

УДК 364.25:504.32

**С.Н. БЕСЕДИН**  
(Волгоград)

### **ПРОГНОЗ ФОРМИРОВАНИЯ ВРЕДНЫХ ФАКТОРОВ В УЧЕБНЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ ВУЗА**

*Прогнозируется радоновая опасность в помещениях на первом этаже в Волгоградском государственном социально-педагогическом университете для студентов и персонала с точки зрения добавочного риска при обучении и среднегодового значения эквивалентной равновесной объемной активности радона-222 (ЭРОА). Предложены пути минимизации радоновой опасности в помещениях и оптимальные средства защиты.*

**Ключевые слова:** *естественный радиоактивный фон (ЕРФ), гепатогенные зоны (ГПЗ), эквивалентная равновесная объемная активность радона (ЭРОА), величина риска, средства защиты, прогноз.*

---

**SERGEY BESEDIN**  
(Volgograd)

### **FORECAST OF FORMING HAZARDS IN CLASSROOMS OF HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTION**

*The article deals with the forecasted radon danger in the premises of the first floor of Volgograd State Socio-Pedagogical University for students and staff in terms of additional risk in training and average values of equivalent equilibrium volume activity of radon-222. The ways of minimizing the radon danger in the premises and optimal protection tools are suggested.*

**Key words:** *natural radiation environment, hepatogenous zones, equivalent equilibrium volume activity of radon, hazard magnitude, remedies, forecast.*

Академик М.В. Келдыш говорил: «Мы должны знать о природе, о ее сущности намного больше, чем можем в данный момент использовать» [8, с. 3]. Это высказывание показывает, что человек не все знает еще о природе естественной радиации и ее негативном воздействии на человека, а также на флору и фауну. Это еще раз подчеркивает актуальность обеспечения радоновой безопасности обучаемых и поддержания концентрации газа в среде обучения в пределах, установленных санитарными нормами.

В настоящее время сохраняются негативные тенденции увеличения болезней, связанных с онкологическими заболеваниями в Волгоградской области. В последнее время все более актуальной становится точка зрения об определяющей роли экзогенных факторов в формировании здоровья [1, с. 25].

В земле присутствует уран-238, продукты радиационного распада которого в виде радона-222 вносят наибольший вклад в естественный радиоактивный фон (ЕРФ) [3, с. 124]. По оценке Международной комиссии по радиологической защите (МКРЗ), вклад изотопа Rn-222 в общую дозу облучения человека составляет порядка 50%.

В настоящее время проблема радоновой опасности рассматривается как одна из важнейших составляющих более общей проблемы гепатогенеза. Это может быть связано с естественными геологическими процессами обусловленные эманацией радона. По мнению ученых, к причинам радонного риска могут быть отнесены источники подземных вод, обогащенных радием, а также разломы земной коры, характеризующиеся повышенной проницаемостью для радона [2, с. 37]. Радон-222 присутствует внутри всех без исключения зданий и является потенциальным негативным источником радиации. Достаточно отметить, что газ радон в замкнутом пространстве выше, более опасен, т. к. его концентрации могут достигать наибольших значений. Значительная часть радона поступает в строения прямо

из почвы, которая находится в контакте с полом или фундаментом. Первые этажи, подвальные и полуподвальные помещения, с точки зрения риска злокачественных образований легких, являются наиболее опасными, т. к. радон, как тяжелый газ, накапливается в этих помещениях.

Источником радона в помещениях является не только грунт, на котором построены дома, но и строительные материалы (гранит, бетон, красный кирпич, фосфогипс и др.). Содержание газа связано с количеством радия в конструкционных материалах. Приводятся сравнительные уровни облучения жителей за счет радиоактивности строительных материалов (в мкЗв/год): дерево – 0,7; известняк, песчаник – 0–100; кирпич, бетон – 100–200; шлаковый камень, гранит – 400–2000. Прирост радиоактивного газа радона в общий его уровень от строительных систем находится в пределах 10% [5, с. 18].

В последние годы загрязнению жилых помещений радоном стали уделять большое внимание, т. к. этот газ оказывает канцерогенное действие [Там же, с. 37]. Обучаемые и персонал в образовательном учреждении проводят в среднем 1500–2000 часов, что занимает до 40–50% суточного времени, поэтому так важна внутриаудиторная радоновая безопасность.

Учитывая актуальность проблемы, неполную исследованность регионов на «радоновую» опасность, опираясь на положения закона РФ «О радиационной безопасности населения» (1996 г.), постановление Правительства РФ № 809 от 06.07.94, введена в действие Федеральная целевая программа, направленная на снижение уровня облучения населения России, спланированы и проведены исследования по измерению и прогнозу содержания радона в учебных и служебных помещениях на первом этаже ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный социально-педагогический университет» (ВГСПУ).

Целью настоящего исследования является прогноз радоновой опасности в помещениях на первом этаже ВГСПУ на основе анализа результатов измерений радона-222 и прогноза добавочного годового риска возникновения заболевания обучаемых и персонала, а также выбор средств защиты с целью минимизации ущерба обучаемым и персонала от радоновой опасности в образовательном учреждении.

Учитывая физико-химические свойства радона-222, плотность которого в 7,5 раз выше плотности воздуха, что способствует более активному накоплению его в подвальных, полуподвальных и первых этажах здания. Исследование радоновой опасности проводилось в помещениях на первом этаже, которые включают аудитории и помещения профессорско-преподавательского состава (1-31, 1-31а, 1-42, 1-42а, 1-38, 1-29, 1-29а). Измерение радона в воздухе этих помещений проводилось детектором индикатором радона SIRAD MR-106N. Максимальная среднегодовая ЭРОА в аудиториях определялась по алгоритму, заложенному в памяти детектора индикатора. Этот прибор позволяет анализировать динамику измерений параметра, сигнализировать о превышении допустимых санитарных норм содержания радона в воздухе помещения, передавать измеренные результаты на персональный компьютер и проводить их анализ. Цикл измерения в каждой точке помещения составлял 4 часа в течении трех суток с последующим перемещением прибора в другую измеряемую позицию помещения. Количество измерений в каждой экспозиции (точке) составляло 18. Общее количество точек для измерения в помещениях в зависимости от их размеров варьировалось от 3 до 6, что составляло от 54 до 108 измерений. Достоверность результатов измерений, осуществляемая методами математической статистики, проверялась на однородность по t-критерию Стьюдента относительно наибольших и наименьших текущих результатов измерения суточной экспозиции при степени свободы:  $f=n-1$ , где  $n=6$ , число опытов в строке измерения [4, с. 112]. Проверка на однородность полученных измерений позволила получить осредненные результаты измерения радона-222 в каждом из помещений (см. табл. на с. 56). Прогноз индивидуального канцерогенного риска обучаемых в помещениях проводился с учетом мощности эквивалентной дозы облучения из расчета годовой экспозиции 1500 часов нахождения в помещении обучаемых и персонала [6, с. 87].

Ранее проведенные исследования показали, что здание ВГСПУ находится в первой зоне активности, которой соответствует средняя мощность эквивалентной дозы радиоактивности равной  $0,069 \pm 0,00004$  МкЗв/час [7, с. 167]. Величина добавочного риска при осредненном среднегодовом

значении радона определялась как среднее значение между уровнями добавочных рисков в помещениях ВГСПУ, расположенных в зоне 1 Волгограда.

Допустимым уровнем радиоактивного газа в среде обучения считается  $200 \text{ Бк/м}^3$ . Это соответствует эквиваленту негативного воздействия  $2.0 \text{ мЗв/год}$ , что является пределом дозы. Допустимой верхней границей радиоактивного газа в помещениях должна быть величина не более  $100 \text{ Бк/м}^3$ . Такой подход позволил бы снизить величину риска онкологических заболеваний в помещениях с длительным пребыванием в них людей, а вероятность заболевания раком легких в 1,6 раза [7, с. 197]. При концентрации в  $200 \text{ Бк/м}^3$  прогноз заболеваемости раком легких составит 2,2–2,8 раза, поэтому такие величины газа не могут быть допустимыми. Основная доза создается альфа-частицами, которые оказывают негативное воздействие на ткани легких. Торможение альфа-частиц в биологической ткани легких приводит к неоднородности их облучения. Важным является вопрос о радиационной чувствительности различных частей легочной ткани. Поскольку первичные раковые опухоли, обусловленные облучением, возникают в основном в верхних дыхательных путях, считается, что последствия облучения определяются поглощенной дозой в бронхиальной части легких.

**Средние результаты измерения радона-222 и величина индивидуального канцерогенного риска, обусловленного радоном, для обучаемых и персонала в помещениях на первом этаже ВГСПУ**

№ п/п	Место замера (помещение, аудитория)	Максимальное значение ЭРОА Rn-222, Бк/м <sup>3</sup>	Среднее значение мощности эквивалентной дозы, МкЗв/час	Среднее значение ЭРОА Rn-222, Бк/м <sup>3</sup> .	Средняя величина индивидуального добавочного риска при осредненном среднегодовом значении ЭРОА при экспозиции 1500 час. в год.
1.	1-31	95	$0,061 \pm 0,00004$	86	$2,85E-05$ (0,0028%)
2.	1-31a	179	$0,069 \pm 0,0009$	121	$3,0E-05$ (0,003%)
3.	1-42	125	$0,069 \pm 0,0009$	95	$3,0E-05$ (0,003%)
4.	1-42a	75	$0,068 \pm 0,00004$	71	$2,85E-05$ (0,0028%)
5.	1-38	112	$0,069 \pm 0,0009$	96	$3,0E-05$ (0,003%)
6.	1-29	112	$0,069 \pm 0,0009$	108	$3,0E-05$ (0,003%)
7.	1-29a	64	$0,068 \pm 0,00004$	56	$2,85E-05$ (0,0028%)

Анализ результатов измерений показал, что средняя объемная активность радона на первом этаже по всем помещениям составила  $89,57 \text{ Бк/м}^3$ . Помещения, расположенные на первых этажах, наиболее приближены к поверхности земли и рассматриваются как потенциально радоноопасные. Используя ранее приведенные рассуждения и расчеты, получаем среднюю экспозицию радона для обучаемых на первом этаже здания вуза, равную  $0,05 \text{ МРУ}$  ( $89,57 \times 4,4 \times 10^{-3} \text{ Бк/м}^3$ )

При эксплуатации образовательного учреждения целесообразно, чтобы содержание радона-222 в воздухе аудиторий было не выше  $100 \text{ Бк/м}^3$ . Концентрация радона в помещениях образовательного

учреждения не должна быть более 200 Бк/м<sup>3</sup>. При более высоких значениях радона необходимо проводить организационно технические мероприятия по минимизации поступления радона в воздух помещений и снижения его концентрации [7, с. 87].

Уровень радоновой опасности в исследуемых учебных помещениях ВГСПУ находится на границе рекомендованной нормы (до 100 Бк/м<sup>3</sup>). Исключение составляют помещения 1-31а и 1-29, в которых средние концентрации радона-222 имеют значения 121 и 108 Бк/м<sup>3</sup>, соответственно.

Предлагаются следующие рекомендации для повышения защищенности помещений от радоновой опасности:

- провести мониторинг радоновой опасности во всех подвальных, полуподвальных, учебных и служебных помещениях, расположенных на первом этаже здания;
- в помещениях, в которых концентрация радона-222, превышает 100 Бк/м<sup>3</sup>, провести мероприятия противорадоновой защиты зданий, связанные с дополнительной герметизацией полов, отделяющих помещения от подвальных и полуподвальных помещений (в виде защитных слоев из бетона и слоя из цементно-песчаного раствора, покрытия из мастичного материала, выравнивающего слоя из цементно-песчаного раствора, герметизирующих мастик, бетонной подготовки и т. п.);
- организовать естественную и принудительную вентиляцию подвальных, полуподвальных и помещений первого этажа.

#### Литература

1. Агапов А.М., Арутюнян Р.В, Линге И.И. [и др.]. Экология и промышленность России. М.: Мир, 2001.
2. Анализ радиационной опасности геосферы земли: [Отчет НИИЦ Радиационной безопасности космических объектов]. М.: НИИЦРБКО, 1996. Сб. № 2.
3. Ахременко С.А. Управление радиационным качеством строительной продукции. М.: Изд-во Ассос. строит. вузов, 2000.
4. Кринецкий И.И. Основы научных исследований. Киев-Одесса: Высшая школа, 1981.
5. Крисюк Э.М. Влияние радиационного фона на здоровье человека // Журнал АНРИ. 2002. № 1. С. 128–131.
6. Крисюк Э.М., Шалак Н.И., Миронов В.М. Радиационная гигиена. М.: Энергоатомиздат, 1982. Вып. 11.
7. Мочалов Ю.Н. Отчет о результатах по изучению радиационной обстановки и выявлению радиоактивных загрязнений в г. Волгограде. Ессентуки: ГП Кольцовгеология, 2002.
8. Радиация. Дозы, эффекты, риск / пер. с англ. Ю.А. Банникова. М.: Мир, 1990.