

ГУМАНИТАРНЫЕ ПРОБЛЕМЫ МЕДИЦИНЫ

УДК 612.014.482:546.296(470.45)

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ РАДОНОМ ОБЪЕКТОВ СЕЛИТЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ И ОБОСНОВАНИЕ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

**В. И. Петров, Н. И. Латышевская, Д. К. Квартовкина, Г. П. Герусова,
Л. А. Давыденко, Л. П. Сливина, А. М. Егорова, Л. М. Бочарова, Н. П. Кожухова,
А. Н. Новикова, Н. В. Чернова**

Кафедра общей гигиены и экологии ВолГМУ

Аннотация: проведено обследование на содержание радона (Rn-222) в воздухе помещений 1-х этажей и подвальных помещений жилых и общественных зданий (154 здания) на территории Волгоградского региона. Определено отсутствие случаев превышения допустимого уровня содержания радона в воздухе помещений не зависимо от зоны радоноопасности. Популяционный риск составил 5,3 дополнительных случаев канцерогенеза, обусловленного влиянием радона в год на 100000 жителей, при этом риск канцерогенеза у жителей домов частного сектора в 1,5 раза выше, чем у жителей проживающих в многоэтажных жилых зданиях. Выявлено влияние режима проветривания подвалов на содержание Rn-222 в воздухе жилых и подвальных помещений

Ключевые слова: Волгоградская область, радон, радоноопасность, канцерогенез, радиационный фон.

Сохраняющиеся негативные тенденции в состоянии здоровья населения, в том числе рост онкозаболеваемости и смертности от злокачественных новообразований, характерны как для России в целом, так и для Волгоградского региона.

Заметно возросло внимание к оценке радиационного фона среды обитания человека, особенно в крупных мегаполисах, как важного медико-гигиенического, экологического и социального фактора. В этой связи актуальным становится комплексное изучение содержания в окружающей среде естественных радионуклидов и их техногенной составляющей, особенностей дозообразующей значимости этих источников радиации в формировании суммарной дозовой нагрузки на жителей урбанизированных территорий Волгоградского региона.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

1. Ранжировать территории Волгоградской области по степени радоноопасности.
2. Определить основные показатели содержания радона в воздухе помещений жилых зданий и образовательных учреждений (ДОУ, школы) с учетом степени радоноопасности территории расположения, строительных и конструктивных характеристик зданий.
3. Оценить степень риска воздействия Rn-222 на здоровье населения с определением индивидуальных доз облучения.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Для реализации поставленной цели по изучению риска влияния радона на здоровье населения Волгоградской области проведено обследование на содержание Rn-222 в воздухе помещений 1-х этажей и подвальных помещений жилых и общественных зданий (154 здания).

Базу исследования составили многоэтажные жилые здания (42,2 %), дома частного сектора (20,8 %), административные здания, представленные в основном образовательными учреждениями (37 %), расположенные в зонах с разной степенью радоноопасности.

Работы по сбору первичной информации (определению содержания радона в воздухе помещений) проводились сотрудниками Лаборатории радиационного контроля в теплый период года (июнь – август 2006 г.).

При проведении исследований использованы следующие нормативные и методические документы:

– Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99) СП 2.6.1.799-99, утвержденные Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 01.09.2000.

– "Нормы радиационной безопасности НРБ-99" СП 2.6.1.758-99.

– Методические указания "Проведение радиационного-гигиенического обследования жилых и общественных зданий" МУ 2.6.1.715-98, утвержденные Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 24.08.1998.

– Методические рекомендации "Выборочное обследование жилых зданий для оценки доз облучения населения", утвержденные заместителем Главного государственного санитарного врача Российской Федерации 29 августа 2000 г. № 11-2/206-09.

Замеры радона проводились радиометром аэрозолей РАА-10.

В проведении пешеходной гамма-съемки и определении мощности дозы гамма-излучения были задействованы: прибор сцинтилляционный СРП-68-01 и дозиметр ДКС (EL)-1119.

Выполнено определение эквивалентной равновесной активности (ЭРОА) радона – 1500 замеров, определение мощности дозы гамма-излучения – 1500 замеров, проведение пешеходной гамма-съемки линейного пути при радиационном обследовании зданий – 75 км.

Для оценки верхней границы среднегодового значения ЭРОА радона (максимальной среднегодовой ЭРОА радона) в обследованных зданиях на территориях Волгоградской области применялся коэффициент вариации для теплового периода года с учетом продолжительности измерения менее 1 часа $V_{Rn}(t) = 3$.

Максимальная среднегодовая ЭРОА в помещении рассчитывалась по формуле в соответствии с МУ 2.6.1.715-98:

$$C_{\max} = (\text{ЭРОА } R_n + D R_n) \times V_{Rn}(t),$$

где $D R_n$ – погрешность определения ЭРОА радона в воздухе, V_{Rn} – коэффициент вариации.

Были выделены зоны радоноопасности:

– 1 зона – с объемной активностью радона от 0 кБк/м³ до 4,9 кБк/м³; на радоноопасных территориях (5 зона – с объемной активностью радона от 20 кБк/м³ до 24,9 кБк/м³; 6 зона – с объемной активностью радона от 25 кБк/м³ до 29,9 кБк/м³; 7 зона – с объемной активностью радона от 30 кБк/м³ до 35,0 кБк/м³);

– анализ характеристик содержания радона в воздухе помещений зданий проводился с учетом строительных материалов (кирпич, панельные блоки, дерево), степени контакта с почвой (подвальные помещения, помещения 1-х этажей, наличие или отсутствие подвальных помещений), степени вентилируемости подвальных помещений.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты исследований представлены в табл. 1.

Средние значения мощности эквивалентной дозы гамма-излучения в обследуемых помещениях составили 0,067 мкЗ/ч на 1-х этажах, 0,072 мкЗ/ч – в подвалах ($p < 0,001$). Регистрируемый уровень гамма излучения в помещениях обследуемых зданий был сопоставим с мощностью дозы гамма-излучения на открытой местности (0,053–0,068 мкЗ/ч).

Сравнительная характеристика содержания радона в воздухе помещений жилых и общественных зданий, расположенных в зонах с разной степенью радоноопасности ($M \pm m$)

№ п/п	Место замера	Среднее значение мощности эквивалентной дозы, мкЗв/ч	Среднее значение ЭРОА R_n -222, Бк/м ³	Максимальное среднее годовое значение
<i>В среднем по территориям</i>				
1	1 этажи	0,067±0,00004	11,99±0,31	44,67
2	Подвалы	0,072±0,0004	22,30±1,15	81,3
P1-2		<0,001	<0,001	
<i>1 зона</i>				
1	1 этажи	0,067±0,0007	12,69±0,79	44,97
2	Подвалы	0,069±0,0007	17,62±1,73	63,06
P1-2		<0,001	<0,01	
<i>5 зона</i>				
1	1 этажи	0,070±0,0009	12,36±1,07	43,98
2	Подвалы	0,074±0,001	49,82±5,07	173,97
P1-2		<0,01	<0,001	
<i>6–7 зона</i>				
1	1 этажи	0,067±0,0004	11,66±0,31	43,08
2	Подвалы	0,073±0,0005	21,65 ±1,47	80,52
P1-2		<0,001	<0,001	
*P1-7		>0,05	>0,05	
*P1-7		<0,001	$t = 1,8$	

*P – статистически значимые различия по зонам радоноопасности.

В целом по городу максимальные среднегодовые значения ЭРОА более 200 Бк/м³ регистрировались в подвальных помещениях в 19,2 % случаев (в 30 зданиях), в помещениях 1-х этажей в 1,9 % случаев (в 3 зданиях).

Среднее значение ЭРОА радона в воздухе помещений 1-х этажей детских дошкольных учреждений и школ было сопоставимо в зонах с разной степенью радоноопасности (12,01–13,09; $p > 0,05$). В то же время средние значения ЭРОА радона в воздухе подвальных помещений были достоверно выше в учреждениях, расположенных в зонах с высокой степенью радоноопасности (26,25 – 50,17 Бк/м³ в сравнении с 12,40 Бк/м³ в 1-й зоне; $p < 0,001$). При этом в подвальных помещениях образовательных учреждений значения ЭРОА в 2–4 раза превышали значения аналогичного показателя в помещениях 1-х этажей не зависимо от зоны радоноопасности (26,25–50,17 Бк/м³ против 12,01–12,07 Бк/м³). В подвальных помещениях детских дошкольных учреждений и школ в сравнении с помещениями 1-х этажей регистрировались и более высокие максимальные значения диапазона колебаний ЭРОА – 182 Бк/м³.

Содержание радона в воздухе помещений 1-х этажей зданий, имеющих вентилируемые и невентилируемые подвалы, существенно различалось (11,96 Бк/м³ против 18,24 Бк/м³; $p < 0,001$).

Средние величины индивидуального канцерогенного риска, обусловленного радоном, для жителей первых этажей домов в зависимости от вида строительного материала

Место замера	Величина добавочного риска при условно минимальном уровне радона в воздухе			Величина добавочного риска при максимальном среднегодовом значении ЭРОА		
	за 1 год	за 50 лет	за 70 лет	за 1 год	за 50 лет	за 70 лет
Кирпичные дома	1,49E-05 0,001 %	7,4E-04 0,074 %	1,0E-03 0,100 %	5,4E-05 0,005 %	2,7E-03 0,271 %	3,8E-03 0,379 %
Панельные дома	1,48E-05 0,001 %	6,8E-04 0,0680 %	9,6E-04 0,096 %	5,1E-05 0,005	2,5E-03 0,254 %	3,5E-03 0,355 %
Деревянные дома	1,8E-05 0,002 %	9,2E-04 0,092 %	1,3E-03 0,129 %	6,8E-05 0,007 %	3,4E-03 0,339 %	4,7E-03 0,475 %

Среднее значение ЭРОА и максимальное среднегодовое значение радона в помещениях зданий, имеющих неветилируемые подвалы, в 1,5 раза превышали значения аналогичного показателя в зданиях с вентилируемыми подвальными помещениями. Наиболее высокие максимальные значения ЭРОА радона регистрировались в воздухе помещений 1-х этажей в зданиях с неветилируемыми подвальными помещениями.

Анализ полученных данных показал зависимость уровня радона в воздухе подвальных помещений от режима проветривания подвальных помещений.

По результатам наших исследований, средняя объемная активность радона, определяемая на 1-х этажах жилых зданий, расположенных на территории Волгоградского региона, в теплый период года, когда, по данным большинства исследователей, уровень радона в воздухе жилых помещений наименьший, составила 11,99 Бк/м³.

Как известно, квартиры, расположенные на 1-х этажах и наиболее приближенные к поверхности земли, рассматриваются как потенциально наиболее радоноопасные. При расчете оценки канцерогенного риска использовалась методика В. А. Кутового и М. В. Коновальчика (2004).

Было выявлено, что экспозиция радона для жителей первых этажей многоэтажных зданий и домов частного сектора составила 0,05 МРУ [11,99 Бк/м³ × (4,4 × 10⁻³)] ежегодно. В этом случае ориентировочно на 100 тыс. жителей этих этажей в год будет приходиться 1,4 случаев смерти от рака, вызванного облучением радона (1 × 10⁵ × 2,8 × 10⁻⁴ × 0,05). Этот показатель можно рассматривать как возможный минимальный прирост смертности жителей 1-этажей в зданиях на территории Волгоградского региона (дополнительно к фоновому) от рака легких. Если же учесть максимальный среднегодовой показатель ЭРОА (верхняя граница среднегодового значения), то популяционный риск составит 5,3 дополнительных случаев смерти, обусловленных влиянием радона, в год на 100 тыс. жителей, проживающих в квартирах, расположенных на первых этажах многоэтажных зданий или в домах частного сектора.

По результатам наших исследований, при условно минимальном уровне радона в помещениях

1-х этажей обследованных жилых домов коэффициент дополнительного фатального риска для жителей составил 1,5E-05 в год, т. е. 1,5 шанса из 100 тыс. (0,001 %).

Была проведена сравнительная оценка риска развития стохастических эффектов в виде злокачественных новообразований легких у индивидуумов, проживающих в зданиях, построенных из наиболее распространенных до настоящего времени строительных материалов – кирпича и железобетонных панелей, а также встречающихся в частном секторе домов из дерева (табл. 2).

В соответствии с полученными результатами существенных различий риска развития рака легкого у человека в связи с экспозицией радона в жилых помещениях, ограждающие конструкции которых выполнены из кирпича и железобетонных панелей, не выявлено. Дополнительный риск канцерогенеза под влиянием радона не превышает как в кирпичных, так и в панельных домах 0,001 % в год, за 70 лет – 0,1 %, при воздействии на уровне верхнего предела среднегодовой ЭРОА соответственно 0,005 и 0,379 % в кирпичных зданиях, и 0,005 и 0,355 % – в панельных. Более высокий (в 1,2 раза) показатель риска отмечался в жилых помещениях домов, построенных из дерева. С нашей точки зрения, это может быть связано с лучшей изоляцией от почвы помещений первых этажей в зданиях, построенных из кирпича и бетонных панелей, чем в деревянных домах частного сектора.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На территории Волгоградского региона, не зависимо от зоны радоноопасности в обследованных помещениях (подвалы и 1-е этажи) жилых и общественных зданий, случаев превышения допустимого уровня содержания радона в воздухе (200 Бк/м³) не выявлено.

На территории Волгоградского региона популяционный риск составляет 5,3 дополнительных случаев канцерогенеза, обусловленного влиянием радона в год на 100 тыс. жителей, проживающих в квартирах 1-х этажей многоэтажных зданий или домов частного сектора. В соответствии с этим величины добавочного индивидуального канцерогенного риска на территории ре-

гиона, не зависимо от степени их радоноопасности, находятся в диапазоне приемлемого риска.

Выявлен значительный диапазон колебаний показателей загрязнения радоном воздуха помещений как 1-х этажей, так и подвалов в зданиях во всех зонах наблюдения. В 12 % обследованных зданий максимальное содержание радона превышало 100 Бк/м³, а в 4,5 % – 150 Бк/м³.

Сравнительный анализ характеристик содержания радона в воздухе жилых и подвальных помещений позволил выявить более высокий уровень ЭРОА в домах частного сектора по сравнению с многоэтажными зданиями не зависимо от зоны радоноопасности. При этом различия более выражены для подвальных помещений. В домах частного сектора величина добавочного индивидуального риска канцерогенеза у жителей в 1,5 раза выше, чем у жителей, проживающих в многоэтажных жилых зданиях.

Выявлено влияние режима проветривания подвалов на содержание Rn-222 в воздухе жилых и подвальных помещений. Характеристики со-

держания радона в воздухе помещений более неблагоприятны в зданиях, имеющих неветилируемые подвалы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кутовой В. А., Коновальчик Н. В. Прогнозирование последствий облучения человека радоном. – 2004. – С. 131–137.

2. Методические рекомендации "Выборочное обследование жилых зданий для оценки доз облучения населения", утвержденные заместителем Главного государственного санитарного врача Российской Федерации 29 августа 2000 г. № 11-2/206-09.

3. Методические указания "Проведение радиационно-гигиенического обследования жилых и общественных зданий" МУ 2.6.1.715-98, утвержденные Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 24.08.1998.

4. "Нормы радиационной безопасности НРБ-99" СП 2.6.1.758-99.

5. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99) СП 2.6.1.799-99, утвержденные Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 01.09.2000.