

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЯ ПЛОТНОСТИ ПОТОКА Rn-222 И УДЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ
Ra-226 ДЛЯ ГРУНТОВ РАЗНОГО ТИПА**

П.Э. Альмяков, К.О. Ставицкая, М.С. Черепнев

Научный руководитель: доцент к.ф-м.н Рыжакова Надежда Кирилловна

Национальный исследовательский политехнический университет,

Россия г. Томск пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: al.pa2014@yandex.ru

**THR RESULTS OF THE MEASUREMENT THE FLUX DENSITY OF Rn-222 AND SPECIFIC
ACTIVITY Ra-226 FOR DIFFERENT SOIL TYPE**

P.E. Almyakov, K.O. Stavitskaya, M.S. Cherepnev

Scientific Supervisor: docent c. p-m s. N. K. Rijakova

Tomsk Politechnic University. Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050

E-mail: al.pa2014@yandex.ru

***Abstract.** In the Russian Federation, during building regional maps of potential radon danger, data on the uranium / radium content in soils and on the presence of tectonic faults are used. However, in Russia regional maps of potential radon hazard are not used for radon risk assessments on the development territory. In accordance with the normative documents in the Russian Federation, for this purpose, the results of radon flux measurements are used. A comparative analysis of the results of measuring the flux of radon obtained on the surface of soils of various types with the results of measuring the specific activity of Ra-226 of these soils was carried out.*

Введение. В настоящее время во многих странах для определения степени опасности радона достаточно больших территорий активно разрабатывают карты геогенного радонового потенциала. Для построения карт используются базы данных о геологических особенностях подстилающих грунтов, объемной активности радона в помещениях и в почвенном воздухе, газопроницаемости почв, содержании урана/радия в почвах, дозы гамма-излучения и т.д. В Российской Федерации при построении региональных карт потенциальной радоноопасности используются данные о содержании урана/радия в грунтах и о наличии тектонических разломов. Однако, в России в соответствии с нормативными документами в Российской Федерации для оценки радоноопасности участков застройки используют результаты измерения плотности потока радона (ППР) [1]. В связи с этим несомненный интерес представляет изучение взаимосвязей между значениями ППР и содержанием радия в грунтах.

Эксперимент. Измерения плотности потока радона проводили в весенне-летний период 2018г на трех экспериментальных площадках г.Томска (терраса реки Томь) и семи площадках Горного Алтая, характеризующимися разными типами грунтов. В Томске для измерения выбраны три площадки с разными типами грунтов: суглинки, глины и сланцы. Измерения плотности потока радона в Горном Алтае провели на песчано-гравийных отложениях, скальном известняке, глинистом известняке, порфирите и кварцитах. Измерения ППР проводили с помощью измерительного комплекса Альфарад Плюс по аттестованной методике. Исследования показывают, что на результаты измерения ППР сильное влияние оказывает влажность грунтов [2-5]. Поэтому на выбранных площадках проводили также отбор

проб грунта для определения его естественной влажности и содержания радия. Удельную активность Ra-226 в зависимости от массы образца измеряли в геометрии сосуда «Маринелли» с объемом 1 л или геометрии сосуда «Дента» (усеченный конус) с объемом 250 мл с помощью γ -спектрометра на базе полупроводникового детектора из сверхчистого германия (CANBERRA GC2018).

Результаты. Диапазон значений, средние значения, коэффициент вариации плотности потока радона, а также значения естественной влажности грунта и содержания радия для грунтов г. Томска приведены в таблице 1.

Таблица 1

Основные результаты измерения на площадках г. Томска

Тип грунта	Естественная влажность w, %	Содержание радия, Бк/кг	Кол-во измерений	Диапазон значений, мБк·м ² ·с ⁻¹	Среднее значение	Коэффициент вариации, %
Суглинки	29	30	30	20...71	44	37
Сланцы	23	160	21	22...59	33	31
Глина	17	190	13	20...130	59	57

Результаты, полученные в Горном Алтае, характеризуются повышенными значениями плотности потока радона (таблица 2). В связи с этим необходимо отметить, что естественная влажность изученных в Горном Алтае пород заметно меньше, чем пород исследованных в Томске. В работах [2-5] показано, что максимальные значения плотности потока радона с поверхности почвенного покрова наблюдаются при влажности 4%...7% , что как раз совпадает со значениями естественной влажности пород горного Алтая.

Таблица 2

Основные результаты измерения на площадках Горного Алтая

Тип грунта	Естественная влажность w, %	Содержание радия, Бк/кг	Кол-во измерений	Диапазон значений, мБк·м ² ·с ⁻¹	Среднее значение	Коэффициент вариации, %
ПГС - 1	3	-	9	64...140	110	20
ПГС- 2	5,5	140	12	114...320	220	24
ПГС - 3	2	-	10	130...200	170	12
Глинистый известняк	6	180	4	220...370	292	22
Скальный известняк	6	180	10	310...690	500	24
порфирит	5	170	17	500...1100	760	20
Кварцит	3	150	14	540...1300	810	24

При дальнейшем увеличении влажности плотность потока радона существенно уменьшается. Сравнительно небольшие значения ППР получены для песчано-гравийно галечных отложений, для которых характерна высокая газопроницаемость. Эти типы породы имеют сложный минералогический и гранулометрический состав, поэтому средние значения ППР для трех террас заметно отличаются. Наибольшие средние значения характерны для кварцита (метаморфическая горная порода) и порфирита (магматическая горная порода). Удельная активность радия для первой и третьей площадки не измерена, так как пробы грунта с этих площадок не удалось измельчить из-за значительной доли содержащихся в

них крупных зерен гравия. Удельная активность радия в образцах грунта, отобранных на 2, 4-7 площадках в Горном Алтае, находится в сравнительно небольшом диапазоне - $140 \text{ Бк}\cdot\text{кг}^{-1} \dots 180 \text{ Бк}\cdot\text{кг}^{-1}$. Однако, диапазон значений плотности потока радона, измеренных на поверхности этих грунтов, значительно шире - $110 \text{ мБк}\cdot\text{м}^{-2}\cdot\text{с}^{-1} \dots 810 \text{ мБк}\cdot\text{м}^{-2}\cdot\text{с}^{-1}$.

Для изучения взаимосвязи между плотностью потока радона и удельной активностью радия был рассчитан коэффициент корреляции Пирсона, значение которого составляет 0.03. Таким образом, можно с уверенностью сделать вывод о том, что однозначной зависимости между удельной активностью радия и количеством радона, выделяющегося на поверхность грунта, не наблюдается.

Полученный результат объясняется тем, что доля радона, поступающего в открытые поры грунта (коэффициент эманирования), и скорость его перемещения к поверхности (коэффициент диффузии) в значительной степени зависят от пористости и влажности грунтов. Данный вывод ставит под сомнение возможность использования удельной активности Ra-226 в качестве основного критерия при составлении региональных карт потенциальной радоноопасности.

Заключение. На основе полученных результатов сделаны следующие выводы: 1) между удельной активностью радия в грунтах и выходом радона на его поверхность однозначная зависимость отсутствует; 2) тип грунта и его влажность являются основными факторами, определяющим выход радона с его поверхности; 3) зависимость средних значений плотности потока радона от типа грунта, залегающих в основании фундаментов зданий, может быть использована при оценках радоноопасности территорий застройки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ – 99), СП 2.6.1.799-99, Минздрав РФ, 2000.
2. Munazza Faheem, Matiullah. Radon exhalation and its dependence on moisture content from samples of soil and building materials. Radiation Measurements 43 (2008). С.1458–1462.
3. H.Kojima and K.Nagano. The influence of meteorological and soil parameters on radon exhalation. Radon in the Living Environment, 071 April 1999, Athens, Greece. С. 19-23.
4. Cameron E. Lawrence, Riaz A. Akber, Andreas Bollho, Paul Martin. Radon-222 exhalation from open ground on and around a uranium mine in the wet-dry tropics. Journal of Environmental Radioactivity 100 (2009). С. 1–8
5. Masahiro HOSODA , Michikuni SHIMO , Masato SUGINO , Masahide FURUKAWA & Masahiro FUKUSHI (2007). Effect of Soil Moisture Content on Radon and Thoron Exhalation. Journal of Nuclear Science and Technology, 44:4, 664-672.