

Изучение уровней содержания радона в зданиях дошкольных и школьных учреждений г. Душанбе Республики Таджикистан

С.В. Муминов¹, Б.Б. Баротов¹, М.М. Махмудова², Ф.А. Хамидов¹, М.З. Ахмедов¹, У.М. Мирсаидов¹

¹Агентство по ядерной и радиационной безопасности Национальной академии наук Таджикистана, Душанбе, Таджикистан

²Таджикский государственный медицинский университет им. Абуали ибн Сино, Душанбе, Таджикистан

Проведено исследование уровней содержания радона в помещениях зданий дошкольных и школьных учреждений г. Душанбе Республики Таджикистан. Измерения объемной активности радона проводились интегральным методом с помощью трековых экспозиметров Radtrak². Экспозиметры устанавливались для проведения измерений на 3 месяца в отопительный и теплый периоды года в одних и тех же помещениях. Обследованы 200 помещений в 14 детских садах и 36 школах города Душанбе. Представлены результаты расчета эквивалентной равновесной объемной активности радона в помещениях на разных этажах в отопительный и теплый периоды года. Среднегодовые значения эквивалентной равновесной объемной активности радона в помещениях детских садов и школ находятся в интервале 42–331 Бк/м³. Среднее среднегодовое значение эквивалентной равновесной объемной активности радона на первых этажах составляет 98 Бк/м³, на вторых — 56 Бк/м³. Показано, что как для отдельных периодов, так и в среднем по году средние значения эквивалентной равновесной объемной активности радона в помещениях на вторых этажах по отношению к первым этажам зданий всегда ниже. Определено, что вклад радона и дочерних продуктов его распада в среднегодовую эффективную эквивалентную дозу облучения детей при нахождении в помещениях школ и детских садов города Душанбе составляет 0,64–1,64 мЗв/год. Из 14 обследованных детских дошкольных учреждений только в 1 детском саду было выявлено незначительное превышение содержания радона на первом этаже в отопительный период. Из 36 обследованных школ только в 3 обнаружено повышенное содержание радона на первых этажах в теплый период, а в отопительный период их количество увеличивается до 8. При сопоставлении результатов измерений эквивалентной равновесной объемной активности радона с данными о геологической структуре подстилающих пород в местах расположения этих школ какой-либо закономерности не выявлено. Проведение дополнительных обследований зданий школ, включая подвальные помещения, позволит установить источник поступления радона в воздух помещений и разработать рекомендации по осуществлению радонозащитных мероприятий отдельно для каждого здания. Полученные результаты обследований также были использованы для составления радоновой карты города Душанбе.

Ключевые слова: радиационная безопасность, радон, эквивалентная равновесная объемная активность, школа, детский сад, радоновый мониторинг, трековые детекторы, доза, Душанбе.

Введение

Вклад радона в суммарную дозу облучения населения составляет более 50%. В настоящее время убедительно продемонстрирована связь между раком легкого и облучением радоном в жилищах, при этом отмечено, что радон является вторым по значимости (после курения) фактором риска возникновения рака легкого. Учитывая данные обстоятельства, ограничение облучения населения радоном и его дочерними продуктами распада является важной научно-практической задачей, решение которой в настоящее время выходит за рамки исключительно радиологических аспектов и приобретает широкое звучание в контексте общественного здравоохранения [1].

Проблемы и закономерности формирования радонового поля, радоновая безопасность жилых и общественных зданий различного назначения подробно рассмотрены в публикациях [2–4]. В работах [5, 6] описан радоновый мониторинг, проведенный ранее вокруг радиоактивных хвостохранилищ на территории Северного Таджикистана.

Критической группой населения относительно облучения радоном, по мнению авторов, являются дети. Поэтому во многих странах облучение детей и подростков радоном изучается отдельно [7].

В настоящей работе представлены основные результаты проведенных исследований уровней содержания радона в помещениях дошкольных и школьных учреждений г. Душанбе.

Баротов Бахтиёр Бурхонович

Агентство по ядерной и радиационной безопасности

Адрес для переписки: 734025, Таджикистан, г. Душанбе, пр. Рудаки, 33; E-mail: b.barotov@nrta.tj

Радиационный фон помещений (РФП) – излучение земного и космического происхождения, постоянно воздействующее на человека при его нахождении в пространстве внутри здания. РФП формируется как естественный и техногенно измененный радиационный фон; обычно причиной возникновения радиационного фона в зданиях является активность 3 основных естественных долгоживущих радионуклидов: ^{226}Ra , ^{232}Th и ^{40}K , а также техногенного ^{137}Cs в строительных материалах, и активность в воздухе изотопов радона и их дочерних продуктов распада. Основные составляющие радиационного фона помещений в значительной степени зависят от деятельности человека. Это связано, прежде всего, с местонахождением площадки для строительства, радиационными характеристиками строительных материалов, проектными и конструктивными решениями при строительстве зданий.

Измерения не всегда подтверждают сложившийся стереотип о том, что в подвальных помещениях и на нижних этажах зданий радон скапливается в больших концентрациях, чем на верхних.

Цель исследования – исследование радиационного фона, обусловленного радоном, в помещениях дошкольных и школьных учреждений города Душанбе, установление зависимости содержания радона в этих учреждениях от различных факторов и расчет средней индивидуальной годовой эффективной дозы облучения, обусловленной радоном и дочерними продуктами его распада.

Задачи исследования

Для достижения поставленных целей были решены следующие задачи:

- 1) выбор объектов, установка и сбор экспозиметров;
- 2) обработка результатов, определение условий и доз облучения.

Материалы и методы

Для определения содержания радона в помещениях дошкольных учреждений и школах города Душанбе был использован интегральный метод измерения объемной активности (ОА) радона с применением трековых детекторов.

Для измерения содержания радона в классах школ и помещениях детских садов были установлены пассивные пробоотборные камеры (экспозиметры) с трековыми детекторами типа Radtrak² производства Швеции. Данные детекторы на основе пластика CR-39 можно использовать для проведения измерений в течение 2–6 месяцев и регистрировать уровни ОА радона от 15 до 25 000 Бк/м³. Трековые детекторы были предоставлены Международным агентством по атомной энергии (МАГАТЭ) в рамках регионального проекта технического сотрудничества¹. В части обследуемых помещений, помимо интегральных измерений ОА радона, проводилось

и измерение мощности амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения. Измерение проводилось в течение 3 месяцев, как в отопительный период, так и в теплый период. Далее детекторы были отправлены в компанию Radonova Laboratories AB (Уппсала, Швеция) для обработки и считывания показаний согласно стандарту ISO 11665-4².

При проведении измерений фиксировались следующие характеристики объектов и условия измерений: срок эксплуатации здания; этаж установки детекторов; время года; продолжительность измерений; условия вентиляции или частота проветривания помещений; среднее время нахождения людей в помещениях и мощность амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения в помещениях. Экспозиметры в обследуемых помещениях размещали в местах, удаленных от окон и отопительных приборов на высоте 1–2 м над уровнем пола.

Для перехода от измеренных значений ОА радона к эквивалентной равновесной объемной активности (ЭРОА) радона использовалось значение коэффициента равновесия, равное 0,4 [8, 9].

Продолжительность теплого и отопительного периодов определялась, исходя из решений административных органов управления территорией о начале и завершении отопительного периода.

Значение средней индивидуальной годовой эффективной дозы внутреннего облучения за счет короткоживущих дочерних продуктов радона в воздухе рассчитывалось на основе полученных значений ЭРОА радона в воздухе помещений с использованием дозового коэффициента из отчетов НКДАР ООН за 2000 и 2006 гг., равного $9,0 \cdot 10^{-6}$ мЗв/(Бк·ч/м³) [8, 9]. При оценке доз облучения воспитанников детских учреждений за счет ингаляции радона учитывалась доля времени, которую дети проводят в помещениях детских садов (0,33, т.е. 8 ч в день, 2000 ч в год) и школ (0,25, т.е. 6 ч в день, 1200 ч в год).

Обследования были проведены в 36 школах и 14 детских садах города Душанбе, расположенных в районах Фирдавси, Шохмансур, И. Сомони и Сино. В каждом здании были обследованы 4 помещения: 2 на первом и 2 на втором этажах. Всего было обследовано 200 помещений. Согласно данным [10], геологическая структура территории города Душанбе разнообразна и состоит, в основном, из неравномерно распределенного гравийно-галечного отложения, лессовых и лессовидных суглинков (рис. 1). Эти данные могут помочь определить источники поступления радона в воздух помещений.

Практически все школы и детские сады города Душанбе были построены по типовым проектам, фундаменты и несущие конструкции которых выполнены из железобетона, а стены из кирпича. Около 80% обследованных зданий были построены в период с 1950 по 2000 г., а в некоторых из них видны изменения в конструкции.

¹ Региональный проект технического сотрудничества МАГАТЭ RER9153 «Усиление регионального потенциала по контролю над долгосрочными рисками для населения за счет радона в жилищах и на рабочих местах» [IAEA Technical Cooperation Project RER9153 "Enhancing the Regional Capacity to Control Long Term Risks to the Public due to Radon in Dwellings and Workplaces" (In Russ.)]

² ISO 11665-4:2012 (revised by ISO 11665-4:2020). Measurement of radioactivity in the environment – Air: radon-222 – Part 4: Integrated measurement method for determining average activity concentration using passive sampling and delayed analysis.

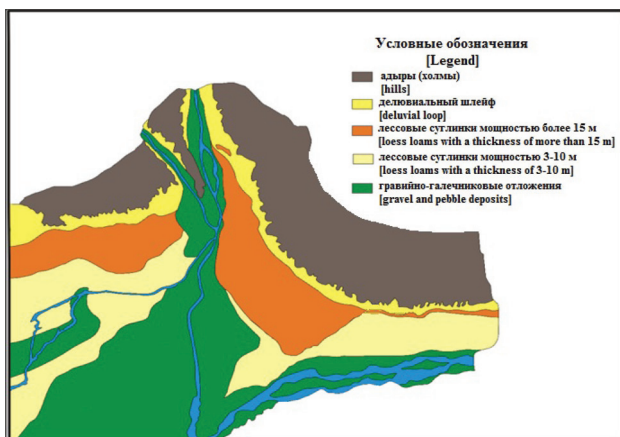


Рис. 1. Схема инженерно-геологического районирования территории города Душанбе

[Fig. 1. Scheme of engineering and geological zoning of the territory of Dushanbe]

Согласно НРБ-06³ Республики Таджикистан, в зданиях жилищного и общественного назначения среднегодовая эквивалентная равновесная объемная активность радона и торона в воздухе помещений не должна превышать 100 Бк/м³ для вновь возводимых зданий и 200 Бк/м³ для эксплуатируемых зданий.

Для проведения измерений (размещения экспозиметров радона) выбирали преимущественно помещения с наиболее длительным пребыванием детей. В детских садах это спальни и игровые комнаты, комнаты для занятий и т.д., в школах – учебные классы. Обследование помещений в режиме их штатной эксплуатации проходило в отопительный период (декабрь 2018 г. – февраль 2019 г.) и теплый период (апрель – июнь 2019 г.).

Обследованные здания находятся в разных частях города. Карта города Душанбе с нанесенными на нее обозначениями зданий, в которых были проведены измерения, представлена на рисунке 2.

Измерения были проведены как на первом, так и на втором этажах зданий, в помещениях, расположенных одно над другим. На каждом этаже было установлено по 2 экспозиметра, всего 4 экспозиметра на здание. Потери при сборе экспозиметров составили 1,5%.

Результаты и обсуждение

Значения мощности амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения в обследованных помещениях, полученные с помощью дозиметров гамма-излучения при установке экспозиметров, находились в интервале от 0,10 до 0,18 мкЗв/ч, среднее значение составило 0,14 мкЗв/ч. Значимых различий в результатах измерений в зависимости от типа здания и этажа не выявлено.

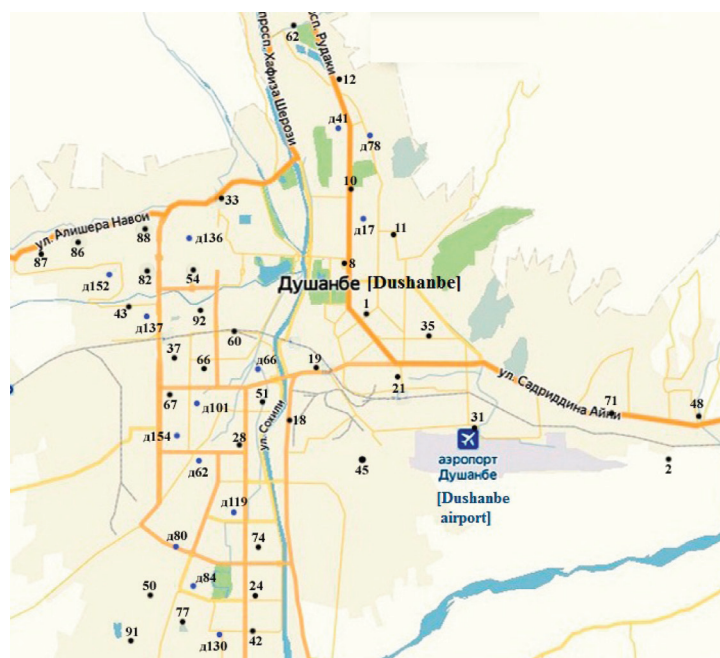


Рис. 2. Карта города Душанбе с обозначением расположения и номеров школ и детских садов, где были проведены измерения радона

[Fig. 2. Map of Dushanbe with location and numbers of schools and kindergartens, where radon measurements were performed]

³ Нормы радиационной безопасности (НРБ-06): Санитарные нормы и правила СанПин 2.6.1.001-06. Утверждены приказом Директора Агентства по ядерной и радиационной безопасности Академии наук Республики Таджикистан от 25.12.2006 г. №12. Зарегистрированы в Министерстве юстиции Республики Таджикистан 16 января 2007 г., регистрационный №237 [Radiation safety norms (NRB-06): Sanitary standards and rules SanPin 2.6.1.001-06. Approved by the order of the Director of the Nuclear and Radiation Safety Agency of the Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan dated December 25, 2006 No. 12. Registered in the Ministry of Justice of the Republic of Tajikistan on January 16, 2007, registration No. 237 (In Russ.)]

ЭРОА радона на первом и втором этажах в отопительный и теплый периоды года в классах школ города Душанбе приведены на рисунках 3 и 4, а в помещениях дошкольных учреждений города Душанбе – на рисунках 5 и 6.

Как видно из диаграмм на рисунках 3–6, значения ЭРОА радона в одних и тех же зданиях различаются в зависимости от периода года и этажа, на котором проводилось измерение. ЭРОА радона в теплый период гораздо ниже, чем в отопительный период, что, вероятно, обусловлено частотой проветривания помещений. Также ЭРОА радона в помещениях на втором этаже ниже, чем в помещениях на первом этаже, независимо от периода года.

Из 36 обследованных школ только в 3 обнаружено повышенное содержание радона на первых этажах в теплый

период, а в отопительный период их количество увеличивается до 8. При сопоставлении результатов измерений ЭРОА радона с данными о геологической структуре подстилающих пород в местах расположения этих школ какой-либо закономерности не выявлено.

Для проверки характера распределения значений ЭРОА радона на отдельных этажах и в отдельные периоды года были построены гистограммы частотного распределения на основе объединенных массивов результатов измерений во всех обследованных помещениях на первом и втором этажах зданий (рис. 7), из которых видно, что указанные распределения носят явно выраженный ненормальный характер, поэтому в качестве средних значений для дальнейших расчетов были использованы средние геометрические значения (медианы).

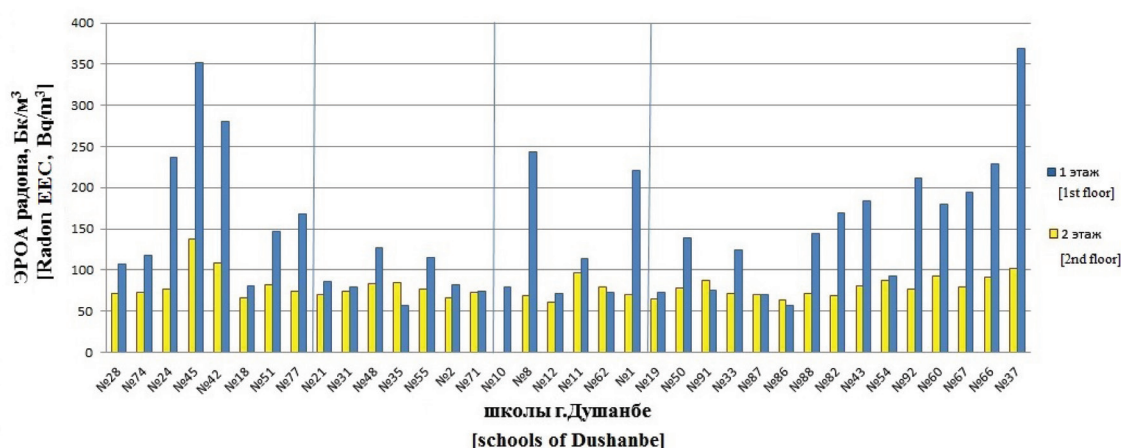


Рис. 3. ЭРОА радона в классах школ города Душанбе в отопительный период
[Fig. 3. Radon EEC in the classrooms of schools in Dushanbe during the heating period]

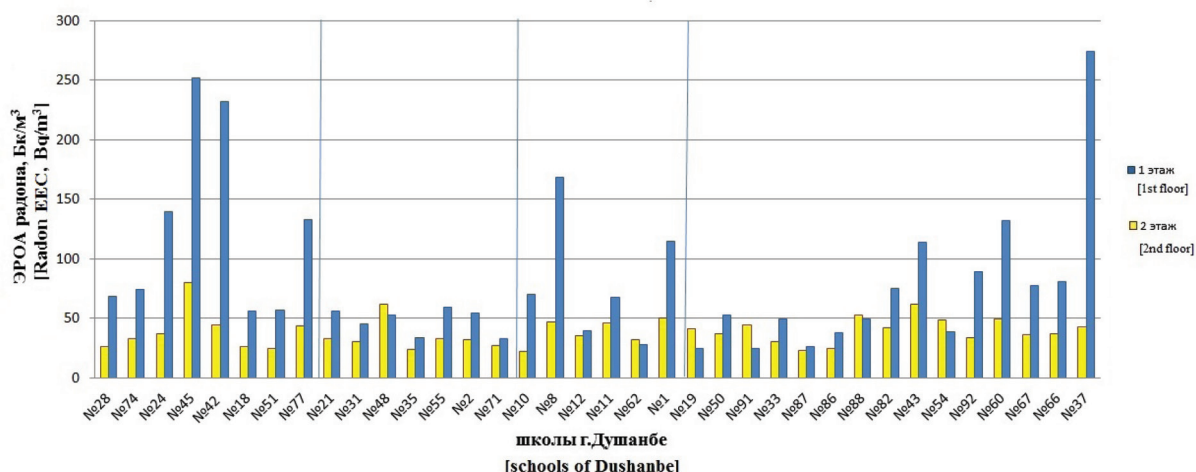


Рис. 4. ЭРОА радона в классах школ города Душанбе в теплый период
[Fig. 4. Radon EEC in the classrooms of schools in Dushanbe during the warm period]

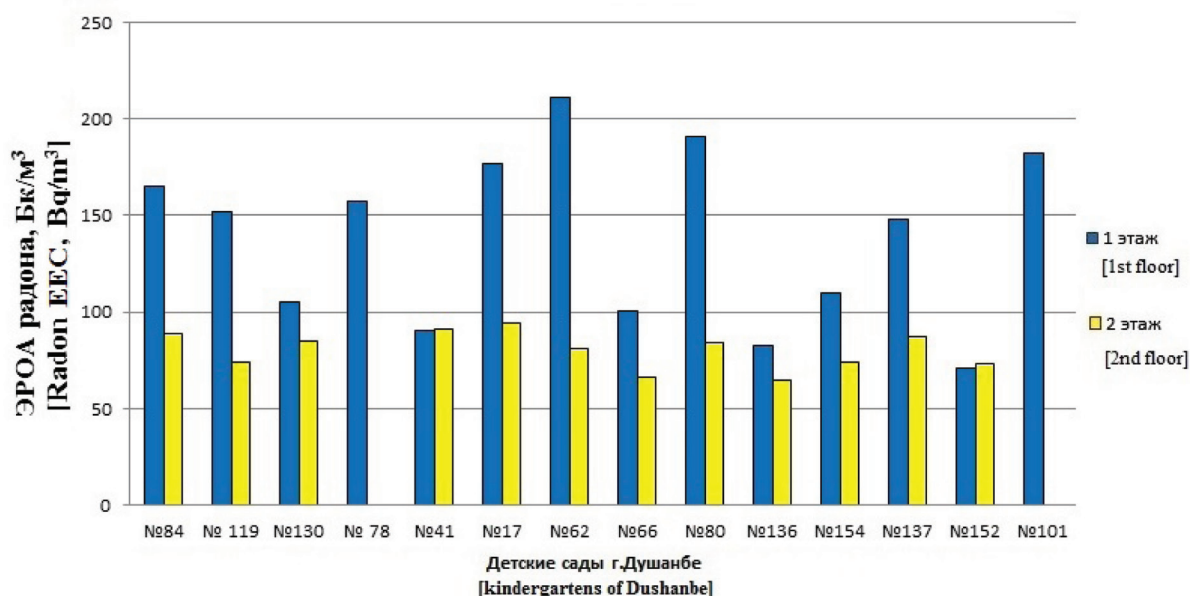


Рис. 5. ЭРОА радона в помещениях дошкольных учреждений города Душанбе в отопительный период
[Fig. 5. Radon EEC in the kindergartens of Dushanbe during the heating period]

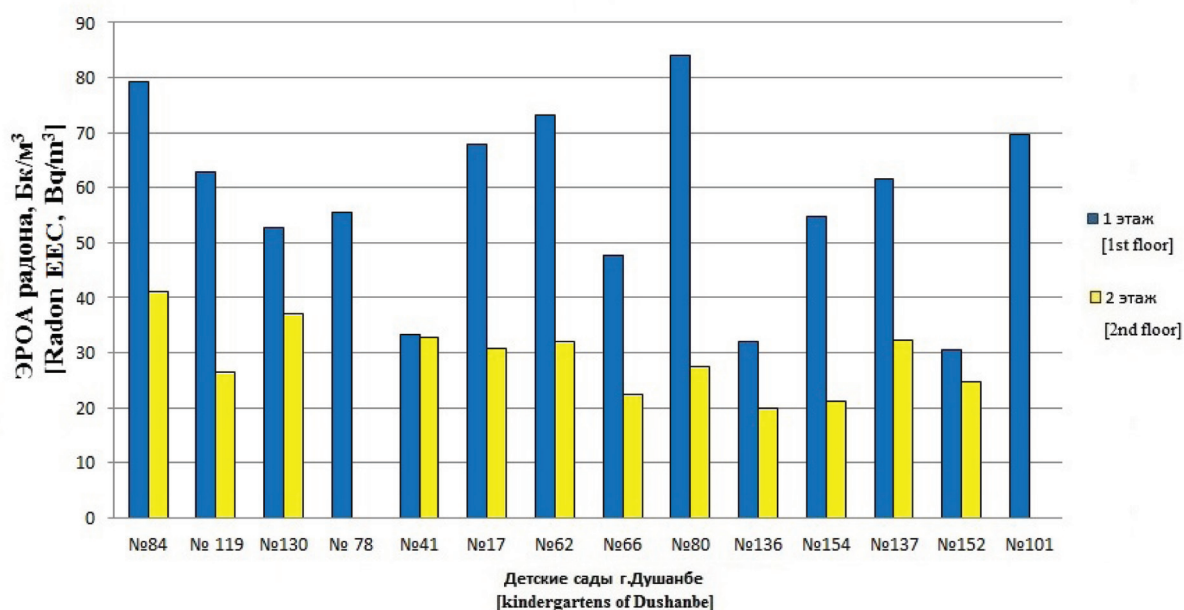


Рис. 6. ЭРОА радона в помещениях дошкольных учреждений города Душанбе в теплый период
[Fig. 6. Radon EEC in the kindergartens of Dushanbe during the warm period]

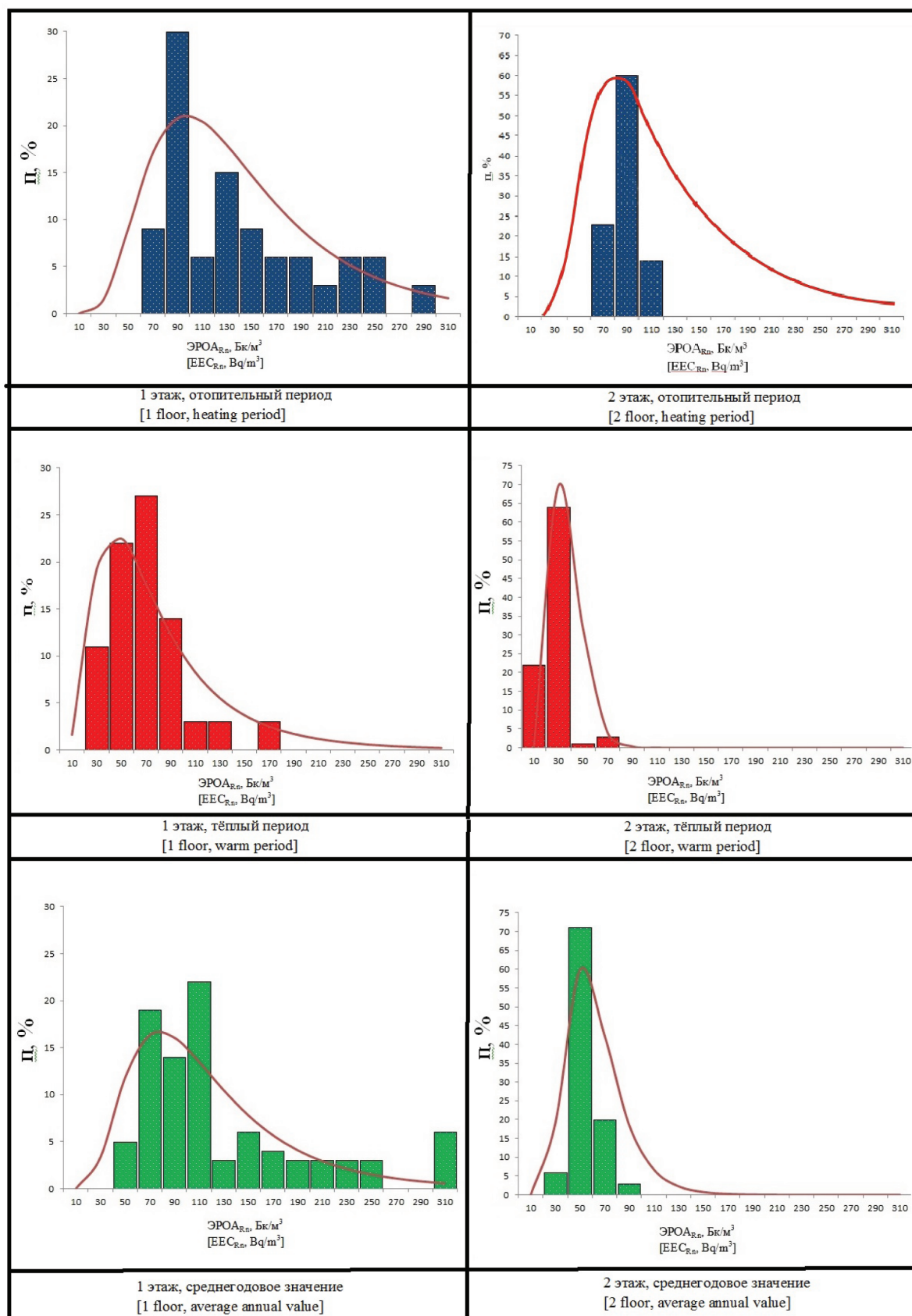


Рис. 7. Распределение значений ЭРОА радона в массивах результатов измерений во всех обследованных помещениях на первом и втором этажах зданий. Огибающие кривые – подобранные логнормальные распределения
[Fig. 7. Distribution of radon EEC values for combined datasets, which contain results of measurements in all surveyed rooms on the 1st and 2nd floors of buildings. Curves show fitted lognormal distributions]

На основе полученных медианных значений ЭРОА радона были рассчитаны значения индивидуальной годовой эффективной дозы облучения в помещениях школ и детских садов города Душанбе (табл.). Полученные значения характеризуют эффективную дозу внутреннего облучения детей за счет ингаляции дочерних продуктов радона при нахождении в помещениях школ и детских садов города Душанбе в течение календарного года.

Заключение

Анализ полученных данных показал, что вклад радона и дочерних продуктов его распада в среднюю годовую эффективную дозу облучения детей при нахождении в помещениях школ и детских садов города Душанбе составляет 0,64–1,64 мЗв. Выявлено, что содержание радона в помещениях, расположенных на втором этаже, гораздо ниже, чем на первом. Проведение дополнительных обследований зданий школ, включая подвальные помещения, позволит установить источник поступления радона в воздух помещений и разработать рекомендации по осуществлению радонозащитных мероприятий отдельно для каждого здания. Полученные результаты обследований также были использованы для составления радоновой карты города Душанбе.

Авторы благодарны МАГАТЭ за техническую помощь и руководству Министерства образования и науки Республики Таджикистан за сотрудничество при проведении исследований.

Литература

1. Радиологическая защита от облучения радон. 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. 92 с.
2. Маренный А.М., Цапалов А.А., Микляев П.С., Петрова Т.Б. Закономерности формирования радонового поля в геологической среде. М.: Перо, 2016. 394 с.
3. Жуковский М.В., Кружалов А.В., Гурвич В.Б., Ярмошенко И.В. Радоновая безопасность зданий. Екатеринбург: УрО РАН, 2000. 180 с.
4. Гулябянц Л.А. Пособие по проектированию противорадоновой защиты жилых и общественных зданий. М.: НО «ФЭН-НАУКА», 2013. 52 с.
5. Назаров Х.М., Бобоев Б.Д., Эрматов К.А. Оценка радоноопасности территории Дигмайского хвостохранилища // XXI век. Технософная безопасность. 2017. Т. 2, № 3 (7). С. 44–48.
6. Мирсаидов У.М., Назаров Х.М., Шосафарова Ш.Г., Махмудова М.М. Радоновый мониторинг на территории Северного Таджикистана // Радиационная гигиена. 2020. Т. 13, № 1. С. 68–73. DOI: 10.21514/1998-426X-2020-13-1-68-73.
7. Павленко Т.А., Костенецкий М.И., Куцак А.В. и др. Уровни облучения дошкольников за счет радона в воздухе помещений // Гигиена и санитария. 2015. Т. 94, № 4. С. 18–21.
8. Источники и эффекты ионизирующего излучения. Отчет НКДАР ООН 2000 года Генеральной Ассамблее с научными приложениями. Том 1: Источники (часть 1); пер. с англ., под ред. акад. РАМН Л.А. Ильина и проф. С.П. Ярмошенко. М.: РАДЭКОН, 2002. 308 с.
9. Effects of Ionizing Radiation. UNSCEAR 2006 Report to the General Assembly with Scientific Annexes. Volume II: Scientific Annexes C, D and E. Annex E: Sources-to-effects assessment for radon in homes and workplaces. New York: United Nations; 2009. 142 p.
10. Муродкулов Ш.Я. Геологические условия и оценка сейсмической опасности территории г. Душанбе: автореф. дисс. ... геол.-мин. наук. Бишкек, 2017. 23 с.

Поступила: 25.06.2020 г.

Среднегодовые значения ЭРОА радона и индивидуальные годовые эффективные дозы облучения детей радоном в помещениях образовательных учреждений

Таблица

[Table

Annual average values of radon EEC and individual annual effective doses to the children from exposure to radon in the premises of educational institutions]

№	Величина [Value]	Образовательные учреждения [Educational institutions]			
		Школы (1 этаж) [Schools (1 st floor)]	Школы (2 этаж) [Schools (2 nd floor)]	Детсады (1 этаж) [Kindergartens (1 st floor)]	Детсады (2 этаж) [Kindergartens (2 nd floor)]
1.	Диапазон значений среднегодовой ЭРОА радона, Бк/м ³ [Range of annual average radon EEC, Bq/m ³]	49–331	50–82	61–142	42–62
2.	Среднее значение среднегодовой ЭРОА радона, Бк/м ³ [Mean annual average radon EEC, Bq/m ³]	103	59	93	54
3.	Диапазон значений индивидуальных годовых эффективных доз облучения, мЗв [Range of individual annual effective doses, mSv]	0,53–3,6	0,54–0,88	1,09–2,55	0,75–1,11
4.	Среднее значение индивидуальной годовой эффективной дозы облучения, мЗв [Mean individual annual effective dose, mSv]	1,11	0,64	1,67	0,97

Муминов Сафарали Валиевич – заведующий сектором контроля облучения населения Агентства по ядерной и радиационной безопасности Национальной академии наук Таджикистана, Душанбе, Таджикистан

Баротов Бахтиёр Бурхонович – заведующий научно-исследовательским сектором Агентства по ядерной и радиационной безопасности Национальной академии наук Таджикистана. Адрес для переписки: 734025, Таджикистан, г. Душанбе, пр. Рудаки, 33; E-mail: b.barotov@nrta.tj

Махмудова Манижа Махкамовна – ассистент кафедры детских болезней Таджикского государственного медицинского университета им. Абуали ибн Сино, Душанбе, Таджикистан

Хамидов Фарход Абдуфаттохевич – заведующий сектором лицензирования и контроля Агентства по ядерной и радиационной безопасности Национальной академии наук Таджикистана, Душанбе, Таджикистан

Ахмедов Матин Зафарджонович – заместитель директора по науке и образованию Агентства по ядерной и радиационной безопасности Национальной академии наук Таджикистана, Душанбе, Таджикистан

Мирсаидов Улмас Мирсаидович – главный научный сотрудник Агентства по ядерной и радиационной безопасности Национальной академии наук Таджикистана, Душанбе, Таджикистан

Для цитирования: Муминов С.В., Баротов Б.Б., Махмудова М.М., Хамидов Ф.А., Ахмедов М.З., Мирсаидов У.М. Изучение уровней содержания радона в зданиях дошкольных и школьных учреждений г. Душанбе Республики Таджикистан // Радиационная гигиена. 2021. Т. 14, № 1. С. 124-132. DOI: 10.21514/1998-426X-2021-14-1-124-132

References

1. Radiological Protection against Radon Exposure. ICRP Publication 126, Ann. ICRP 43 (3); 2014. 73 p.
2. Marennyy AM, Tsapalov AA, Miklyaev PS, Petrova TB. Regularities of radon field formation in the geological environment. Moscow: Pero; 2016. 394 p. (In Russian)
3. Zhukovsky MV, Kruzhalov AV, Gurvich VB, Yarmoshenko IV. Radon safety of buildings. Ekaterinburg: UB RAS; 2000. 180 p. (In Russian)
4. Gulabyants LA. A guide for the design of radon protection of residential and public buildings. Moscow: FEN-NAUKA; 2013. 52 p. (In Russian)
5. Nazarov KhM, Boboev BD, Ermatov KA. Radon hazard assessment for the Digma tailing dump. XXI vek. Tekhnosferная bezopasnost = Twenty-first century. Technosphere safety. 2017;2(3(7)): 44–8 (In Russian)
6. Mirsaidov UM, Nazarov KM, Shosafarova SG, Makhmudova MM. Radon monitoring on the territory of Northern Tajikistan. *Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene*. 2020;13(1): 68–73. DOI: 10.21514/1998-426X-2020-13-1-68-73 (In Russian)
7. Pavlenko TA, Kostenetskiy MI, Kutsak AV, Sevalnev AI, Aksenov NV, Frizyuk MA. Irradiation levels for preschool children due to indoor radon. *Gigiena i Sanitaria = Hygiene and Sanitation*. 2015;94(4): 18–21 (In Russian)
8. Sources and Effects of Ionizing Radiation. UNSCEAR 2000 Report to the General Assembly, with Scientific Annexes. Volume I: Sources. Annex B: Exposures from natural radiation sources. New York: United Nations; 2000. 76 p.
9. Effects of Ionizing Radiation. UNSCEAR 2006 Report to the General Assembly with Scientific Annexes. Volume II: Scientific Annexes C, D and E. Annex E: Sources-to-effects assessment for radon in homes and workplaces. New York: United Nations; 2009. 142 p.
10. Murodkulov ShYa. Geological conditions and seismic hazard assessment of the territory of Dushanbe [dissertation]. Bishkek (Kyrgyzstan); 2017. 23 p. (In Russian)

Received: 25 June, 2020

Radon survey in kindergartens and schools of Dushanbe, Republic of Tajikistan

Safarali V. Muminov¹, Bakhtiyor B. Barotov¹, Manizha M. Makhmudova², Farkhod A. Khamidov¹, Matin Z. Akhmedov¹, Ulmas M. Mirsaidov¹

¹Nuclear and Radiation Safety Agency of the National Academy of Sciences of Tajikistan, Dushanbe, Tajikistan

²Avicenna Tajik State Medical University, Dushanbe, Tajikistan

The paper presents results of the radon survey carried out in preschool and school institutions in Dushanbe, Republic of Tajikistan. Radon concentration was measured using solid state nuclear track detectors Radtrak². Track detectors were exposed for 3 months during the heating and warm seasons of the year in

Bakhtiyor B. Barotov

Nuclear and Radiation Safety Agency of the National Academy of Sciences of Tajikistan

Address for correspondence: 33 Rudaki ave, Dushanbe, 734025, Tajikistan; E-mail: b.barotov@nrta.tj

the same premises. In total, the measurements were performed in 200 premises of 14 kindergartens and 36 schools. The radon equilibrium equivalent concentration during the heating and warm seasons and the annual average radon equilibrium equivalent concentration were calculated. Annual average radon equilibrium equivalent concentration in surveyed buildings ranged from 42 to 331 Bq/m³ with the mean value of 98 Bq/m³ on the first floor and 56 Bq/m³ on the second floor. It was shown that both seasonal values and annual average value of radon equilibrium equivalent concentration in the premises on the second floor are lower than in the premises on the first floor. The annual average effective dose to children from exposure to radon and its progeny in the premises of schools and kindergartens in Dushanbe ranged from 0,64 to 1,64 mSv. The limit value of annual average radon equilibrium equivalent concentration in dwellings and public buildings is set to 100 Bq/m³ for newly built buildings and 200 Bq/m³ for existing buildings in the Radiation safety norms (NRB-06) of the Republic of Tajikistan. This limit was exceeded only on the first floors in one kindergarten during the heating season, in three schools during the warm season and in eight schools during the heating season. When comparing the results of measurements of radon equilibrium equivalent concentration with data on the geological structure of underlying rocks at the locations of the surveyed buildings, no regularity was found. Additional detailed measurements in the buildings, including basements, will help to identify the source of radon entry into the indoor air and to develop recommendations for implementing radon remediation actions separately for each building. The survey results were also used to develop a radon map of Dushanbe.

Key words: radiation safety, radon, equilibrium equivalent concentration, school, kindergarten, radon monitoring, track detectors, dose, Dushanbe.

Safarali V. Muminov – Leader of the sector of the control of the public exposure, Nuclear and Radiation Safety Agency of the National Academy of Sciences of Tajikistan, Dushanbe, Tajikistan

For correspondence: Bakhtiyor B. Barotov – Leader of the scientific-research sector, Nuclear and Radiation Safety Agency of the National Academy of Sciences of Tajikistan (33 Rudaki ave, Dushanbe, 734025, Tajikistan; E-mail: b.barotov@nrsta.tj)

Manizha M. Makhmudova – assistant of the chair of children diseases Avicenna Tajik State Medical University, Dushanbe, Tajikistan

Farkhod A. Khamidov – Leader of the licensing and control sector, Nuclear and Radiation Safety Agency of the National Academy of Sciences of Tajikistan, Dushanbe, Tajikistan

Matin Z. Akhmedov – Deputy director on science and education, Nuclear and Radiation Safety Agency of the National Academy of Sciences of Tajikistan, Dushanbe, Tajikistan

Ulmas M. Mirsaidov – Chief scientist, Nuclear and Radiation Safety Agency of the National Academy of Sciences of Tajikistan, Dushanbe, Tajikistan

For citation: Muminov S.V., Barotov B.B., Makhmudova M.M., Khamidov F.A., Akhmedov M.Z., Mirsaidov U.M. Radon survey in kindergartens and schools of Dushanbe, Republic of Tajikistan. *Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene*. 2021. Vol. 14, No 1. P. 124-132. (In Russian). DOI: 10.21514/1998-426X-2021-14-1-124-132