Окончание таблицы 2

№ п/п	Гомельская область				Могилевская область			
	район	ОА, Бк/м^3	МЭД, мкР/ч	радон индекс, отн.ед.	район	ОА, Бк/м^3	МЭД, мкР/ч	радон индекс, отн.ед.
10	Добрушский	47	4,5	0,81	Хотимский	42	4,0	0,55
11	Жлобинский	43	4,0	0,54	Костюковичский	36	4,0	0,60
12	Октябрьский	30	2,0	0,36	Шкловский	57	8,5	1,0
13	Рогачевский	30	4,4	0,52	Климовичский	31	5,5	0,41
14	Чечерский	59	4,1	0,72	Могилевский	49	8,5	0,57
15	Ветковский	47	4,0	0,63	Глусский	39	4,0	0,60
16	Житковичский	50	1,5	0,36	Осиповичский	41	4,0	0,60
17	Кормянский	48	5,1	0,59	Кличевский	36	4,0	0,36
18	Ельский	27	2,5	0,39	Бобруйский	57	4,5	0,76
19	Наровлянский	30	4,7	0,57	Чаусский	69	8.5	0.83
20	Мозырский	27	3,2	0,46	Чериковский	52	5,5	0,84
21	Лоевский	49	4,7	0,67	Славгородский	48	5,0	0,55

Приведенные на рисунке 1 и рисунке 2 регрессионные зависимости показывают, что использование комплексного радонового показателя повышает коэффициент корреляции по сравнению с простым радоновым показателем, каким является МЭД.

При накоплении достаточного количества измерений для расчета необходимого числа значений радонового индекса на определенной территории, можно составить тематические карты этих территорий по радоновому риску, что позволит выделить наиболее радоноопасные участки. Однако для принятия решений по проведению противорадоновых контрмер необходимо на выделенных радоноопасных участках провести дополнительные исследования по определению среднегодовых значений ОА радона в помещениях зданий.

Заключение

Полученные регрессионные зависимости между комплексным радоновым показателем и ОА радона в помещениях сельских зданий указывает на возможность его использования при построении карт радонового риска. Кроме того, особенно важным, на наш взгляд, является тот факт, что облучение от радона на территории Беларуси является очень неравномерным при относительно высоких значениях дозы облучения населения. Это необходимо учитывать при планировании противорадиационных контрмер на территориях, загрязненных чернобыльскими радионуклидами, а также при регистрации доз облучения в Государственном регистре лиц, подвергшихся воздействию радиации вследствие катастрофы на ЧАЭС, других радиационных аварий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Защита от радона-222 в жилых зданиях и на рабочих местах / Публикация № 65 МКРЗ. — М.: Энергоатомиздат, 1995. — 78 с.
2. Радоновый мониторинг Могилевской и Гомельской областей Республики Беларусь: отчет о НИР (закл.) / Научн.-иссл. ин-т промышленной и морской медицины; рук.Э. М. Крисюк. — СПб., 1992. — 205 с.
3. *McDonough, W. F.* The Composition of the Earth / W. F. McDonough, S. S. Sun // Chem. Geol. — 1995. — Vol. 120, № 1. — P. 223–253.
4. *Адушкин, В. В.* Поля почвенного радона в восточной части Балтийского щита / В. В. Адушкин, И. И. Дивков, С. А. Кожухов // Динамические процессы в системе внутренних внешних взаимодействующих геосфер. — М.: Геос, 2005. — С. 173–178.
5. *Akerblom, G.* The Radon Book / G. Akerbloom, R. Clavensjo. — Stockholm: SSM, 1994. — 256 p.

УДК 546.296(476)

КАРТА КОНЦЕНТРАЦИИ РАДОНА В ПОМЕЩЕНИЯХ ЗДАНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Чунихин Л. А.[1], Чеховский А. Л.[2], Дроздов Д. Н.[2]

[1]Учреждение образования
«Гомельский государственный медицинский университет»
[2]Учреждение образования
«Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины»
г. Гомель, Республика Беларусь

Введение

Среди основных источников естественной радиоактивности, определяющих формирование доз облучения человека, наибольший вес имеет радон и его дочерние продукты распада (ДПР). Согласно

Репозиторий ГомГМУ

текущей оценке НКДАР ООН, радон и его ДПР определяют примерно 2/3 части годовой индивидуальной эффективной эквивалентной дозы облучения, получаемой населением от земных источников радиации, и примерно 50 % дозы от всех источников радиации. Главным источником поступления радона в атмосферу являются почва и грунтовые породы, доля от общего поступления составляет около 75 %. Процесс выделения радона в основном связан с его диффузией из структурных частиц породы и зависит от большого количества факторов. Впоследствии радон частично растворяется в подземных водах, а также эксхалирует в атмосферу, попадая при этом в помещения зданий через различные негерметичные отверстия. В геологическом отношении около 40 % территории Республики Беларусь рассматривается как потенциально радоноопасная [1].

По данным ВОЗ, воздействие радона повышает риск возникновения и развития рака легких. Это происходит вследствие попадания радона с воздухом в легкие и влияния его высокоэнергетического альфа-излучения на чувствительные клеточные структуры. Эпидемиологические подтверждения возникновения рака легких вследствие ингаляции радона были получены в результате нескольких когортных исследований, и исследований с индивидуальным контролем шахтеров подземных рудников, преимущественно урановых. Выводы, полученные при исследовании шахтеров, были экстраполированы согласно линейной беспороговой концепции на более низкие концентрации радона [2]. Были проведены 13 эпидемиологических исследований в 9 Европейских странах, в которых получены количественные значения для рисков рака легких, в зависимости от концентрации радона, курения, возраста и пола. Было установлено, что в среднем абсолютный риск заболеванием раком легкого в возрасте до 75 лет при активностях радона: 0; 100; 200 и 400 Бк/м^3, для некурящих равен, соответственно, 0,41; 0,47; 0,55 и 0,67 %. Для курильщиков этот риск, соответственно, составляет: 10; 12; 13 и 16 % [3]. Характерной особенностью полученных результатов является то, что во всех подвыборках с объемной активностью радона > 50 Бк/м^3 зависимость доза-эффект хорошо описывается линейной функцией [4].

Наблюдаемая на территории Республики Беларусь неравномерность поступления радона в помещения зданий обусловлена, в основном, различием содержания урана и тория в почвах и породах и их проницаемостью для радона. Точное определение концентрации радона в помещениях зданий требует существенных денежных и временных затрат. В Публикации МКРЗ № 65 один из основных принципов исследований по радону заключается в нахождении критических зон, позволяющих сконцентрировать усилия по проведению противорадонных мероприятий. Для выявления критических зон применяют картирование радонового риска при использовании в качестве параметра объемной концентрации в помещениях зданий или радонового потенциала при использовании ОА в почвенном воздухе [5].

Цель

Картирование территории Республики Беларусь для оценки радоновой обстановки и определения зон радоноопасности по результатам измерения объемной активности радона в помещениях.

Материал и методы исследования

Для составления карты радонового риска были использованы результаты исследований, проведенных ОИЭ и ЯИ (г. Минск, Сосны) в течение 2005–2014 гг. Были обследованы 6 областей РБ и г. Минск. Плотность размещения дозиметров была обусловлена распределением населенных пунктов на данной территории. 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, Могилевская — 585 в 89 НП. Всего для составления карты было использовано 3594 измерения в 454 НП.

Для измерений ОА радона в помещении радонометры необходимо устанавливать 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). После установки радонометра в помещении он должен экспонироваться (находиться в помещении) в течение 70–120 сут. (в зависимости от предполагаемой ОА радона), что позволяет 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 проводится сбор радонометров из обследуемых помещений. Травление проэкспонированных трековых детекторов осуществляется с использованием прибора для травления трековых детекторов — термостата ТРАЛ-1. Объемная активность радона в воздухе помещения рассчитывается по соответствующим формулам, с учетом длительности экспозиции, плотности треков на детекторе по средствам программно-аппаратного комплекса КСИОАР-01. Длительность полной обработки информации со 100 детекторов составляет не более 15 часов. Дальнейшее построение картограммы было произведено при помощи прикладного пакета MAPINFO 10.5.

Репозиторий ГомГМУ

Результаты исследования и их обсуждение

Карта радонового риска Республики Беларусь приведена на рисунке 1.

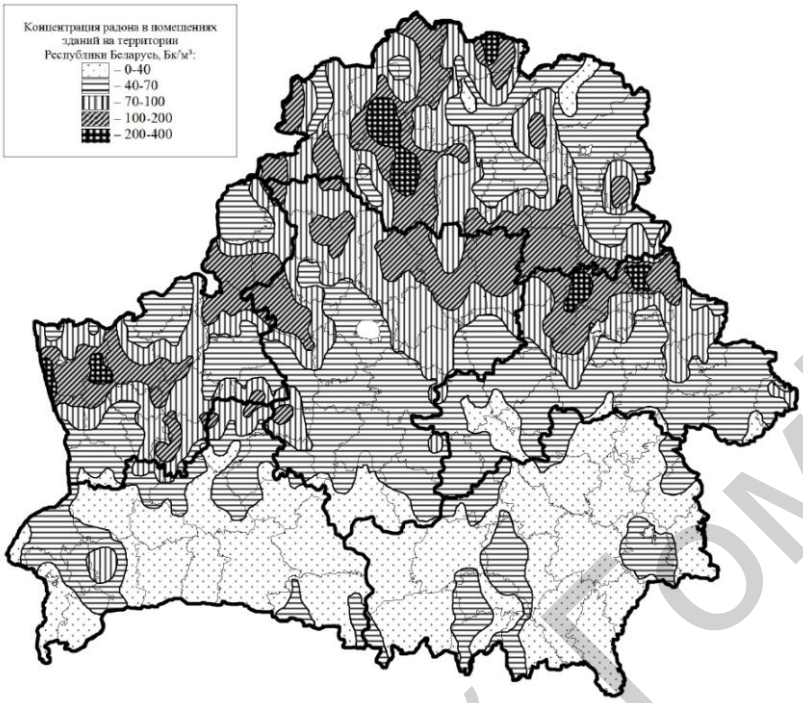

Рисунок 1 — Карта концентраций радона в помещениях зданий на территории Республики Беларусь

Отметим, что наблюдается существенная неоднородность в распределении радоноопасности по территории Беларуси. В НП южных районов республики (Брестская, Гомельская, южные районы Минской и Могилевской областей) наблюдаются относительно низкие уровни концентрации радона в помещениях. На севере Витебской, севере Могилевской и западе Гродненской областей средние значение выше в 2–3 раза. На карте определены «радоновые пятна» с критическим уровнем радоноопасности — концентрацией радона в диапазоне 200–400 Бк/м^3. При концентрации радона более 200 Бк/м^3 причинно-следственная зависимость заболеваемость раком легкого и содержания радона в помещениях статистически обоснована [4]. При концентрации радона 400 Бк/м^3 и выше жилище считается опасным для проживания [5]. Для оценки радиационной обстановки на территории Республики Беларусь, сложившейся после аварии на ЧАЭС, необходимо сопоставить карту загрязнения ^{137}Cs с предложенной картограммой. В настоящее время, в отдаленный период аварии на ЧАЭС, абсолютные уровни доз облучения населения от чернобыльских радионуклидов меньше разницы в уровнях облучения от радона в т. н. «чистых» (Витебская, Гродненская, севере Могилевской) и Гомельской, Брестской, юга Минской области — значительно загрязненных вследствие аварии на ЧАЭС. В целом, можно считать, что радиационная обстановка в РБ в настоящее время стабильна и однородна, если учитывать все имеющиеся источники формирования дозы облучения.

Заключение

Анализ радиационной ситуации, сложившейся в настоящее время в Республике Беларусь должен включать все существующие радиационные риски, включающие вклад от естественных радионуклидов и от чернобыльского загрязнения. Это позволит в полной мере и адекватно оценить существующие радиационные риски возможных радиационных эффектов и, с учетом чрезвычайно низкой эффективности контрмер после чернобыльской аварии, повысить уровень радиационной безопасности путем проведения противорадоновых мероприятий или изменения подхода к нормированию облучения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Концентрации радона в почвенном воздухе на смежных площадях Белорусской антеклизы и Припятского прогиба (Беларусь) / А. В. Матвеев [и др.] // Природопользование. — Вып. 21. — Минск: ГНУ «Институт природопользования НАНБ», 2012. — С. 68–74.

2. *Doll, R.* Cancer Incidence in Five Continents / R. Doll, P. Payne, J. A. H. Waterhouse. — Geneva: Vice: Berlin: Springer, 1966. — 403 p.

3. *Darby, S.* Radon in home and risk of lung cancer: collaborative analysis of individual data from European case-control studies / S. Darby, D. Hill, etc., Br. Med. Jornal. — 2005. — № 330. — P. 223–227.

4. 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 // Перевод публикации 115 МКРЗ. — М.: Изд-во «ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А. И. Бурназяна ФМБА России», 2013. — 92 с.

5. *Akerblom, G.* The Radon Book / G. Akerbloom, R. Clavensjo. — Stockholm: SSM, 1994. — 256 p.

Репозиторий ГомГМУ