

**ПЕРСПЕКТИВЫ АДАПТАЦИИ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДИК
К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ «ЭКСПРЕССНОЙ» ОЦЕНКИ ВЕЛИЧИНЫ
ПЛОТНОСТИ ПОТОКА РАДОНА С ПОВЕРХНОСТИ ГРУНТА**

Кургуз С.А., Воеводин В.А.,
Сибирский федеральный университет

Оценка плотности потока радона из грунта (ППР) на участках застройки является одной из обязательных требований в существующей практике радиоэкологических изысканий, необходимость выполнения которых документально закреплена на федеральном уровне [1, 2].

На сегодняшний день получили наиболее массовое применение методики с использованием двух, отличаемых друг от друга, принципиальных схем (рис. 1) выполнения инструментальных измерений ППР непосредственно с поверхности грунта: с открытым объемом камеры (проточная схема, рис. 1 а) и с замкнутым объемом накопительной камеры (или т.н. «классическая» схема, рис. 1 б-в).

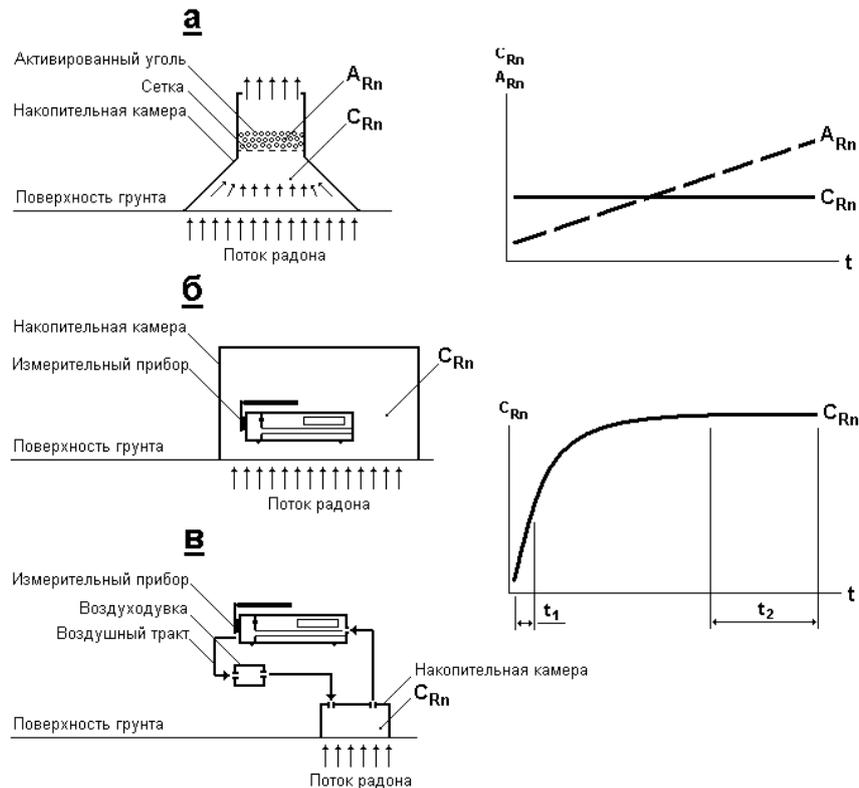


Рис. 1. Схемы выполнения измерений плотности потока радона из грунта

В проточной схеме воздушный поток беспрепятственно проходит через слой активированного угля в накопительной камере и выходит наружу. Радон, содержащийся в воздушном потоке, задерживается в слое угля, где и происходит его дальнейшее накопление, выраженное A_{Rn} (рис. 1 а). При этом предполагается, что при неизменной величине воздушного потока за время выполнения измерений содержание радона в воздухе в накопительной камере C_{Rn} будет постоянным, и соответственно накопление радона на угле будет иметь линейный характер. Это позволяет проводить измерения в широких (от 1 до 10 ч) интервалах экспозиции единичного измерения

(Методика измерения плотности потока радона с поверхности земли и строительных конструкций, разработанная НТЦ «Нитон», г. Москва).

Поясним, что методика НТЦ «Нитон» предусматривает выполнение инструментальных измерений в два этапа. Первый – это многочасовое экспонирование регенерированной навески угля массой 5 г в накопительной камере, размещаемой на поверхности грунта в точке наблюдения. Второй – последующее определение в лаборатории количества сорбированного газа радона по интенсивности излучения его дочерних продуктов распада, спустя не менее 3 ч после окончания экспонирования. Внешний вид и устройство оснастки для экспонирования и транспортировки рабочей навески угля, предусматриваемые методикой НТЦ «Нитон», показаны на рис. 2.

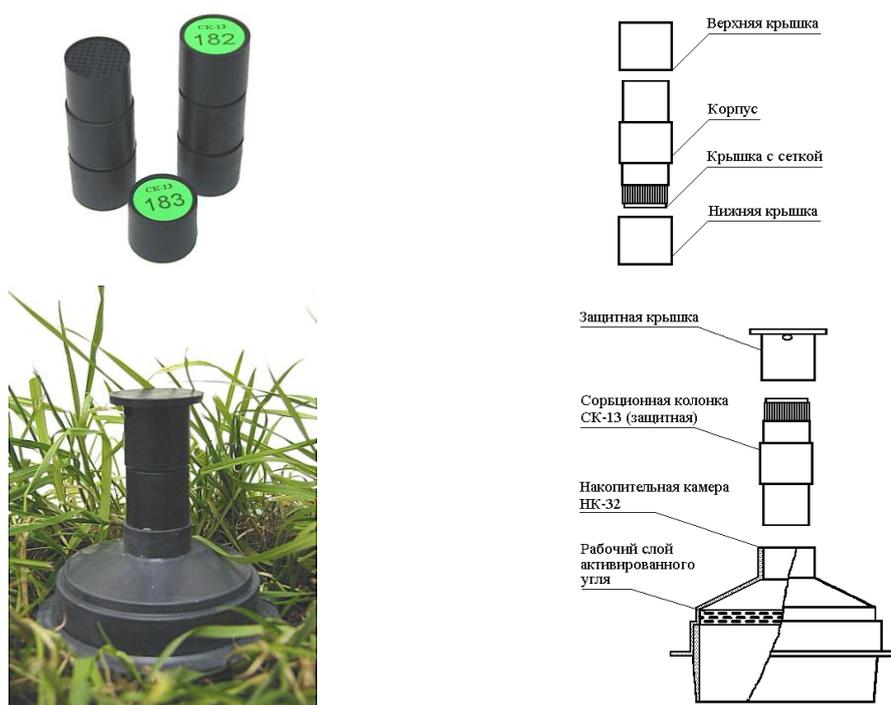


Рис. 2. Внешний вид и устройство сорбционной колонки СК-13 (вверху) и внешний вид и устройство накопительной камера НК-32 (внизу)

В классической же схеме процесс накопления радона внутри камеры наоборот имеет сложный характер, поэтому при данной схеме предпочтительнее проводить выполнение измерений в тех временных интервалах (t_1 и t_2 на рис. 1 б-в), где прирост содержания радона в камере будет линейным. Например, методики оценки ППР с применением радиометров радона серии РРА (ООО «НТМ-Защита», г. Москва) или AlphaGUARD PQ 2000 (Genitron Instruments GmbH, Германия).

По сути, схемы (б) и (в) равнозначны между собою и отличаются лишь тем, что в первом случае прибор помещен внутрь накопительной емкости, а во втором – снаружи и по этой причине требуется постоянное прокачивание воздуха из накопительной емкости в измерительную камеру прибора (или пробоотборник) и обратно. Это обстоятельство (при условии непрерывной прокачки воздуха через измерительную камеру приборов с фиксацией результатов в реальном времени) тем не менее, позволяет рассматривать схемы (б-в), как принципиальные для возможности в будущем оценивать и такой показатель, как плотность потока торона ($Rn-220$) из грунта, интервал эффективной регистрации которого гораздо меньше, чем требуемое

время экспозиции существующих методик. Обычно, оптимальной экспозицией при реализации подобных измерений считаются интервалы по времени не более 1 ч.

Рассматриваемые методики с различными схемами выполнения инструментальных измерений для оценки плотности потока радона из грунта в конечном итоге описываются следующим общим выражением:

$$\text{ППР} = \frac{(C - C_0) \cdot V}{(S \cdot t)} = (C - C_0) \cdot v, \text{ Бк}/(\text{м}^2 \cdot \text{с}) \quad (1)$$

где C – содержание газа радона в среде накопительной камеры (показание прибора), Бк/м³; C_0 – фоновое (начальное перед измерением) показание прибора, Бк/м³; V – свободный объем накопительной камеры, м³; S – площадь свободного радоноразделения внутри камеры, м²; t – время экспозиции прибора в пределах линейного роста ОА радона в накопительной камере, с; v – скорость потока, м/с.

Таким образом, интервал времени (экспозиция измерения) зачастую определяется динамикой линейного роста объемной активности радона в накопительной камере или в слое сорбента, обусловленной поступлением его с поверхности грунта. Поэтому существует два основных принципа определения ППР: когда интервал времени (экспонирования) может быть строго задан и не зависит от конечного значения содержания радона в газовой среде накопительной камеры, а также ориентирование методик на получение фиксированного конечного значения объемной активности радона, достигаемого через произвольное, но ограниченное рамками одного измерения время. В любом случае, важным и непреложным условием их выполнения является то, что ППР ~ C .

Описываемые методики в принципе удовлетворяют рыночным потребностям по времени и объемам реализации необходимых исследований в сложившейся практике радиоэкологического сопровождения строительства. Однако существующий набор как методических (например, по длительности экспозиции у методики НТЦ «Нитон») и эксплуатационных требований (например, по климатическим показателям применения радиометров серии РРА) зачастую ограничивает их участие в ряде специфических работ, выполнение которых характеризуется дефицитом времени и отсутствием возможности или целесообразности возврата к контрольным точкам наблюдения. К подобным работам относятся: многокилометровые экспедиционные и командировочные маршруты, первичное (оценочное) картирование значительной земельной площади и прочее. При этом, учитывая поведенческие особенности радона относительно климатических и прочих факторов, зачастую неизменным (или рекомендуемым) условием корректности для реализации таких работ является необходимость в получении результатов с удаленных на несколько километров (десятков километров) друг от друга точек наблюдения в течение 1-2 дней или даже нескольких часов, особенно в периоды межсезонья. Поэтому, на наш взгляд, будет не лишней рассмотреть возможность адаптации существующих методик к решению задачи по «экспрессной» оценке величины плотности потока радона с поверхности грунта.

Интерпретация выражения (1) математически также будет непротиворечива при условии, что ППР ~ $C_{\text{почв}}$, где $C_{\text{почв}}$ – содержание радона в почвенном воздухе. В этом случае, множитель $V/(S \cdot t)$ может быть представлен, не только как характеристика свободного (естественного) массопереноса радона с почвенным воздухом к дневной поверхности, но и как требуемый расход при принудительном выкачивании порции воздуха через пробоотборник с контуром определенной площади. Поскольку $C_{\text{почв}} \gg C$, то теоретически существует возможность для экспрессной оценки ППР при меньших

объемах и, как следствие – меньшего времени пробоотбора, нежели это предписано действующими методиками. В то же время требуемый объем при пробоотборе почвенного воздуха должен быть достаточным для корректного определения в единичной пробе активности радона с возможной минимальной погрешностью и устойчивой впоследствии воспроизводимостью результатов измерений. Поясним также, что здесь речь идет о содержании радона в верхнем слое почво-грунтов, т.е. расположенного на относительно небольшой глубине от дневной поверхности (не более 0,3 м).

Наблюдаемые на практике значения ($C_{\text{почв}} / \text{ППР}$) устойчивы и обычно укладываются в сравнительно небольшой интервал ($0,8 \cdot 10^4 \dots 1,2 \cdot 10^4$ с/м). Данные были получены в результате многолетних сравнительных наблюдений за величиной ППР и содержанием радона в почво-грунтах, преимущественно при помощи многофункционального измерительного комплекса «Камера», а также радонового монитор-дозиметра «AlphaGUARD PQ 2000», поверенного в качестве рабочего эталона.

Это позволяет, на наш взгляд, использовать среднее значение данного интервала, как возможный эмпирический коэффициент (или эквивалент) для пересчета.

$$\text{ППР} = k \cdot C_{\text{почв}}, \quad \text{Бк}/(\text{м}^2 \cdot \text{с}) \quad (2)$$

где, k – эмпирический коэффициент ($\sim 10^{-4}$ м/с, или $\sim 0,1$ для перевода в размерность мБк/ $(\text{м}^2 \cdot \text{с})$), $C_{\text{почв}}$ – содержание радона в порах почвенного воздуха на глубине до 0,3 м от дневной поверхности, Бк/ м^3 .

В методиках, где в качестве основного средства измерений используются радиометры радона серии РРА или AlphaGUARD PQ 2000 объем пробоотбора по возможности должен существенно превышать объемы их измерительных камер (не менее 1,6 л и 0,56 л соответственно). Особенно при условии неизбежного «разубоживания» активности радона и объема пробы воздуха в системе «пробоотборник – измерительная камера радиометра – пробоотборник» при проведении измерений. Эти и другие [3] обстоятельства для подобных методик могут практически свести на нет целесообразность вообще какой-либо их адаптации к проведению экспрессных инструментальных измерений.

Наиболее предпочтительным, как нам кажется, для подобных целей является использование активированного угля в качестве субъекта (тела) пробоотбора, через слой которого можно прокачивать необходимый объем почвенного воздуха и осаждать практически весь радон, содержащийся в нем. Таким условиям удовлетворяет «Методика измерения плотности потока радона с поверхности земли и строительных конструкций», разработанной НТЦ «Нитон» (г. Москва), и которую можно рассматривать в качестве прототипа для последующей ее адаптации к выполнению экспрессных измерений.

Литература:

1. СП 2.6.1.2612–10 «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ–99/2010)».
2. СанПиН 2.6.1.2800-10 «Гигиенические требования по ограничению облучения населения за счет природных источников ионизирующего излучения».
3. Оценка массовых методов измерения плотности потока радона с поверхности грунта / И.В. Тарасов, Р.А. Назиров, С.А. Кургуз, В.В. Родионова // Тр. НГАСУ. Т.9. № 3 (37). – Новосибирск: НГАСУ, 2006. С. 16-18.