

***Михнев Илья Павлович***

канд. техн. наук, доцент, доцент,  
Заслуженный работник науки и образования

***Власенко Полина Алексеевна***

студентка

***Горбушина Анастасия Валерьевна***

студентка

Волгоградский институт управления (филиал)

ФГБОУ ВО «Российская академия народного

хозяйства и государственной службы

при Президенте РФ»

г. Волгоград, Волгоградская область

DOI 10.21661/r-469946

## **РАДОНОВАЯ ОПАСНОСТЬ И ПУТИ ЕЕ СНИЖЕНИЯ В НИЖНЕВОЛЖСКОМ РЕГИОНЕ**

***Аннотация:** в данной статье рассмотрена проблема радиоактивного воздействия радона на население Нижневолжского региона. Исследования позволили рассчитать усредненные годовые эффективные эквивалентные дозы облучения населения Нижневолжского региона, обусловленные радоном и дочерними продуктами распада. Предложены пути снижения эксхалляции радона с использованием различных видов отделочных материалов.*

***Ключевые слова:** радон, дочерние продукты распада, объемная активность, эффективная эквивалентная доза, снижение эксхалляции радона, отделочные материалы.*

Природный инертный газ радон встречается в двух основных формах: в виде радона-222 ( $^{222}\text{Rn}$  – радон), члена радиоактивного ряда, образуемого продуктами распада урана-238 ( $^{238}\text{U}$ ), и в виде радона-220 ( $^{220}\text{Rn}$  – торон), члена радиоактивного ряда тория-232 ( $^{232}\text{Th}$ ). В суммарную дозу облучения населения радон вносит в 20 раз больше ионизации, чем продукт распада урана – торон. Поэтому в

нашей работе основное внимание уделялось ионизирующему излучению радона и дочерним продуктам распада (ДПР). Тяжелый инертный газ  $^{222}\text{Rn}$  поступает из почвы в атмосферу. Концентрация радона в окружающей среде достаточно низка, за счет рассеивания в воздухе. Однако, когда  $^{222}\text{Rn}$  проникает в помещение, его концентрация значительно увеличивается, поскольку он не рассеивается, как это происходит в атмосферном воздухе. Непосредственно следующие за радоном продукты распада сорбируются пылью и влагой, образуя альфа-радиоактивные аэрозольные частицы и при вдыхании их, происходит облучение легких. Поступление радона в помещения осуществляется из нескольких источников. Стройматериалы, вода и природный газ являются внутренними источниками, а атмосферный воздух и почва под зданием – внешними [1, 2–4].

Радон – это природно-радиоактивный газ, который не имеет цвета, запаха и вкуса, а также он в 7,5 раза тяжелее воздуха. Радиоактивный распад урана и радия приводит к образованию радона. Эти химические элементы находятся в небольших количествах в почве, воде и в строительных материалах. Выделение радона увеличивается с расширением пор в почве и усилением испарения воды из-за повышения температуры. Концентрация радона снижается при повышении атмосферного давления, которое помогает попаданию воздуха вглубь почвы. И наоборот, концентрация элемента увеличивается, так как при понижении давления газ тяготеет к поверхности. Этот радиоактивный газ имеет свойство накапливаться в зданиях, например, жилые помещения, учебные учреждения, больничные комплексы и т. д. Опасность радона состоит в том, что человек может столкнуться с невидимой для него угрозой воздействия газа. Период полураспада (времени, за которое изотоп теряет половину своей радиоактивности)  $^{222}\text{Rn}$  – 3,83 суток. В результате распада радона выделяются дочерние продукты распада – радиоактивные частицы (Bi, Po, Pb), которые при вдыхании наносят ущерб слизистой оболочке лёгких. Длительное влияние газа может вызвать рак легких. Проблема облучения людей радоном сегодня остаётся актуальной. В XX столетии было доказано, что этот радиоактивный газ, который содержится в шахтах урановых

рудников, оказывал смертоносное воздействие на здоровье человека. Каковы пути снижения радоновой опасности?

Правительством РФ в 1995 году был принят Федеральный закон «О радиационной безопасности населения», который ограничивает облучение населения радоном и дочерними продуктами, а также осуществляет контроль над концентрацией газа в зданиях. Решение проблемы уменьшения риска радоновой опасности сводится к исследованию радиации в строительных материалах, воздухе и территории, а также концентрации радона, в воздухе используемых жилых и общественных зданий [2, 9–11].

Климат Нижневолжского региона континентален, поэтому для зимнего времени года характерна полная герметизация помещений и недостаточное проветривание. А для летнего времени года наоборот, концентрация радона в помещениях достаточно низка из-за постоянного в них проветривания воздуха. Исходя из вышесказанного, делаем вывод, что активность радона с марта по июнь убывает и устанавливается на определенном уровне, а затем вновь возрастает с сентября по январь. Обнаружено, что в зависимости от метеоусловий, частоты проветриваний, вентиляции помещений, а также от местоположения помещения в здании активность радона может значительно изменяться. Например, для первых и средних этажей наблюдается небольшой подъем активности газа, т.к. существенно возрастает эксхалиция радона из почв (летний период), а для этажей выше третьего значительно не изменяется. Первые и цокольные этажи подвергнуты наиболее активному воздействию радона, и именно поэтому их защите необходимо уделять особое внимание [4].

Другого рода необходимый фактор, уменьшающий поступление радона в здания, есть грамотный выбор территории для строительства. Немаловажным источником радона в доме (помимо почвы и воздуха) являются стройматериалы. Существуют следующие пути проникновения радона в помещения: через щели в полах и трещины в стенах; через монтажные соединения, полости стен и промежутки вокруг труб. Нижневолжский регион (Калмыкия, Астраханская, Пензенская, Саратовская и Волгоградская области) также подвержен радоновой опасности. Концентрация радона в наземном слое на данной территории составляет 3,52 – 7,64 Бк/м<sup>3</sup>, а концентрация газа в воздухе существенно выше, чем в других

регионах России. Территория Нижневолжского региона по степени радоновой опасности не попадает в категории потенциально опасного по радону региона. Однако она находится вблизи территории (Республики Калмыкия) с урановыми месторождениями [5].

Поступление радона в помещениях в значительной мере зависит от использования отделочных материалов. Практически все отделочные материалы снижают радоновыделение из строительных материалов. Однако показатели снижения поступления радона при использовании различных видов отделочных материалов существенно отличаются [2, 3–6].

Проведенные исследования поступления радона в помещения показали техническую и экономическую целесообразность применения разных видов отделки для управления снижением влияния активности радона на население. Различные виды отделочных материалов наносились на поверхности с измеренной эксхалацией радона. Затем рассчитывались коэффициенты снижения поступления радона в помещения ( $k_{сн}$ ) по формуле:

$$k_{\tilde{n}i} = \frac{q_i - q_i}{q_i}, \quad (1)$$

где:  $q_n$  – показатель радоновыделения необработанной поверхности, мБк/(м<sup>2</sup>·с);  $q_o$  – показатель радоновыделения после применения отделочных работ, мБк/(м<sup>2</sup>·с). В таблице 1 приведены средние показатели  $k_{сн}$  поступления радона в помещения с поверхностями обладающих,  $q_n = 5, 10$  и  $20$  мБк/(м<sup>2</sup>·с), при использовании различных видов отделочных материалов.

Таблица 1

Снижение эксхалации радона при использовании различных видов отделочного материалов

Вид отделочного материала	$k_{сн}$ , %, при		
	$q_n = 5$ мБк/(м <sup>2</sup> ·с)	$q_n = 10$ мБк/(м <sup>2</sup> ·с)	$q_n = 20$ мБк/(м <sup>2</sup> ·с)
Масляная краска в 1 слой	77,6	86,4	88,7
Масляная краска в 2 слоя	85,9	93,7	96,2
Масляная краска в 3 слоя	94,3	97,2	98,3
Эпоксидная краска в 1 слой	88,9	95,2	96,7
Вододисперсионная краска в 1 слой	66,1	74,6	78,5

Меловая побелка в 2 слоя	15,4	17,3	22,4
Эмаль алкидно-уретановая	89,4	91,8	94,7
Обои бумажные обычные	36,8	40,6	42,6
Обои дуплекс на бумажной основе	40,7	47,4	51,8
Обои с полимерным покрытием	95,3	96,7	97,7
Керамическая плитка	96,4	97,5	98,4
Фарфоровая плитка	95,6	96,8	97,6
Керамогранитная плитка	96,7	97,3	98,2
Зеркальная плитка	94,9	95,4	97,1
Плитка Майолика	95,3	96,1	97,8
Плитка Тэралья	96,8	97,2	98,3
Плитка Котто	96,7	97,4	98,9
Клинкерная плитка	95,2	96,7	97,6

Из таблицы 1 видно, что практически все отделочные материалы обладают высокими изолирующими свойствами от радона. Независимо от состава все отделочные плитки, также имеют изолирующие свойства от радона. Это объясняется использованием лакового покрытия на плитках и расплавленной фритой на керамике, нанесенными на поверхность плитки. Однако ряд отделочных материалов обладают высокими показателями эффективной удельной активности естественных радионуклидов (например, керамические плитки), поэтому применение подобных изделий может значительно увеличить гамма-фон помещений. В то же время, при подборе строительных материалов, обладающих высокой плотностью и низкой эффективной удельной активностью можно добиться снижения не только радоновыделения из конструкционных материалов, но и гамма-фона помещений [2, 5–8].

Таким образом, на концентрацию радона в помещениях существенное значение оказывают следующие факторы: строительные материалы из которых они построены, назначение помещения, а также время года. В зависимости от этих факторов в помещениях наблюдаются значительные изменения эквивалентной равновесной объемной активности радона, что приводит к различным уровням облучения населения. Рассчитаны усредненные годовые эффективные эквивалентные дозы облучения населения Волгоградской области, обусловленные радоном и ДПР. Разработан нормативный материал для использования в

стройиндустрии с целью ограничения облучения населения в регионе, а также методический материал для подготовки специалистов в области радиационных исследований в строительном комплексе. В феврале 1997 года принята областная программа «Радон» и с сентября 1997 года проводятся работы по измерению содержания радона в эксплуатируемых жилых помещениях.

### *Список литературы*

1. Mikhnev I.P. Research of Activity of Natural Radionuclides in Construction Raw Materials of the Volgograd Region / I.P. Mikhnev, N.A. Salnikova, M.B. Lempert // Solid State Phenomena. – 2017. – Vol. 265. – P. 27–32.

2. Михнев И.П. Фоновое облучение населения и методы защиты от природных радионуклидов в помещении: Дис. ... канд. техн. наук. – Волгоград, 2000. – 267 с.

3. Михнев И.П. Концентрация радона в помещениях и эффективная эквивалентная доза облучения населения Волгоградской области // Интерактивная наука – 2018. – №2 (24). – С. 8–13. doi:10.21661/г-468952

4. Сидякин П.А. Материалы для снижения гамма-фона и концентрации радона в помещениях / П.А. Сидякин, О.П. Сидельникова, Ю.Д. Козлов, И.П. Михнев, В.Т. Малый. – М.: Строительные материалы, 1998. – №8. – С. 26–27.

5. Kamaev V.A. Natural Radionuclides as a Source of Background Irradiation Affecting People Inside Buildings / V.A. Kamaev, I.P. Mikhnev, N.A. Salnikova // Procedia Engineering, «2nd International Conference on Industrial Engineering, ICIE. – 2016. – Vol. 150. – P. 1663–1672.

6. Камаев В.А. Влияние гамма-фона помещений Волгоградской области на индуцирование рака / В.А. Камаев, И.П. Михнев, Н.А. Сальникова // Известия Волгоградского государственного технического университета. – 2015. – №14 (178). – С. 60–63.

7. Михнев И.П. Информационная безопасность спектрометрических систем при определении радиационных характеристик в помещениях Волгоградской области / И.П. Михнев, Н.А. Сальникова // Известия Волгоградского государственного технического университета. – 2015. – №13 (177). – С. 109–113.

8. Сидельникова О.П. Защитные материалы для снижения мощности дозы в помещениях / О.П. Сидельникова, Ю.Д. Козлов, П.А. Сидякин, И.П. Михнев // Известия высших учебных заведений. Строительство. – Новосибирск: ФГБОУ ВО Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), 1999. – №2–3. – С. 57–59.

9. Бекман И.Н. Радиоэкология и экологическая радиохимия: Учебник для бакалавриата и магистратуры / И.Н. Бекман. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Юрайт, 2018. – 409 с.

10. Тихонов М.Н. Радоновая радиация на территориях с повышенным радиационным фоном. Приложение к журналу Безопасность жизнедеятельности. – М., 2009. – №10. – С. 23.

11. Синяков В.Н. Геоэкологическая безопасность Волгоградской области / В.Н. Синяков, С.В. Кузнецова, Ю.Л. Беляева // Бюллетень «Использование и охрана природных ресурсов в России». – 2003. – №4–5.