

**ФАКТОРЫ РАДОНОВОГО ПОКАЗАТЕЛЯ  
ДЛЯ ОЦЕНКИ РАДОНООПАСНОСТИ ТЕРРИТОРИЙ**

*Чунихин Л. А., Чеховский А. Л.*

**Учреждение образования  
«Гомельский государственный медицинский университет» Учреждение образования  
«Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»  
г. Гомель, Республика Беларусь**

***Введение***

Проблема радиоактивного газа — природного радона является важной проблемой радиационной медицины, непосредственно касающейся населения многих регионов мира, в том числе и Беларуси.

Радон — благородный радиоактивный газ, образующийся в радиоактивной цепочке в процессе распада естественных радионуклидов семейств урана и тория. Согласно оценке Научного комитета по действию атомной радиации (НКДАР) ООН, радон и его дочерние продукты определяют примерно 3/4 годовой индивидуальной эффективной дозы облучения, получаемой населением от земных источников радиации [2]. По оценкам экспертов Международной комиссии по радиационной защите (МКРЗ) облучение населения за счет радона обуславливает до 20 % общего количества заболеваний раком легкого [1].

$^{222}\text{Rn}$ , являясь наиболее долгоживущим изотопом радона, вместе с его ДПР вносят наиболее существенный вклад в дозу облучения человека.

Принципиально новые подходы к оценке радоновой опасности и радиационной защите от радона и его ДПР были показаны в Публикации № 65 МКРЗ [5]. Одним из основных тезисов данной публикации является необходимость введения понятия и критериев для оценки радоноопасных зон, что является очень важным в случаях недостатка ресурсов для проведения полномасштабных исследований, как, например, в Беларуси. Известно, что основным источником поступления радона в воздух помещений является почва [5]. Учитывая это, можно провести картирование территории по радоновой опасности с использованием геологических показателей, определяющих концентрации радона, выделить наиболее радоноопасные зоны и предложить необходимые противорадоновые мероприятия.

***Цель***

Обоснование применения сочетания некоторых показателей, определяющих наличие радона, выступающих в качестве радонового показателя, являющегося основой для картирования территории по радоновому риску в крупномасштабном варианте.

***Материалы и методика исследований***

Материалами являлись результаты измерения объемной активности (ОА) радона в типичных помещениях сельских населенных пунктов 21 района Гомельской, 20 районов Могилевской и 15 районов Витебской области. Эти данные были получены при широкомасштабных обследованиях, выполненных специалистами НИИ морской и промышленной медицины (г. Санкт-Петербург) [3], специалистами ГУ «ГОЦГЭиОЗ» и ГНУ «ОИЭЯИ – Сосны» НАН Беларуси [4].

***Результаты исследований и их обсуждение***

По материалам измерений ОА радона, проведенных в трех областях, были определены среднерайонные значения ОА радона.

Если принять, что в сельских населенных пунктах преобладают одноэтажные деревянные строения с простыми фундаментами и деревянными полами, то можно считать, что поступление радона в помещение определяется, в основном, свойствами подстилающих пород. Исходя из этого, можно предложить в качестве радонового показателя величину, равную произведению показателей, обуславливающих наличия радона в почвах и породах, в относительных единицах: запас урана в почвах, мощность дозы дочернобыльского фона (МЭД), проницаемость почв и пород для радона, и глубину залегания первого водоносного горизонта. При добавлении каждого из перечисленных показателей к предыдущим ожидается увеличение коэффициента корреляции между радоновым показателем и ОА радона.

Так, одним из факторов, связанных с ОА радона является МЭД. Учитывая, что гамма-фон на местности определяется, в основном, радионуклидами 3-х естественных радиоактивных рядов уранов и тория, колебания МЭД определяется концентрацией естественных радионуклидов в почвах. Таким образом, МЭД может опосредованно указывать на наличие радона.

В исследованиях использовались дочернобыльские карты МЭД. Определены средневзвешенные значения относительного показателя МЭД для исследуемых районов Гомельской, Могилевской и Витебской областей.

После определения значений относительного показателя МЭД был проведен корреляционный анализ данных для определения степени и характера связи получившихся значений МЭД и ОА радона в помещениях сельских зданий этих областей.

Коэффициент линейной корреляции, указывающий на связь средневзвешенных значений относительного показателя МЭД для исследуемых районов Гомельской, Могилевской, Витебской области и среднерайонных значений ОА радона, составил  $r = 0,69$ . Эмпирическое значение t-критерия превышает статистическое значение при уровне значимости  $p < 0,05$  — корреляция является достоверной. График данной корреляционной связи представлен на рисунке 1.

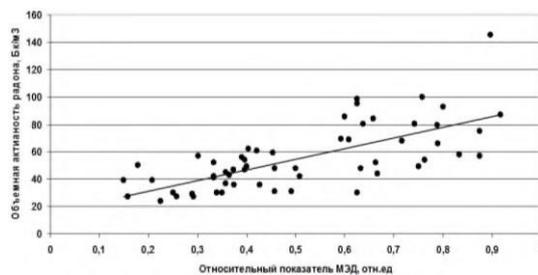


Рисунок 1 — Зависимость среднерайонных значений ОА радона в помещениях от средневзвешенных значений относительного показателя МЭД

Следующим показателем, определяющим ОА радона, является запас урана в почвах и породах. Принимая во внимание, что уран является материнской породой для образования радона — концентрации урана в почвах будут определять содержание радона и как следствие его ОА.

Было выделено 9 геологических пород, существующих на территории Беларуси, различающиеся по уровню содержания урана [5]. Определены средневзвешенные значения относительного показателя запаса урана в почвах для каждого из районов.

Проведен корреляционный анализ данных для определения степени и характера связи получившихся значений радонового показателя (состоящего из средневзвешенных значений относительных показателей МЭД и запаса урана в почвах) и ОА радона в помещениях сельских зданий.

Коэффициент линейной корреляции полученного радонового показателя и среднерайонных значений ОА радона, составил  $r = 0,77$ . Эмпирическое значение t-критерия превышает статистическое значение при уровне значимости  $p < 0,05$  — корреляция является достоверной. График данной корреляционной связи представлен на рисунке 2.

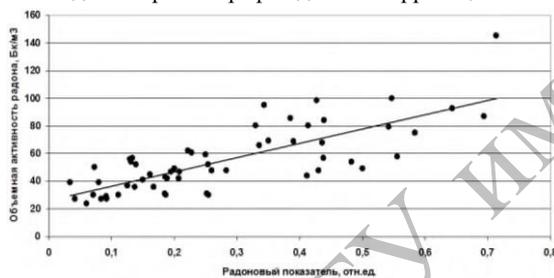


Рисунок 2 — Зависимость среднерайонных значений ОА радона в помещениях от радонового показателя (M U)

Необходимо также учитывать, что эксхалляция радона зависит от проницаемости почвы, которая в свою очередь в большей степени зависит от коэффициента фильтрации радона в грунтах.

Определены средневзвешенные значения относительного показателя коэффициента фильтрации радона в почве для каждого из районов.

Значения показателя коэффициента фильтрации были добавлены в качестве множителя к полученному произведению средневзвешенных относительных показателей МЭД и запаса урана в почвах. После этого проведен корреляционный анализ для определения степени и характера связи получившихся значений радонового показателя (состоящего из средневзвешенных значений относительных показателей МЭД, запаса урана в почвах, коэффициента фильтрации) и ОА радона в помещениях сельских зданий. График данной корреляционной связи представлен на рисунке 3.

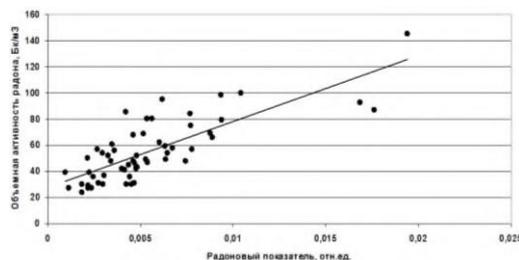


Рисунок 3 — Зависимость среднерайонных значений ОА радона в помещениях от радонового показателя (M U F)

Коэффициент линейной корреляции, указывающий на связь значений полученного радонового показателя для исследуемых районов Гомельской, Могилевской, Витебской области и среднерайонных значений ОА радона, составил  $r = 0,79$ . Эмпирическое значение t-критерия превышает статистическое значение при уровне значимости  $p < 0,05$  — корреляция является достоверной.

Также, важным фактором, определяющим концентрации радона, является уровень залегания первого от поверхности водоносного горизонта. При уровне в 1–2 м от поверхности — почвенный радон почти полностью поглощается, а при уровне более 10 м — весь выделенный радон остается в почвенном воздухе [5].

Были определены средневзвешенные значения относительного показателя уровня залегания первого водоносного горизонта для каждого из районов.

Значения показателя уровня залегания первого водоносного горизонта были добавлены в качестве множителя к полученному произведению средневзвешенных относительных показателей МЭД, запаса урана в почвах, коэффициента фильтрации и проведен корреляционный анализ для определения степени и характера связи получившихся значений радонового показателя (состоящего из средневзвешенных значений относительных показателей МЭД, запаса урана в почвах, коэффициента фильтрации, уровня залегания первого водоносного горизонта) и ОА радона в помещениях сельских зданий. График данной корреляционной связи представлен на рисунке 4.

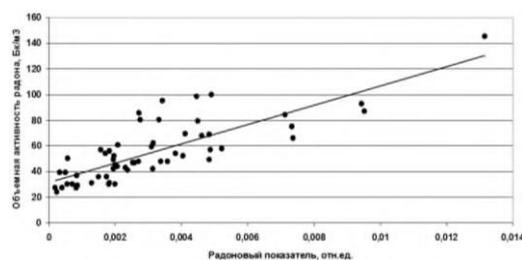


Рисунок 4 — Зависимость среднерайонных значений ОА радона в помещениях от радонового показателя (M U F W)

Коэффициент линейной корреляции, указывающий на связь значений полученного радонового показателя для исследуемых районов Гомельской, Могилевской, Витебской области и среднерайонных значений ОА радона, составил  $r = 0,81$ . Имеет место сильная, прямая связь данного показателя и ОА радона для районов указанных областей. Эмпирическое значение t-критерия превышает статистическое значение при уровне значимости  $p < 0,05$  — корреляция является достоверной.

#### **Заключение**

Предложенный радоновый показатель имеет достаточно сильную и достоверную связь со значениями ОА радона в помещениях зданий. Данный показатель учитывает целый ряд факторов и приведенные корреляционные зависимости показывают, что увеличение числа показателей, определяющих наличие радона в почвах и породах, значительно повышает коэффициент корреляции радонового показателя и способствует более точной оценке ОА радона. Такой показатель служит основой для определения радоноопасности территории. С его помощью можно определить географическое положение критических зон радоноопасности и составить тематические карты этих территорий по радоновому риску.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Публикация № 115 МКРЗ / под ред. М. В. Жуковского, С. М. Киселева, А. Т. Губина. — М.: ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА, 2013. — 92 с.
2. Защита от радона-222 в жилых зданиях и на рабочих местах / Публикация № 65 МКРЗ. — М.: Энергоатомиздат, 1995. — 78 с.
3. Радоновый мониторинг Могилевской и Гомельской области Республики Беларусь: отчет о НИР (закл.) / Научноисследовательский институт промышленной и морской медицины; рук. Э. М. Крисюк. — СПб., 1992. — 205 с.
4. Отчет о НИР (закл.) / Объединенный Институт энергетических и ядерных исследований; рук. О.И. Ярошевич. — Минск; Областной Центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья; рук. В. Н. Боргновский. — Гомель, 2005. — 170 с.
5. Karabanov, A. K. Impact of geological structures of Belarus on Radon Concentration in Air Workshop on Natural Radiation and Radon / A. K. Karabanov // Seminar on Radon, Stockholm, SSM, 25–27 January. — 2009.