



УДК 502.3:69

Р.А. Назиров – доктор технических наук, профессор

С.А. Кургуз – кандидат технических наук, старший преподаватель

И.В. Тарасов – аспирант

Институт архитектуры и строительства Сибирского федерального университета (г. Красноярск)

В.В. Коваленко – кандидат геолого-минералогических наук, руководитель межрегионального радиологического центра при ФГУЗ

В.А. Воеводин – заведующий отделением радиометрии района ФГУЗ “Центр гигиены и эпидемиологии в Красноярском крае”

ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ И ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫХ РЕШЕНИЙ ЗДАНИЙ НА ФОРМИРОВАНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ РАДОНА В ВОЗДУХЕ ПОМЕЩЕНИЙ В УСЛОВИЯХ УНИКАЛЬНОЙ РАДОНОВОЙ АНОМАЛИИ С. АТАМАНОВО КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

Жилая застройка с. Атаманово Сухобузимского района представлена преимущественно одноэтажными жилыми домами типовых и индивидуальных проектов. Продолжительные исследования специалистов санитарных служб и организаций Красноярского края, а также представителей зарубежных организаций показали высокие уровни радона в воздухе жилых помещений, в десятки раз превышающие предельно допустимое значение, равное 200 Бк/м^3 [1]. Наиболее высокие концентрации были зафиксированы в жилых домах №42 и №44 по ул. Связи [2, 3, 4]. В помещениях этих зданий, начиная с 1991 г., уровни содержания радона (по газу) достигали $30\,000 \text{ Бк/м}^3$ [5, 6, 7].

В результате масштабных, многолетних исследований [2, 3, 4] установлено, что среднее значение эквивалентной равновесной объемной активности (ЭРОА) радона в воздухе жилых и общественных зданий с. Атаманово составляет 70 Бк/м^3 ,

что в 3 раза превышает аналогичный показатель для большинства стран мира, равный 20 Бк/м^3 [4]. Это значение рассчитано на основании более 900 измерений интегральным методом (пассивная трековая радонометрия) определения ЭРОА с экспозицией каждого измерения не менее 2 недель. При этом не учитывались аномальные концентрации радона, зафиксированные в жилых домах №42 и №44, расположенных на ул. Связи. В квартирах этих домов среднегодовая ЭРОА радона в воздухе помещений достигает $4...5 \text{ кБк/м}^3$. На рис. 1 представлены результаты двухнедельных наблюдений за содержанием радона в воздухе одного из таких домов.

Гистограмма распределения результатов измерений ЭРОА радона в воздухе помещений с. Атаманово представлена на рис. 2. Хорошо видно, что более 60 % результатов приходится на диапазон значений ЭРОА менее 50 Бк/м^3 . В то же время, ЭРОА радона почти 16 % помещений превышает 100 Бк/м^3

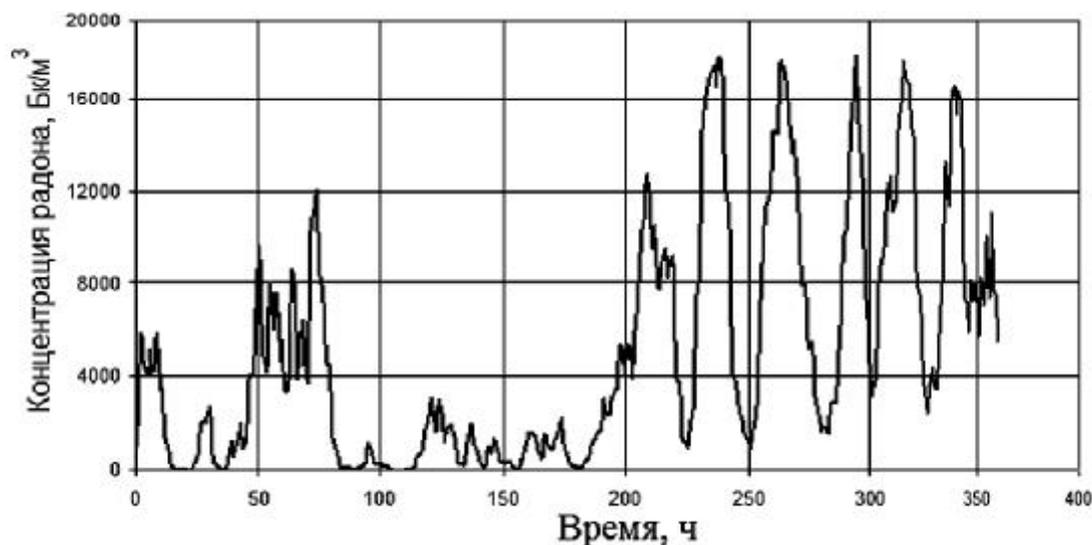


Рис. 1. Изменение концентрации радона во времени в жилом доме № 44



(для края в целом этот показатель равен 10 %), а в 7,5 % – 200 Бк/м³ (для края в целом – 4,5 %). Всего же за время обследования было выявлено более 70 квартир и помещений социально-бытового назначения с ЭРОА района, превышающей гигиенический норматив, равный 200 Бк/м³.

При обсуждении «радоновой проблемы с. Атаманово» одним из камней преткновения является уверенность в том, что повышенное содержание радона в домах по ул. Связи обусловлено конструктивными особенностями этих зданий. С целью подтверждения или опровержения этого специалистами ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Красноярском крае» и Института архитектуры и строительства СФУ было проведено обследование идентичных по исполнению частных жилых домов, расположенных как на незначительном удалении (до 30 м), так и на удалении свыше 5 км друг от друга. В качестве примера на рис. 3-6 показано исполнение жилых домов №№ 42, 44 и 26, расположенных в «новой» части села по ул. Связи. Подобная застройка характерна для жилой зоны в границах ул. Связи–ул. Талнахская–ул. Мичурина и представлена блокированными зданиями, имеющими следующие характеристики: конструктивная система – стеновая; строительная система – крупнопанельная; фундаменты – ленточные железобетонные; полы –

дощатые, не утепленные; наружные стены – трехслойные керамзитобетонные панели толщиной 350 мм; внутренние стены – железобетонные плиты толщиной 160 мм; перекрытия – многослойные плиты толщиной 220 мм; крыша – чердачная; кровля – двухскатная из асбестоцементных волнистых листов.

Вход в дома осуществляется через веранды в деревянном исполнении. В фундаментах предусмотрены вентиляционные отверстия, которые на момент обследования были открыты, по цоколю произведено утепление (засыпка).

Одним из условий обследования было проведение сравнительных инструментальных измерений ЭРОА радона в воздухе различными типами приборов, прошедших государственную метрологическую поверку. Измерения производились радиометром радона AlphaGUARD PQ 2000 (в качестве эталонного) и идентичными по принципу измерения аэрозольным альфа-радиометром РАА-20 П2 «Поиск» и радоновым монитором «RAMON-01». Результаты сравнительных испытаний были признаны удовлетворительными (рис. 7). Диапазон значений величины ЭРОА радона, полученных при помощи приборов различного типа, находился в пределах 15 %. На момент обследования (29.03.2006 г.) средняя величина ЭРОА радона в одном из домов составила 2600 Бк/м³.

Сравнение однотипных строений с относительно

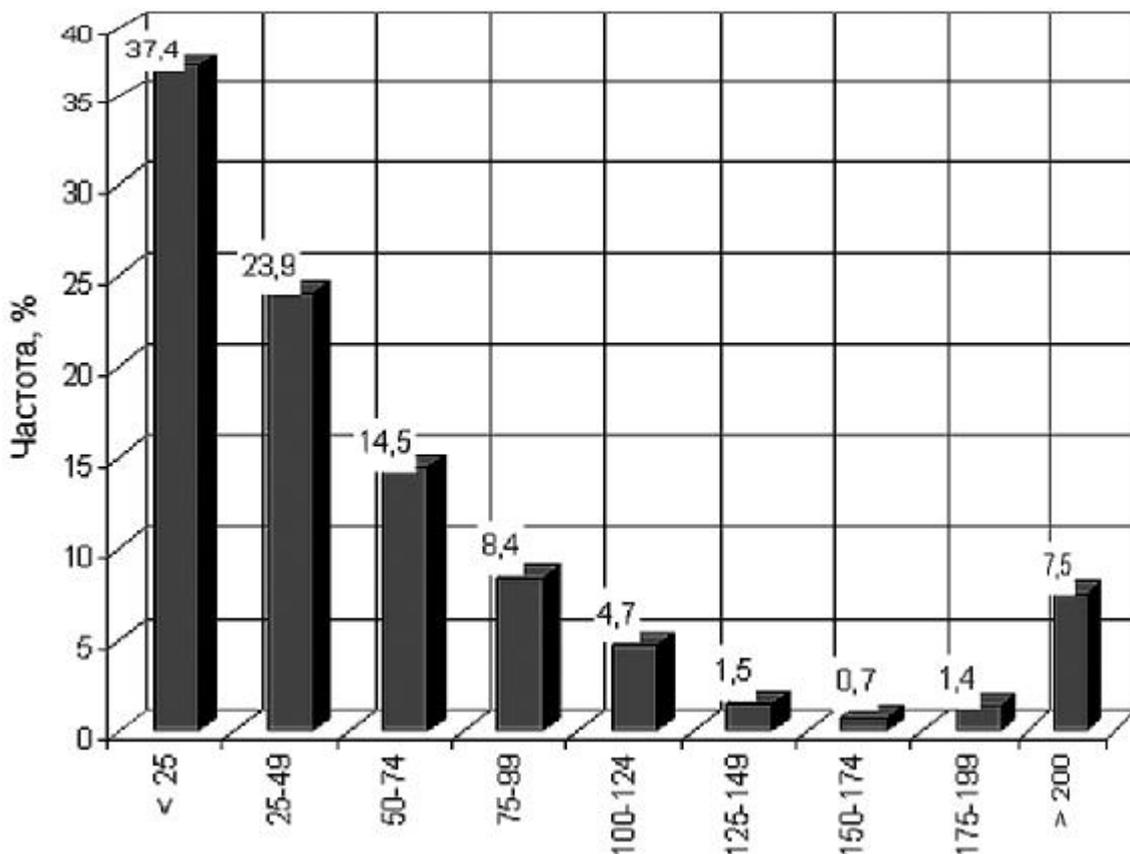


Рис. 2. Распределение результатов измерений ЭРОА радона в воздухе помещений жилого и общественного назначения с. Атаманово, Бк/м³



Рис. 3. Жилой дом, ул. Связи, 42



Рис. 4. Жилой дом, ул. Связи, 44



Рис. 5. Жилой дом, ул. Связи, 26



Рис. 6. Подпольное пространство

низким (не выше 200 Бк/м³) уровнем содержания радона и с аномально высоким содержанием радона в воздухе помещений показало, что принципиальных отличий в конструктивных особенностях зданий не имеется. Наблюдаемые уровни ЭРОА радона в воздухе идентичных по исполнению домов №№42 и 26 по ул. Связи отличаются на три порядка. При этом в этих домах предусмотрено печное отопление, что предполагает не менее чем 3-4 кратный воздухообмен в здании в течение часа. Следует отметить также, что повышенного содержания естественных радионуклидов в строительных материалах и грунтовом основании зданий с аномально высоким и низким содержанием радона не обнаружено [8, 9].

В старой (исторической) части застройки с. Атаманово сосредоточено большое количество деревянных домов, в которых отсутствуют форточки в окнах, а также нет проветривания подпольного пространства. Однако, в отличие от «новой» части села, в этих домах содержание радона значительно ниже, даже в холодные периоды года, когда кратность воздухообмена в зданиях, как правило, минимальная.

Таким образом, становится очевидным, что

конструктивные особенности зданий с. Атаманово являются определяющим фактором, обуславливающим повышенное содержание радона в воздухе помещений. Радоноопасность того или иного здания в этом случае определяется местоположением объекта на территории села и соответственно геологическими особенностями территории жилой застройки. В пользу этого утверждения указывает выявленная сезонная зависимость изменения активности радона в домах № 42 и №44 по ул. Связи. По данным, полученным в 1998 г., средние значения объемной активности радона за равные периоды наблюдений в ноябре и июне составили соответственно 9800 и 2550 Бк/м³ (рис. 8). Максимальное отличие уровней радона в холодный и теплый сезоны года в этих домах достигало 250 раз [5, 6, 7].

Данное обстоятельство может быть объяснено только геологическими особенностями данной территории, поскольку для домов с. Атаманово с низким содержанием радона подобные вариации не характерны.

В настоящее время жители двух неблагополучных квартир уже отселены, получив более безопасное и



Рис. 7. Проведение сравнительных инструментальных измерений ЭРОА радона в воздухе жилого дома №42 по ул. Связи (29.03.2006 г.). AlphaGUARD PQ 2000 (слева), PAA-20 П2 «Поиск» (справа)

равноценное по стоимости жилье. Это первый случай отселения жителей из домов с высоким уровнем радона на территории России.

Таким образом, осуществлять строительство жилых и общественных зданий на радоноопасных территориях без проектирования противорадоновой защиты недопустимо. Необходимо отметить, что затраты на проведение защитных мероприятий для зданий после завершения их строительства чрезвычайно высоки и могут составлять до 1/10 от общей стоимости строительства, без учета средств на компенсацию затрат жильцам или персоналу при их временном переселении или предоставлении им равноценной жилплощади и служебных помещений. Вместе с тем, следует принимать во внимание весомый ущерб, наносимый здоровью жильцов.

В соответствии с требованиями «Норм радиационной безопасности (НРБ-99)» установлен предел для среднегодовой ЭРОА в воздухе проектируемых и сдаваемых в эксплуатацию жилых и общественных зданий, равный 100 Бк/м³. Одним из условий выполнения этого требования является проведение предпроектных радиационно-экологических изысканий на участках застройки с целью оценки их потенциальной радоноопасности по величине плотности потока радона (ППР) с поверхности грунта, измеряемой в мБк/(м²·с). Согласно требованиям строительных норм, средневзвешенное значение ППР с поверхности грунта в пределах застраиваемой площади участка не должно превышать 80 мБк/(м²·с) [1]. При строительстве жилых и общественных зданий на участках, где измеренные

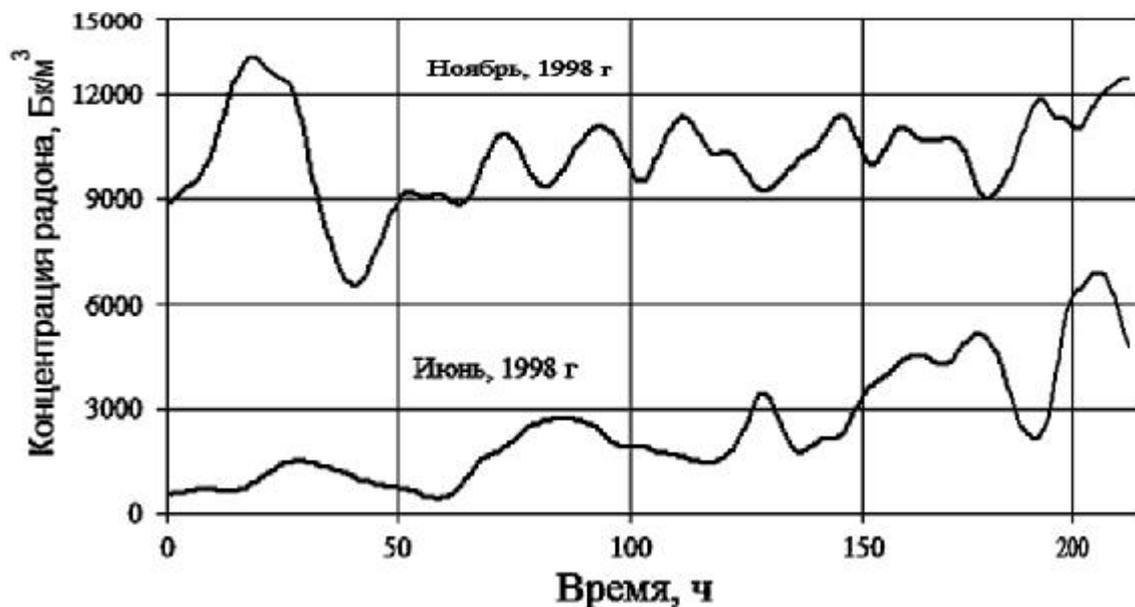


Рис. 8. Сезонные вариации уровня радона в воздухе помещений жилого одноэтажного дома в с. Атаманово



значения ППР превышают допустимый уровень, должна предусматриваться специальная противорадоновая защита зданий, проектируемая по рекомендациям специализированных организаций.

Литература

1. СП.2.6.1.758-99 Нормы радиационной безопасности (НРБ-99). Санитарные нормы и правила / Минздрав России. – М., 1999. – 115 с.
2. Отчет о результатах изучения особенностей геологического строения территории с. Атаманово, оказывающих влияние на ее радоноопасность: отчет о НИР / ФГУ «Центр госсанэпиднадзора в Красноярском крае»; отв. А.Ф. Спичкин. – Красноярск, 2003.
3. Арефина Л.Г. Радон в воздухе помещений городов Красноярского края / Л.Г. Арефина, В.А. Воеводин, В.В. Коваленко, С.А. Кургуз, Н.В. Силютин // Здоровье населения и среда обитания: информ. бюл. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора, 2000, № 4 (84). – С. 8-10.
4. Четкин В.А. Пояснительная записка к картам прогноза радиационного состояния территории Красноярского края по естественным радионуклидам масштабов 1:100000, 1:500000 и 1:100000 / В.А. Четкин, В.А. Домаренко // Материалы к региональной целевой программе снижения уровня облучения населения и производственного персонала Красноярского края от природных радиоактивных источников на 1994-1996 годы (программа «Радон»). – Красноярск, 1994.
5. Арефина Л.Г. Природный газ радон как источник повышенной радиационной опасности для населения Красноярского края на примере радоновой аномалии в с. Атаманово / Л.Г. Арефина, В.А. Воеводин, В.В. Коваленко, С.А. Кургуз, В.А. Четкин // Природно-техногенная безопасность Сибири: В 2 т. Т.1. Современные методы математического моделирования природных и антропогенных катастроф: тр. науч. мероприятий. Доклады II Всероссийской конф. «Проблемы защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций». – Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2001. – С. 15-16.
6. Арефина Л.Г. Уникальная радоновая аномалия в с. Атаманово / Л.Г. Арефина, М.В. Болотова, В.А. Воеводин, В.В. Коваленко, С.А. Кургуз // Материалы II Междунар. конф. «Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека», 18-22 октября 2004 г. – Томск: Изд-во «Тантем-Арт», 2004. – С. 52-54.
7. Кургуз С.А. Вариации мощности дозы внутри помещений в домах с аномальным уровнем радона в воздухе / С.А. Кургуз, В.А. Воеводин, М.В. Болотова, В.В. Коваленко // «Ученые – юбилею вуза»: сб. науч. тр. – Красноярск: КрасГАСА, 2002. – С. 61-70.
8. Болотова М.В. Радон в Красноярском крае: изучение радоноопасности и проблемы радонозащиты / М.В. Болотова, В.А. Воеводин, С.А. Кургуз // Материалы Междунар. конф. «Сопряженные задачи механики, информатики и экологии». – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2004. – С. 35-36.
9. Григорьев А.И. Современная радиационная обстановка в пойме р. Енисей в зоне наблюдения горно-химического комбината / А.И. Григорьев, В.В. Коваленко, С.Б. Костригин, С.А. Кургуз, В.А. Четкин // Материалы конф. 19-21 апреля 2006 года «Социальные проблемы инженерной экологии, природопользования и ресурсосбережения». Вып. XII. – Красноярск: ООО «Издательский центр «Платина», 2006. – С. 44-50.