

Содержание радона в воздухе вновь построенных и эксплуатируемых зданий в Ростовской области

М.Ю. Соловьев¹, М.В. Калинина¹, И.П. Стамат²

¹ Управление Роспотребнадзора по Ростовской области, Ростов-на-Дону

² ФГУН «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Санкт-Петербург

В статье рассматриваются вопросы накопления радона в воздухе жилых и общественных зданий в Ростовской области. Показано, что содержание радона в воздухе сдающихся в эксплуатацию домов не зависит от периода года, в котором проводилось их обследование, в то время как для эксплуатируемых зданий ЭРОА радона в холодный период приблизительно вдвое выше, чем в теплый период года.

Ключевые слова: объемная активность радона в воздухе, среднегодовое значение ЭРОА радона в воздухе, мощность дозы гамма-излучения, жилые дома, общественные и производственные здания, потенциальная радоноопасность территорий.

В [1] показано, что при соблюдении требований МУ 2.6.1.715-98 [2] к условиям измерений содержания радона в воздухе жилых и общественных зданий, вводимых в эксплуатацию после окончания их строительства, значения эквивалентной равновесной объемной активности (ЭРОА) радона в воздухе помещений не зависят от периода года, в котором проводилось обследование. На основе анализа результатов определения содержания радона в воздухе вновь построенных зданий показано, что для оценки среднегодовых ЭРОА можно оперировать результатами измерений и оценкой их неопределенности.

Этот вывод весьма убедительно подтвержден данными радиационного обследования достаточно большого числа вновь построенных зданий в зимний и летний периоды года. Однако он получен на примере жилых и общественных зданий на территории Санкт-Петербурга и Ленинградской области и, на наш взгляд, требует более полного обоснования, в том числе и для других климатических условий. С целью проверки корректности этого вывода в [1] нами выполнен анализ результатов радиационного обследования жилых и общественных зданий в Ростовской области, территория которой значительно отличается от территории Санкт-Петербурга как по климатическим условиям, так и по характеристикам потенциальной радоноопасности. Для более широкого охвата территории использованы результаты обследования жилых и общественных зданий более чем в 20 крупных городах и населенных пунктах сельского типа, расположенных в разных районах Ростовской области.

Для оценки возможных сезонных изменений ЭРОА радона в воздухе жилых и общественных зданий была сформирована выборка объектов, вводимых в эксплуатацию после окончания строительства, капитального ремонта или реконструкции, а для сравнения были использованы результаты измерений при радиационном обследовании группы эксплуатируемых жилых и общественных зданий.

Для обеспечения более полной аналогии с моделью [1] для сравнительного анализа были выбраны только те из обследованных зданий, в которых измерения ЭРОА радона проводились только в холодный или только в теплый периоды года, причем холодным (зимним) считался пери-

од с ноября по апрель, когда отопление в домах было включено, а теплым или летним – период с мая по октябрь, когда отопление в домах отсутствует.

При выборе периодов года для анализа мы исходили из того, что для эксплуатируемых жилых домов в течение отопительного сезона характерны наибольшие, а в течение летнего периода – наименьшие значения ЭРОА радона. Исходно нами предполагалось, что для сдающихся в эксплуатацию зданий сезонные изменения ЭРОА радона в воздухе помещений, вероятнее всего, должны иметь примерно такой же характер. Тогда очевидно, что разница в содержании радона в воздухе как эксплуатируемых, так и вводимых в эксплуатацию жилых и общественных зданий, если она существует, должна быть максимальной именно в течение этих периодов года.

Исходя из сказанного, для анализа были выбраны результаты обследования 108 вводимых в эксплуатацию жилых и общественных зданий различного типа, разной этажности, с различным типом остекления окон и т.д., которые были обследованы ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Ростовской области» в летний и зимний периоды в течение 2008–2009 гг. Выборку эксплуатируемых объектов составили 157 жилых и общественных зданий, в которых определение ЭРОА радона в воздухе проводилось в этот же период также в теплое и холодное время года.

Число вновь построенных жилых и общественных зданий, обследованных в зимний период, составило 59, в летний – 54, а суммарное количество выполненных измерений ЭРОА изотопов радона в зданиях составило свыше 400. Общая характеристика результатов выполненных измерений во всех типах зданий в разные периоды года приведена в таблице 1.

Как следует из представленных в таблице 1 данных, средние значения ЭРОА радона в помещениях зданий практически одинаковы в холодный и теплый периоды года: для всех зданий в целом отношение ЭРОА радона в холодный и теплый периоды года составляет 1,16; для зданий этажностью более двух – 1,13; для зданий с числом этажей 3 и более – 1,15, а для одно- и двухэтажных зданий – 1,26. Заметим, что наибольшее значение этого отношения получено для небольшого числа малоэтажных зданий, так что его при дальнейшем анализе можно во внимание не принимать.

Таблица 1

Значения ЭРОА радона в воздухе вновь построенных жилых и общественных зданий Ростовской области в разные периоды года

Этажность зданий	Число обследованных зданий	Измеренные значения ЭРОА радона, Бк/м ³		Диапазон средних по отдельным зданиям значений ЭРОА радона, Бк/м ³
		диапазон	среднее	
Летний период				
1...19	54	< 10...67	26,8	18...87
2...19	50	< 10...67	25,9	18...62
3...19	47	< 10...67	25,9	18...62
1...2	7	< 10...67	32,6	22...67
Зимний период				
1...19	50	< 10...95	31,0	18...73
2...19	44	< 10...89	29,7	18...71
3...19	41	< 10...80	29,2	18...71
1...2	6	10...95	41,2	24...73

Таким образом, полученное значение этого отношения для вновь построенных жилых и общественных зданий в Ростовской области близко к единице, что практически совпадает со значением такого отношения для жилых и общественных зданий Санкт-Петербурга и Ленинградской области [1]. Как и для Санкт-Петербурга, среднее значение ЭРОА радона по всем домам, обследованным в разные периоды года, а также диапазон средних значений показателя по отдельным домам, оказались практически одинаковыми и для Ростовской области.

В то же время нетрудно видеть, что абсолютные значения ЭРОА радона во вновь построенных жилых и общественных зданиях этих регионов заметно различаются. По данным всех измерений, в теплый и холодный периоды года среднее значение ЭРОА радона в воздухе вновь построенных жилых и общественных зданий в Ростовской области составляет около 28,8 Бк/м³, а для зданий в Санкт-Петербурге и Ленинградской области – 18,2 Бк/м³, то есть приблизительно в 1,6 раза меньше.

Рассмотрим подробнее причины этих различий и покажем, что они имеют объективный характер. Для этого воспользуемся данными радиационно-гигиенических паспортов Санкт-Петербурга и Ростовской области [3, 4], в которых приведены сведения о средних дозах природного облучения жителей за последние 11 лет, представленные в таблице 2. Отметим при этом, что в радиационно-гигиенических паспортах субъектов Федерации за конкретный год приводятся сведения о дозах облучения именно за отчетный год, поэтому эта оценка доз может значительно варьировать в разные годы в зависимости от общего количества измерений, территории охвата и т.п.

Как следует из приведенных в таблице 2 данных, по результатам радиационно-гигиенической паспортизации за последние 11 лет среднее отношение суммарных годовых доз облучения жителей Ростовской области и жителей Санкт-Петербурга за счет всех природных источников излучения составляет около 1,30. Укажем, что суммарные дозы природного облучения складываются из ионизирующей компоненты космического излучения, дозы за счет содержания природных радионуклидов в продуктах питания и питьевой воде и содержания ⁴⁰K в организме, внешнего терригенного облучения в домах и на открытой местности, а также за счет ингаляции изотопов радона с вдыхаемым воздухом.

Таблица 2

Средние суммарные эффективные годовые дозы облучения жителей Санкт-Петербурга и Ростовской области за счет природных источников излучения, мЗв/год (по данным РГП [3, 4])

Год	Санкт-Петербург	Ростовская область
1998	3,96	3,42
1999	3,46	4,54
2000	3,31	4,58
2001	3,21	4,58
2002	2,91	5,75
2003	2,86	3,69
2004	2,98	3,22
2005	2,85	3,47
2006	3,02	3,93
2007	3,06	4,18
2008	3,39	3,11
За 1998–2008 гг.	3,18	4,04

Если учесть, что три компонента доз природного облучения – космическая, поступление природных радионуклидов с продуктами питания и питьевой водой и доза за счет содержания ⁴⁰K в организме – практически одинаковы для всех жителей страны и составляют 0,57 мЗв/год, то на долю внешнего облучения и ингаляции изотопов радона приходится около 2,61 и 3,47 мЗв/год для жителей Санкт-Петербурга и Ростовской области соответственно.

Если далее принять во внимание, что дозы внешнего облучения жителей обоих регионов приблизительно одинаковы и составляют около 0,8 мЗв/год, то отношение средних доз облучения жителей Ростовской области и Санкт-Петербурга за счет содержания радона в воздухе вновь построенных зданий составит около 1,5. Эта величина практически совпадает с отношением средних значений ЭРОА радона в воздухе вновь построенных жилых и общественных зданий в этих регионах.

Из сказанного однозначно следует, что разница между содержанием радона в воздухе вновь построенных жилых и общественных зданий связана с большей потенциаль-

ной радоноопасностью территории Ростовской области по сравнению с территорией Санкт-Петербурга.

К сожалению, в отличие от Санкт-Петербурга, для Ростовской области нам не удалось выявить зависимость значений ЭРОА радона в воздухе вновь построенных жилых и общественных зданий от материала стен и типа остекления окон. Это связано с тем, что практически все обследованные здания в Ростовской области оказались построенными из одинакового материала (бетон, кирпич), а деревянные окна установлены только в 13% из общего числа обследованных зданий.

Однако достаточно хорошее представление об этом дают результаты определения ЭРОА радона в воздухе эксплуатируемых зданий, которые в обобщенном виде приведены в таблице 3. Как следует из анализа этих данных, содержание радона в воздухе эксплуатируемых жилых и общественных зданий в Ростовской области подвержено значительным сезонным колебаниям. Если рассматривать все эксплуатируемые здания в целом, то среднее значение ЭРОА радона в них составляет приблизительно в 2,06 раза больше в холодный период года, чем в теплый период.

Для отдельных типов зданий это отношение варьирует в пределах от 1,76 для многоэтажных зданий до чуть более чем 2 – для одно- и двухэтажных зданий, причем в отличие от сдающихся в эксплуатацию зданий, значение

этого отношения для эксплуатируемых малоэтажных жилых и общественных зданий получено на достаточно большом числе объектов, так что эта оценка может считаться вполне достоверной.

По-видимому, для Ростовской области наиболее вероятное значение отношения ЭРОА радона в воздухе эксплуатируемых жилых и общественных зданий в холодный и теплый периоды года составляет около 2.

Отметим, что для соседней территории Республики Калмыкия значение этого отношения было получено равным около 1,75 [5].

Интересно также отметить, что для зданий как Санкт-Петербурга, так и Ростовской области среднее по всем обследованным зданиям значение ЭРОА радона в воздухе помещений тем ниже, чем выше этажность зданий, причем для малоэтажных зданий характерными являются наиболее высокие измеренные и средние значения ЭРОА радона в воздухе отдельных домов и групп обследованных зданий, а также более широкий диапазон вариаций этого показателя.

Рассмотрим далее, насколько содержание радона в воздухе эксплуатируемых жилых и общественных зданий зависит от материала стен и типа остекления окон (табл. 4).

В одном из 11 деревянных домов окна были металлопластиковыми, поэтому данные по нему в табл. 4 не включены (значение ЭРОА радона в нем составило 198 Бк/м³).

Таблица 3

Измеренные значения ЭРОА изотопов радона в воздухе эксплуатируемых жилых и общественных зданий в Ростовской области в разные сезоны года

Этажность зданий	Число обследованных зданий	Измеренные значения ЭРОА радона, Бк/м ³		Диапазон средних по отдельным зданиям значений ЭРОА радона, Бк/м ³
		диапазон	среднее	
Летний период				
1...9	68	< 10...299	47,8	14...225
3...9	5	10...64	35,9	23...62
2	20	10...120	35,9	20...102
1	43	< 10...300	54,8	23...225
Зимний период				
1...4	89	< 10...394	98,3	23...394
3...4	8	15...95	63,1	26...48
2	14	< 10...237	64,6	23...237
1	67	< 10...394	110,9	23...394

Таблица 4

Значения ЭРОА радона в воздухе помещений малоэтажных эксплуатируемых жилых и общественных зданий в Ростовской области в зависимости от материала стен, типа остекления и периода года

Тип окон	Число зданий	Материал стен	Измеренные значения ЭРОА радона, Бк/м ³		Диапазон средних по отдельным зданиям значений ЭРОА радона, Бк/м ³
			диапазон	среднее	
Летний период					
Металлопластиковые	18	Кирпич, камень, бетон	10...155	43,2	18...155
Деревянные	44		< 10...299	53,6	14...225
Зимний период					
Металлопластиковые	4	Кирпич, камень	< 10...72	35,5	28...48
Деревянные	66	Кирпич, камень	< 10...394	92,4	23...394
Деревянные	10	Дерево	47...352	186,0	47...352

Учитывая, что большая часть обследованных эксплуатируемых зданий в Ростовской области были одно- или двухэтажными (см. табл. 3), эта зависимость получена только для малоэтажных объектов строительства.

Из анализа данных таблицы 4 следует по крайней мере один вполне ожидаемый вывод: в малоэтажных деревянных домах содержание радона в воздухе значительно выше, чем в таких же домах, построенных из кирпича и камня. По-видимому, это связано с тем, что в деревянных домах, как правило, используется печное отопление, а полы в домах деревянные или земляные, что способствует повышенному поступлению радона в здание из почвы под ним. Этот эффект оказывается наиболее выраженным как раз в холодный период года, когда в домах включено отопление.

К сожалению, в числе обследованных в летний период года деревянных домов не оказалось, поэтому проверить это не удалось. Тем не менее, из анализа данных таблицы 4 однозначно следует, что материал стен для малоэтажных зданий играет существенную роль в балансе радона: в кирпичных домах среднее значение ЭРОА радона оказалось в 2,6 раза ниже, чем в деревянных домах.

На первый взгляд, несколько неожиданным является то, что в малоэтажных домах с современными пластиковыми окнами при одинаковом материале наружных стен ЭРОА радона несколько ниже, чем в домах с деревянными окнами. Этот результат для холодного периода года получен на крайне небольшом числе домов с металлопластиковыми окнами и трудно считать его достоверным, однако достаточно хорошо выражен по данным измерений в теплый период года. Поэтому представляется весьма интересным провести более обширный анализ результатов обследования малоэтажных домов в разные сезоны для выявления причин этого вывода. Тем более что для Санкт-Петербурга, наоборот, характерны несколько меньшие значения ЭРОА радона в жилых и общественных зданиях с деревянными окнами [1].

Рассмотрим далее соотношение между содержанием радона в воздухе вновь построенных и эксплуатируемых зданий на территории Ростовской области. Для этого в каждой из групп зданий объединим все полученные результаты измерений, независимо от периода года, в течение которого они получены.

Поскольку в каждой группе часть зданий была обследована в теплый, а другая часть – в холодный период года, то с большой долей уверенности можно говорить о том, что усредненные данные по ЭРОА радона в каждой группе объектов строительства будут достаточно близко характеризовать среднегодовое значение ЭРОА радона в воздухе этих объектов. Тем самым будут получены оценки среднегодовых значений ЭРОА радона в воздухе помещений как эксплуатируемых, так и вводимых в эксплуата-

цию жилых и общественных зданий, которые в обобщенном виде представлены в таблице 5.

Как нетрудно заметить из представленных в таблице 5 данных, серьезные различия между существующими и вновь построенными зданиями по всем выбранным критериям оценки очевидны. Диапазон измеренных значений ЭРОА радона, так же как и диапазон средних значений показателя по отдельным зданиям, приблизительно в 5 раз шире для эксплуатируемых, чем для вновь построенных зданий. А значение ЭРОА радона в среднем по всем эксплуатируемым жилым и общественным зданиям почти в 3,1 раза больше, чем во вводимых в эксплуатацию зданиях.

По данным [6], разница между значениями ЭРОА радона в среднем по всем эксплуатируемым и вновь построенным жилым и общественным зданиям в Санкт-Петербурге составляет около 2,2, что приблизительно в 1,5 раза меньше, чем в Ростовской области. Вероятно, причина таких различий также связана с большей потенциальной радоноопасностью территории Ростовской области по сравнению с территорией Санкт-Петербурга.

Как показано в [7], разницу между содержанием радона в воздухе существующих и вновь построенных жилых и общественных зданий справедливо можно рассматривать как один из наиболее значимых итогов осуществления мероприятий по ограничению природного облучения жителей Санкт-Петербурга за последнее десятилетие. Следуя этому, можно говорить, что положительная роль этих мероприятий в Ростовской области существенно больше. Главным образом, это связано с исходно более высокой потенциальной радоноопасностью территории Ростовской области и вследствие этого также и с более высокими средними уровнями содержания радона в среднем по старому фонду жилых и общественных зданий. Поэтому при соблюдении действующих нормативов по содержанию изотопов радона в воздухе строящихся зданий эффект снижения текущих уровней природного облучения населения оказывается выше.

Таким образом, выполненные исследования и анализ полученных результатов позволяют сформулировать следующие основные выводы.

1. При соблюдении основных требований МУ 2.6.1.715-98 к условиям измерений ЭРОА радона во вновь построенных жилых и общественных зданиях измеренные значения содержания радона в воздухе зданий практически не зависят от периода года, в котором проводилось их обследование. На примере обследования почти 110 объектов, сданных в эксплуатацию после окончания их строительства в Ростовской области в 2008–2009 гг., установлено, что результаты определения ЭРОА радона в них в теплый и холодный периоды года отличаются в среднем менее чем на 20%.

Таблица 5

Соотношение ЭРОА радона в воздухе вновь построенных и эксплуатируемых жилых и общественных зданий в Ростовской области

Этажность зданий	Число обследованных зданий	Измеренные значения ЭРОА радона, Бк/м ³		Диапазон средних по отдельным зданиям значений ЭРОА радона, Бк/м ³
		диапазон	среднее	
Жилые и общественные здания после окончания строительства (год окончания строительства 2008–2009 гг.)				
1...19	104	< 10...95	28,8	18...87
Эксплуатируемые жилые и общественные здания				
1...9	135	< 10...394	88,9	14...394

Эти результаты подтверждают высказанную авторами [1] идею о возможности однозначной оценки соответствия сдающихся в эксплуатацию жилых и общественных зданий требованиям санитарных правил и гигиенических нормативов по содержанию радона в воздухе помещений на основе краткосрочных измерений величины показателя и ее неопределенности. При ее реализации на практике особое внимание должно быть обращено на соблюдение требований к условиям измерений содержания радона в воздухе объектов строительства, вводимых в эксплуатацию после окончания строительства, капитального ремонта или реконструкции, что в полной мере обеспечит гарантию соответствия зданий требованиям нормативов по данному показателю.

2. Сезонные колебания содержания радона в воздухе эксплуатируемых жилых и общественных зданий на территории Ростовской области составляют около двух. Численное значение этого параметра подлежит дальнейшему уточнению и детализации, в том числе в зависимости от этажности зданий, материала наружных стен и, возможно, типа остекления окон. Однако полученное значение диапазона сезонной вариабельности ЭРОА радона в воздухе помещений эксплуатируемых зданий уже сейчас вполне может использоваться для ориентировочной оценки среднегодовых значений содержания радона по данным измерений в теплый или холодный периоды года.

3. Соотношение между содержанием радона в воздухе эксплуатируемых и вводимых в эксплуатацию жилых и общественных зданий в регионе может использоваться как объективная характеристика эффективности надзорных мероприятий за обеспечением радиационной безопасности населения при облучении природными источниками излучения. Для территории Ростовской области оценка среднего отношения ЭРОА радона в воздухе эксплуатируемых и вводимых в эксплуатацию жилых и общественных зданий заметно выше, чем для зданий Санкт-Петербурга, и составляет около трех.

4. На основе результатов сравнительного анализа содержания радона в воздухе эксплуатируемых и сдающихся в

эксплуатацию жилых и общественных зданий на территории Санкт-Петербурга и Ростовской области установлено, что эффективность надзорных мероприятий за обеспечением радиационной безопасности населения при облучении природными источниками излучения в зданиях в целом тем выше, чем выше потенциальная радоноопасность территории. В этой связи особую актуальность приобретает тщательный контроль радоноопасности земельных участков, отводимых под строительство. Качество определения плотности потока с поверхности почв и грунтов на таких территориях и своевременное принятие мер по радонозащите зданий во многом будут определять текущие уровни содержания радона в строящихся зданиях, в первую очередь, в объектах малозэтажного строительства.

Литература

1. Стамат, И.П. К обоснованию требований к контролю показателей радиационной безопасности зданий и сооружений при сдаче их в эксплуатацию / И.П. Стамат [и др.] // Радиационная гигиена. – 2009. – Т. 2, № 4. – С. 10–15.
2. Методические указания «Проведение радиационно-гигиенического обследования жилых и общественных зданий» (МУ 2.6.1.715–98). – Утв. Минздрав России от 24.08.1998. – М., 1998. – 29 с.
3. Радиационно-гигиенический паспорт Санкт-Петербурга (ежегодные за 1998–2008 гг.).
4. Радиационно-гигиенический паспорт Ростовской области (ежегодные за 1998–2008 гг.).
5. Akerblom, G. Radon in Dwellings in the Republic of Kalmykia. Results from the National Radon Survey 2006–2007 / G. Akerblom [et al.]. Report SSI number: 2009:04 ISSN: 2000-0456.
6. Горский, Г.А. О необходимости радиационного обследования зданий после окончания строительства, капитального ремонта или реконструкции / Г.А. Горский, А.В. Еремин, И.П. Стамат // Радиационная гигиена. – 2010. – Т. 3, № 1. – С. 28–32.
7. Горский, Г.А. К оценке эффективности предупредительного надзора за обеспечением радиационной безопасности населения при облучении природными источниками ионизирующего излучения / Г.А. Горский, И.П. Стамат // Радиационная гигиена. – 2008. – Т. 1, № 3. – С. 41–44.

M.Yu. Soloviev¹, M.V. Kalinina¹, I.P. Stamat²

Radon concentration in the air of newly built and operating buildings in the Rostov region

¹ Administration of Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-being in the Rostov region, Rostov-on-Don

² Federal Scientific Organization «Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev» of Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-being, Saint-Petersburg

Abstract. The article presents issues of radon accumulation in the air of dwellings and public buildings in the Rostov region. It is shown that radon concentration in the air of commissioned buildings does not depend on the season when the investigation was carried out, while equivalent equilibrium volumetric activity of radon in the operating buildings is approximately twice higher during the cold period, then during the hot period of a year.

Key words: volumetric activity of radon in the air, average annual value of radon equivalent equilibrium volumetric activity in the air, gamma irradiation dose rate, dwellings, public and industrial buildings, potential radon risks of territory.

Поступила 10.02.2010 г.

M.V. Калинина
E-mail: kalinina@rpnond.ru