

КАРТА РАДОНОВОЙ ОПАСНОСТИ ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Л.А. Чунихин¹, А.Л. Чеховский², Д.Н. Дроздов²

¹Гомельский государственный медицинский университет, Министерство образования Республики Беларусь, Гомель, Республика Беларусь

²Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины, Министерство образования Республики Беларусь, Гомель, Республика Беларусь

В условиях определения суммарных доз облучения населения важной является естественная компонента радиационного фона, обусловленная, в основном, радоном. В мировой практике для расчета радоновой составляющей применяют картирование территории по радоновому риску или радоновому потенциалу. Целью настоящей работы являлось картирование территории Республики Беларусь по радоновому риску для оценки радоновой обстановки и определению критических зон радоноопасности. Материалы и методы: основой для построения карты являлись измеренные значения объемной активности радона в жилых помещениях различных населенных пунктов 6 областей Республики Беларуси – более 3500 измерений. Объемная активность определялась при помощи интегральных трековых радиометров радона на основе полимерной пленки Kodak LR-115. Время экспозиции находилось в диапазоне 90–120 суток. Картограмма была построена при помощи пакета прикладных программ MAPINFO. Результаты: были установлены низкие концентрации радона в Брестской и Гомельской областях, а также в южных районах Минской и юго-западных районах Могилевской области. Отмечены высокие концентрации радона в ряде районов Витебской и Гродненской областей, а также в северо-восточных районах Могилевской области. Неравномерность распределения радона по населенным пунктам республики в среднем составляет 2–5 раз. Отмечено наличие критических зон радоновой опасности с концентрацией радона в пределах 200–400 Бк/м³ в некоторых районах Витебской, Гродненской и Могилевской областей. Заключение: картирование территории Республики Беларусь по радоновой опасности позволяет в полной мере и адекватно оценить существующие радиационные риски возможных радиационных эффектов и, с учетом низкой эффективности контрмер в отдаленном периоде после чернобыльской аварии, повысить уровень радиационной безопасности путем проведения противорадоновых мероприятий или изменения подхода к нормированию облучения.

Ключевые слова: радон, объемная активность, концентрация радона, радоноопасность, картирование территории, критическая зона, радоновый риск, радоновый потенциал.

Введение

В Республике Беларусь сформировалась сложная радиационная обстановка в связи с загрязнением значительной части территории чернобыльскими радионуклидами. В то же время наблюдается неравномерность распределения естественного радиоактивного газа радона [1, 2]. Согласно оценке Научного комитета по действию атомной радиации ООН, радон и его дочерние продукты распада (ДПР) определяют примерно 2/3 годовой индивидуальной эффективной дозы облучения, получаемой населением от земных источников радиации, и примерно половину дозы от всех источников радиации [3]. Согласно положениям, изложенным в Публикациях МКРЗ [4, 5], доказательством наличия связи между объемной активно-

стью радона в воздухе помещений и онкологическими заболеваниями других локализаций, кроме легкого, в настоящее время отсутствуют.

Поступление радона в помещения зданий обусловлено, в основном, различием содержания урана в почвах и породах, их проницаемостью для радона, а также спецификой водного режима почвы. При этом точное определение концентрации радона в помещениях зданий требует существенных финансовых и временных затрат. В Публикации МКРЗ № 65 один из основных принципов исследований по радону заключается в нахождении критических зон радоноопасности, позволяющих сконцентрировать усилия по проведению противорадоновых мероприятий [6]. К критическим зонам, согласно

Чунихин Леонид Александрович

Гомельский государственный медицинский университет,

Адрес для переписки: 246001, Беларусь, Гомель, ул. Ланге, д. 5. E-mail: leochun_rcrm@mail.ru

Публикации № 65 МКРЗ [6], относят территории, на которых 1 % помещений имеет десятикратное превышение среднереспубликанского значения объемной активности (ОА) радона. Для выявления критических зон применяют картирование радонового риска при использовании в качестве параметра ОА радона в помещениях зданий или радонового потенциала при использовании ОА радона в почвенном воздухе [7].

Цель исследования – разработка карты радонового риска Республики Беларусь для определения критических зон радоноопасности.

Материалы и методы

Для составления карты радонового риска были использованы результаты исследований, проведенных ОИЭиЯИ (г. Минск, Сосны) в течение 2004–2015 гг. [1, 2], по методике, позволяющей проводить мониторинг радона: «Методики определения объемной активности радона в воздухе жилых и производственных помещений с использованием интегральных радонометров на основе твердотельных трековых детекторов альфа-частиц» (МВИ. МН. 1808-2002) [8].

Были обследованы 6 областей Республики Беларусь и город Минск. Плотность размещения дозиметров была обусловлена распределением населенных пунктов на данной территории. В среднем равномерность размещения дозиметров соответствует начальным европейским требованиям: ячейка 10 на 10 км [9]. Количество измерений по областям: Брестская – 178 измерений в 71 населенном пункте (НП), Витебская – 372 в 90 НП, Гомельская – 960 в 48 НП, Гродненская – 900 в 101 НП, Минская – 201 в 54 НП, г. Минск – 398 измерений, Могилевская – 585 в 89 НП. Всего для составления карты было использовано 3594 измерения в 454 НП.

При обследовании населенного пункта измерения радона интегральными трековыми радонометрами проводились для нескольких одноэтажных жилых зданий, типичных для данного населенного пункта: детекторы устанавливались пропорционально взвешенному распределению зданий по типам строительных материалов: деревянные, кирпичные, бетонные, панельные. Для многоэтажных зданий измерения проводились в квартирах, расположенных на первом этаже.

Для измерений ОА радона в помещении радонометры устанавливались на расстоянии не менее 1 м от возможных источников поступления радона – водопровода, газовой плиты, колонки и строительных конструкций (стен, пола, потолка и т.д.) в комнате наибольшего времени пребывания жителей (спальня, жилая комната).

Экспозицию радонометра в помещении проводили в течение 90–120 суток (в зависимости от предполагаемой ОА радона), что позволяло учесть колебания концентрации радона за время экспозиции, в том числе изменения концентраций, связанных с частотой открытия дверей, проветриванием помещения и т.п.

По истечении заданного времени экспозиции проводился сбор радонометров из обследуемых помещений. Радонометры хранились до химической обработки не более 3 суток в герметичных пакетах.

Объемная активность радона в воздухе помещения рассчитывается по формуле (1):

$$A = \frac{\bar{N} - N_0}{\varepsilon_0 T_s}, \quad (1)$$

где A – объемная активность радона, Бк·м⁻³;
 \bar{N} – плотность треков на детекторе, трек·см⁻²;
 T_s – длительность экспозиции, сут.;
 N_0 – уровень собственного фона трекового детектора, трек·см⁻²;
 ε_0 – чувствительность комплекса КСИОАР-01, трек·см⁻²·Бк⁻¹·м³·сут.⁻¹.

Значения N_0 и ε_0 приведены в Свидетельстве о поверке комплекса КСИОАР-01 (Республика Беларусь) [8].

Для построения карты ОА радона в помещениях зданий была сформирована пространственно-скоординированная база данных результатов измерений с применением программного продукта Excel 2003, что значительно оптимизировало проведение работы. База данных включала в себя следующие позиции: географические координаты долготы и широты места измерения, ОА радона. Процедура построения карты радонового риска была выполнена с применением программного продукта MapInfo 10.5. Для построения карты использовалась топооснова со слоями населенных пунктов, границами районов и областей, на которую наносились, согласно географическим координатам, значения ОА радона. Построение карты проводилось соответствующими программными процедурами с нанесением на рабочую поверхность изолиний согласно 5 градациям значений ОА радона, указанных на легенде к рисунку. Каждая из 5 градаций была раскрашена в соответствующий контрастный цвет.

Результаты и обсуждение

Карта ОА радона в помещениях жилых зданий Республики Беларусь приведена на рисунке. Отметим, что наблюдается существенная неоднородность в распределении концентрации радона по территории Республики Беларусь. В НП южных и центральных районов Республики (Брестская, Гомельская, южные районы Минской и юго-западные районы Могилевской областей) наблюдаются относительно низкие уровни концентрации радона в помещениях, а на территории Витебской, севере Могилевской и западе Гродненской областей средние значения ОА радона выше в 2–5 раз. На карте определены «радоновые пятна» с потенциальным критическим уровнем радоноопасности – концентрацией радона в диапазоне 200–400 Бк/м³.

Для комплексной оценки радиационной обстановки на территории Республики Беларусь, сложившейся после аварии на ЧАЭС, интересно сопоставить карту загрязнения территории ¹³⁷Cs [10] с картограммой, характеризующей потенциальную радоноопасность территории. Интересно, что чернобыльское загрязнение и уровень радоноопасности на территории Республики Беларусь являются разнонаправленными: наиболее загрязненными по ¹³⁷Cs являются территории Гомельской, южной части Могилевской и восточной части Брестской областей. Наименее загрязненными являются территории Витебской, север Могилевской и запад Гродненской областей. В настоящее время, в отдаленном периоде после аварии на ЧАЭС величины доз облучения населения от

чернобыльских радионуклидов зачастую меньше разницы в уровнях облучения от радона в так называемых «чистых» областях (Витебская, Гродненская, северо-восток Могилевской области) и в загрязненных чернобыльскими радионуклидами Гомельской и Брестской областях. Из приведенных данных следует, что медико-биологические последствия облучения от чернобыльских радионуклидов необходимо рассматривать, учитывая дозы от радона.

адекватно оценить существующие радиационные риски возможных радиационных эффектов и, с учетом чрезвычайно низкой в настоящее время эффективности контрмер после чернобыльской аварии, повысить уровень радиационной безопасности путем проведения противорадоновых мероприятий или изменения подхода к нормированию облучения.

Литература

- 1 Чеховский, А.Л. Обоснование применения компонентов радонового показателя для картирования радонового потенциала / А.Л. Чеховский // Известия Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины. – 2014. – № 6 (87). – С. 100–106.
- 2 Карабанов, А.К. Радон и дочерние продукты его распада в воздухе зданий на территории Беларуси / А.К. Карабанов [и др.] // Природопользование. – Вып. 27. – Минск: Институт природопользования НАН Беларуси, 2015. – С. 49–53.
- 3 Источники и эффекты ионизирующего излучения. Отчет НКДАР ООН 2000 года с научными приложениями. – М., 2002. – Т 2. – 319 с.
- 4 Публикация 103 Международной Комиссии по радиационной защите (МКРЗ) / под общей ред. М.Ф. Киселева, Н.К.Шандалы. – М.: ООО ПКФ «Алана», 2009. – 312 с.
- 5 Публикации 115 МКРЗ. Риск возникновения рака легкого при облучении радоном и продуктами его распада. Заявление по радону / 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.
- 6 Публикации № 65 МКРЗ. Защита от радона-222 в жилых помещениях и на рабочих местах / под ред. М.В. Жуковского, А.В. Кружалова. – М.: Энергоатомиздат, 1995. – 68 с.
- 7 Akerblom G., Clavensjo R. The Radon Book. Stockholm, SSM, 1994, 256 p.
- 8 Методика определения объемной активности радона в воздухе жилых и производственных помещений с использованием интегральных радонметров на основе твердотельных трековых детекторов альфа-частиц. – МВИ. МН 1808-2002. – Минск, 2002. – 18 с.
- 9 Friedmann H. Final results of the Austrian radon project. Health Physics, Vol. 89, № 4, 2005, pp. 339–348.
- 10 Нацыянальны атлас Беларусі / Рэд. кал. М.У. Мясніковіч [і інш.]. – Мінск: Белкартаграфія, 2002. – 292 с.

Поступила: 22.07.2016 г.

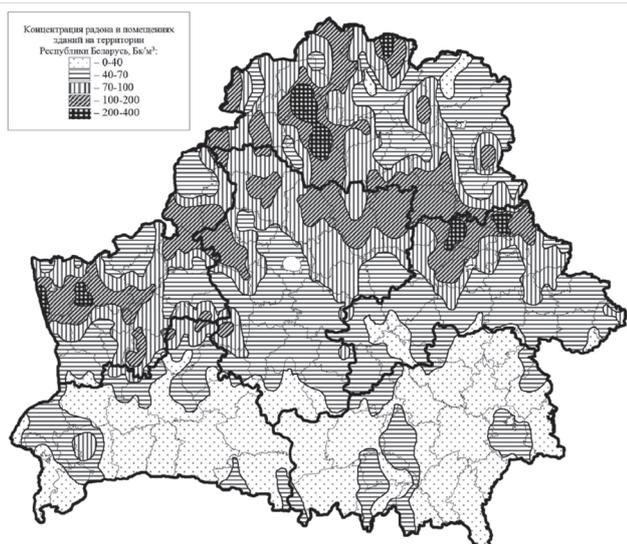


Рис. Карта ОА радона в помещениях жилых зданий на территории Республики Беларусь [Fig. The Republic of Belarus radon indoor map]

Заключение

Анализ радиационной ситуации, сложившейся в настоящее время в Республике Беларусь, должен включать оценку доз от основных источников радиации, главными из которых являются чернобыльские радионуклиды и радон [4]. Представленная карта радонового риска территории Республики Беларусь позволит в полной мере и

Чунихин Леонид Александрович – кандидат биологических наук, доцент кафедры общей гигиены, радиационной медицины и экологии Гомельского государственного медицинского университета Министерства образования Республики Беларусь. Адрес для переписки: 246001, Беларусь, Гомель, ул. Ланге, д. 5; e-mail: leochun_rcrm@mail.ru

Чеховский Артур Леонидович – ассистент кафедры зоологии, физиологии и генетики Гомельского государственного университета им. Ф. Скорины Министерства образования Республики Беларусь, Гомель, Беларусь

Дроздов Денис Николаевич – кандидат биологических наук, доцент кафедры зоологии, физиологии и генетики Гомельского государственного университета им. Ф. Скорины Министерства образования Республики Беларусь, Гомель, Беларусь

Для цитирования: Чунихин Л.А., Чеховский А.Л., Дроздов Д.Н. Карта радоновой опасности территории Республики Беларусь // Радиационная гигиена. – 2016. – Т. 9, № 4. – С. 43–46. DOI: 10.21514/1998-426X-2016-9-4-43-46

THE REPUBLIC OF BELARUS RADON DANGER MAP

Leonid A. Chunikhin¹, Artur L. Chekhovsky², Denis N. Drozdov²

¹Gomel State Medical University, Ministry of Education of the Republic of Belarus, Gomel, The Republic of Belarus

²Gomel State University after F. Skaryna, Ministry of Education of the Republic of Belarus, Gomel, The Republic of Belarus

Radon is the major contributor to the background exposure of the population. In the world practice, the radon risk or radon potential mapping are used for the radon dose assessment. The aim of this work was a radon danger mapping of the Republic of Belarus to assess the radiation situation and determine the radon hazard critical areas. Materials and methods: The mapping is based on measured values of radon volume activity in the living rooms of different buildings on the territory of the six regions of the Republic of Belarus. We have performed more than 4000 measurements. Integral track radon radiometers based on the polymer Kodak LR-115 film were used to evaluate radon volume activity. Exposure time ranged from 90 to 120 days. The cartogram was built with using the MAPINFO software package. Results: The low levels of radon concentrations were determined in the Brest and Gomel regions, as well as in the southern districts of Minsk and south-western districts of the Mogilev region. The high levels radon concentrations were determined in some districts of the Vitebsk and Grodno regions, as well as in the north-eastern districts of the Mogilev region. About 2–5 times nonuniformity of radon distribution in settlements of the Republic was observed. The radon hazard critical areas with radon concentrations in the range of 200–400 Bq/m³ were found in some districts of the Vitebsk, Grodno and Mogilev regions. Conclusions: The radon risk map of the Republic of Belarus gives the possibility to estimate the existing radiation risk. Taking into account the low efficiency of countermeasures long after the Chernobyl accident, it is necessary to increase the level of radiation protection through the radon mitigation activities or to change the radon normative documents.

Key words: radon, radon volume activity, radon concentration, mapping, critical area, radon risk, radon potential.

References

- 1 Chekhovsky A.L. Justification for the use of the components of radon index for radon potential mapping. *Izvestiya Gomelskogo gosudarstvennogo universiteta imeni F. Skoriny = Proceedings of the F. Scorina Gomel State University, Gomel, GGU, 2014, №6 (87), pp. 100–106. (In Russ.)*
- 2 Karabanov A.K. Chunikhin L.A., Chekhovsky A.L., Drozdov D.N., Yaroshevich O.Ya., Zhuk I.V., Konopelko M.V., Matveev A.V. Radon and its daughters in the buildings air within the territory of Belarus. *Prirodopolzovanie = Natural management, Vol. 27, Minsk, Institute for Nature Management NAS of Belarus, 2015, pp. 49–53. (In Russ.)*
- 3 Sources and effects of ionizing radiation. UNSCEAR 2000 Report to the General Assembly, with scientific annexes. M., 2002, Vol.2, 319 p. (In Russ.)
- 4 ICRP Publication 103. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. Ed.: M.F. Kiselev, N.K.Shandala. M., 2009, 312 p. (In Russ.)
- 5 ICRP Publication 115. Lung Cancer Risk from Radon and Progeny and Statement on Radon. Ed.: M.V. Zhukovsky, S.M. Kiselev, A.T. Gubin. M., 2013, 92 p. (In Russ.)
- 6 ICRP Publication 65. Protection Against Radon-222 at Home and at Work. Ed.: M.V. Zhukovsky, A.V. Kruzhalov. M.: Energoatomizdat, 1995, 68 p. (In Russ.)
- 7 Akerblom G., Clavensjo R. The Radon Book. Stockholm, SSM, 1994, 256 p.
- 8 The methods of the determination of radon volume activity at home and at work with integral radonometers on base of solid-state tracking alpha particles detectors. Procedure of measurements. MN 1808-2002. Minsk, 2002, 18 p. (In Russ.)
- 9 Friedmann, H. Final results of the Austrian radon project. *Health Physics, Vol. 89, № 4, 2005, pp. 339–348.*
- 10 National Belarus atlas. Ed.: M.U. Myasnikovich. Minsk, Belkartografiya, 2002, 292 p. (In Belarus.)

Received: July 22, 2016

For correspondence: Leonid A. Chunikhin – Candidate of Biological Science, Associate Professor, Department of Common Hygiene, Radiation medicine and ecology, Gomel State Medical University, Ministry of Education of the Republic of Belarus (Lange St., 5, 246001, Gomel, Belarus; E-mail: leochun_rcrm@mail.ru)

Artur L. Chekhovsky – Teaching Assistant, Department of Zoology, Physiology and Genetics, Francisk Skorina Gomel State University, Ministry of Education of the Republic of Belarus, Gomel, Belarus

Denis N. Drozdov Candidate of Biological Science, Associate Professor, Department of Zoology, Physiology and Genetics, Francisk Skorina Gomel State University, Ministry of Education of the Republic of Belarus, Gomel, Belarus

For citation: Chunikhin L.A., Chekhovsky A.L., Drozdov D.N. The Republic of Belarus radon danger map. Radiatsionnaya gigiena = Radiation Hygiene, 2016, Vol. 9, No 4, pp. 43–46. (In Russ.) DOI: 10.21514/1998-426X-2016-9-4-43-46

Leonid A. Chunikhin

Gomel State Medical University

Address for correspondence: Lange St., 5, Gomel, 246001, Belarus; E-mail: leochun_rcrm@mail.ru