

Анализ моделей и методик измерения показателей радоноопасности в Российской Федерации

М. Калашникова¹

УДК 502.3 | ВАК 2.2.8

Представлен детальный обзор нормативной документации Российской Федерации в области оценки и контроля радоноопасности территорий, включая действующие санитарные нормы и правила в отношении радиационной безопасности жилых, общественных и производственных зданий. Обоснована необходимость разработки и внедрения эффективных инструментов мониторинга, способствующих минимизации рисков, связанных с повышенным уровнем радона.

ВВЕДЕНИЕ

Оценка потенциальной радоноопасности представляет собой ранжирование, которое осуществляется на основании результатов расчетов, а также полевых и лабораторных исследований участков, предназначенных для строительства. В процессе данной оценки территории классифицируются на потенциально радоноопасные и безопасные. Система оценки включает в себя комплекс методов, применяемых для определения и прогнозирования уровня радоноопасности на изучаемой местности [1].

Цель настоящего исследования заключается в анализе моделей и методик измерения показателей радоноопасности в Российской Федерации.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- выполнить анализ моделей и методик измерения показателей радоноопасности, применяемых в Российской Федерации;
- выделить преимущества и недостатки указанных методик;
- обсудить полученные результаты и сделать соответствующие выводы.

ОБЪЕКТ И ПРЕДМЕТ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом данного исследования является потенциально радиационно-опасная территория.

Предметом исследования являются модели и методики измерения показателей радоноопасности, применяемые в Российской Федерации.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В рамках исследования использовались теоретические методы, включая анализ литературных источников, описание, сравнение, синтез и дедукцию.

Для оценки радоноопасности территорий применяются количественный и качественный подходы, использование которых регламентировано нормативными документами Российской Федерации. Комплексное применение обоих методов обеспечивает всесторонний анализ радиационной опасности участка [2].

Методические рекомендации МР 2.6.1.0333-23 «Радиационный контроль и санитарно-эпидемиологическая оценка жилых, общественных и производственных зданий и сооружений по показателям радиационной безопасности» описывают алгоритм проведения радиационного контроля, в рамках которого определяются следующие количественные параметры: среднегодовое значение эквивалентной равновесной объемной активности изотопов радона в воздухе помещений зданий и сооружений; плотность потока радона с поверхности грунта; мощность амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения в помещениях зданий и сооружений, а также на прилегающей территории; эффективная удельная активность природных радионуклидов в строительных материалах и изделиях; уровни радиоактивного загрязнения поверхностей строительных конструкций зданий и сооружений альфа- и бета-излучающими радионуклидами.

Данные показатели радиационной безопасности определяются на различных этапах жизненного цикла зданий и сооружений, начиная с ввода в эксплуатацию и заканчивая сносом [3].

Для анализа радоноопасности территории чаще всего используется критерий плотности потока радона (ППР) с поверхности грунта, поскольку его проще определить

¹ Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, аспирант, mgovor42@gmail.com.

и оценить. Измерения ППР проводятся в случае отсутствия закрытого контура здания или сооружения.

В настоящее время в научном сообществе ведутся дискуссии относительно эффективности применения данного критерия. Результаты многочисленных исследований, проведенных за последние десять лет, показали, что ППР демонстрирует высокую чувствительность к различным вариациям температуры окружающей среды, а также к влиянию неоднородности геологического строения.

На текущий момент при оценке плотности потока радона с земной поверхности не учитываются пространственные вариации геологических факторов, таких как разломы тектонических плит, тектоническая активность, макропоры и трещины горных пород. Следует отметить, что чувствительность ППР к изменениям температуры окружающей среды обусловлена физическими процессами, возникающими при влиянии низких температур на приповерхностный слой грунта. При замерзании вода увеличивается в объеме, что приводит к расширению почвы и снижению эманаии радона. Обратное наблюдается при воздействии высоких температур на приповерхностный слой грунта: эманаия радона увеличивается [4–6].

Одним из основных показателей радиационной безопасности зданий, которые уже введены в эксплуатацию после окончания строительства или капитального ремонта, является среднегодовое значение эквивалентной равновесной объемной активности (ЭРОА) изотопов радона в воздухе исследуемых помещений. Определение ЭРОА радона и его изотопов осуществляется в соответствии с формулами, установленными в нормативных документах, таких как НРБ-99/2009.

В Российской Федерации нормативные показатели среднегодовой ЭРОА радона для строящихся и эксплуатируемых зданий существенно различаются. В строящихся и реконструируемых зданиях, а также в зданиях, строительство которых осуществлялось после 1991 года, предельно допустимое среднегодовое значение ЭРОА составляет 100 Бк/м³, тогда как для эксплуатируемых зданий, возведенных до 1991 года, данный уровень равен 200 Бк/м³ [7].

Международная комиссия по радиологической защите разработала ряд рекомендаций, одна из которых гласит, что мероприятия по снижению или поддержанию концентрации радона в помещениях должны быть направлены на достижение минимально возможного уровня его содержания [8].

Наряду с количественными показателями, важную роль в оценке радоноопасности территорий играют качественные характеристики, такие как наличие подземных конструкций, присутствие необводненных грунтов в геологическом разрезе, принадлежность территории к сейсмоактивной зоне, наличие залежей ураноносного сланца и месторождений радия-226 и др.

Качественные методы оценки обычно применяются на этапе инженерно-геологических изысканий для выявления потенциально опасных зон, в которых возможно превышение плотности потока радона. В Российской Федерации преобладают количественные методы исследования, при этом важные качественные факторы (тектонические разломы, плитотектоническая активность) часто остаются без внимания, хотя они могут значительно влиять на уровень радиационной опасности [9].

В настоящее время изучение радона как радиоактивного газа является одним из актуальных направлений исследований в сфере радиационной безопасности. В России используется ряд методов определения уровня радона, которые могут быть классифицированы по продолжительности проведения соответствующих аналитических работ.

Краткосрочные методы предполагают использование твердотельных детекторов, таких как кремниевые полупроводниковые устройства, которые позволяют проводить измерения объемной активности радона быстро и эффективно. Кроме того, радон может быть зарегистрирован с использованием спектрометрических методов, включая спектрометрию альфа-частиц. Продолжительность подобных измерений чаще всего составляет от нескольких часов до нескольких дней.

Среднесрочные методы регистрации радона позволяют получать данные о его концентрации в течение относительно небольшого времени, обеспечивая при этом достаточную точность. В качестве одного из примеров среднесрочных методов следует отметить использование активационных техник с применением специализированных фильтров и детекторов. Данный подход обеспечивает измерение уровня радона в атмосфере за период от нескольких дней до нескольких недель.

Долгосрочные методы мониторинга радона заключаются в продолжительном наблюдении за его концентрацией в помещениях. В частности, электронные радоновые мониторы особенно эффективны для непрерывного контроля уровня радона в воздухе при измерениях, проводимых в течение месяцев или даже лет [10].

Вышеперечисленные методы позволяют определять содержание радона с различной степенью точности в зависимости от конкретных потребностей и условий исследования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ существующей в Российской Федерации системы оценки радоноопасности территорий установил преобладание количественных методов исследования. Однако одним из существенных недостатков данных методов является то, что они не учитывают влияние пространственных вариаций геологических факторов на величину плотности потока радона с грунта на изучаемой

территории. Также следует отметить, что текущая система оценки потенциальной радоноопасности посредством измерений имеет определенные ограничения. Она требует значительных ресурсов и не всегда предоставляет достаточно полную и детальную информацию о радоноопасности объектов строительства и прилегающих к ним участков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Оценка потенциальной радоноопасности земельных участков под строительство жилых, общественных и производственных зданий. [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/456056085> (дата обращения: 13.05.2024).
2. Свод правил СП 321.1325800.2017 «Здания жилые и общественные. Правила проектирования противорадоновой защиты». [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/556610330> (дата обращения: 11.05.2024).
3. МР 2.6.1.0333-23 «Радиационный контроль и санитарно-эпидемиологическая оценка жилых, общественных и производственных зданий и сооружений по показателям радиационной безопасности». Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/408432133/> (дата обращения: 11.05.2024).
4. **Pasculli A., Palermi S., Sarra A., Piacentini T., Miccadei E.** A modelling methodology for the analysis of radon potential based on environmental geology and geographically weighted regression // Environmental Modelling and Software, 2014. V. 54. P. 165–181.
5. **Шешенин С. В., Лазарев Б. П., Артамонова Н. Б.** Применение асимптотического метода осреднения для определения коэффициента расширения водонасыщенной пористой среды при замерзании // Вестник Московского университета. Серия 1: Математика. Механика, 2016. № 6. С. 32–36.
6. **Haquin G., Zafrir H., Ilzyer D., Weisbrod N.** Effect of atmospheric temperature on underground radon: A laboratory experiment // Journal of Environmental Radioactivity, 2022. V. 253–254.
7. СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009». [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/902170553> (дата обращения: 13.05.2024).
8. Радиационная защита и безопасность источников излучения: Международные основные нормы безопасности МАГАТЭ (пер. с англ.). Вена, 2015. 520 с.
9. Методические указания МУ 2.6.1.038-2015 «Оценка потенциальной радоноопасности земельных участков под строительство жилых, общественных и производственных зданий». [Электронный ресурс]. URL: <https://gostassistant.ru/doc/4203f47d-fd6c-4db7-81d8-188e1adae59b> (дата обращения: 17.05.2024).
10. Методические указания МУ 2.6.1.037-2015 «Определение среднегодовых значений ЭРОА изотопов радона в воздухе помещений по результатам измерений разной длительности». [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_294234/7a2540497fdcf8dc17b733a6b1db69a3d94b6173/#dst100004 (дата обращения: 13.05.2024).

КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА «ТЕХНОСФЕРА»



Цена 1600 руб.

РАДИАЦИОННЫЕ ЭФФЕКТЫ В ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМАХ

А. И. Чумаков

В монографии описываются основные радиационные эффекты в полупроводниковых приборах и интегральных схемах при воздействии радиационных факторов естественного и искусственного происхождения. Кратко приведены сведения по источникам ионизирующего излучения, физике взаимодействия ионизирующего излучения с веществом и современным технологиям изготовления интегральных схем. Разобраны основные доминирующие радиационные эффекты (структурные повреждения, объемные ионизационные, поверхностные и одиночные) в элементах интегральных схем. Рассмотрены основные механизмы радиационных отказов и сбоев интегральных схем.

Для специалистов, разрабатывающих интегральные схемы и электронную аппаратуру. Книга также может быть полезна аспирантам и студентам вузов.

М: ТЕХНОСФЕРА, 2024. – 384 с.
ISBN 978-5-94836-707-1

КАК ЗАКАЗАТЬ НАШИ КНИГИ?

✉ 125319, Москва, а/я 91; ☎ +7 495 234-0110; 📠 +7 495 956-3346; knigi@technosfera.ru, sales@technosfera.ru