров радона (ИТРП) были выполнены в ФБУН НИИРГ им. П.В. Рамзаева с использованием Комплекта аппаратуры для измерения средней объемной активности радона в воздухе трековым методом ТРЕК-РЭИ-1М по аттестованной методике³. В каждом рай-

оне было расставлено по 150 ИТРП, однако из-за потерь (что, к сожалению, случается при измерениях этим методом, поскольку ИТРП расставляются на срок не менее 1 месяца в помещениях, где могут присутствовать обучающиеся, пациенты и другие посетители общественных зданий) для итогового анализа были использованы результаты измерений с помощью 446 ИТРП (доля потерь составила менее 1 %).

Результаты и обсуждение

В Бугурусланском районе радонометрическое обследование помещений в 2021 г. было проведено в 11 эксплуатируемых зданиях детских образовательных учреждений (2 детских сада и 9 школ), в 2 зданиях медицинских учреждений (фельдшерско-акушерский пункт (ФАП) и амбулатория), а также в 16 квартирах жилых домов. В Бугурусланском районе – в 12 эксплуатируемых зданиях детских образовательных учреждений (4 детских сада и 8 школ), в 1 здании медицинского учреждения (детская поликлиника), а также в 26 квартирах жилых домов. В Матвеевском районе в 2022 г. обследованием были охвачены 12 эксплуатируемых зданий детских образовательных учреждений (школы),

² Радиационный контроль и санитарно-эпидемиологическая оценка жилых, общественных и производственных зданий и сооружений по показателям радиационной безопасности: Методические рекомендации МР 2.6.1.0333-23. Утверждены руководителем Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 01.12.2023. [Radiation survey and sanitary assessment of residential, public and industrial buildings and facilities in terms of radiation safety indicators. Guidelines MR 2.6.1.0333-23. Approved by the Chief state sanitary doctor of the Russian Federation on 01.12.2023. (In Russ.)]

³ Радон. Измерение объемной активности в воздухе помещений интегральным трековым методом. Методика измерений. Разработана ФГУП НТЦ РХБГ ФМБА России, ООО «ГК РЭИ». Аттестована ФГУП ВНИИФТРИ, свидетельство № 40090.2И385 от 16.07.2012. [Radon. Measurement of indoor radon concentration using integral track method. Guidelines. Developed by Research and Technical Center of Radiation-Chemical Safety and Hygiene (Federal Medical-Biological Agency of Russia) and LLC "REI Group of Companies". Certified by VNIIFTRI, certificate No. 40090.2И385 dated 16.07.2012. (In Russ.)]

3 здания медицинских учреждений (2 ФАП и 1 больница), 2 здания учреждений культуры (дома культуры), 2 здания административного назначения (сельсоветы) и 9 жилых домов.

В соответствии с санитарными правилами и нормами (НРБ-99/2009⁴, СанПиН 2.6.1.2800-10⁵) нормируемой величиной содержания радона в воздухе помещений в Российской Федерации является среднегодовая эквивалентная равновесная объемная активность (ЭРОА) изотопов радона; при переходе от измеренной величины (ОА радона) к ЭРОА радона в соответствии с п. 2.5 МР 2.6.1.0333-23 использовался коэффициент равновесия $F_{\text{эф}}$, равный 0,5.

В таблице 1 представлены данные о количестве измерений, проведенных в жилых и общественных зданиях об-

следованных населенных пунктов, а также данные о количестве и доле результатов измерений, превысивших гигиенический норматив 200 Бк/м³.

В среднем по трем обследованным районам в западной части Оренбургской области доля результатов измерений, превысивших гигиенический норматив, составила 10,3 % (46 из 446), при этом максимальное значение зафиксировано в Матвеевском районе – 20,7 % (31 из 150).

В таблице 2 представлены результаты оценки среднегодовой ЭРОА радона в воздухе жилых и общественных зданий для каждого из обследованных населенных пунктов.

Таблица 1

Число измерений (ЧИ) ОА радона и число (ЧП) и доля (%) превышений гигиенического норматива в жилых и общественных зданиях в обследованных населенных пунктах

[Table 1

Number of measurements (NM) of indoor radon concentration in dwellings and public buildings in surveyed settlements, number (NE) and percentage (%) of exceedances of the established action level (200 Bq/m³ annual average radon isotopes EEC)]

Населенный пункт [Settlement]	Общественные здания [Public buildings]			Жилые здания [Dwellings]		
	ЧИ [NM]	ЧП [NE]	%	ЧИ [NM]	ЧП [NE]	%
Бугурусланский район [Buguruslanskiy district]						
г. Бугуруслан [Buguruslan]	–	–	–	30	1	3,3
с. Михайловка [Mikhaylovka]	16	1	6,3	18	2	11,1
с. Ивановка [Ivanovka]	6	1	16,7	–	–	–
с. Завьяловка [Zav'yalovka]	12	1	8,3	–	–	–
п. Резвый [Rezvy]	13	0	0	–	–	–
с. Пилюгино [Pilyugino]	20	1	5,0	–	–	–
с. Нойкино [Noykino]	12	3	25	–	–	–
с. Советское [Sovetskoe]	10	0	0	–	–	–
с. Елатомка [Elatomka]	10	0	0	–	–	–
Бузулукский район [Buzulukskiy district]						
г. Бузулук [Buzuluk]	70	3	4,2	40	1	2,5
п. Лисья Поляна [Lis'ya Polyana]	8	0	0	–	–	–
с. Жилинка [Zhilinka]	6	0	0	–	–	–
с. Палимовка [Palimovka]	8	0	0	–	–	–
с. Сухоречка [Sukhorechka]	8	1	12,5	–	–	–

⁴ Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009): Санитарные правила и нормативы СанПиН 2.6.1.2523-09. Утверждены постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 07.07.2009 № 47 (зарегистрировано в Министерстве юстиции Российской Федерации 14.08.2009, регистрационный № 14534). [Norms of radiation safety (NRB-99/2009). Sanitary rules and norms SanPiN 2.6.1.2523-09. Approved by the resolution of the Chief state sanitary doctor of the Russian Federation of 07.07.2009 No. 47 (registered with the Ministry of Justice of the Russian Federation on 14.08.2009, registration No. 14534). (In Russ.)]

⁵ Гигиенические требования по ограничению облучения населения за счет природных источников ионизирующего излучения: Санитарные правила и нормативы СанПиН 2.6.1.2800-10. Утверждены постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 24.12.2010 № 171 (зарегистрировано в Министерстве юстиции Российской Федерации 27.01.2011, регистрационный № 19587). [Hygienic requirements for limiting public exposure to the natural sources of ionizing radiation. Sanitary rules and norms SanPiN 2.6.1.2800-10. Approved by the resolution of the Chief state sanitary doctor of the Russian Federation of 24.12.2010 No. 171 (registered with the Ministry of Justice of the Russian Federation on 27.01.2011, registration No. 19587). (In Russ.)]

Населенный пункт [Settlement]	Общественные здания [Public buildings]			Жилые здания [Dwellings]		
	ЧИ [NM]	ЧП [NE]	%	ЧИ [NM]	ЧП [NE]	%
с. Новоалександровка [Novoaleksandrovka]	–	–	–	2	0	0
п. Красногвардеец [Krasnogvardeets]	–	–	–	2	0	0
с. Перевозинка [Perevozinka]	–	–	–	3	0	0
с. Елховка [Elkhovka]	–	–	–	2	0	0
Матвеевский район [Matveevskiy district]						
с. Старокутлумбетово [Starokutlumbet'ovo]	25	10	40,0	9	0	0
с. Тимошкино [Timoshkino]	10	2	20,0	3	0	0
с. Емельяновка [Emel'yanovka]	16	1	6,3	9	5	55,6
с. Кульчум [Kul'chum]	10	0	0	–	–	–
с. Борискино [Boriskino]	5	0	0	6	0	0
с. Матвеевка [Matveevka]	15	3	20,0	–	–	–
с. Новоспасское [Novospasskoe]	10	0	0	–	–	–
с. Староякупово [Staroyakupovo]	5	1	20,0	–	–	–
с. Староаширово [Staroashirovo]	5	2	40,0	–	–	–
с. Кузькино [Kuz'kino]	5	3	60,0	–	–	–
с. Сарай-Гир [Saray-Gir]	5	0	0	–	–	–
с. Новоаширово [Novoashirovo]	5	0	0	–	–	–
с. Новоузели [Novouzeli]	7	4	57,1	–	–	–

Таблица 2

**Результаты оценки среднегодовой ЭРОА радона в жилых и общественных зданиях
в обследованных населенных пунктах**

[Table 2]

Estimated annual average radon EEC in dwellings and public buildings in surveyed settlements

Населенный пункт [Settlement]	Среднегодовая ЭРОА изотопов радона, Бк/м ³ [Annual average radon EEC, Bq/m ³]					
	Общественные здания [Public buildings]			Жилые здания [Dwellings]		
	мин. [min]	медиана [median]	макс. [max]	мин. [min]	медиана [median]	макс. [max]
Бугурусланский район [Buguruslanskiy district]						
г. Бугуруслан [Buguruslan]	–	–	–	20	59	225
с. Михайловка [Mikhaylovka]	23	85	258	18	88	258
с. Ивановка [Ivanovka]	45	81	420	–	–	–
с. Завьяловка [Zav'yalovka]	20	59	200	–	–	–
п. Резвый [Rezvy]	5	55	83	–	–	–
с. Пилюгино [Pilyugino]	8	36	243	–	–	–
с. Нойкино [Noykino]	23	107	420	–	–	–
с. Советское [Sovetskoe]	25	90	168	–	–	–
с. Елатомка [Elatomka]	15	56	135	–	–	–

Населенный пункт [Settlement]	Среднегодовая ЭРОА изотопов радона, Бк/м ³ [Annual average radon EEC, Bq/m ³]					
	Общественные здания [Public buildings]			Жилые здания [Dwellings]		
	мин. [min]	медиана [median]	макс. [max]	мин. [min]	медиана [median]	макс. [max]
Бузулукский район [Buzulukskiy district]						
г. Бузулук [Buzuluk]	15	56	242	5	40	364
п. Лисья Поляна [Lis'ya Polyana]	30	42	105	–	–	–
с. Жилинка [Zhilinka]	55	118	141	–	–	–
с. Палимовка [Palimovka]	30	49	183	–	–	–
с. Сухоречка [Sukhorechka]	37	58	283	–	–	–
с. Новоалександровка [Novoaleksandrovka]	–	–	–	45	53	60
п. Красногвардеец [Krasnogvardeets]	–	–	–	35	41	47
с. Перевозинка [Perevozinka]	–	–	–	35	45	75
с. Елховка [Elkhovka]	–	–	–	35	43	50
Матвеевский район [Matveevskiy district]						
с. Старокутлумбетьево [Starokutlumbet'evoy]	53	170	745	63	92	155
с. Тимошкино [Timoshkino]	38	89	234	58	125	125
с. Емельяновка [Emel'yanovka]	37	109	400	88	205	323
с. Кульчум [Kul'chum]	58	94	158	–	–	–
с. Борискино [Boriskino]	140	143	169	40	76	183
с. Матвеевка [Matveevka]	35	83	248	–	–	–
с. Новоспасское [Novospasskoye]	58	79	150	–	–	–
с. Староякупово [Staroyakupovo]	73	100	105	–	–	–
с. Староаширово [Staroashirovo]	70	195	350	–	–	–
с. Кузькино [Kuz'kino]	145	245	643	–	–	–
с. Сарай-Гир [Saray-Gir]	48	95	130	–	–	–
с. Новоаширово [Novoashirovo]	70	100	164	–	–	–
с. Новоузели [Novouzeli]	63	215	290	–	–	–

Как говорилось выше, при обследовании жилых и общественных зданий в населенных пунктах Матвеевского района результат каждого пятого из выполненных измерений превышал значение гигиенического норматива содержания радона. Максимальные оценки среднегодовой ЭРОА радона в общественных зданиях района составили 745 Бк/м³ (с. Старокутлумбетьево) и 643 Бк/м³ (с. Кузькино), что более чем в три раза превышает установленный санитарными правилами норматив. Медианные значения (означающие, что половина результатов измерений превышает данный уровень) ЭРОА радона в воздухе жилых и общественных зданий составили: для Бугурусланского района – 70 Бк/м³, для Бузулукского района – 53 Бк/м³, для Матвеевского района – 124 Бк/м³.

В жилых домах гигиенический норматив содержания радона в воздухе был превышен не более чем двукратно, причем

из 51 обследованной жилой единицы (дома, квартиры) в трех районах области только в одном случае повышенное содержание радона в воздухе зафиксировано в квартире многоэтажного дома (г. Бузулук); в подавляющем большинстве случаев ситуация интенсивного поступления радона в воздух жилых помещений наблюдается в частных домах в сельской местности (с. Михайловка Бугурусланского района, с. Емельяновка Матвеевского района), построенных, как правило, в 1970-х гг. прошлого века и ранее, для которых характерно наличие подпола и отсутствие вентилируемого подвала. В результате проведенного в жилых домах радонометрического обследования получены следующие данные:

– в Бугурусланском районе значения ЭРОА радона свыше 200 Бк/м³, превышающие гигиенический норматив, выявлены в 1 частном доме в г. Бугуруслан и 2 частных домах в с. Михайловка, причем в каждом из домов пре-

вышения зафиксированы только в 1 из 3 обследованных помещений;

- в Бузулукском районе превышение гигиенического норматива выявлено в квартире в г. Бузулук;
- в Матвеевском районе превышения гигиенического норматива выявлены в 2 частных домах в с. Емельяновка, причем значения ЭРОА радона свыше 200 Бк/м³ получены во всех обследованных помещениях.

В соответствии с п. 5.12 МР 2.6.1.0333-23 результаты оценки среднегодовых значений ЭРОА радона в воздухе жилых помещений, полученные с применением интегрального метода измерений ОА радона, являются наиболее объективными для проведения санитарно-эпидемиологической оценки соответствия жилых помещений требованиям радиационной безопасности. Таким образом, полученные результаты дают основание утверждать, что содержание радона в воздухе помещений в 6 из 51 обследованных жилых единиц не соответствует требованиям санитарных правил. Поскольку все обследованные объекты являются эксплуатируемыми (как правило, речь идет о многолетнем проживании), решение о целесообразности проведения мероприятий по снижению содержания радона в воздухе должны принимать собственники жилых помещений.

Все остальные обследованные в рамках НИР в 2021–2022 гг. жилые единицы (дома, квартиры) в населенных пунктах Бугурусланского, Бузулукского и Матвеевского районов соответствуют требованиям санитарных правил по содержанию радона в воздухе помещений.

В обследованных эксплуатируемых зданиях общественного назначения Бугурусланского района значения ЭРОА радона свыше 200 Бк/м³, превышающие гигиенический норматив, были получены в 4 зданиях детских учреждений: в с. Михайловка, с. Ивановка, с. Пилугино (превышения были зафиксированы только в одном из помещений здания) и с. Нойкино (превышения в 3 из 6 помещений).

В Бузулукском районе единичные превышения гигиенического норматива были выявлены в 2 дошкольных учреждениях и одном учреждении здравоохранения г. Бузулук и одной школе в с. Сухоречка.

В Матвеевском районе число общественных зданий, в которых были выявлены превышения гигиенического норматива (как единичные, так и достигающие 80 % от всех выполненных в учреждении измерений), значительно больше:

- в 4 зданиях (детское образовательное учреждение, учреждение культуры, административное здание, медицинское учреждение) с. Старокутлумбетьево;
- в 6 зданиях детских образовательных учреждений, расположенных в селах Емельяновка, Матвеевка, Старокупово, Староширово, Кузькино, Новоузели;
- в 2 зданиях (дом культуры, администрация) с. Тимошкино.

Таким образом, по результатам радонометрического обследования превышения гигиенического норматива содержания радона в воздухе помещений выявлены в 12 из 19 обследованных зданий общественного назначения Матвеевского района.

Если при обследовании жилых домов с помощью интегрального метода измерений ОА радона превышение среднегодовой ЭРОА радона в воздухе помещений гигиенического норматива свидетельствует о несоответствии помещений требованиям радиационной безопасности,

то при обследовании зданий общественного назначения результаты измерений, полученные данным методом, трактуются иначе: в соответствии с пп. 5.19–5.20 МР 2.6.1.0333-23, по причине консервативности метода [12], при соответствии уровней содержания радона требованиям НРБ-99/2009 и СанПиН 2.6.1.2800-10 здание признается соответствующим требованиям радиационной безопасности; в противном случае решение принимается по итогам дополнительных измерений содержания радона экспрессным или непрерывным методом в часы нахождения в учреждении работников и посетителей (воспитанников, пациентов и пр.). Следовательно, по результатам скринингового радонометрического обследования в населенных пунктах Матвеевского района 7 зданий общественного назначения могут быть признаны соответствующими требованиям санитарных правил, а в 12 зданиях необходимо проведение дополнительного обследования.

Выводы

Проведенный анализ результатов радонометрического обследования 51 жилого и 45 общественных зданий трех районов западной части Оренбургской области (Бугурусланского, Бузулукского и Матвеевского), для которых характерны высокие показатели заболеваемости населения ЗНО органов дыхания, позволяет сделать следующие выводы:

- содержание радона в 45 обследованных жилых домах и квартирах и в 25 обследованных зданиях общественного назначения (учреждения образования, культуры, здравоохранения, административные здания) соответствует требованиям НРБ-99/2009 и СанПиН 2.6.1.2800-10;
- содержание радона в 6 обследованных жилых домах и квартирах не соответствует требованиям НРБ-99/2009 и СанПиН 2.6.1.2800-10;
- в 20 обследованных зданиях общественного назначения с некруглосуточным пребыванием людей необходимо проведение дополнительных обследований в соответствии с методическими рекомендациями МР 2.6.1.0333-23 для принятия решения о соответствии или несоответствии требованиям НРБ-99/2009 и СанПиН 2.6.1.2800-10;
- жилые и общественные здания с превышением гигиенического норматива по содержанию радона в воздухе помещений выявлены во всех трех районах;
- максимальные значения среднегодовых ЭРОА радона, наибольшие медианные значения ЭРОА радона, наибольшее число превышений установленного гигиенического норматива и наибольшая доля зданий жилого и общественного назначения с высокими уровнями содержания радона в воздухе помещений выявлены в населенных пунктах Матвеевского района;
- примененный при выборе районов для первоочередного обследования принцип, основанный на анализе показателей заболеваемости населения ЗНО органов дыхания [3], доказал свою эффективность: наиболее высокие уровни содержания радона были выявлены в районе с максимальными по области показателями заболеваемости населения ЗНО органов дыхания.

Заключение

Подводя итог вышесказанному, можно констатировать, что вопросы обеспечения радиационной безопасности населения при воздействии ПИИИ актуальны не только для во-

сточной, но также для западной части Оренбургской области.

На сегодняшний день для всех регионов Российской Федерации достаточно остро стоит проблема контроля обеспечения радиационной безопасности в эксплуатируемых зданиях и сооружениях: в отношении общественных зданий (в том числе детских дошкольных и образовательных учреждений) действует мораторий на плановые проверки⁶, в жилых домах проведение радиационно-гигиенического обследования зависит от воли собственников. В этих непростых условиях результаты выполняемой специалистами ФБУН НИИРГ им. П.В. Рамзаева, Управления Роспотребнадзора по Оренбургской области и ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Оренбургской области» инициативной НИР «Радиационно-гигиеническая оценка уровней содержания радона в воздухе помещений жилых и общественных зданий в районах Оренбургской области с повышенными показателями заболеваемости ЗНО органов дыхания» позволяют получить достоверную актуальную информацию об уровнях содержания радона в воздухе помещений, оценить степень защищенности населения Оренбургской области при облучении ПИИИ и в дальнейшем предложить мероприятия по снижению риска возникновения радон-индуцированного рака легкого.

Сведения о личном вкладе авторов в работу над статьей

Кормановская Т.А. является ответственным исполнителем НИР, разработала дизайн исследования, определила цели и задачи, написала черновик рукописи и представила окончательный вариант рукописи для публикации в журнал.

Гаевой С.В. обеспечил организацию исследования и отредактировал промежуточный вариант рукописи.

Бондарь Л.В. обеспечил установку и сбор трековых радиометров и отредактировал промежуточный вариант рукописи.

Кононенко Д.В. принимал участие в лабораторных работах с трековыми радиометрами, провел статистическую обработку данных, подготовил таблицы и рисунок, английский перевод и отредактировал промежуточный вариант рукописи.

Сапрыкин К.А. провел поиск и анализ литературных источников и отредактировал промежуточный вариант рукописи.

Балабина Т.А. руководила лабораторными работами с трековыми радиометрами (сборка, разборка, травление, считывание показаний) и отредактировала промежуточный вариант рукописи.

Информация о конфликте интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Сведения об источнике финансирования

Работа выполнена в рамках отраслевой научно-исследовательской программы Роспотребнадзора на 2021–2025 гг. «Научное обоснование национальной системы обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия, управления рисками здоровью и повышения качества жизни населения России» по теме: «Разработка и научное обоснование рекомендаций по планированию,

организации и внедрению программ по снижению уровней облучения населения от природных источников ионизирующего излучения на уровне субъектов Российской Федерации с целью уменьшения рисков заболеваемости населения злокачественными новообразованиями».

Литература

1. Кормановская Т.А., Романович И.К., Вяльцина Н.Е. и др. Облучение населения Оренбургской области природными источниками ионизирующего излучения. Часть 1: Результаты комплексного радиационного обследования населенных пунктов восточных районов Оренбургской области // Радиационная гигиена. 2023. Т. 16, № 1. С. 6–18. DOI: 10.21514/1998-426X-2023-16-1-6-18.
2. Кормановская Т.А., Романович И.К., Вяльцина Н.Е. и др. Облучение населения Оренбургской области природными источниками ионизирующего излучения. Часть 2: Дозы облучения населения восточных районов Оренбургской области // Радиационная гигиена. 2024. Т. 17, № 2. С. 7–18. DOI: 10.21514/1998-426X-2023-16-2-7-18.
3. Кормановская Т.А., Кононенко Д.В., Сапрыкин К.А. Облучение населения Оренбургской области природными источниками ионизирующего излучения. Часть 3: Принципы планирования радиометрических обследований // Радиационная гигиена. 2024. Т. 17, № 1. С. 34–43. DOI: 10.21514/1998-426X-2024-17-1-34-43.
4. National Research Council. Health Effects of Exposure to Radon: BEIR VI. Washington, D.C.: National Academy Press, 1999. 516 p.
5. WHO handbook on indoor radon: a public health perspective. Geneva: WHO Press, 2009. 110 p.
6. Риск возникновения рака легкого при облучении радоном и продуктами его распада. Заявление по радону. Перевод публикации 115 МКРЗ / под ред. М.В. Жуковского, С.М. Киселева, А.Т. Губина. М.: Изд-во «ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России», 2013. 92 с.
7. Радиологическая защита от облучения радоном. Перевод публикации 126 МКРЗ / под ред. М.В. Жуковского, И.В. Ярмошенко, С.М. Киселева. М.: Изд-во «ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России», 2015. 88 с.
8. Гривко Е.В., Архипов А.Д., Богомолова А.А. Сравнительный анализ природного потенциала западного Оренбуржья на примере Бугурусланского и Абдулинского районов // Известия ОГАУ. 2017. № 4 (66). С. 237–240.
9. Бузулукский район. Администрация муниципального образования. Паспорт района. URL: <http://old2-bz.orb.ru/about/pasport-rayona/> (Дата обращения: 20.01.2025).
10. Администрация муниципального образования Матвеевский район Оренбургской области. Инвестиционный паспорт. URL: <https://matveevka56.orb.ru/documents/active/251350/> (Дата обращения: 20.01.2025).
11. Справка о состоянии и перспективах использования минерально-сырьевой базы Оренбургской области на 15.03.2021 г. URL: <https://rosnedra.gov.ru/data/Fast/Files/202104/b1ed3ce2b7dff8142daf36cec9dd3b76.pdf> (Дата обращения: 20.01.2025).
12. Васильев А.С., Романович И.К., Кононенко Д.В. и др. Обоснование методических подходов к контролю содержания радона в воздухе помещений эксплуатируемых общественных зданий с некруглосуточным пребыванием людей // Радиационная гигиена. 2021. Т. 14, № 3. С. 29–40. DOI: 10.21514/1998-426X-2021-14-3-29-40.

Поступила: 20.01.2025

⁶ Постановление Правительства Российской Федерации от 10.03.2023 № 372 «О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации и признании утратившим силу отдельного положения акта Правительства Российской Федерации». [Decree of the Government of the Russian Federation of 10.03.2023 No. 372 "On amending certain acts of the Government of the Russian Federation and invalidation of a separate provision of an act of the Government of the Russian Federation". (In Russ.)]

Кормановская Татьяна Анатольевна – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории дозиметрии природных источников Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. Адрес для переписки: 197101, Россия, Санкт-Петербург, ул. Мира, д. 8; E-mail: f4dos@mail.ru
ORCID: 0009-0005-7922-7367

Гаевой Сергей Васильевич – начальник отдела надзора на транспорте, за условиями труда и радиационной безопасностью Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Оренбургской области, Оренбург, Россия

Бондарь Леонид Владимирович – заведующий отделением факторов производственной среды и радиационной гигиены ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Оренбургской области», Оренбург, Россия

Кононенко Дмитрий Викторович – научный сотрудник лаборатории дозиметрии природных источников Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Санкт-Петербург, Россия
ORCID: 0000-0002-1392-1226

Сапрыкин Кирилл Александрович – старший научный сотрудник, заведующий лабораторией дозиметрии природных источников Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Санкт-Петербург, Россия
ORCID: 0000-0003-2387-7051

Балабина Татьяна Анатольевна – ведущий инженер-исследователь лаборатории дозиметрии природных источников Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Санкт-Петербург, Россия
ORCID: 0009-0003-7112-510X

Для цитирования: Кормановская Т.А., Гаевой С.В., Бондарь Л.В., Кононенко Д.В., Сапрыкин К.А., Балабина Т.А. Уровни содержания радона в жилых и общественных зданиях западных районов Оренбургской области с высокими показателями заболеваемости населения злокачественными новообразованиями органов дыхания // Радиационная гигиена. 2025. Т. 18, № 1. С. 38–48. DOI: 10.21514/1998-426X-2025-18-1-38-48

Indoor radon concentrations in dwellings and public buildings in the western districts of the Orenburg region with increased respiratory system cancer morbidity rates

Tatyana A. Kormanovskaya¹, Sergey V. Gaevoy², Leonid V. Bondar³, Dmitry V. Kononenko¹, Kirill A. Saprykin¹,
Tatyana A. Balabina¹

¹ Saint Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing, Saint Petersburg, Russia

² Directorate of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing in the Orenburg Region, Orenburg, Russia

³ Center of the Hygiene and Epidemiology in the Orenburg region, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing, Orenburg, Russia

Introduction: The paper presents results of a radon survey conducted in 2021–2022 in existing dwellings and public buildings in 31 settlements of three districts of the western part of the Orenburg region (Buguruslanskiy, Buzulukskiy and Matveevskiy districts). Since exposure to radon and its progeny is the second leading cause of lung cancer after tobacco smoking, the selection of the districts for the survey was based on average standardized trachea, bronchi, and lung cancer morbidity rates in the districts of the Orenburg region for 2009–2018. Materials and Methods: The survey was conducted using solid-state nuclear track detectors in 31 settlements of the districts, where 83.5 % to 90.9 % of the population of each district live (9 settlements in Buguruslanskiy district, 9 in Buzulukskiy district, and 13 in Matveevskiy district). Results and Discussion: The results of measurements taken in 51 dwellings and 45 public buildings in three districts showed that in 45 dwellings and 25 public buildings indoor radon concentrations do not exceed the established hygienic norm (action level) of 200 Bq/m³ (EEC) adopted in Russia for existing buildings. In six dwellings the action level is exceeded; in 20 public buildings with non-round-the-clock

Tatyana A. Kormanovskaya

Saint Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev

Address for correspondence: Mira Str., 8, Saint Petersburg, 197101, Russia; E-mail: f4dos@mail.ru

occupancy, additional measurements using instant or continuous methods during building operating hours are required. The highest values of annual average indoor radon EEC were obtained in the settlements of the Matveevskiy district: 745 Bq/m³ in Starokutlumbet'ev and 643 Bq/m³ in Kuz'kino. The largest number and percentage of exceedances of the established action level were also found in the settlements of the Matveevskiy district. Conclusion: The principle applied in the selection of districts for priority survey, based on the analysis of average standardized trachea, bronchi, and lung cancer morbidity rates, proved its effectiveness: the highest levels of indoor radon concentration were found in the district with the highest trachea, bronchi, and lung cancer morbidity rate in the Orenburg region.

Key words: indoor radon, radon concentration, integrated measurement method, SSNTD, lung cancer, malignant neoplasms, Buguruslanskiy district, Buzulukskiy district, Matveevskiy district, Orenburg region.

Authors' personal contribution

Kormanovskaya T.A., the responsible executive of the research, developed the design of the survey, defined the goals and objectives, wrote a draft of the manuscript, and arranged the final version of the manuscript for publication in the journal.

Gaevoy S.V. provided the organization of the field research and edited the interim version of the manuscript.

Bondar L.V. organized the deployment and collection of solid-state nuclear track detectors (SSNTDs) and edited an interim version of the manuscript.

Kononenko D.V. participated in the laboratory work with SSNTDs, conducted statistical analysis of radon concentration data, prepared the tables and the figure, made the translation and edited the interim version of the manuscript.

Saprykin K.A. searched and analyzed literature data and edited the interim version of the manuscript.

Balabina T.A. supervised laboratory work with SSNTDs (assembling, disassembling, etching, readout) and edited the interim version of the manuscript.

Conflict of interests

The authors declare no conflict of interest.

Sources of funding

The work was carried out within the framework of the sectoral program of Rospotrebnadzor for 2021–2025 “Scientific substantiation of the national system for ensuring sanitary and epidemiological wellbeing, managing health risks and improving the quality of life of the population of Russia” on the topic: “Development and scientific substantiation of recommendations for planning, organizing and implementing programs to reduce the levels of public exposure due to natural sources of ionizing radiation on the regional level in order to reduce the risks of malignant neoplasms morbidity of the population of the Russian Federation”.

References

1. Kormanovskaya TA, Romanovich IK, Vyaltina NE, Gaevoy SV, Bondar LV, Kononenko DV, et al. Public exposure in the Orenburg region due to natural sources of ionizing radiation. Part 1: Results of the comprehensive survey of settlements in the eastern districts of the Orenburg region. *Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene*. 2023;16(1): 6–18. (In Russian). DOI: 10.21514/1998-426X-2023-16-1-6-18.
2. Kormanovskaya TA, Romanovich IK, Vyaltina NE, Gaevoy

SV, Kononenko DV, Saprykin KA, et al. Public exposure in the Orenburg region due to natural sources of ionizing radiation. Part 2: Doses to the population of the eastern districts of the Orenburg region. *Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene*. 2023;16(2): 7–18. (In Russian). DOI: 10.21514/1998-426X-2023-16-2-7-18.

3. Kormanovskaya TA, Kononenko DV, Saprykin KA. Public exposure in the Orenburg region due to natural sources of ionizing radiation. Part 3: Approaches to radon survey planning. *Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene*. 2024;17(1): 34–43. (In Russian). DOI: 10.21514/1998-426X-2024-17-1-34-43.
4. National Research Council. Health Effects of Exposure to Radon: BEIR VI. Washington, D.C.: National Academy Press; 1999. 516 p.
5. WHO handbook on indoor radon: a public health perspective. Geneva: WHO Press; 2009. 110 p.
6. Lung Cancer Risk from Radon and Progeny and Statement on Radon. ICRP Publication 115. *Annals of the ICRP*. 2010; 40(1). 64 p.
7. Radiological Protection against Radon Exposure. ICRP Publication 126. *Annals of the ICRP*. 2014; 43(3). 73 p.
8. Grivko YeV, Arkhipov AD, Bogomolova AA. Comparative analysis of natural potentials of the West Orenrurzhye on the pattern of Buguruslanskiy and Abdulinskiy districts. *Izvestiia Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2017;4(66): 237–240. (In Russian).
9. Municipal administration of the Buzulukskiy district, Orenburg region. Passport of the district. Available from: <http://old2-bz.orb.ru/about/pasport-rayona/> [Accessed 20 Jan 2025]. (In Russian).
10. Municipal administration of the Matveevskiy district, Orenburg region. Investment passport. Available from: <https://matveevka56.orb.ru/documents/active/251350/> [Accessed 20 Jan 2025]. (In Russian).
11. Information on the state and prospects of using the mineral resource base of the Orenburg region as of 15.03.2021. Available from: <https://rosnedra.gov.ru/data/Fast/Files/202104/b1ed3ce2b7dff8142daf36cec9dd3b76.pdf> [Accessed 20 Jan 2025]. (In Russian).
12. Vasilyev AS, Romanovich IK, Kononenko DV, Kormanovskaya TA, Saprykin KA, Balabina TA. Substantiation of methodical approaches to the control of indoor radon concentration in existing public buildings with non-round-the-clock stay of people. *Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene*. 2021;14(3): 29–40. (In Russian). DOI: 10.21514/1998-426X-2021-14-3-29-40.

Received: January 20, 2025

For correspondence: Tatyana A. Kormanovskaya – Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher, Laboratory for Dosimetry of Natural Sources of Radiation, Saint Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing (Mira Str., 8, Saint Petersburg, 197101, Russia; E-mail: f4dos@mail.ru)

ORCID: 0009-0005-7922-7367

Sergey V. Gaevoy – Head of the Department of the Surveillance on Transport, Working Conditions and Radiation Hygiene, Directorate of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing in the Orenburg region, Orenburg, Russia

Leonid V. Bondar – Head of the Radiation Hygiene Department of the Center of Hygiene and Epidemiology in the Orenburg region, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing, Orenburg, Russia

Dmitry V. Kononenko – Researcher, Laboratory for Dosimetry of Natural Sources of Radiation, Saint Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing, Saint Petersburg, Russia

ORCID: 0000-0002-1392-1226

Kirill A. Saprykin – Senior Researcher, Head of the Laboratory for Dosimetry of Natural Sources of Radiation, Saint Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing, Saint Petersburg, Russia

ORCID: 0000-0003-2387-7051

Tatyana A. Balabina – Leading Research Engineer, Laboratory for Dosimetry of Natural Sources of Radiation, Saint Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing, Saint Petersburg, Russia

ORCID: 0009-0003-7112-510X

For citation: Kormanovskaya T.A., Gaevoy S.V., Bondar L.V., Kononenko D.V., Saprykin K.A., Balabina T.A. Indoor radon concentrations in dwellings and public buildings in the western districts of the Orenburg region with increased respiratory system cancer morbidity rates. *Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene*. 2025. Vol. 18, No. 1. P. 38–48. (In Russian). DOI: 10.21514/1998-426X-2025-18-1-38-48