

Перспективы обеспечения радиационной безопасности при облучении природными источниками ионизирующего излучения на новых территориях Российской Федерации

А.В. Калайдо¹, Т.А. Кормановская²

¹ Луганский государственный педагогический университет, Луганск, Луганская Народная Республика, Россия

² Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Санкт-Петербург, Россия

В статье рассмотрены перспективы обеспечения радиационной безопасности при облучении природными источниками ионизирующего излучения на территориях, вошедших в состав Российской Федерации в 2022 г. Выполнено сравнение требований нормативных актов по радиационной безопасности, действовавших в 4 новых субъектах Российской Федерации (Донецкой и Луганской Народных Республиках, Запорожской и Херсонской областях) на момент их вхождения в состав России, с соответствующими российскими документами, отмечено отсутствие гармонизации действующего санитарного законодательства в части обеспечения радиационной безопасности Российской Федерации и Республики Украина с рекомендациями международных организаций. Приведены результаты исследований в части облучения природными источниками ионизирующего излучения населения республик Донбасса и Запорожской области, проанализированы сложности и перспективы обеспечения радиационной безопасности жителей данных территорий, а также Херсонской области. Дана характеристика текущего состояния нормативно-методической базы Российской Федерации по обеспечению радиационной безопасности при облучении природными источниками ионизирующего излучения, изложены перспективы гармонизации отечественного санитарного законодательства по вопросам обеспечения радиационной безопасности с рекомендациями международных организаций.

Ключевые слова: природные источники ионизирующего излучения, радон, эффективная доза, нормы радиационной безопасности, гармонизация.

Введение

Политические события весны 2014 г. в Республике Украина привели к провозглашению Луганской и Донецкой Народных Республик (ЛНР и ДНР), объявивших в мае того же года о независимости. С этого момента начинается процесс становления собственного законодательства республик Донбасса, в том числе – в вопросах радиационной безопасности. С самого начала был взят курс на сближение собственной нормативно-правовой базы с российской, но до момента разработки соответствующих законодательных актов продолжали действовать украинские документы (в редакции на май 2014 г.),

если таковые не противоречили Конституциям ЛНР и ДНР. Таким образом, до последнего времени сохраняли действующий статус Нормы радиационной безопасности Украины (НРБУ-97/Д-2000)¹, а также ряд других документов санитарного и строительного законодательства, регламентирующие условия облучения населения источниками ионизирующего излучения.

За признанием суверенитета ЛНР и ДНР со стороны России последовало вхождение обеих Республик, а также Запорожской и Херсонской областей в состав Российской Федерации в начале октября 2022 г. С этого момента начинается процесс перехода новых субъектов Федерации в российское законодательное поле, кото-

¹ НРБУ-97/Д-2000. Радиационная защита от источников потенциального облучения. Министерство охраны здоровья (МОЗ). Утверждены Постановлением главного санитарного врача Республики Украина № 116 от 12.07.2000 г. [NRBU-97/D-2000. Radiation protection from the sources of potential exposure. Ministry of Healthcare. Approved by the Decree of State Sanitary Doctor of the Ukraine Republic No 116, 12.07.2000 (In Russ.)]

Кормановская Татьяна Анатольевна

Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева
Адрес для переписки: 197101, Санкт-Петербург, ул. Мира, д. 8; E-mail: f4dos@mail.ru

рый планируется окончательно завершить к 1 января 2024 г.².

В этой связи представляет практический интерес сравнение нормативно-правовой базы радиационной безопасности, действовавшей на присоединенных территориях до их вхождения в состав России, с актуальными законодательными актами РФ. Не менее важен и анализ имеющихся результатов радиационных исследований на данных территориях с целью предварительной оценки условий облучения населения республик Донбасса, Запорожской и Херсонской областей.

Цель исследования – оценить перспективы обеспечения радиационной безопасности при облучении природными источниками ионизирующего излучения (ПИИИ) населения 4 регионов, вошедших в состав Российской Федерации в 2022 г.

Задачи исследования

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- выполнить сравнение требований нормативных актов по радиационной безопасности в части природного облучения, действовавших в новых субъектах Российской Федерации на момент их вхождения в состав России, с соответствующими российскими документами;
- на основании имеющихся данных предварительно оценить радиационную обстановку в части природного облучения населения новых субъектов Российской Федерации.

Сравнение требований законодательных актов по радиационной безопасности новых субъектов и РФ

В условиях не прекращавшихся весь период суверенного существования республик Донбасса военных действий, а также социально-экономической блокады со

стороны Республики Украина вопросам защиты населения от природных источников ионизирующего излучения, безусловно, не уделялось должного внимания. Как следствие, в ЛНР и ДНР за данный период был принят только Закон «О радиационной безопасности населения»³, содержащий наиболее общие принципы защиты населения от действия источников ионизирующего излучения.

В Запорожской и Херсонской областях радиационная безопасность населения обеспечивалась требованиями Закона Украины «О защите человека от влияния ионизирующего излучения»⁴.

Основным документом санитарного законодательства, регламентирующим вопросы радиационной безопасности в регионах до их вступления в состав России, являлись Нормы радиационной безопасности Украины НРБУ-97/Д-2000, утвержденные в первой редакции Министерством охраны здоровья еще в конце 1997 г. Данный документ изначально разрабатывался на основании положительного опыта советских Норм радиационной безопасности НРБ-76/87⁵ и отдельных положений российских Норм радиационной безопасности НРБ-96⁶ (как и действующие в настоящее время в Российской Федерации Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009⁷), поэтому в целом идеология обеспечения радиационной безопасности населения при природном облучении в украинских и российских санитарных правилах схожа; отличия проявляются в частных подходах к нормированию отдельных факторов радиационной обстановки в части ПИИИ.

Например, при аналогичной классификации строительных материалов и сырья по величине эффективной удельной активности ($A_{эфф}$) природных радионуклидов (ПРН) (формулы для расчета $A_{эфф}$ ПРН в НРБУ-97/Д-2000 и НРБ-99/2009 отличаются только по количеству десятичных знаков в представлении значений взвешивающих коэффициентов) и идентичных требованиях к строительным материалам и сырью, допускающих их использо-

² Федеральный конституционный закон «О принятии в Российскую Федерацию Луганской Народной Республики и образовании в составе Российской Федерации нового субъекта – Луганской Народной Республики». Одобрен Государственной Думой 3 октября 2022 г. Одобрен Советом Федерации 4 октября 2022 г. [Federal constitutional law “On the initiation of the Lugansk People Republic into the Russian Federation and on establishment of new subject of the Russian Federation – Lugansk People Republic”. Approved by the State Duma on 3 October 2022. Approved by the Federation Council on 4 October 2022 (In Russ.)]

³ Закон Донецкой Народной Республики № 374-ПНС «О радиационной безопасности населения». Принят Постановлением Народного Совета от 11.04.2022 г. [The Law of the Donetsk People Republic No 374-PNC “On the radiation safety of the public”. Approved by the Decree of People Council on 11.04.2022 (In Russ.)]

⁴ Закон Украины от 14 января 1998 г. № 15/98-ВР «О защите человека от воздействия ионизирующего излучения». [The Law of the Ukraine No 15/98-VR “On the protection of human from ionizing exposure” (In Russ.)]

⁵ Нормы радиационной безопасности НРБ-76/87. Утверждены Главным государственным санитарным врачом СССР 26 мая 1987 г. № 4392-87 [Norms of the radiation safety NRB-76/87. Approved by the Chief State sanitary doctor of the USSR on 26.05.1987. No 4392-87 (In Russ.)]

⁶ СП 2.6.1.758-99 «Нормы радиационной безопасности (НРБ-99)». Утверждены Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 2 июля 1999 г. [SP 2.6.1.758-99 “Norms of the radiation safety NRB-99” Approved by the Chief State sanitary doctor of the Russian Federation on 2.07.1999 (In Russ.)]

⁷ 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 г. № 47. Зарегистрированы в Министерстве юстиции Российской Федерации 14 августа 2009 г., регистрационный № 14534 (далее – НРБ-99/2009) [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 August 14, 2009, registration No. 14534 (hereinafter – NRB-99/2009). (In Russ.)]

вание без ограничений по радиационному фактору ($A_{эфф}$ ПРН не более 370 Бк/кг – I класс) и допустимых к использованию в промышленном и дорожном строительстве ($A_{эфф}$ ПРН от 370 до 740 Бк/кг – II класс), III класс строительных материалов в российском законодательстве ограничен максимальным значением $A_{эфф}$ ПРН на уровне 1500 Бк/кг (дорожное строительство вне населенных пунктов), в украинском – 1350 Бк/кг (в пределах населенных пунктов: строительство подземных сооружений или коммуникаций, покрытых слоем грунта толщиной не менее 0,5 м, время пребывания людей в которых составляет не более 50% рабочего дня; вне границ населенных пунктов: строительство дорог и плотин, а также других объектов, время пребывания людей в которых составляет не более 50% рабочего дня). К IV классу строительных материалов с наибольшими ограничениями по их применению в Российской Федерации относятся материалы с $A_{эфф}$ ПРН от 1500 до 4000 Бк/кг, в Республике Украина – от 1350 до 3700 Бк/кг.

Для ограничения внешнего облучения населения за счет нахождения в помещениях в НРБУ-97/Д-2000 для зданий с постоянным пребыванием людей установлены нормативы по величине мощности поглощенной в воздухе дозы гамма-излучения (73 пГр/с (30 мкР/ч) – для вновь построенных и реконструированных зданий; 122 пГр/с (50 мкР/ч) – для эксплуатируемых зданий). В НРБ-99/2009 нормируемым показателем фактора внешнего облучения за счет ПИИИ в зданиях является мощность эффективной дозы (МЭД) гамма-излучения; для жилых и общественных зданий МЭД гамма-излучения в помещениях (МЭД_{ном}) не должна превышать аналогичный показатель для открытой местности (МЭД_{пл}) более чем на 0,2 мкЗв/ч, независимо от того, является здание вновь построенным или уже эксплуатируемым.

В НРБУ-97/Д-2000 для количественной оценки содержания радона в воздухе помещений применяется, как и в России, среднегодовая эквивалентная равновесная объемная активность (ЭРОА) изотопов радона. Однако украинскими нормами предусмотрены более жесткие, чем в российском санитарном законодательстве, контрольные уровни, а именно:

– в воздухе зданий и сооружений, возводимых или реконструируемых для эксплуатации с постоянным пребыванием людей, среднегодовая ЭРОА радона-222 не должна превышать 50 Бк/м³, а среднегодовая ЭРОА радона-220 (торона) – 3 Бк/м³;

– для эксплуатируемых зданий и сооружений с постоянным пребыванием людей среднегодовая ЭРОА радона-222 не должна превышать 100 Бк/м³, а среднегодовая ЭРОА радона-220 (торона) – 6 Бк/м³.

Уровень вмешательства при неэффективности радиозащитных мероприятий в Республике Украина составляет 400 Бк/м³.

В НРБ-99/2009 гигиенический норматив содержания радона в воздухе жилых и общественных зданий – среднегодовое значение ЭРОА дочерних продуктов радона и торона, определяемое по формуле: $ЭРОА_{Rn} + 4,6 \times ЭРОА_{Tn}$, составляет для вновь построенных (реконструированных)

зданий 100 Бк/м³, для эксплуатируемых – 200 Бк/м³ (если в данную формулу подставить значения, указанные в качестве нормативных значений в НРБУ-97/Д-2000, получим, соответственно, 63,8 и 127,6 Бк/м³).

В отношении нормирования показателей радиационной безопасности питьевой воды, в отличие от НРБ-99/2009, в НРБУ-97/Д-2000 не прописаны критерии предварительной оценки качества воды по удельной суммарной альфа- и бета-активности радионуклидов, однако для отдельных ПРН приведены уровни действия (по смыслу – аналогичные уровням вмешательства, установленным в НРБ-99/2009). В таблице 1 приведены удельные активности ПРН, соответствующие уровням действия согласно НРБУ-97/Д-2000, в сравнении с уровнями вмешательства по содержанию ПРН в питьевой воде в соответствии с Приложением 2а к НРБ-99/2009 (сравнение проведено в отношении радионуклидов, приведенных в НРБУ-97/Д-2000).

Таблица 1

Уровни действия (УД) (НРБУ-97/Д-2000) и уровни вмешательства (УВ) (НРБ-99/2009) по содержанию ПРН в питьевой воде

[Table 1

Action levels (AL) (NRBU-97/D-2000) and intervention levels (IL) (NRB-99/2009) for the natural occurring radionuclides in drinking water]

Радионуклид [Radionuclide]	Удельная активность, Бк/кг [Activity concentration, Bq/kg]	
	УД [AL]	УВ [IL]
²²⁶ Ra	1	0,49
²²⁸ Ra	1	0,20
²³⁸ U	–	3,0
Природная смесь изотопов U [Natural mixture of uranium isotopes]	1	
²²² Rn	100	60

Требования к ограничению производственного облучения работников ПИИИ, установленные в российском законодательстве в единицах предела эффективной дозы (5 мЗв/год для любых профессий и производств), в НРБУ-97/Д-2000 приводятся в значениях $A_{эфф}$ для различных видов минерального сырья и материалов, используемых в неядерных отраслях промышленности.

Наиболее существенным отличием нормативной базы радиационной безопасности республик Донбасса и России является вопрос о критерии потенциальной радоноопасности участка строительства. Украинское законодательство на момент его «замораживания» в мае 2014 г. не предусматривало измерения плотности потока радона (ППР) с поверхности грунта на участке планируемого строительства; радиационная экспертиза объекта строительства проводилась после возведения здания до введения его в эксплуатацию и состояла в измерении ЭРОА радона в герметизированном помещении, не открывавшемся не менее 24 ч. В российском санитарном законодательстве (ОСПОРБ 99/2010⁸,

⁸ Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ 99/2010): Санитарные правила и нормативы СП 2.6.1.2612-10. Утверждены постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от

СанПин 2.6.1.2800-10⁹) требования к радиационной безопасности земельных участков, предназначенных под строительство зданий и сооружений, включают обязательные измерения ППР с поверхности грунта с последующим принятием решения о необходимости дополнений проектов будущих зданий системой защиты от радона.

Подводя итог вышесказанному, можно отметить, что схожая система нормирования показателей радиационной безопасности при облучении населения ПИИИ, принятая в большинстве бывших республик Советского Союза, в том числе в Российской Федерации и в Республике Украина, должна исключить ряд сложностей при переходе новых субъектов Российской Федерации от действовавших в них до 2022 г. норм к санитарному законодательству России. Примером в данном случае служит положительный опыт внедрения нормативно-методической базы Российской Федерации в части облучения ПИИИ (НРБ-99/2009, ОСПОРБ 99/2010, СанПин 2.6.1.2800-10) в числе других факторов облучения населения при организации санитарной службы в Республике Крым и г. Севастополе, вошедших в состав Российской Федерации в 2014 г.

Текущее состояние проблемы облучения населения новых субъектов РФ природными источниками ионизирующего излучения

В настоящее время практически все регионы Российской Федерации достаточно хорошо изучены в контексте облучения населения за счет природного и техногенно измененного радиационного фона благодаря функционированию уже более 20 лет Единой государственной системы контроля и учета индивидуальных доз облучения граждан (ЕСКИД) и радиационно-гигиенической паспортизации территорий [1, 2].

Все аккредитованные на определенной территории лаборатории, которые осуществляют радиационный контроль природных и техногенно усиленных источников ионизирующего излучения, должны представлять результаты измерений в региональные банки данных доз облучения, где систематизируется информация о компонентах дозы природного облучения населения по конкретному субъекту Российской Федерации, затем сведения об уровнях природного облучения по всей России аккумулируются в Федеральном банке. Таким образом, накопление экспериментальных данных происходит одновременно от коммерческих организаций, выполняющих радиационно-экологические изыскания как на участках планируемого строительства, так и в зданиях при их приемке в эксплуатацию, и от учреждений, занимающихся вопросами радиационной гигиены и подведомственных Роспотребнадзору.

В новых субъектах Российской Федерации система контроля и учета индивидуальных доз отсутствует, и на ее создание потребуется определенное время. Сложность состоит в том, что по ряду перечисленных ниже причин систематические исследования уровней радиационного облучения населения Донбасского региона не проводились:

1. В Республике Украина традиционно радоноопасными считались только центральные области, расположенные в пределах кристаллического щита.

2. Из-за ограниченности финансирования систематическая оценка доз радиационного облучения населения проводилась в наиболее пострадавших от аварии на Чернобыльской АЭС Киевской, Сумской, Винницкой и Черкасской областях.

3. Из-за крайне низких темпов жилищного строительства на Донбассе до 2014 г. измерения уровней радона при введении зданий в эксплуатацию носили случайный характер, а с началом активной фазы военного конфликта летом 2014 г. строительство окончательно остановилось, уступив место восстановлению разрушенных зданий.

Но даже в такой сложной ситуации различными организациями на территории ЛНР и ДНР, начиная с 2014 г., выполнен ряд исследований, результаты которых позволяют получить хотя бы общее представление о радиационной ситуации в регионе. Территория Донбасса практически не пострадала от аварии на ЧАЭС, и прибавка к естественному гамма-фону со стороны техногенных радионуклидов ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr пренебрежимо мала [3]. Поэтому основным дозообразующим фактором на территории республик Донбасса, как и в подавляющем большинстве субъектов Российской Федерации, выступает облучение радоном и его дочерними продуктами распада (ДПР).

В Донецке исследования уровней радона-222 в жилых и общественных зданиях в основном осуществлялось специалистами медицинского университета и лабораторного центра санитарно-эпидемиологической службы ДНР [4, 5]. Было определено, что ЭРОА радона в воздухе помещений изменялась от 11,4 до 358,6 Бк/м³, а в 7% случаев она была выше гигиенического норматива, установленного НРБУ-97/Д-2000. Кроме того, подтвержден логарифмически-нормальный характер распределения помещений по величине ЭРОА с медианным значением 32 Бк/м³.

На территории ДНР на побережье Азовского моря также расположена природная радиационная аномалия, известная как «черные», или «монацитовые» пески. Высокая удельная активность радионуклидов ториевого ряда в этом природном материале приводит к формированию внешнего гамма-фона, на 1–2 порядка превышающего величину природного радиационного фона в остальном Донбассе. Но исследования подобных монацитовых ано-

26.04.2010 г. № 40. Зарегистрированы в Министерстве юстиции Российской Федерации 11 августа 2010 г., регистрационный № 18115 [Basic sanitary rules for the provision of radiation safety (OSPORB 99/2010). Sanitary rules and norms SP 2.6.1.2612-10. Approved by the resolution of the Chief state sanitary doctor of the Russian Federation of 26.04.2010 No. 40. Registered with the Ministry of justice of the Russian Federation on August 11, 2010, registration No. 18155. (In Russ.)]

⁹ 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 г. № 171. Зарегистрированы в Министерстве юстиции Российской Федерации 27 января 2011 г., регистрационный № 19587 [SanPiN 2.6.1.2800-10 "Hygienic requirements on the limitation of exposure of public by natural sources of ionizing exposure" (In Russ.)]

малый в Индии и Бразилии не подтвердили их опасность для человека [6, 7]. Опасность данные высокоактивные природные материалы начинают представлять, если попадают внутрь зданий, поскольку они являются мощным источником генерации радона и торона.

Значимой проблемой республик Донбасса принято считать разрушения рельефа в форме горных выработок, приводящих к наложению на естественный радоновый фон техногенной составляющей от гамма-излучения терригенных радионуклидов, извлеченных с породой в процессе добычи угля и попавших в шахтные отвалы. При этом на радоновой обстановке деятельность горно-обогатительных предприятий вряд ли сказывается, поскольку по современным представлениям радон поступает к дневной поверхности с глубины 3–10 м [8, 9], и заброшенные штреки на уровнях 500–1000 м не должны влиять на радоновую ситуацию на поверхности, даже если в них и создаются благоприятные условия для накопления радона в крайне высоких концентрациях.

На наш взгляд, более очевидным примером техногенно-усиленного воздействия ПИИИ на население являются заброшенные пруды-отстойники шахтных вод. Даже после частичной рекультивации (засыпки слоем грунта) величина мощности дозы гамма-излучения, создаваемой перемещенными из недр радионуклидами, обычно в 5–7 раз выше величины природного радиационного фона.

На территории Луганской области первые системные исследования были выполнены в 2012–2014 гг. специалистами лаборатории радиационного контроля НПМСР «Опыт», которые провели обследование 400 помещений в дошкольных детских учреждениях, школах и лечебно-оздоровительных учреждениях. В результате было установлено, что в 62% помещений значения ЭРОА радона-222 превышают уровень действий, установленный НРБУ-97, а максимальные значения объемной активности ^{222}Rn превысили

2000 Бк/м³ для помещений первого этажа и 5800 Бк/м³ – для полуподвальных и цокольных помещений [3].

С конца 2014 г. мониторинг радоноопасности застройки г. Луганска производился в основном преподавателями физико-математического института Луганского государственного педагогического университета. Измерения выполнялись аспирационным экспресс-методом с помощью радиометра дочерних продуктов радона «АТЛЕС-1М», разработанного в лаборатории «Опыт», прекратившей к тому времени свое существование.

На первом этапе проводилась оценка радоноопасности районов города путем измерения ЭРОА в частном одно- и двухэтажном жилье, а также на нижнем жилом этаже многоэтажных зданий в «закрытых» помещениях. Одновременно определялась мощность эффективной дозы гамма-излучения радионуклидов в материалах ограждающих конструкций (табл. 2).

Наиболее радоноопасным был признан Каменнобродский район, где в дальнейшем и проводились измерения второго этапа. В качестве объектов исследования были выбраны 4 из 5 дошкольных образовательных учреждений (ДОУ) данного района (табл. 3).

Все объекты исследования представляли двухэтажные кирпичные здания возрастом более 40 лет, не имеющие монолитного фундамента и подвальных помещений. Мгновенные измерения уровней радона производились во всех помещениях ДОУ с длительным пребыванием детей или работников учреждения.

При расчете годовой дозы облучения детей учитывался вклад внутреннего облучения радонотомом и его ДПР, а также внешнего гамма-фона помещений и территории ДОУ. Время пребывания детей в здании садика принималось 2000 ч/год, на его территории – 400 ч/год, коэффициент перехода от ЭРОА радона к дозе составлял 11,9 нЗв/(Бк·м⁻³·ч) согласно рекомендациям МАГАТЭ.

Таблица 2

Результаты радиационного мониторинга территории Луганска

[Table 2]

Results of radiation monitoring on Lugansk territory]

Район города [City district]	Тип зданий [Building type]	Число измерений [Number of measurements]	ЭРОА [CRn± DC _{Rn} , Бк/м ³] EEVA [CRn± DC _{Rn} , Bq/m ³]	МЭД _{ном} , мкЗв/ч [Effective dose rate indoors, μSv/h]
Артемовский [Artemovskiy]	Частное жилье [private housing]	50	13,7 ± 2,4	0,113
	Многоэтажное здание [Multi-storey building]	20	68,9 ± 39,1	0,118
Каменнобродский [Kamennobrodskiy]	Частное жилье [private housing]	192	240,4 ± 23,0	0,121
	Многоэтажное здание [Multi-storey building]	15	44,0 ± 7,0	0,115
Ленинский [Leninskiy]	Частное жилье [private housing]	78	33,6 ± 5,0	0,107
	Многоэтажное здание [Multi-storey building]	92	40,9 ± 5,6	0,117
Жовтневый [Zhovtneviy]	Частное жилье [private housing]	192	69,6 ± 3,7	0,115
	Многоэтажное здание [Multi-storey building]	94	24,8 ± 2,3	0,119

Результаты радиационного мониторинга ДОУ Каменнобродского района Луганска

[Table 3]

Results of the radiation monitoring of children education facilities (CEF) in Kamennobrodskiy district of Lugansk

ДОУ, адрес [CEF, address]	ЭРОА, Бк/м ³ [EEVA Bq/m ³]	МЭД _{пом.} , мкЗв/ч [Effective dose rate indoors, μSv/h]	МЭД _{ул.} , мкЗв/ч [Effective dose rate outdoors, μSv/h]	Годовая доза Н, мЗв [Annual effective dose H, mSv]
ДОУ «Ясли-садик № 57», ул. Рудя, 91 [CEF "Nursery №57", Rudya st. 91]	220,7	0,115	0,125	5,53
«Детский сад № 10», ул. Рудя, 73, а [“Kindergarden №10”, Rudya st. 73a]	165,7	0,105	0,125	4,20
ДОУ «Ясли-садик комбинированного типа № 55», ул. 21-го МЮДа, 54 [CEF “Combined type nursery №55”, 21 MUD st. 54]	244,5	0,110	0,125	6,09
ДОУ «Ясли-садик № 97», ул. Артема, 100 [CEF “Nursery №97”, Artem st. 100]	27,0	0,115	0,125	0,92

Следует отметить, что существенное превышение контрольного уровня в 100 Бк/м³ имело место на грунтах со средним содержанием природных радионуклидов. В лаборатории радиационной безопасности в строительстве НИИ строительной физики РААСН был выполнен гамма-спектрометрический анализ грунта с территории наиболее радоноопасного объекта – ясель-садика комбинированного типа № 55, по результатам которого удельная активность радия в грунте C_{Ra} составила около 35 Бк/кг при удельной эффективной активности естественных радионуклидов (ЕРН) $A_{эф} \approx 105$ Бк/кг.

Поскольку мгновенные исследования не позволяют оценить суточные и сезонные вариации уровней радона в зданиях, то для верификации полученных результатов были проведены длительные измерения (3 месяца) ЭРОА радона в частном домостроении, расположенном в том же Каменнобродском районе в непосредственной близости от ДОУ «Ясли-садик комбинированного типа № 55» (рис. 1).

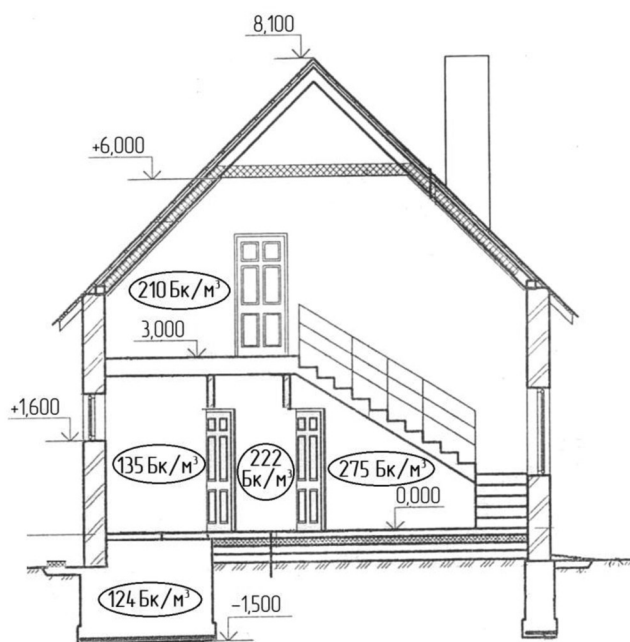


Рис. 1. Средние уровни радона в объекте исследования
[Fig. 1. Average levels of radon in the surveyed building]

Объект исследования представлял двухэтажное здание, бетонная отмостка на щебеночном основании покрывала около половины поверхности грунта, вторая половина конструкции пола представляла радонопроницаемые деревянные полы на грунтовом основании. Усредненные за 3 месяца значения ЭРОА радона в жилых комнатах хорошо согласовывались с ранними результатами измерений концентрации радона в зданиях Каменнобродского района.

Повышенная радоноопасность сформированного мергелевыми глинами Каменнобродского района может объясняться значительной ролью конструктивных особенностей зданий. В данном районе большая часть фонда – это частные домостроения без монолитного фундамента, что и является причиной высоких внутренних концентраций радона при среднем содержании природных радионуклидов в подстилающих грунтах.

Радоновые исследования также были выполнены на территории педагогического университета, расположенного в Ленинском районе Луганска. По результатам более чем 700 измерений во всех учебных корпусах университета было установлено, что:

– среднее значение ЭРОА радона в учебных и служебных помещениях:

$$ЭРОА_{cp} = 53,3 \pm 3,8 \text{ Бк/м}^3;$$

– средняя мощность эффективной дозы внешнего гамма-излучения в учебных и служебных помещениях:

$$МЭД_{cp} = 0,102 \pm 0,002 \text{ мкЗв/ч.}$$

Кроме того, на территории студенческого городка было проведено 3 цикла измерений ЭРОА радона в атмосферном воздухе: в теплый и холодный период года (июль и ноябрь), а также после выпадения снежного покрова толщиной 40 см. Измерения проводились с интервалом в 1 ч с 7⁰⁰ до 19⁰⁰, результаты исследования не выявили каких-либо суточных и сезонных закономерностей и корреляции уровней радона с климатическими параметрами. Среднее значение ЭРОА радона в атмосферном воздухе в самом центре Луганска составило:

$$C_{атм} = 14,4 \pm 5,9 \text{ Бк/м}^3.$$

Для июля, ноября и декабря значения ЭРОА района в атмосферном воздухе составили $13,7 \pm 4,8$; $13,1 \pm 9,5$ и $16,4 \pm 4,4$ Бк/м³ соответственно.

Радиационная ситуация в Запорожской области достаточно хорошо изучена благодаря совместным исследованиям Института гигиены и медицинской экологии им. О.М. Марзеева, Запорожского государственного медицинского университета и Запорожской областной санитарно-эпидемиологической станции [10]. Для расположенной на Украинском кристаллическом щите Запорожской области проблема радона достаточно акту-

альна, поскольку граниты с высоким содержанием урана формируют большие плотности потока радона с поверхности грунта.

Масштабное радоновое исследование методом пассивной трековой радонометрии охватило 221 ДООУ Запорожской области, в которых было установлено 250 накопительных камер. Его результаты позволили определить среднегеометрическое значение ЭРОА радона-222 в ДООУ области на уровне 167 Бк/м³, что почти в 3 раза превышает гигиенический норматив НРБУ-97/Д-2000 (табл. 4).

Таблица 4

Уровни радона и дозы облучения детей в ДООУ Запорожской области [4]

[Table 4]

Levels of radon and effective doses of children in CEF of Zaporozhye region [4]

Город/район [City/region]	ЭРОА _{min} , Бк/м ³ [EEVA _{min} Bq/m ³]	ЭРОА _{max} , Бк/м ³ [EEVA _{max} Bq/m ³]	Средняя геометрическая ЭРОА, Бк/м ³ [Mean geometric EEVA, Bq/m ³]	Эффективная доза от ²²² Rn, мЗв/год [Effective dose from ²²² Rn, mSv/year]
Бердянск [Berdyansk]	104	692	234	7,5
Запорожье [Zaporozhye]	59	178	102	3,3
Мелитополь [Melitopol]	66	301	131	4,2
Бердянский [Berdyanskiy]	98	399	224	7,2
Васильевский [Vasilevskiy]	34	345	147	4,7
Веселовский [Veselovskiy]	76	180	125	4,0
Вильнянский [Vilnyanskiy]	121	371	220	7,0
Гуляйпольский [Gulyaipolskiy]	224	403	304	9,8
Запорожский [Zaporozhskiy]	80	362	140	4,5
Каменка-Днипровский [Kamenka-Dniprovskiy]	93	198	136	4,4
Куйбышевский [Kuibishevskiy]	56	335	160	5,0
Мелитопольский [Melitopolskiy]	121	224	172	5,5
Михайловский [Mikhailovskiy]	278	541	358	11,5
Новониколаевский [Novonikolayevskiy]	101	334	168	5,3
Ореховский [Orekhovskiy]	131	449	260	8,3
Пологовский [Pologovskiy]	70	154	102	3,3
Приазовский [Priazovskiy]	45	232	125	4,0
Приморский [Primorskiy]	92	406	184	5,9
Токмакский [Tokmakskiy]	69	695	123	3,9

Город/район [City/region]	ЭРОА _{min} , Бк/м ³ [EEVA _{min} Bq/m ³]	ЭРОА _{max} , Бк/м ³ [EEVA _{max} Bq/m ³]	Средняя геометрическая ЭРОА, Бк/м ³ [Mean geometric EEVA, Bq/m ³]	Эффективная доза от ²²² Rn, мЗв/год [Effective dose from ²²² Rn, mSv/year]
Черниговский [Chernigovskiy]	19	449	137	4,4
Якимовский [Yakimovskiy]	111	403	171	5,5

Эффективная годовая доза облучения детей радоном и его ДПР в среднем по области составила 5,8 мЗв при диапазоне колебаний от 3,3 мЗв в Запорожье до 11,5 мЗв в Михайловском районе. Неприемлемо высокие дозы облучения детей характерны также для Гуляйпольского и Ореховского районов.

Последний из новых субъектов РФ – Херсонская область – практически не изучен на предмет облучения населения ПИИИ. По крайней мере, у авторов отсутствует какая-либо информация о проводившихся там исследованиях.

Херсонская область расположена в причерноморских степях и является классической равнинной территорией, не предполагающей аномально высоких уровней радона в зданиях. Характер радоновой обстановки в Херсонской области не должен существенно отличаться от районов степного Крыма, однако данное предположение требует экспериментальной проверки.

Перспективы оптимизации радиационной защиты населения Российской Федерации при облучении ПИИИ

При проведении сравнительного анализа документов, регламентирующих радиационную безопасность при облучении ПИИИ на территории Российской Федерации и на территории новых ее субъектов до их вхождения в состав России, мы не упомянули одно значимое их сходство, а именно – ни действующие в настоящее время НРБ-99/2009 и ОСПОРБ 99/2010, ни НРБУ-97/Д-2000 не являются гармонизированными с рекомендациями международных организаций, изложенными в Основных нормах безопасности МАГАТЭ «Радиационная защита и безопасность источников излучения: Международные основные нормы безопасности» [11].

«Основами государственной политики в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности Российской Федерации на период до 2025 года и дальнейшую перспективу»¹⁰, утвержденными Указом Президента Российской Федерации № 585 от 13 октября 2018 г., поставлена задача «совершенствования нормативно-правовой базы в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности, в том числе критериев, принципов, системы нормирования и основных требований к обеспечению ядерной и радиационной безопасности с учетом стандартов и рекомендаций международных организаций в области использования атомной энергии».

В соответствии с поручением Президента Российской Федерации в рамках его послания Федеральному Собранию, Правительству Российской Федерации с 1 января 2021 г. предполагались отмена всех действующих нормативных правовых актов, устанавливающих требования, соблюдение которых подлежит проверке при осуществлении государственного контроля (надзора), и введение в действие новых норм, содержащих актуализированные требования, разработанных с учетом риск-ориентированного подхода и современного уровня технологического развития в соответствующих сферах (подпункт «б» пункта 3 перечня поручений Президента Российской Федерации (№ Пр-294 от 26 февраля 2019 г.) по реализации Послания Президента Российской Федерации Федеральному Собранию Российской Федерации от 20 февраля 2019 г.) («регуляторная гильотина»); в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 31.12.2020 г. № 2467¹¹ срок действия НРБ-99/2009 был ограничен датой 01.09.2021 г.

В 2019–2021 гг. во исполнение Плана мероприятий («дорожная карта») по реализации механизма «регуля-

¹⁰ Основы государственной политики в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности Российской Федерации на период до 2025 года и дальнейшую перспективу. Утверждены Указом Президента Российской Федерации № 585 от 13 октября 2018 г. [Basics of state policy in the field of provision of nuclear and radiation safety of the Russian Federation up to 2025 and further perspective. Approved by the Decree of the President of the Russian Federation No 585 (In Russ.)]

¹¹ Постановление Правительства РФ от 31.12.2020 г. № 2467 «Об утверждении перечня нормативных правовых актов и групп нормативных правовых актов Правительства Российской Федерации, нормативных правовых актов, отдельных положений нормативных правовых актов и групп нормативных правовых актов федеральных органов исполнительной власти, правовых актов, отдельных положений правовых актов, групп правовых актов исполнительных и распорядительных органов государственной власти РСФСР и Союза ССР, решений Государственной комиссии по радиочастотам, содержащих обязательные требования, в отношении которых не применяются положения частей 1, 2 и 3 статьи 15 Федерального закона «Об обязательных требованиях в Российской Федерации»» [Decree of the Government of the Russian Federation No 2467 “On the establishment of list of legislative acts and groups of legislative acts of the Government of the Russian Federation, legislative acts, separate statements of legislative acts and groups of legislative acts of the federal offices of executive branch, legislative acts, separate statements of legislative acts and groups of legislative acts of the executive and legislative organs of state power of the RSFSR and USSR, decisions of the State commission on the radio frequencies, that include mandatory requirements that do not fall under the parts 1, 2 and 3 of article 3 of the Federal Law “On the mandatory requirements in the Russian Federation” (In Russ.)]

торной гильотины»¹² и Постановления Правительства РФ от 31.12.2020 г. № 2467 в профильных организациях Роспотребнадзора проводилась работа по актуализации санитарного законодательства Российской Федерации, в том числе – по переработке действующих санитарных правил НРБ-99/2009 и ОСПОРБ 99/2010, а в части природного облучения – также СанПин 2.6.1.2800-10 (в составе свода санитарных правил). В проектах новых актуализированных документов были удалены устаревшие (неактуальные) требования к обеспечению радиационной безопасности, требования, создающие избыточную административную нагрузку на субъекты предпринимательской деятельности, а также дублирующие положения, отраженные одновременно в нескольких документах; в проекты документов были добавлены актуальные в настоящее время требования по обеспечению радиационной безопасности при облучении ПИИИ, которые ранее в санитарном законодательстве РФ не рассматривались (например, радиационная безопасность населения при использовании природных минеральных вод). Вместе с тем, в проекты актуализированных документов не были введены положения, позволяющие в перспективе гармонизировать нормативно-методическую базу Российской Федерации с рекомендациями международных организаций. Например, принятая в международных документах [11,12] классификация «ситуаций облучения» (существующее, планируемое или аварийное) не могла быть использована в проектах отечественных санитарных правил, так как данный подход к облучению не предусмотрен действующим Федеральным законом от 09.01.1996 г. № 3-ФЗ «О радиационной безопасности населения»¹³. По этой же причине невозможно было ввести в документы ряд новых понятий и определений, соответствующих глоссарию международных рекомендаций (например, «референтный уровень»).

Постановление Правительства РФ от 19.06.2021 г. № 944¹⁴, утвердив изменения к Постановлению Правительства РФ от 31.12.2020 г. № 2467, освободило санитарные нормы и правила по радиационной безопасности от «регуляторной гильотины», не ограничивая конкретной датой сроки действия НРБ-99/2009, ОСПОРБ 99/2010 и других санитарных правил, посвященных данным вопросам.

Поскольку вопрос о гармонизации отечественной нормативно-методической базы по радиационной безопасности с международными рекомендациями оставался открытым и начинать процесс внедрения международных

подходов к радиационной безопасности следовало с высшего законодательного уровня, Приказом Руководителя Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека от 06.04.2022 г. № 174¹⁵ была создана рабочая группа по разработке проекта Федерального закона «О внесении изменений в Федеральный закон «О радиационной безопасности населения»». К настоящему времени рабочая группа, в состав которой входят и специалисты ФБУН НИИРГ им. П.В. Рамзаева, представила в Роспотребнадзор проект документа, положения которого учитывают опыт международных организаций в вопросах обеспечения радиационной безопасности. Принятие Федерального закона «О внесении изменений в Федеральный закон «О радиационной безопасности населения»» неминуемо повлечет за собой переработку всех соответствующих санитарных норм и правил; а переход к 3 ситуациям облучения даст новую оценку роли облучения населения за счет ПИИИ как основного фактора существующего облучения.

Таким образом, оптимизация радиационной защиты всего населения России, в том числе населения новых субъектов Российской Федерации, неразрывно связана с перспективой переработки отечественного санитарного законодательства и нормативной базы по обеспечению радиационной безопасности с учетом современных мировых тенденций и рекомендаций.

Заключение

В условиях непрекращающихся военных действий на территории новых субъектов Российской Федерации (Донецкой и Луганской Народных Республик, Запорожской и Херсонской областей), безусловно, рано ожидать, что вопросам облучения населения за счет ПИИИ будет уделяться должное внимание на фоне глобальных угроз жизни и здоровью людей; в части радиационной безопасности также первоочередными задачами в данный момент являются проблемы недопущения аварийных ситуаций и преодоления последствий в случае их возникновения. Однако после возвращения регионов к мирной жизни, восстановления инфраструктуры и промышленности вопросы природного облучения населения как основного дозообразующего фактора облучения человека во всем мире займут свое место в обеспечении радиационной безопасности населения вновь образованных субъектов Российской Федерации с учетом новых реалий санитарного законодательства.

¹² План мероприятий («дорожная карта») по реализации механизма «регуляторной гильотины». Утвержден Правительством Российской Федерации 29.05.2019 г. № 4714п-П36 [Roadmap on the execution of the “regulatory guillotine”. Approved by the Government of the Russian Federation No 4714p-P36 (In Russ.)]

¹³ Федеральный закон от 9 января 1996 г. № 3-ФЗ «О радиационной безопасности населения» [Federal State Law No 3-FZ “On the radiation safety of the public” (In Russ.)]

¹⁴ Постановление Правительства РФ от 19.06.2021 г. № 944 «О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации по вопросу совершенствования реализации имущества, обращенного в собственность государства, вещественных доказательств, изъятых вещей, а также товаров, задержанных таможенными органами, и признании утратившими силу отдельных положений некоторых актов Правительства Российской Федерации» [Decree of the Government of the Russian Federation No 944 (In Russ.)]

¹⁵ Приказ Руководителя Роспотребнадзора от 06.04.2022 г. № 174 «О создании рабочей группы по разработке проекта Федерального закона «О внесении изменений в Федеральный закон «О радиационной безопасности населения»» [Order of the Head of Rosпотребнадзор № 174 “On the establishment of the workgroup on the development of the project of Federal law “On the changes in the Federal law “On the radiation safety of the public” (In Russ.)]

Сведения о личном вкладе авторов в работу над статьей

Калайдо А.В. осуществлял общее научное руководство исследованием, проанализировал данные полевых исследований, выполнил расчет доз, провел поиск и анализ литературных данных, отредактировал промежуточный вариант рукописи.

Кормановская Т.А. разработала дизайн исследования, определила цели и задачи, провела сравнительный анализ нормативных документов, отредактировала промежуточный вариант рукописи и представила окончательный вариант рукописи для публикации в журнал.

Благодарности

Авторы благодарны рецензентам за конструктивные замечания и предложения, которые позволили существенно улучшить качество статьи.

Информация о конфликте интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов при выполнении работы и подготовки данной статьи.

Сведения об источнике финансирования

Исследование не имело спонсорской поддержки.

Литература

- Кормановская Т.А., Ахматдинов Р.Р., Горский Г.А. Итоги 20 лет функционирования Федерального банка данных по дозам природного облучения населения Российской Федерации // Радиационная гигиена. 2021. Т. 14, № 3. С. 112–125. DOI 10.21514/1998-426X-2021-14-3-112-125.
- Романович И.К., Стамат И.П., Кормановская Т.А., и др. Природные источники ионизирующего излучения: дозы облучения, радиационные риски, профилактические мероприятия / ФБУН НИИ радиационной гигиены им. П.В. Рамзаева; под редакцией академика РАН Г.Г. Онищенко и профессора А.Ю. Поповой. Санкт-Петербург: ФБУН НИИРГ им. П.В. Рамзаева, 2018. 432 с.
- Орешкин М.В., Махнев И.А., Калайдо А.В. Мифы и реальность радиационной опасности в Луганской и Донецкой областях // Вестник аграрной науки Дона. 2014. № 4 (28). С. 74–80.
- Котов В.С., Марьенко Л.В., Сергиенко Л.В. Распределение радона-222 в воздухе помещений города Донецка // Архив клинической и экспериментальной медицины. 2016. Т. 25, № 2. С. 85–88.
- Котов В.С., Ермаченко А.Б., Садеков Д.Р. Радон-индуцированный канцерогенный риск для населения города Донецка // Вестник гигиены и эпидемиологии. 2020. Т. 24, № 3. С. 315–317.
- Бекман И.Н. Радон: враг, врач и помощник. Конспект лекций. URL: <http://profbeckman.narod.ru/rad.htm> (Дата обращения: 12.04.2023).
- Бекман И.Н. Радиоактивность, радионуклиды и радиация. Учебное пособие. М.: Palmarium academic publishing, 2013. 485 с.
- Микляев П.С., Петрова Т.Б. Механизмы формирования потока радона с поверхности почв и подходы к оценке радоноопасности селитебных территорий // Аппаратура и новости радиационных измерений. 2007. № 2. С. 2–17.
- Гулябанц Л.А., Калайдо А.В. Противорадоновая защита жилых и общественных зданий: Монография, под ред. Шубина И.Л. Москва; Берлин: Директ-Медиа, 2020. 232 с.
- Павленко Т.А., Костенецкий М.И., Куцак А.В., и др. Радон в дошкольных учреждениях Запорожской области и дозы облучения детей // Окружающая среда и здоровье. 2013. № 1. С. 49–53.
- Радиационная защита и безопасность источников излучения: Международные основные нормы безопасности. Общие требования безопасности. Серия норм безопасности МАГАТЭ, № GSR Part 3. Вена: МАГАТЭ, 2015. 477 с.
- Council Directive 2013/59/Euratom of 5 December 2013 laying down basic safety standards for protection against the dangers arising from exposure to ionising radiation, and repealing Directives 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom and 2003/122/Euratom. (Опубликована в Официальном журнале Европейского Союза N L 13, 17.1.2014).

Поступила: 13.04.2023 г.

Калайдо Александр Витальевич – кандидат технических наук, доцент кафедры технологий производства и профессионального образования Луганского государственного педагогического университета, Луганск, Россия

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

Для цитирования: Калайдо А.В., Кормановская Т.А. Перспективы обеспечения радиационной безопасности при облучении природными источниками ионизирующего излучения на новых территориях Российской Федерации // Радиационная гигиена. 2023. Т. 16, № 2. С. 114–125. DOI: 10.21514/1998-426X-2023-16-2-114-125

Prospects of provision of radiation safety from natural sources of ionizing exposure on the new territories of the Russian Federation

Aleksandr V. Kalaydo¹, Tatyana A. Kormanovskaya²

¹Lugansk State Pedagogic University, Lugansk, Lugansk People's Republic, Russia

²Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance of Consumer Rights Protection and Human Wellbeing, Saint Petersburg, Russia

This study is aimed at the analysis of perspectives of provision of radiation safety from natural sources of ionizing exposure on the territories included into the Russian Federation in 2022. The study contains comparison of the requirements of legislative acts and regulations on the radiation safety that were active in 4 new subjects of the Russian Federation (Donetsk and Lugansk republics, Zaporozhye and Kherson regions) on the time of their integration with their Russian equivalents. The results indicate the lack of harmonization between acting radiation safety sanitary acts of the Russian Federation and the Ukraine with recommendations of the international organizations. The study contains results of the surveys on the exposure of the public of the Donbass republics and Zaporozhye region by natural sources of ionizing exposure, analysis of the perspectives of the provision of radiation safety of the public of these regions and the Kherson region. Additionally the study includes the evaluation of the existing legislative base on the protection from natural sources of ionizing exposure in the Russian Federation and perspectives of harmonization with the recommendations of international organizations.

Key words: Natural sources of ionizing exposure, radon, effective dose, norms of the radiation safety, harmonization.

Information about the personal contribution of the authors to the work on the article

Kalaido A.V. carried out general scientific management of the study, analyzed field data, performed dose calculations, searched and analyzed literature data, edited an intermediate version of the manuscript.

Kormanovskaya T.A. developed the design of the study, defined goals and objectives, conducted a comparative analysis of normative documents, edited the intermediate version of the manuscript and submitted the final version of the manuscript for publication in the journal.

Acknowledgements

The authors are also grateful to the reviewers for constructive comments and suggestions that have significantly improved the quality of the manuscript.

Conflict of interests

The authors declare that they have no conflicts of interest when conducting the study and preparing this article.

Sources of funding

The study had no sponsorship.

References

1. Kormanovskaya TA, Akhmatdinov RR, Gorsky GA. Results of the 20-year period of functioning of the Federal Databank on the natural radiation doses to the population of the Russian Federation. *Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene*. 2021;14(3): 112-125. (In Russian). <https://doi.org/10.21514/1998-426X-2021-14-3-112-125>
2. Romanovich IK, Stamat IP, Kormanovskaya TA, et al. Natural sources of ionizing exposure: doses, radiation risks, prophylactic measures. Institute of Radiation Hygiene; edited by Academician of RAS G.G. Onischenko and prof. A.Yu. Popova. St-Petersburg: FBUN NIIRG after P.V. Ramzaev; 2018. 432 p. (In Russian).
3. Oreshkin MV, Makhnev IA, Kalaydo AV. Myths and reality of the radiation hazards in Lugansk and Donetsk regions. *Vestnik agrarnoy nauki Dona = Newsletter of agriculture science of Don*. 2014;4(28): 74–80. (In Russian).
4. Kotov VS, Marenko LV, Sergienko LV. Distribution of radon-222 in the air of the premises of Donetsk city. *Arkhiv klinicheskoy i eksperimental'noy meditsiny = Archive of clinical and experimental medicine*. 2016;25(2): 85–88. (In Russian).
5. Kotov VS, Ermachenko AB, Sadekov DR. Radon-induced cancer risk for population of Donetsk city. *Vestnik gigieny i epidemiologii = Newsletter of hygiene and epidemiology*. 2020;24(3): 315–317. (In Russian).
6. Bekman IN. Radon: enemy, physician and helper. Lectures. Available from: <http://profbeckman.narod.ru/rad.htm> (Accessed April 12, 2023)
7. Bekman IN. Radioactivity, radionuclide and radiation. Handbook. Moscow: Palmarium academic publishing; 2013. 485 p. (In Russian).
8. Miklyaev PS, Petrova TB. Mechanisms of radon flow from the soil surface and approaches to the assessment of radon hazard of residential areas. *Apparatura i novosti radiatsionnykh izmereniy = Equipment and news of radiation measurements*. 2007;2: 2–17. (In Russian).
9. Gulabyants LA, Kalaydo AV. Anti-radon protection of residential and public buildings. Ed. by Shubin I.L. Moscow, Berlin, Direct-Media; 2020. 232 p. (In Russian).

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

10. Pavlenko TA, Kostenetsky MI, Kutsak AV, et al. Radon in the preschool facilities of Zaporozhye region and doses of children. *Okruzhayushchaya sreda i zdorovye = Environment and health*. 2013;1: 49–53. (In Russian).
11. Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards GSR Part 3. IAEA, Vienna, 2015. – 518 p. (in Russian).
12. Council Directive 2013/59/Euratom of 5 December 2013 laying down basic safety standards for protection against the dangers arising from exposure to ionising radiation, and repealing Directives 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom and 2003/122/Euratom. (Published in the Official Journal of the European Union N L 13, 17.1.2014).

Received: April 13, 2023

Aleksandr V. Kalaydo – Candidate of technical sciences, docent of the department of technology of production and professional education of Lugansk state pedagogical university, Lugansk, Lugansk People's Republic, Russia

For correspondence: Tatyana A. Kormanovskaya – Ph.D. in 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)

For citation: Kalaydo A.V., Kormanovskaya T.A. Prospects of provision of radiation safety from natural sources of ionizing exposure on the new territories of the Russian Federation. *Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene*. 2023. Vol. 16, No. 2. P. 114-125. (In Russian). DOI: 10.21514/1998-426X-2023-16-2-114-125