

Большинством авторов считается, что выделение радона с поверхности керамических и керамогранитных изделий незначительно. Подтверждением этому служат результаты экспериментального определения радоновыделения из керамической плитки и ее технологических составляющих: для керамических изделий производства австралийских фирм получено значение плотности потока радона с поверхности керамических изделий на уровне 0,0032, китайских – 0,0028, а для изделий производства испанских фирм – 0,0026 мБк·м<sup>-2</sup>·с<sup>-1</sup>. Однако следует иметь в виду, что в этих исследованиях анализировались изделия с  $A_{\text{эфф}}$  на уровне 200-250 Бк/кг, так что на долю <sup>226</sup>Ra и <sup>224</sup>Ra, ответственных за выделение радона и торона в воздух помещений, в этих материалах приходится не более 100-150 Бк/кг. Кроме того, эти исследования проводились на образцах малых габаритов, когда погрешности оказываются достаточно высокими. Отметим также, что диапазон значений плотности потока радона с поверхности керамических облицовочных изделий разных производителей варьирует в очень широких пределах.

Что касается внешнего облучения людей за счет облицовочных изделий, то оно становится заметным только в тех случаях, когда значение  $A_{\text{эфф}}$  в облицовочных изделиях выше, чем в основных строительных материалах, из которых выстроено здание.

Постепенное истощение запасов циркониевого сырья традиционных месторождений, безусловно, потребует вовлечения в производство облицовочных изделий и материалов продукцию отдельных месторождений со значительно более высоким содержанием природных радионуклидов, что неизбежно приведет к росту  $A_{\text{эфф}}$  и в самих этих изделиях. Вероятно, с учетом характера использования этих изделий, это не приведет к превышению значений мощности дозы или содержания изотопов радона выше установленных для жилых помещений пределов, однако это требует специальных исследований и обоснования.

## **АНАЛИЗ ФАКТОРОВ КОМПЛЕКСНОГО РАДОНОВОГО ПОКАЗАТЕЛЯ НАЛИЧИЯ РАДОНА В ПОЧВЕ**

**Л. А. Чунихин<sup>1</sup>, А. Л. Чеховский, Д.Н. Дроздов<sup>2</sup>**

*УО «Гомельский государственный медицинский университет», г. Гомель, Беларусь*

*УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины», г. Гомель, Беларусь*

Принципиально новые подходы к оценке радоновой опасности и радиационной защите от радона и его дочерних продуктов распада (ДПР)

были показаны в Публикации № 65 МКРЗ, 1993 г. Одним из основных тезисов данной публикации является необходимость введение понятия и критериев для оценки радоноопасных зон, что является очень важным в случаях недостатка ресурсов для проведения полномасштабных исследований, как, например, в Беларуси. В таком случае можно провести картирование территории по радоновой опасности с использованием показателей, определяющих концентрации радона; выделить критические зоны радоноопасности и осуществить необходимые противорадоновые мероприятия.

Целью настоящей работы является повышение коэффициента корреляционных связей при увеличении количества показателей, определяющих наличие радона в почвах и породах, и степень их связи с объемной активностью (ОА) радона в жилых помещениях зданий сельских населенных пунктов (НП). Определение влияние данных показателей на ОА радона является основой для картирования территории по радоновому потенциалу в крупномасштабном варианте.

Материалами для данной работы являются результаты измерений ОА радона в типичных помещениях 66 сельских НП 15 районов Витебской области. В исследовании использовались дочернобыльские карты мощности экспозиционной дозы (МЭД), геологические карты Республики Беларусь, на которых показано расположение пород и почв с различным содержанием урана (Карабанов А.К., 2009 г.), карты глубин залегания первого водоносного горизонта (Богомолов Г.В., 1963 г.), а также данные по проницаемости различных почв и пород для радона (Беляшов А.В., 2008 г.). Были определены среднерайонные значения ОА радона, а также средневзвешенные значения МЭД для исследуемых районов. Выделено 9 геологических пород, существующих на территории Беларуси, различающиеся по уровню содержания урана (McDonough W.F., 1995 г.). Учтено, что эксхалация радона в большой степени зависит от коэффициента фильтрации радона в почве (Адушкин В.В., 2005 г.) и уровня догрунтовых вод на местности (Гаврилов А.В., 2008 г.). Значения всех перечисленных факторов были выражены в относительных единицах, нормированные на их максимальные значения. Следует также отметить, что ОА радона в помещениях жилых зданий является весьма вариабельной величиной и во многом зависит от конструктивных особенностей и защитных свойств зданий. Если принять, что в сельских НП 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 комплексно-

го радонового показателя величину, равную произведению показателей наличия радона в почвах и породах, в относительных единицах: запасы урана в почвах, мощность дозы дочернобыльского фона, 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 комплексным радоновым показателем и ОА радона.

Для подтверждения этого тезиса была проведена математическая обработка данных с целью определения повышения коэффициента корреляции при увеличении количества сомножителей комплексного радонового показателя и степень их связи с ОА радона в помещениях зданий сельских НП. Коэффициент линейной корреляции, указывающий на связь относительного показателя запаса урана в почве и среднерайонных значений ОА радона, составил  $r = 0,49$  и согласно статистическому  $t$ -критерию корреляция является недостоверной. Таким образом, показано, что при использовании только одного показателя можно давать лишь приблизительную оценку ОА радона в помещениях зданий. Далее к показателю относительного запаса урана в почве был добавлен относительный показатель МЭД. Коэффициент линейной корреляции составил  $r = 0,54$ . Эмпирическое значение  $t$ -критерия превышает статистическое значение при уровне значимости  $p < 0,05$  – корреляция является достоверной. После этого к предыдущим показателям был добавлен относительный коэффициент фильтрации радона и проведен аналогичный корреляционно-регрессионный анализ. Коэффициент линейной корреляции в этом случае составил  $r = 0,66$ . Эмпирическое значение  $t$ -критерия превышает статистическое значение при уровне значимости  $p < 0,05$  – корреляция является достоверной. После был проведен корреляционно-регрессионный анализ с добавлением относительного фактора глубины залегания первого водоносного горизонта. Коэффициент линейной корреляции, указывающий на связи комплексного радонового показателя (состоящего из относительных показателей запаса урана, мощности дочернобыльского фона, коэффициента фильтрации радона и глубины залегания первого водоносного горизонта) и среднерайонных значений ОА радона составил  $r = 0,73$ . Эмпирическое значение  $t$ -критерия превышает статистическое значение при уровне значимости  $p < 0,05$  – корреляция является достоверной.

Приведенные корреляционно-регрессионные зависимости показывают, что увеличение числа показателей, определяющих наличие радона в почвах и породах, значительно повышает коэффициент корреляции комплексного радонового показателя и способствует более точной оцен-

ке ОА радона в жилищах. При накоплении достаточного количества измерений для расчета комплексного радонового показателя на определенной территории, можно определить географическое положение критических зон радоноопасности, и впоследствии составить тематические карты этих территорий по радоновому потенциалу. Для принятия решений по дальнейшему проведению противорадионных контрмер необходимо в критических зонах радоноопасности провести дополнительные исследования по определению среднегодовых значений ОА радона в помещениях зданий (Публикация № 115 МКРЗ, 2013 г.).