

Возведение эталонного дома для радоновых исследований из инновационного материала

С.А. Кургуз¹, В.Ш. Шамсутдинов²

¹ *Общество с ограниченной ответственностью по монтажу и наладке радиационной техники «Квант», Красноярск*

² *ООО «РН-Ванкор», Красноярск*

Аннотация: В работе рассматривается целесообразность создания уникальных лабораторий на территории радоновых аномалий. На сегодняшний день возникает необходимость создания уникальных региональных радоновых лабораторий, где существующие здания сами по себе будут являться эманационной средой (камерой), внутри которой можно проводить широкий спектр исследований. Возведение и оперативная реконструкция подобных лабораторий с применением инновационных материалов могут быть более эффективными в сравнении с традиционной строительной практикой. В качестве строительного материала предлагается использовать деревянный строительный блок для возведения малоэтажных зданий. Здания и строения из данного блока быстро возводятся без применения специализированной техники. Также легко производится демонтаж здания и перенос его в другое место, что необходимо для радоновых исследований.

Ключевые слова: радиоактивность, радон, аномалия, лаборатория, полигон, строительство, реконструкция, инновация, строительный блок, сборное домостроение, использование отходов.

По данным Международной комиссии по радиологической защите (МКРЗ), Научного комитета по действию атомной радиации (НКДАР) ООН около 80 % от общей дозы облучения, получаемой людьми в обычных условиях, обусловлено природными источниками радиации. Более половины этой дозы приходится на воздух помещений, в которых человек проводит примерно 80 % своего времени и относится к радону, а также продуктам его распада (Облучение от естественных источников ионизирующего излучения: Доклад НКДАР Генеральной ассамблее ООН за 1988 год. Нью-Йорк, 1988. 92 с.). Для жителей России данные показатели также актуальны [1].

На лондонской конференции «Радон-2000. Достижения и задачи» (26-27 марта 1992 г.) было отмечено, что от воздействия радона и ДПР внутри помещений погибает людей значительно больше, чем от техногенного воздействия, и больше, чем от других основных причин нерадиационного

загрязнения окружающей среды. Исследования по снижению дозовой нагрузки от радона, на сегодняшний день, являются одними из приоритетных и актуальных направлений радиационной защиты населения.

В воздухе помещений содержание радона в значительной мере зависит от интенсивности поступления его из грунтов под зданием. При строительстве зданий участок земли изолируется от окружающего пространства и поэтому выделяющиеся газы, в т.ч. и радон, не могут свободно рассеиваться в воздухе. При этом радон проникает в помещения, где его концентрация становится выше, чем за их пределами.

Технических решений противорадоновой защиты зданий на сегодняшний день известно множество. Однако, при их многообразии, всё ещё не установлены нормативы для оценки их эффективности. Отсутствие научно обоснованных моделей и расчетов не позволяет точно прогнозировать уровень радона в помещениях, при применении различных средств защиты и (или) технических решений. Все предписания по способам противорадоновой защиты не нормировано, не обосновано расчетами и имеют рекомендательный характер. При этом от соблюдения установленных опытом принципов значительно зависят эффективность результата и цена его достижения.

Возможным выходом в данной ситуации может являться устройство полигонов для изучения различных технических, проектных или методических решений, способных кардинально менять радоновую обстановку внутри модели реального здания, быстро возводимого и перестраиваемого, в зависимости от текущих задач исследования.

Такой «эталонный дом», размещаемый на земельном участке с уже известной радоновой обстановкой (подтвержденной результатами многолетних наблюдений) должен представлять собою полноценный аналог эксплуатирующегося реального капитального или временного строения, в

котором может проводиться целый комплекс различных инструментальных измерений и исследований. Также важным условием для подобного строения является возможность его относительно быстрой реконструкции (перепланировки) с минимальными трудозатратами.

В качестве примера приведем данные многолетних наблюдений одной из уникальных радоновых аномалий в с. Атаманово Сухобузимского района Красноярского края [2-5]. На данной территории выявлены здания с превышающей гигиенический норматив (ГН) эквивалентной равновесной объёмной активностью (ЭРОА) радона в воздухе помещений. Данный показатель достигал 200 Бк/м^3 . В отдельных жилых домах объёмная активность ОА радона в воздухе достигает 30 кБк/м^3 и более.

Радоноопасную зону северо-восточной части с. Атаманово, занимающей примерно треть всей площади территории села, условно разбили на участки размерами $300 \times 200 \text{ м}$. Полученная схема (рисунок 1) отображает практически полное пространственное совпадение всех показателей радоноопасности.

По многолетним наблюдениям установлены значительные сезонные колебания уровней радона-222 в воздухе внутри помещений. По исследованиям, проводимым в 1998 г., средние значения содержания радона за одинаковые периоды наблюдения в ноябре и июне составили соответственно 9800 и 2550 Бк/м^3 (рисунок 2). Кроме того, в летние месяцы неоднократно отмечались многодневные периоды резкого снижения ЭРОА радона в помещениях, не коррелирующие с какими-либо внешними причинами. В данные периоды в помещениях с ранее экстремальными концентрациями радона, даже при закрытых в течение суток окнах и дверях, ЭРОА радона не превышала 50 Бк/м^3 .

Также одной из особенностей радиационной обстановки в помещениях с. Атаманово является заметное повышение мощности дозы (МД) гамма-

излучения в домах с экстремально высоким содержанием радона в воздухе (рисунок 3). Данный факт объясняется высокой концентрацией гамма-излучающих дочерних (ДПР) продуктов распада радона.

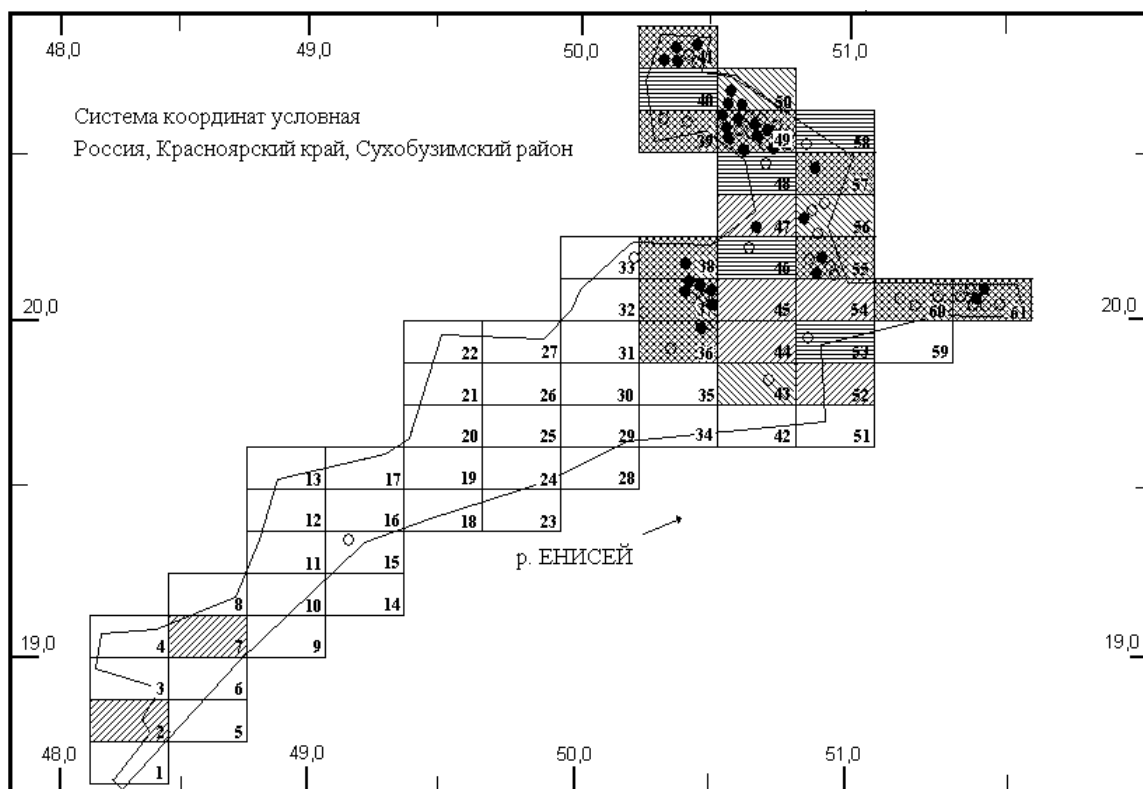


Рис. 1. – Схема условного разбиения территории с. Атаманово на элементарные участки и районирование территории с. Атаманово по трём принципам: по среднему значению ЭРОА радона в воздухе зданий, ≥ 100 Бк/м³ (заштриховано – \\\\); по средним по участку значениям ППР с поверхности грунта, ≥ 40 мБк/(м²·с) заштриховано – //; по количеству помещений с превышением гигиенического норматива, > 200 Бк/м³ и > 400 Бк/м³ (○ и ● –соответственно).

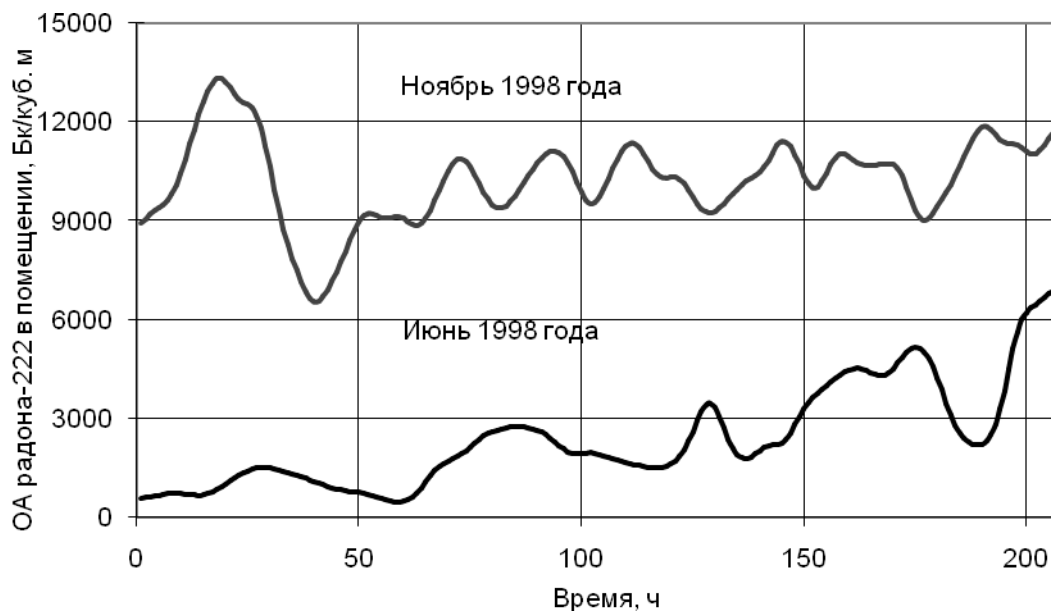


Рис. 2. – Сезонные изменения уровня радона-222 в воздухе жилого одноэтажного дома в с. Атаманово

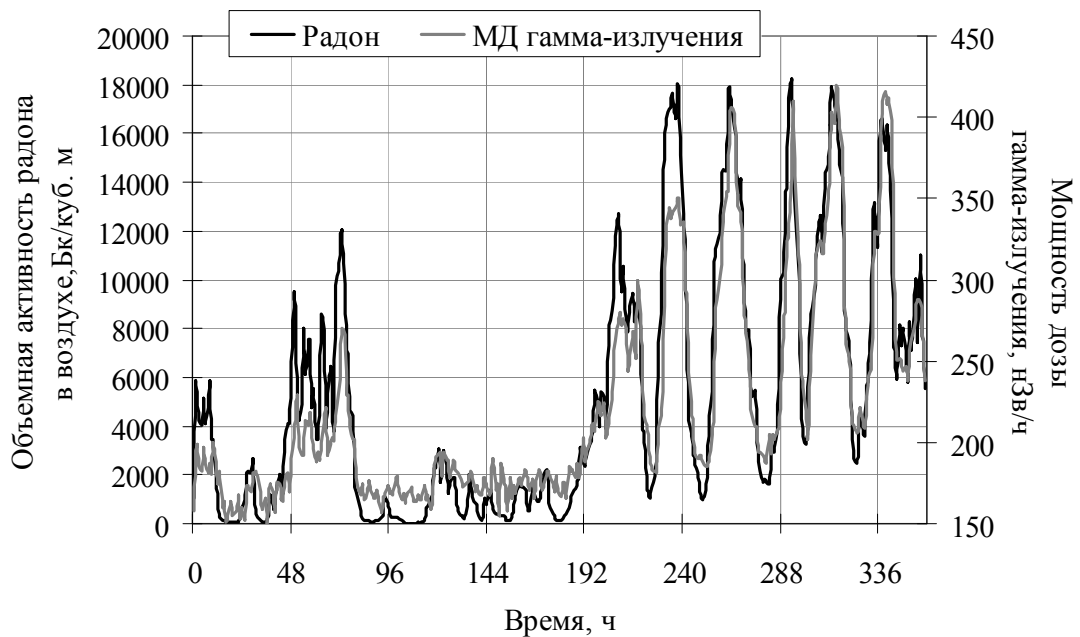


Рис. 3. – Результаты мониторинга мощности дозы гамма-излучения и содержания радона в воздухе помещения на 1 этаже, с. Атаманово, ул. Связи, д. 42-2 (начало 24.08.1999 г.)

Значительный рост МД внутри помещения наблюдается уже при достижении ОА радона значений, равных $800 \dots 900 \text{ Бк/м}^3$. В домах, где

содержание радона в воздухе превышает этот уровень, зарегистрированы значения МД до 0,43 мкЗв/ч.

Среднегодовая эквивалентная доза, получаемая жителями Красноярского края, за счёт облучения естественным радиационным фоном, равным 0,11 мкЗв/ч составляет 0,77 мЗв/год. В то же время, в аномальных помещениях села Атаманово с МД до 0,43 мкЗв/ч, обусловленной исключительно гамма-излучением дочерних продуктов распада радона, эта доза достигала 2,9 мЗв/год [4].

Фотографии наиболее неблагополучных домов, из которых были переселены жители к моменту окончания масштабных исследований, показаны на рисунке 4.



Рис. 4. – Неблагополучные жилые дома (29.03.2006 г - 11.06.2018 г)

Таким образом, все вышесказанное указывает на необходимость создания уникальных региональных радоновых лабораторий, где



существующие здания сами по себе будут являться эманационной средой (камерой), внутри которой можно проводить широкий спектр исследований. К таким исследованиям могут быть отнесены, например, сверочные (калибровочные) испытания широкой номенклатуры аппаратуры для инструментальных измерений газа радона, как в воздухе помещений, так и в почве, а также их дочерних продуктов распада. Также лаборатории могут совмещать в себе функцию стационарных постов метеорологических наблюдений, а учитывая территориальное тяготение радоновых аномалий к геологическим разломам, также выполнять функцию постов сейсмического или другого геофизического мониторинга. При этом постоянное присутствие персонала необязательно. Однако основное предназначение таких лабораторий должно быть направлено на отработку различных проектно-технических или методических решений, способных кардинально влиять на радоновую обстановку внутри. Например: испытание изолирующих материалов, наносимых на реальные ограждающие конструкции; изучение осаждения ДПР радона в различных условиях влажности или при работе генераторов с холодной эмиссией электронов; подбор оптимальных способов и режимов работы вентиляции; оценка эффективности иных противорадоновых мероприятий, выполненных как внутри, так и снаружи строения и т.п.

Соответственно, это предполагает необходимость оперативного и не затратного вмешательства в объемно-планировочное и конструкционное решение подобного реального строения. При этом такое вмешательство может быть как частичным, так и глобальным – вплоть до полной реконструкции с изменением этажности и переноса самого здания или его части.

Перспектива подобной идеи очевидна и заманчива. Однако традиционные подходы в возведении зданий и выбора строительных

материалов могут существенно ограничить ожидаемую функциональность или рентабельность работы такой лаборатории. При этом сама возможность размещения лаборатории в почти готовом здании, изначально находящегося на (или вблизи) радоновой аномалии, будет несомненной удачей. Но на практике такое встречается достаточно редко. В лучшем случае можно воспользоваться лишь частью сохранившихся ограждающих конструкций (рисунок 4).

Однако, если обратиться к инновационным техническим решениям и материалам, относящихся к сборному домостроению, то возведение подобного «эталонного» дома-лаборатории, а также планируемые его «реконструкции» могут быть вполне приемлемыми в плане затрат и сроков строительства

В качестве примера рассмотрим новый и не совсем привычный строительный материал для малоэтажного строительства – деревянный наборный строительный блок для технологии сборного домостроения, разработанные в г. Лесосибирске Красноярского края [6- 8].

Наиболее рациональным с экономической стороны сырьем для производства строительных материалов могут быть отходы лесопильного производства. В лесной промышленности отходы образуются практически на всех стадиях производства [9, 10]. Кусковые короткомерные отходы лесопиления наиболее перспективное вторичное сырье для производства строительных материалов. Данное вторичное сырье в большинстве случаев без пороков, отходы часто строганные и высушенные. Кроме того, данное сырьё является более доступным в лесопромышленных регионах страны [11, 12, 13].

«Блок строительный деревянный» блок собран из набора пакетов, составленных из вертикально расположенных унифицированных досок, воспринимающих вертикальные нагрузки, в количестве, по крайней мере, от

двух и более, любой длины, но одинаковой длины в одном блоке. Доски между собой склеены в продольном направлении боковыми плоскостями; при этом пакеты соединены друг с другом с образованием пазов и шипов по длине и на торцах блока за счет продольного и поперечного смещения пакетов относительно друг друга. Соединение пакетов между собой осуществляется при помощи клея и/или других крепежных элементов.

Типы таких строительных блоков и укладка их в стеновую конструкцию показаны на рисунках 5 и 6 [6].

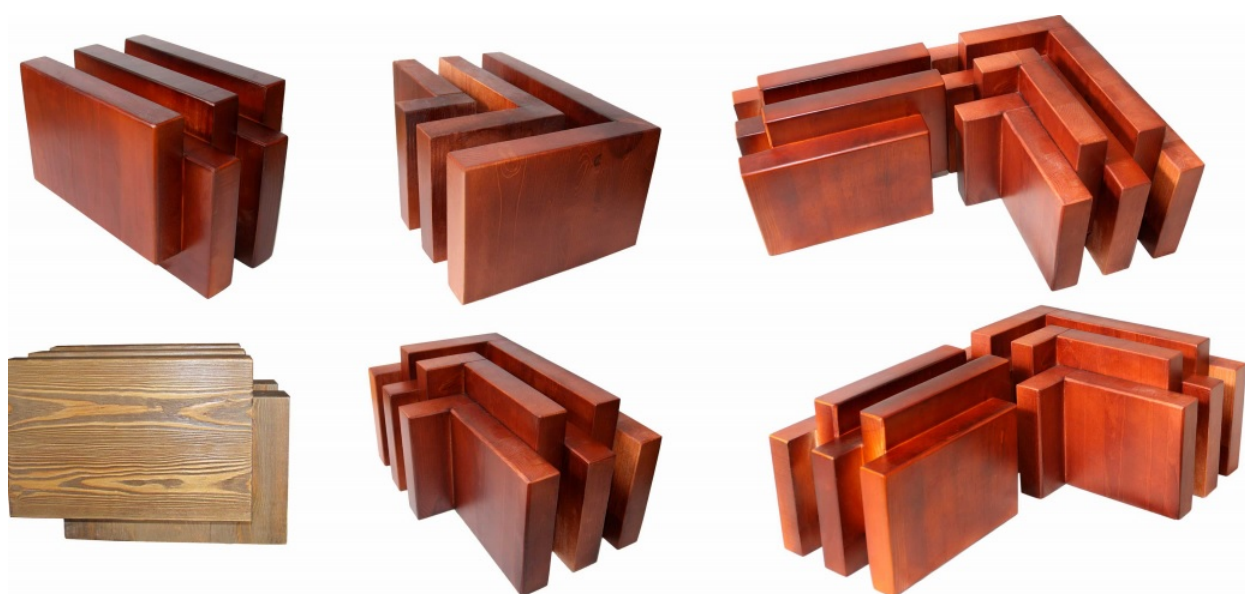


Рис. 5. – Блок строительный деревянный (пат. № 157715) для технологии сборного домостроения

По сути, эти блоки представляют собою макроаналог элемента конструктора «Lego», с помощью которых можно достаточно легко и быстро возводить/демонтировать с минимальными трудозатратами не только внутренние перегородки, но и капитальные стены. При изготовлении возможно использовать короткомерные лесоматериалы, некоторые отходы лесопиления, т.к. при изготовлении строительного элемента используют обрезки пиломатериала небольшой длины, что приводит к повышению комплексного использования древесины.



Рис. 6. – Укладка блоков

Таким образом, здесь обозначены два принципиальных положения. Первое – возможность и необходимость создания лабораторных «эталонных» полигонов на радоновых аномалиях для изучения различных технических, проектных или методических решений, способных кардинально менять радоновую обстановку внутри модели реального здания. При этом не исключается совмещение функций нескольких лабораторий в одной. Второе – возведение и реконструкция подобного «эталонного» строения могут быть более эффективными в плане как трудозатрат, так и сроков работ, в сравнении с традиционной строительной практикой.

Литература

1. Онищенко Г.Г. Итоги и перспективы обеспечения радиационной безопасности населения Российской Федерации // Радиационная гигиена. 2008. С. 1-10.
2. Арефина Л.Г., Болотова М.В., Воеводин В.А., Коваленко В.В., Кургуз С.А. Уникальная радоновая аномалия в с. Атаманово //

Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека. 2004. С. 52-54.

3. Назиров Р.А., Кургуз С.А., Тарасов И.В., Коваленко В.В., Воеводин В.А. Влияние конструктивных особенностей и объемно-планировочных решений зданий на формирование концентрации радона в воздухе помещений в условиях уникальной радоновой аномалии с. Атаманово Красноярского края // Известия Казанского архитектурно-строительного университета: Сб. науч. тр. Вып.1: Казань: КГАСУ, 2007. С. 87-91.

4. Кургуз С.А., Воеводин В.А., Болотова М.В., Коваленко В.В. Вариации мощности дозы внутри помещений в домах с аномальным уровнем радона в воздухе // Ученые – юбилею вуза. Красноярск: КрасГАСА, 2002. С. 61-70.

5. Кургуз С.А. Вариации мощности дозы гамма-излучения в средах с повышенным содержанием радона в воздухе. Germany, Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2013. 78 с.

6. Патент на полезную модель 157 715, МПК E04 C 1/00, Блок строительный деревянный / Шамсутдинов В.Ш.; заявитель и патентообладатель Шамсутдинов В.Ш. - № 2015100356/03; заявл. 12.01.2015; опубл. 10.12.2015.

7. Шамсутдинов В.Ш. Деревянный строительный блок для возведения малоэтажных зданий // Инженерный вестник Дона, 2018, № 2. URL:ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2018/4870.

8. Рубинская А.В., Шамсутдинов В.Ш. Разработка новой технологии в условиях инновационного развития строительной отрасли // Экономика и предпринимательство. 2018. №6. С.837-840.

9. Мохирев А.П., Безруких Ю.А., Медведев С.О. Переработка древесных отходов предприятий лесопромышленного комплекса, как фактор



устойчивого природопользования // Инженерный вестник Дона. 2015. №2. (часть 2) URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2p2y2015/3011.

10. Зырянов М.А., Мохирев А.П., Рябова Т.Г., Карпук С.А. Разработка и экспериментально-теоретическое обоснование технологии переработки порубочных остатков древесины // В мире научных открытий. 2015. №12-3 (72). С. 845-853.

11. Мохирев А.П., Позднякова М.О., Аксенов Н.В. Сравнительный анализ доступности лесных ресурсов лесозаготовительных предприятий // Инженерный вестник Дона, 2017, №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2017/3954.

12. Mokhirev A. P., Pozdnyakova M.O., Medvedev S.O., Mammatov V. O.. Assessment of availability of wood resources using geographic information and analytical systems (the Krasnoyarsk Territory as an example) // Journal of Applied Engineering Science. 2018. No3, Vol. 16. pp. 313-319 doi: 10.5937/jaes16-16908.

13. Pozdnyakova M.O., Mokhirev A.P., Ryabova T.G. Comprehensive evaluation of technological measures for increasing availability of wood resources // Journal of Applied Engineering Science. 2018. No4 Vol. 16 pp. 565- 569. DOI: 10.5937/jaes16-18842.

References

1. Onishchenko G.G. Radiacionnaya gigiena. 2008. pp. 1-10.
 2. Arefina L.G., Bolotova M.V., Voevodin V.A., Kovalenko V.V., Kurguz S.A. Radioaktivnost' i radioaktivnye ehlementy v srede obitaniya cheloveka. 2004. pp. 52-54.
 3. Nazirov R.A., Kurguz S.A., Tarasov I.V., Kovalenko V.V., Voevodin V.A. Izvestiya Kazanskogo arhitekturno-stroitel'nogo un-ta: Sb. nauch. tr. Vyp. 1: Kazan', 2007. pp. 87-91.
 4. Kurguz S.A., Voevodin V.A., Bolotova M.V., Kovalenko V.V. Uchenye – yubileyu vuza. Krasnoyarsk, 2002. pp. 61-70.
-

5. Kurguz S.A. Variacii moshchnosti dozy gamma-izlucheniya v sredah s povyshennym sodержaniem radona v vozduhe [Variations in the dose of gamma radiation in environments with high content of radon in the air]. Germany, Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2013. 78 p.

6. Shamsutdinov V.Sh. Patent na poleznuyu model' 157 715, MPK E04 S 1/00, 2015.

7. Shamsutdinov V.Sh. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2018, № 2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2018/4870.

8. Rubinskaya A.V., SHamsutdinov V.SH. Ekonomika i predprinimatel'stvo. 2018. № 6. pp. 837-840.

9. Mokhirev A.P., Bezrukih YU.A., Medvedev S.O. Inženernyj vestnik Dona (Rus). 2015. №2 (part 2). URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2p2y2015/3011.

10. Zyryanov M.A., Mokhirev A.P., Ryabova T.G., Karpuk S.A. V mire nauchnyh otkrytij. 2015. № 12-3 (72). pp. 845-853.

11. Mokhirev A.P., Pozdnyakova M.O., Aksenov N.V. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2017, №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2017/3954.

12. Mokhirev A. P., Pozdnyakova M.O., Medvedev S.O., Mammatov V. O. Journal of Applied Engineering Science. 2018. No3, Vol. 16. pp. 313-319 doi: 10.5937/jaes16-16908.

13. Pozdnyakova M.O., Mokhirev A.P., Ryabova T.G. Journal of Applied Engineering Science. 2018. No4 V 16 pp. 565- 569. DOI: 10.5937/jaes16-18842.