

**Голуб Виктория Арсеновна**

студентка

**Котова Ульяна Вячеславовна**

студентка

**Михнев Илья Павлович**

канд. техн. наук, доцент, доцент,

Заслуженный работник науки и образования

Волгоградский институт управления (филиал)

ФГБОУ ВО «Российская академия народного хозяйства

и государственной службы при Президенте РФ»

г. Волгоград, Волгоградская область

DOI 10.21661/r-470726

## **РАДИАЦИОННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ РАДОНОВЫХ АЭРОЗОЛЕЙ И ПРОДУКТОВ ИХ РАСПАДА НА НАСЕЛЕНИЕ НИЖНЕВОЛЖСКОГО РЕГИОНА**

***Аннотация:** в данной статье рассмотрена проблема радиоактивного воздействия радоновых аэрозолей на население Нижневолжского региона. Рассмотрены процессы возникновения радоновых аэрозолей, а также методы снижения активности радона с применением отделочных материалов.*

***Ключевые слова:** радоновые аэрозоли, радон, торон, дочерние продукты распада, эксхалация радона, радиационная безопасность населения, короткоживущие изотопы.*

Наши представления и знания, о каком-либо потенциально опасном явлении часто бывают достаточно ограниченными, чтобы воспринимать его серьезно. Отсутствие волнений по этому поводу, с одной стороны значительно облегчает нашу жизнь, но с другой – в критический момент перед лицом опасности мы оказываемся совершенно неподготовленными к защите собственного здоровья. Именно так обстоят дела с радоновыми аэрозолями, о которых многие слышали, но не многие знают, что это за опасность. Значительная часть населения

Нижеволжского региона воспринимает газ радон и аэрозоли его распада, лишь в связи с лечебными радоновыми ваннами. Несмотря на свою известность в качестве лечебного средства, не стоит забывать, что радоновые аэрозоли, прежде всего, радиоактивное вещество. А это значит, что радон ( $^{222}\text{Rn}$ ) и его дочерние продукты распада (радоновые аэрозоли) далеко не безопасны для человеческого организма. Под воздействием  $^{222}\text{Rn}$ , на кожных покровах и в органах возникает эффект ионизации, который инициирует внутренние процессы и приводит в действие регенерационные механизмы человеческого тела. Как и любое лекарственное средство,  $^{222}\text{Rn}$  имеет целый ряд противопоказаний. Лечение  $^{222}\text{Rn}$  строго противопоказано людям со злокачественными образованиями, беременным, а также при гипотиреозе, выраженной лейкопении и некоторых видах бесплодия [1; 4–7].

Современные исследования выявили, что именно этот, инертный радиоактивный газ  $^{222}\text{Rn}$ , более века служащий здоровью населения, – одна из основных причин развития рака легких. Причиной заболевания становятся радоновые аэрозоли – дочерние продукты распада (ДПР), оседающие в организме человека после распада газа  $^{222}\text{Rn}$  и интенсивно облучающие его изнутри. Часто люди страдают от аналогичного излучения, даже не замечая его. Ведь этот тяжелый инертный газ находится в стройматериалах и выделяться из недр земли в том месте, где построено здание [2–4; 11].

Попавшие с вдыхаемым воздухом аэрозоли практически полностью сорбируются легкими человека. Наиболее часто встречающиеся радиационные эффекты от воздействия радоновых аэрозолей рак легких, болезни кроветворной системы и неблагоприятные генетические последствия. Радиометрия радона включает в себя определение объемной активности радона и торона как альфа-активных инертных газов и определение эквивалентной равновесной объемной активности (ЭРОА) их дочерних продуктов распада, которые находятся в воздухе в виде свободных атомов (ионов) или в виде аэрозолей, являющихся источниками альфа-, бета- и фотонного излучения. Земная кора содержит альфа-бета-активные уран ( $^{238}\text{U}$ ) и торий ( $^{232}\text{Th}$ ), которые являются родоначальниками

радиоактивных семейств радионуклидов рядов урана и ряда тория. Продуктом распада  $^{238}\text{U}$  является альфа-активный  $^{226}\text{Ra}$  с периодом полураспада 1602 года, из которого в результате распада образуется инертный газ радон ( $^{222}\text{Rn}$ ). Радон распадается с периодом 3,82 суток, испуская альфа-частицу с энергией 5,49 МэВ и образуя ряд дочерних продуктов распада (ДПР), основными из которых являются RaA ( $^{218}\text{Po}$ ), RaB ( $^{214}\text{Pb}$ ) и RaC ( $^{214}\text{Bi}$ ). Радоновые аэрозоли отличаются от радона химической природой, массой, меньшим периодом полураспада и наличием электрического заряда. Если радон является инертным газом, то ДПР имеют положительный заряд и могут притягиваться и прилипать к пылинкам в воздухе, образуя радиоактивные радоновые аэрозоли [8–10].

Эманации и продукты их распада поступают в атмосферу из почвы, горных пород, вод подземных источников и распространяются в атмосфере с воздушными течениями и путем диффузии. С высотой концентрация эманации уменьшается из-за распада. Причем, концентрация радона намного выше (в 10–20 раз), чем концентрация торона и актиона, поэтому радиационную опасность в большинстве случаев представляет именно радон и продукты его распада, наиболее опасными из которых являются альфа-частицы с энергией от 5 до 6 МэВ. Системы типа «Радоновые аэрозоли» представляют собой жидкие и твердые микрочастицы, взвешенные в газообразной среде. Радиоактивные радоновые аэрозоли могут возникать в результате таких процессов как [7; 9–11]:

- обработки радиоактивных материалов (дробление, выпаривание, химическая и токарная обработка и т. д.);
- распада инертных радиоактивных газов (радона и торона);
- радиоактивного распада элементов, продукты которого захватываются взвешенными в воздухе частицами;
- активации нерадиоактивных частиц нейтронами и протонами.

Происхождение радиоактивных аэрозолей может быть естественным и искусственным. В частности, радиоактивные тяжелые газы радон и торон являются естественными источниками радиоактивных аэрозолей. Источники искусственных радиоактивных аэрозолей – это ядерные технические реакторы и

ускорители, а также предприятия по добыче и переработки радиоактивных материалов. Изотопный состав альфа- и бета-активных аэрозолей очень разнообразен. Можно выделить среди альфа-активных аэрозолей, долгоживущие изотопы трансурановых элементов ( $^{238}\text{U}$ ,  $^{239}\text{Pu}$ ,  $^{235}\text{U}$  и другие изотопы плутония и урана,  $^{241}\text{Am}$ ,  $^{242}\text{Cm}$ ), а также изотопы рядов тория и урана. Самым распространенным и самым опасным бета-активным аэрозолем является долгоживущий стронций ( $^{90}\text{Sr}$ ). При распаде стронций образует короткоживущие ДПР и дочерний изотоп иттрий ( $^{90}\text{Y}$ ), который является бета-излучателем частиц с энергией 2,2 МэВ. Среди множества других бета-активных аэрозолей выделяются такие как:  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{106}\text{Rh}$ ,  $^{144}\text{Ce}$ ,  $^{95}\text{Zr}$ ,  $^{131}\text{I}$  и т. д. От состава газовой среды, размера и заряда частиц, процесса образования, концентрации в единице объема, зависят и свойства радоновых аэрозолей [3–5].

Радоновые аэрозоли подвержены таким процессам как: *седиментация* (оседание частиц дисперсной фазы под действием гравитационного поля); *диффузия* (процесс взаимного проникновения молекул или атомов одного вещества между молекулами или атомами другого, приводящий к самопроизвольному выравниванию их концентраций по всему занимаемому объёму); *коагуляция* (слипания мелких частиц дисперсных систем в более крупные в результате их столкновения). Радоновые аэрозоли характеризуются дисперсностью (размером частиц аэрозолей): грубодисперсные; высокодисперсные; среднелдисперсные. В зависимости от дисперсности аэрозолей в их среде преобладают представленные выше процессы. Как правило, большинство радоновых аэрозолей электрически заряжены, и они имеют положительный заряд [8; 10].

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. 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.

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. 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. 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.

### *Список литературы*

1. Михнев И.П. Природные радионуклиды как источник фонового облучения населения Нижневолжского региона / И.П. Михнев, С.В. Михнева // Образование и наука: современные тренды: Коллективная монография (Чебоксары, 15 март 2018 г.) / Гл. ред. О.Н. Широков. – Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2018. – С. 151–166. – doi:10.21661/r-470002
2. Михнев И.П. Радоновая опасность и пути ее снижения в Нижневолжском регионе / И.П. Михнев, П.А. Власенко, А.В. Горбушина // Новое слово в науке: стратегии развития: Материалы IV Всерос. науч.-практ. конф. с международным участием (Чебоксары, 12 март 2018 г.) / Редкол.: О.Н. Широков [и др.] – Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2018. – С. 171–175. – doi:10.21661/r-469946
3. 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.
4. 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. – pp. 27–32. – doi:10.4028 [Electronic resource]. – Access mode: [www.scientific.net/SSP.265.27](http://www.scientific.net/SSP.265.27)

5. 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.
6. Kamaev V.A. Natural Radionuclides as a Source of Background Irradiation Affecting People Inside Buildings, *Procedia Engineering: 2nd International Conference on Industrial Engineering, ICIE 2016* / V.A. Kamaev, I.P. Mikhnev, N.A. Salnikova. – Vol. 150. – 2016. – pp. 1663–1672. doi:10.1016/j.proeng.2016.07.148
7. 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.
8. Лемперт М.Б. Биологическое воздействие ионизирующих излучений на состояние здоровья населения / М.Б. Лемперт, И.П. Михнев, Н.А. Сальникова // Экологические и медицинские проблемы городских экосистем и пути их решения: Материалы региональной науч.-практ. конф., посвященной Году Экологии в РФ в 2017 году. – 2017. – С. 159–164.
9. Козлов Ю.Д. Справочник по радиационному контролю в стройиндустрии Волгоградской области / Козлов Ю.Д., Сидельникова О.П. [и др.]. // Администрация Волгоградской области; Территориальный строительный комитет; Волгоградская архитектурно-строительная академия. – Волгоград, 1999. – 20 с.
10. Михнев И.П. Фоновое облучение населения и методы защиты от природных радионуклидов в помещении: Дис. ... канд. техн. наук / И.П. Михнев. – Волгоград, 2000. – 267 с.
11. Mikhnev I.P. The biological effects of natural radionuclides from the construction materials on the population of the Volgograd region / I.P. Mikhnev, N.A. Salnikova, M.B. Lempert, K.Y. Dmitrenko // 8th International Conference on Information, Intelligence, Systems & Applications (IISA) (Larnaca, Cyprus, 2017) – pp. 1– 6. – doi:10.1109/IISA.2017.8316428