

Construction of Unique Buildings and Structures



journal homepage: www.unistroy.spb.ru

Защита жителей домов от влияния радона при эксплуатации здания

К.А. Роберт¹, К.Я. Нешто², Т.Д. Мамаев³, И.Ю. Сенин⁴

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 195251, Россия, г. Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29.

Информация о статье

УДК 614.876:69

История

Подана в редакцию 23 декабря 2014

Ключевые слова

радон;
радиация;
строительство;
источники излучения;
радон в воде;
радон в почве;

АННОТАЦИЯ

Статья посвящена радионуклидам (таким, как радон). В статье рассматриваются причины возникновения радионуклидов и их главные источники. Известно, что основными источниками радионуклидов являются природные (70-80%), но без техногенных факторов радионуклиды не были бы столь опасны, поэтому рассматриваются причины повышения концентрации радионуклидов в окружающей среде, способы их проникновения в здания и сооружения, и выявляются наиболее опасные. Также рассматривается влияние строительных материалов на концентрацию радионуклидов, и выбор наиболее безвредных. На основе всего вышеперечисленного предлагаются защитные меры, которые должны уменьшить концентрацию радионуклидов в помещениях, причем различные меры должны приниматься и на стадии строительства и на стадии эксплуатации.

Содержание

1.	Введение	47
2.	Обзор литературы	47
3.	Результаты обзора	48

Контактный автор:

- 1 +7 (911) 745 1118, Feask@rambler.ru (Роберт Кирилл Алексеевич, студент)
- 2 +7 (921) 436 0426, Li_nke@mail.ru (Нешто Ксения Яковлевна, студент)
- 3 +7 (921) 980 4968, fox13-team@mail.ru (Мамаев Тимофей Дмитриевич, студент)
- 4 +7 (931) 267 7529, 13.snn.0@mail.ru (Сенин Илья Юрьевич, студент)

1. Введение

В целях обеспечения экологической безопасности градостроительства и повышения эффективности использования территорий все большее внимание уделяется естественной радиоактивности. По данным многочисленных исследований отечественных и зарубежных ученых, основной радиационный фон на нашей планете создается за счет естественных источников излучения, в частности, радона, который составляет значительную часть общей радиационной дозы. Необходимость рассмотрения проблемы радиационной обстановки при строительстве зданий и сооружений становится все более актуальной в силу ужесточения требования к безопасности населения.

2. Обзор литературы

Различные аспекты данной проблемы частично рассматривались авторами [1-18].

Актуальной задачей является изучение вопроса защиты населения от влияния природных радионуклидов при строительстве.

Известно, что облучение населения в повседневной жизни формируется за счет трех основных источников излучения: природных, техногенных и медицинских. В условиях отсутствия радиационных аварий вклад природных источников излучения в суммарные дозы облучения населения составляет около 70–80%, а практически вся остальная часть суммарных доз приходится на долю медицинского облучения, поскольку вклад техногенных источников не превышает 1%. Природные источники излучения воздействуют на все население во всех сферах жизнедеятельности независимо от возраста и профессиональной деятельности. Кроме того, в реальной жизни фактически отсутствует верхний предел суммарных доз природного облучения отдельных людей или групп жителей.

Так, среднемировая доза облучения людей за счет всех природных источников излучения составляет около 2,4 мЗв/год при характерном диапазоне доз 1,0–13 мЗв/год. Средняя по России доза природного облучения населения несколько выше и составляет около 3,3 мЗв/год при значительно более широком диапазоне доз по отдельным группам населения. Более того, имеются отдельные субъекты Российской Федерации, в которых средние дозы природного облучения населения близки к 10 мЗв/год, и населенные пункты со средними дозами природного облучения жителей более 10 мЗв/год.

Основной вклад в облучение населения природными источниками излучения вносят короткоживущие дочерние продукты изотопов радона в воздухе помещений (60–70%) и внешнее облучение (20–30%), а на долю остальных приходится до 10% от суммарных доз [1].

Радон – это радиоактивный химический элемент, который образуется в результате распада радия. В нормальных условиях радон – бесцветный инертный газ, значительно тяжелее воздуха. Наиболее стабильный изотоп ^{222}Rn имеет период полураспада 3,8 суток [2,17].

Радон образуется в недрах Земли в результате распада урана, который, хоть и в незначительных количествах, но входит в состав практически всех видов грунтов и горных пород. В процессе радиоактивного распада уран превращается в радий-226, из которого, в свою очередь, и образуется радон-222. Особенно велико содержание урана (до 2 мг/л) в гранитных породах. Соответственно в районах, где преимущественным породообразующим элементом является гранит, можно ожидать и повышенное содержание радона. Радон постепенно просачивается из недр на поверхность, где сразу рассеивается в воздухе, в результате чего его концентрация остается ничтожной и не представляет опасности.

Проблемы возникают в случае отсутствия достаточного воздухообмена, например, в домах и других помещениях. В этом случае содержание радона в замкнутом помещении может достичь опасных концентраций [3,16].

На дозу, обусловленную радоном и дочерними продуктами распада, существенное влияние оказывают радиационные характеристики строительных материалов и почвы под зданием, в меньшей степени радиационные показатели используемой воды и бытового газа. В различных регионах влияние каждого фактора имеет свои особенности, которые зависят от геологического строения, концентрации радиоэлементов в породах, почвах, подземных водах, коэффициента эманирования, наличия разломов [4,14.] Также, в условиях мегаполисов уровень техногенных вибраций, возбуждаемых в геологической среде (например, наземным и подземным транспортом), значительно увеличивает интенсивность выхода в атмосферу естественных газовых потоков. Так, по оценкам, проведенным в 1998 г. в центре Москвы, эксхалляция (выход) водорода (равно как и радона) в дневные часы почти в 3 раза превышал уровень эксхалляции его в ночное время (сразу же после 2 ч ночи), когда прекращается движение электропоездов в метро. Причем кривая эксхалляции водорода ведет себя абсолютно синхронно поведению кривой сейсмоземиссионного шума [5].

Как видно из рисунка 1 [4], путями проникновения радона в здание могут стать практически любые неплотности в оболочке здания, расположенные ниже уровня земли: трещины в перекрытиях, открытые

участки почвы в подвальном помещении или подпольном пространстве, вводы труб и коммуникаций, стыки между плитами и блоками и т.д.

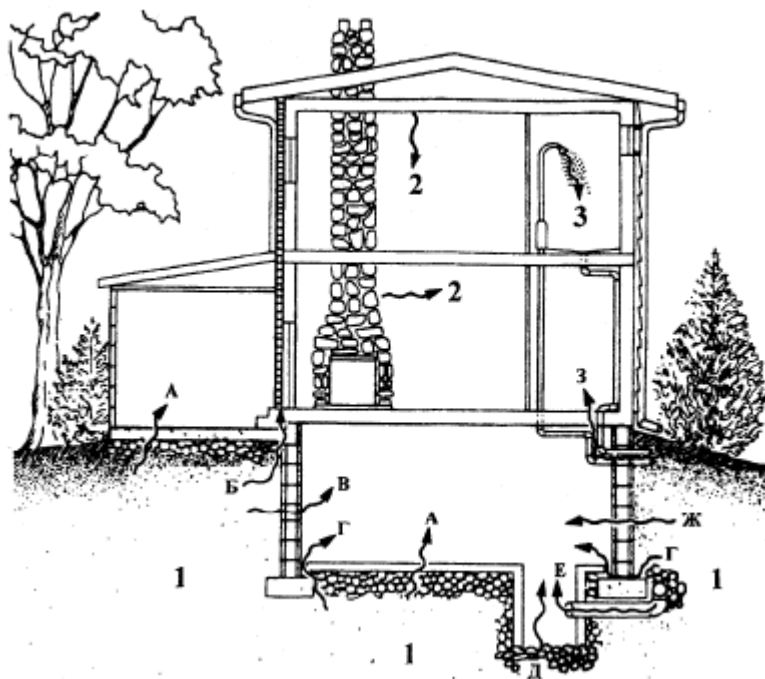


Рис.1 Основные источники и пути проникновения радона в здания:

1 — почва под зданием; 2 — строительные материалы; 3 — вода из подземных источников; А — трещины в бетонных перекрытиях; Б — пространство за облицовочной стеной, установленной на неперекрытом фундаменте из полых блоков; В — поры и трещины в бетонных блоках фундамента; Г - соединения между полом и стеной; Д — открытая почва; Е — швы между блоками фундамента, заполненные раствором; Ж — плохо изолированные вводы труб и коммуникаций; З — открытые торцы пустотелых блочных стен

По оценкам исследований, скорость поступления радона в одноэтажный дом составляет 20 Бк/м³ час, при этом вклад бетона и других стройматериалов в эту дозу составляет всего 2 Бк/м³ час. Содержание радиоактивного газа радона в воздухе помещений определяется содержанием в стройматериалах радия и тория. Применение в производстве стройматериалов с использованием безотходных технологий сказывается на объемной активности радона в помещении. Использование кальций – силикатных шлаков, полученных при переработке фосфатных руд, пустых пород из отвалов обогатительных фабрик уменьшает загрязнение окружающей среды, удешевляет производство стройматериалов. Особенно высокой удельной активностью обладают блоки из фосфогинса, квасцовых глинистых сланцев. С 1980 г. производство такого газобетона прекращено из-за высокой концентрации радия и тория [6, 14].

Содержание радона наблюдается в любой воде, омывающей породы даже с низким содержанием радия. Растворенный в воде радон представляет существенную угрозу для здоровья людей. Вместе с водой радон попадает в пищеварительную систему человека, вызывая внутреннее облучение. При кипячении воды радон практически весь деэмануирует и поступает в организм ингаляционным способом. При норме расхода воды одним потребителем в местах с повышенной концентрацией радона в воде составляет 250 л/сут, что может представлять серьезную опасность для населения. Нормами радиационной безопасности регламентируется предельная концентрация радона в воде, не превышающая 60 Бк/кг [7, 13].

Основное воздействие радона на здоровье – это повышенный риск развития рака легких. Конечно, не каждое превышение уровня приводит к развитию рака легких. Проведенные к настоящему времени исследования указывают на возможность развития соматической патологии, обусловленной воздействием радиационного фактора, в том числе патологии нервной системы [8].

3. Результаты обзора

В настоящее время признано, что эффективные дозы радона в помещениях могут быть весьма высокие и их можно уменьшить, а также избежать возникновения значительных доз при строительстве новых зданий путем вмешательства в сложившуюся практику строительства.

В целях защиты населения и работников от влияния природных радионуклидов должны осуществляться: выбор земельных участков для строительства зданий и сооружений с учетом уровня выделения радона из почвы и гамма-излучения; проектирование и строительство зданий и сооружений с учетом предотвращения поступления радона в воздух этих помещений.

Производственный контроль строительных материалов, приемка зданий и сооружений в эксплуатацию осуществляются с учетом уровня содержания радона в воздухе помещений и гамма-излучения природных радионуклидов; эксплуатация зданий и сооружений с учетом уровня содержания радона в них и гамма-излучения природных радионуклидов. В эксплуатируемых зданиях среднегодовая эквивалентная равновесная объемная активность дочерних изотопов радона и торона в воздухе жилых помещений не должна превышать 200 Бк/м³. При более высоких значениях объемной активности должны проводиться защитные мероприятия, направленные на снижение поступления радона в воздух помещений и улучшение вентиляции помещений. Защитные мероприятия должны проводиться также если мощность эффективной дозы гамма-излучения в помещениях превышает мощность дозы на открытой местности более чем на 0,2 мкЗв/ч. При невозможности выполнения нормативов путем снижения уровня содержания радона и гамма-излучения природных радионуклидов в зданиях и сооружениях должен быть изменен характер их использования.

Принципиально пониженное содержание радона во внутреннем воздухе помещений может быть обеспечено за счет [9,10]: выбора для строительства участка с низкими выделениями радона из грунтов; применения ограждающих конструкций, эффективно препятствующих проникновению радона из грунтов в здание; удаления радона из внутреннего воздуха помещений. На стадии предпроектных изысканий производится экспертная оценка потенциальной радоноопасности участка на основе анализа комплекса качественно и количественно определяемых факторов. К наиболее значимым факторам, которые следует учитывать при этом, относятся: ЭРОА радона в зданиях, эксплуатируемых на рассматриваемом участке или вблизи него; плотность потока радона на поверхности земли; ОА радона в почвенном воздухе; характеристики геологического строения разрезов; удельная активность радия в слоях пород геологических разрезов; коэффициент эманирования радона в породах геологического разреза.

Таким образом, развитие научных идей в области радиационной безопасности населения, их практическая реализация в рамках национальной системы радиационной защиты обеспечат решение проблемы ограничения облучения населения от природных источников облучения, позволят оптимизировать систему защиты населения и снизить радиационные риски.

Проблема обеспечения радоновой безопасности зданий должна решаться комплексно, с учетом всех факторов, обуславливающих поступление радона в помещение.

Литература

- [1]. Уровни облучения детей за счет природных источников излучения в детских образовательных учреждениях на территории отдельных субъектов федерации/Стамат И.П., Кормановская Т.А., Световидов А.В., Ракитин И.А., Горский Г.А.// Радиационная гигиена, том 4. 2011. № 1. 126 с.
- [2]. Романова А.А., Игнатьев Г.В. Радон в системе централизованного водоснабжения// Вестник ЧитГУ. 2011. № 9 (76).
- [3]. Сидельникова О.П., Козлов Ю.Д. Влияние активности естественных радионуклидов строительных материалов на радиационный фон помещений. М.: Энергоатомиздат, 1996. 159 с.
- [4]. Стефаненко И.В. Меры по обеспечению защиты населения и работников от негативного влияния природных радионуклидов при строительстве зданий и сооружений// Вестник ВолгГАСУ, Сер: Стрво и архит. 2010. № 18 (37).
- [5]. Фомин Г.В. Радон и тритий на северо-западе Москвы //Вопросы атомной науки и техники, Сер: Термоядерный синтез. 2005. № 1. с 60-68.
- [6]. Рыжакова Н.К., Башкиров Н.И., Титенкова Н.В. Оценка вклада стройматериалов в радиационный фон жилых помещений г. Томска // АНРИ. 2002. № 4. с 69-71.
- [7]. Федеральная целевая программа снижения уровня облучения населения России и производственного персонала от природных радиоактивных источников на 1994—1996 гг. (программа «Радон») // АНРИ. 1994. № 3.
- [8]. Ненахова Е.В., Черняго С.А. Взаимосвязь между содержанием радона в окружающей среде и заболеваемостью населения// Бюллетень ВСНЦ со рамн. 2006. 52 с.
- [9]. Пособие к МГСН 2.02—97. Проектирование противорадоновой защиты жилых и общественных зданий. М.: Правительство Москвы, Москомархитектура, 1998.
- [10]. Жуковский М.В., Кружалов А.В., Гурвич В.Б., Ярмошенко И.В. Радоновая безопасность зданий. Екатеринбург: УрОПАН, 2000. 286 с.
- [11]. Robe M.C., Rannou A., Tymen G., Le Bronec J. Radon diagnosis based on investigation of radon sources and radon entry in houses. Radiation protection dosimetry. 1992. No 1(4). 391 p.
- [12]. Poncela L.S.Q., Fernandez P.L., Arozamena J.G., Fernandez C.S.A Method for measuring effective radon diffusion coefficients in radon barriers by using modified lucas cells radiation measurements. 2005 No 1. 87-89 pp.
- [13]. Hazin C.A. Release of radon from showers and it's influence on the balance of radon indoors. 1991.
- [14]. Kovler K. Radon exhalation of hardening concrete: monitoring cement hydration and prediction of radon concentration in construction site. 2006. 354-366 pp.
- [15]. Andersen Claus E., Bergsoe Niels C., Majborn B., Ulbak K. Radon and natural ventilation in newer danish single-family houses. Indoor air. 1997. No 4. 278-286 pp.
- [16]. Henshaw D.L. Radon. Strutral survey. 1991. No 2. 31-48 pp.
- [17]. Journal of enviromental radioactivity. 2006. No 3. 354-366 pp.
- [18]. Световидов А.В., Венков В.А., Горский Г.А. Опыт проведения радонозащитных мероприятий в эксплуатируемых зданиях// Радиационная гигиена. 2009. № 4. с 35-39.

Protecting people from the effects of radon in houses

K.A. Robert¹, K.Ya. Neshto², T.D. Mamaev³, I.Yu. Senin⁴

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, 29 Politechnicheskaya St., St. Petersburg, 195251,
Russia

ARTICLE INFO

short message

doi:

Article history

Received 23 December 2014

Keywords

radon;
radiation;
construction;
sources of radiation;
radon in water;
radon in soil;

ABSTRACT

The article is devoted radionuclides (such as radon). This article discusses the causes of radionuclides and their main sources. It is known that the main sources of radionuclides are natural (70-80%), but without anthropogenic factors radionuclides would not be so dangerous, therefore we consider the reasons of increasing concentrations of radionuclides in the environment, ways of their penetration in buildings and structures, and identifying the most dangerous. Also examines the impact of construction materials on the concentration of radionuclides and selects the most harmless. Based on all of the above features protective measures to reduce the the concentration of radionuclides in the premises, and the various measures to be taken on construction stage and the operation phase.

Corresponding author:

- 1 +7 (911) 745 1118, Feask@rambler.ru (Kirill Robert Alekseevich, student)
- 2 +7 (921) 436 0426, Li_nke@mail.ru (Ksenya Neshto Yakovlevna, student)
- 3 +7 (921) 980 4968, fox13-team@mail.ru (Timofei Mamaev Dmitrievich, student)
- 4 +7 (931) 267 7529, 13.snn.0@mail.ru (Iliia Senin Yurievich, student)

References

- [1]. Urovni oblucheniya detey za schet prirodnykh istochnikov izlucheniya v detskikh obrazovatelnykh uchrezhdeniyakh na territorii otdelnykh subyektov federatsii/Stamat I.P., Kormanovskaya T.A., Svetovidov A.V., Rakitin I.A., Gorskiy G.A.// Radiatsionnaya gigiyena, tom 4. 2011. № 1. 126 s.
- [2]. Romanova A.A., Ignatyev G.V. Radon v sisteme tsentralizovannogo vodosnabzheniya// Vestnik ChitGU. 2011. № 9 (76).
- [3]. Cidelnikova O.P., Kozlov Yu.D. Vliyaniye aktivnosti yestestvennykh radionuklidov stroitelnykh materialov na radiatsionnyy fon pomeshcheniy. M: Energoatomizdat, 1996. 159 s.
- [4]. Stefanenko I.V. Mery po obespecheniyu zashchity naseleniya i rabotnikov ot negativnogo vliyaniyaprirodnykh radionuklidov pri stroitelstve zdaniy i sooruzheniy// Vestnik VolgGASU, Ser: Str-vo i arkhitekt. 2010. № 18 (37).
- [5]. Fomin G.V. Radon i tritiiy na severo-zapade Moskvy //Voprosy atomnoy nauki i tekhniki, Ser: Termoyadernyy sintez. 2005. № 1. s 60-68.
- [6]. Ryzhakova N.K., Bashkirov N.I., Titenkova N.V. Otsenka vklada stroymaterialov v radiatsionnyy fon zhilykh pomeshcheniy g. Tomsk // ANRI. 2002. № 4. s 69-71.
- [7]. Federalnaya tselevaya programma snizheniya urovnya oblucheniya naseleniya Rossii i proizvodstvennogo personala ot prirodnykh radioaktivnykh istochnikov na 1994—1996 gg. (programma «Radon») // ANRI. 1994. № 3.
- [8]. Nenakhova Ye.V., Chernyago S.A. Vzaimosvyaz mezhdru sodержaniyem radona v okruzhayushchey srede i zabolevayemostyu naseleniya// Byulleten VSNTs so ramn. 2006. 52 s.
- [9]. Posobiye k MGSN 2.02—97. Proyektirovaniye protivoradonovoy zashchity zhilykh i obshchestvennykh zdaniy. M: Pravitelstvo Moskvy, Moskomarkhitektura, 1998.
- [10]. Zhukovskiy M.V., Kruzhalov A.V., Gurvich V.B., Yarmoshenko I.V. Radonovaya bezopasnost zdaniy. Yekaterinburg: UrORAN, 2000. 286 s.
- [11]. Robe M.C., Rannou A., Tymen G., Le Bronec J. Radon diagnosis based on investigation of radon sources and radon entry in houses. Radiation protection dosimetry. 1992. No 1(4). 391 p.
- [12]. Poncela L.S.Q., Fernandez P.L., Arozamena J.G., Fernandez C.S.A Method for measuring effective radon diffusion coefficients in radon barriers by using modified lucas cells radiation measurements. 2005 No 1. 87-89 pp.
- [13]. Hazin C.A. Release of radon from showers and it's influence on the balance of radon indoors. 1991.
- [14]. Kovler K. Radon exhalation of hardening concrete: monitoring cement hydration and prediction of radon concentration in construction site. 2006. 354-366 rr.
- [15]. Andersen Claus E., Bergsoe Niels C., Majborn B., Ulbak K. Radon and natural ventilation in newer danish single-family houses. Indoor air. 1997. No 4. 278-286 pp.
- [16]. Henshaw D.L. Radon. Strutural survey. 1991. No 2. 31-48 pp.
- [17]. Journal of enviromental radioactivity. 2006. No 3. 354-366 pp.
- [18]. Svetovidov A.V., Venkov V.A., Gorskiy G.A. Opyt provedeniya radonozashchitnykh meropriyatiy v ekspluatiruyemykh zdaniyakh// Radiatsionnaya gigiyena. 2009. № 4. c 35-39.
- Роберт К.А., Нешто К.Я., Мамаев Т.Д., Сенин И.Ю. Защита жителей домов от влияния радона при эксплуатации здания // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2015. №10(37). С.46-52.
- Robert K.A., Neshto K.Ya., Mamaev T.D., Senin I.Yu. Protecting people from the effects of radon in houses. Construction of Unique Buildings and Structures, 2015, 10(37), Pp. 56-71. (rus)