

ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПОТОК РАДОНА В АТМОСФЕРУ В УСЛОВИЯХ МОСКВЫ

Анализируются основные факторы, определяющие радоновую опасность на территории Москвы по результатам исследования более 4000 участков и замеров плотности потока радона (ППР). Основным фактором, определяющим величину ППР, является концентрация радона в первом от поверхности слое грунта. Максимальные значения ППР характерны для глинистых массивов с концентрацией радия от 15 до 45 Бк/кг, минимальные для – песчаных. Подчеркивается, что величина ППР в атмосфере зависит от локальных дефектов в приповерхностном слое. Отрицается роль тектонических нарушений в характере распределения радона в атмосфере.

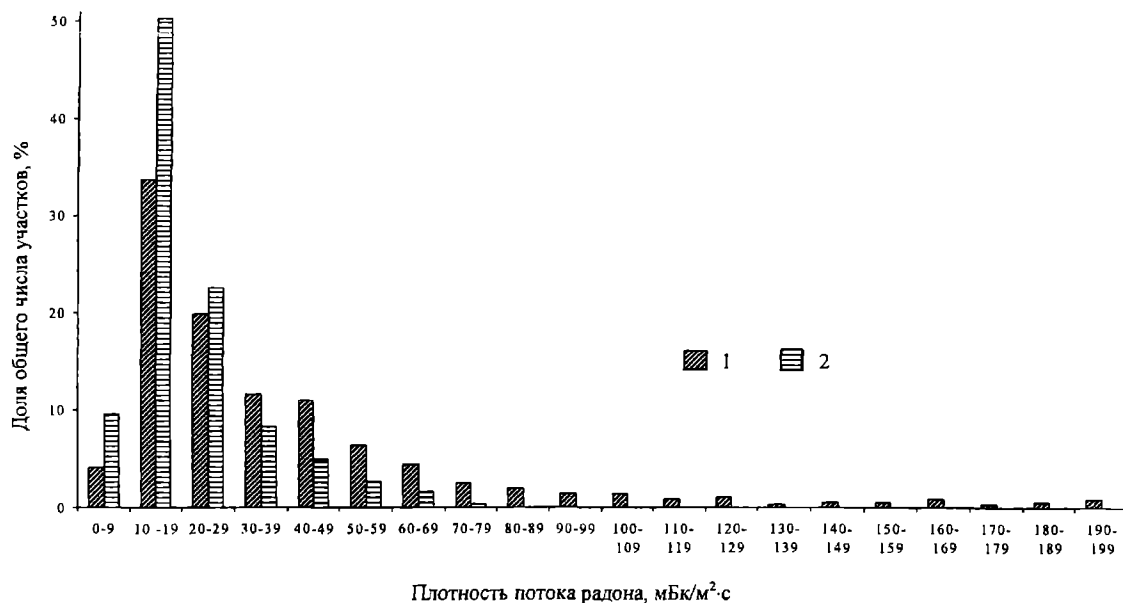
In the paper the major factors determining radonic danger on the territory of Moscow on the basis of results of research more than 4000 sites and gaugings of radon stream density (RSD) are analyzed. It is noted, that the main factor determining RSD value is radon concentration in the first layer from the ground surface. Maximal RSD values are characteristic for clay massifs with radium concentration from 15 up to 45 Bq/KG, minimal – for sandy ones. It is emphasized, that RSD value in the atmosphere depends on the local defects in the near-surface layer. The paper denies the role of tectonic failures in the character of distribution of radon in the atmosphere.

Свод правил СП 11-102-97 «Инженерно-экологические изыскания для строительства» (1997 г.) ставит перед изыскателями новые задачи. Теоретическое и методическое обоснование для проведения инженерно-экологических изысканий на данный момент находится на стадии разработки. Наименее изучены вопросы, связанные с определением потенциальной радоноопасности территорий.

За период с 1997 г. по настоящее время год группой радиационного контроля ГУП «Мосгоргеотрест» в сотрудничестве с городским центром Госсанэпиднадзора на территории Москвы с целью определения потенциальной радоноопасности было обследовано более 1000 участков проектируемого строительства. Измерялась плотность потока радона (ППР) из грунта на уровне поверхности земли в пределах планов зданий (не менее 20 точек измерения в узлах сети 10×15 м) и удельная активность радия ^{226}Ra в пробах грунта до глубины 15-25 м. Измерения ППР проводились методом

сорбции радона на активированном угле с последующим измерением бета-активности радона в угле. Использовался комплект оборудования из состава измерительного комплекса «Камера». Измерения удельной активности ^{226}Ra проводились на сцинтилляционных гамма-спектрометрах и гамма-спектрометрическом комплексе «Silena» с полупроводниковым детектором из сверхчистого германия HPGD (25 %). Обобщение и анализ столь обширного фактического материала позволяет сделать выводы о механизмах и закономерностях поступления радона из грунтов в атмосферу.

Результаты многочисленных измерений и расчетов [1] показывают, что в качестве основного источника поступления радона в атмосферу выступают грунты зоны аэрации. Радон образуется в результате радиоактивного распада радия во всей толще пород, но поверхности земли достигает только тот, который сформировался в толще грунта выше уровня грунтовых вод, и для которого путь миграции к поверхности требует вре-



Гистограммы частоты распределения ППР для участков, сложенных глинами (1), песками (2)

Значения ППР для районов с различным геологическим разрезом

Состав грунта	Кол-во участков	Среднеарифметическое, мБк/м²·с	Стандарт	Среднегеометрическое, мБк/м²·с	Стандартный множитель	Минимальное, мБк/м²·с	Максимальное, мБк/м²·с
Песок	510	20,5	11,8	18,0	1,7	5,0	72,0
Глина	562	38,6	34,4	29,3	2,1	4,0	264,0

мени, меньшего, чем время, необходимое для распада радона. Горизонты горных пород, залегающие ниже УГВ, не влияют на плотность потока радона в атмосферу, пространственной корреляции зон разломов и значений ППР с поверхности земли в пределах исследуемой территории не выявляется.

Основным фактором, определяющим плотность потока радона, является концентрация радия в первом от поверхности слое грунта. Максимальные значения потоков радона, превышающие санитарный предел для жилых зданий (80 мБк/м²·с) характерны для глинистых массивов пород с концентрациями радия от 15 до 45 Бк/кг (среднее значение 22 Бк/кг). На участках, где с поверхности залегают песчаные породы (концентрации радия от 5 до 15 Бк/кг при среднем 10 Бк/кг), плотность потока радона значительно ниже.

Анализ пространственного распределения потоков радона в пределах районов сложенных с поверхности песчаными и гли-

нистыми грунтами показывает, что распределение значений ППР по площади в пределах каждого типа районов стохастическое и описывается логнормальным законом (см. таблицу, рисунок). Причем фактические значения ППР не выходят за пределы интервала «трех сигм» для логнормального распределения:

$$(\text{ППР})_{\text{ср. геом}} \varepsilon^{-3} < (\text{ППР})_i < (\text{ППР})_{\text{ср. геом}} \varepsilon^{+3},$$

где ε — стандартный множитель.

Это значит, что высокие потоки радона с геохимической точки зрения представляют собой случайные колебания фона и не являются аномальными, т. е. не связаны с крупными неоднородностями грунтового массива (тектоническими разломами, крупными зонами трещиноватости, значительными колебаниями содержания радия в грунтах).

Логнормальное распределение возникает в условиях, когда оцениваемый эффект определяются свойствами не всего объема

грунта, а отдельными локальными дефектами в его структуре – микротрещинами, пустотами, ослабленными прослоями и т.д. (работает схема так называемого «слабого звена») [2]. Плотность потока радона в атмосферу определяется наличием локальных нарушений и микротрещин в структуре приповерхностных грунтов, видимо играющих роль проницаемых радонопроводящих каналов.

Таким образом, плотность потока радона с поверхности земли определяется свойствами первого от поверхности слоя грунтов зоны аэрации – содержанием радия, наличием микротрещин в структуре и вероятно, степенью заполнения их водой. Разрывные нарушения могут влиять на плотность потока радона из грунта только тогда, когда они проявлены в приповерхностных горизонтах грунтов в виде трещин или ослабленных зон, и эти грунты содержат достаточно высокие концентрации радия. В пределах территории г. Москвы разрывные нарушения практически не проявлены в структуре рыхлых четвертичных отложений [3], поэтому тектоническая структура района не

влияет на поле значений ППР из грунтов в атмосферу.

В заключение необходимо отметить, что значения ППР, измеренные на поверхности грунта до начала строительных работ, определяются только свойствами первого от поверхности слоя грунтов. В то же время радоноопасность территорий строительства (поступление радона в подвалы будущих зданий) будет определяться свойствами грунтов основания, залегающих глубже и обладающих, возможно, совершенно иными свойствами. Поэтому для оценки радоноопасности территорий необходимо проведение измерений не только на дневной поверхности, но и на дне, и в бортах котлована.

ЛИТЕРАТУРА

1. Микляев П.С. Особенности механизма поступления радона к дневной поверхности в условиях г. Москвы / Материалы научно-практической конференции «Радон-2000». М., 2000.
2. Практикум по грунтоведению / Под ред. В.Т.Трофимова, В.А.Трофимова и В.А.Королева. М.: Изд-во МГУ, 1993. 390 с.
3. Хайме Н.М. Количественная оценка разрывных тектонических смещений в платформенных регионах // Геоэкология. 2000. № 2. С.107-115.