

К.Н. Орлова, М.А. Гайдамак

(Юргинский технологический институт Национального исследовательского
Томского политехнического университета; e-mail: kemsur@rambler.ru)

АНАЛИЗ УРОВНЯ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ В ПОСТРОЙКАХ ИЗ КИРПИЧА

Представлены результаты исследований уровня радиационной безопасности в кирпичных постройках в течение их эксплуатации. Показаны повышенные значения мощности дозы гамма-излучения в домах, эксплуатируемых в течение нескольких десятилетий, что свидетельствует о накоплении радиоактивных изотопов. Наблюдается миграция радиоактивных изотопов вверх по этажам с увеличением срока эксплуатации.

Ключевые слова: гамма-излучение, радиационная безопасность, накопление радионуклидов.

K.N. Orlova, M.A. Gaydamak

ANALYSIS OF GAMMA RADIATION LEVEL IN THE CONSTRUCTION OF BRICK

The results of investigations of radiation safety in the brick buildings during their operation are presented. Increased values of dose rate of gamma radiation in houses operated for several decades is showed that likely indicate the accumulation of radioactive isotopes. Moreover, there is a migration of radioactive isotopes on the floors up with an increase in the service life of buildings.

Key words: gamma rays, radiation safety, radio nuclides accumulation.

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 17 марта 2016 г.

Радиоактивное загрязнение является одной из самых значимых проблем при обеспечении безопасности жизнедеятельности человека [1-3], так как ежедневно человек на протяжении всей своей жизни подвергается радиационному облучению. Очень важно понимать, что слово "радиация" – это не только последствия аварий на атомных электростанциях и оружия массового поражения, что есть как искусственные источники радиации, так и естественные [4-6]. Согласно оценке Международной комиссии по радиологической защите, можно сказать, что более половины средней дозы облучения, которому подвергается человек, приходится на природные источники ионизирующего излучения, а доля, приходящаяся на радиационные аварии на атомных электростанциях и испытания ядерного оружия, не превышает и десятой доли процента общей дозы облучения. Возникает вопрос: какие природные источники ионизирующего излучения воздействуют на организм человека? К естественным источникам ионизирующего излучения относятся:

- природные радионуклиды, содержащиеся в воздухе, пище, строительных материалах, земной коре и т.д.;
- космическое излучение.

Основными источниками накопления радионуклидов в жилище являются:

1. **Породы.** Каждый участок земной поверхности выделяет радиоактивные элементы с характерной для него скоростью. На участках, где коренные породы содержат высокие концентрации урана (граниты, углеродисто-кремнистые сланцы, фосфориты и т.д.), всегда фиксируется высокое выделение радионуклидов.

2. **Почвы.** Типичные значения концентрации радия в почве – 41 *Бк/кг*, эманиационный фактор – 0,35, коэффициент пористости – 0,4. Исходя из этих данных, концентрация радона в почвенном газе составляет приблизительно 37 *кБк/м³* (1000 *пКи/л*) [7].

3. **Воды.** Концентрация радона в обычно используемой воде чрезвычайно мала, но вода из некоторых источников, особенно из глубоких колодцев или артезианских скважин, содержит очень много радиоактивных элементов.

4. **Газы.** Основной источник атмосферных радионуклидов – диффузия от поверхностных почв. Относительно небольшими источниками радона являются вулканы, грунтовые воды, природный газ и вентилируемый воздух шахт.

При исследовании естественных источников облучения необходимо учитывать, что строительные материалы обладают способностью накапливать и излучать радиоактивные изотопы, при этом основным продуктом распада природных радиоактивных изотопов является гамма-излучение [8]. Одним из основных строительных материалов является кирпич, поэтому на первом этапе целью исследования явилось определение уровня радиационной безопасности в постройках из кирпича в течение эксплуатации.

Задачи исследования:

- определить мощности дозы гамма-излучения в постройках из кирпича;
- определить годовую дозу гамма-излучения, получаемую населением;
- проанализировать полученные данные, произвести физическую интерпретацию результатов.

Основным источником радионуклидов в здании является радиоактивный газ радон и продукты его распада в воздухе помещений. Типичные концентрации радия в камне, бетоне, кирпиче и гипсе те же, что и в поверхностных почвах и породах – 40 *Бк/кг* (1 *пКи/л*). Лучшее в этом смысле дерево: удельная радиоактивность древесины, как правило, ниже 1 *Бк/кг*. Радиоактивность бетона определяется радиоактивностью его компонентов и сильно различается в разных странах.

Поскольку основной источник поступления радона – грунт под строением, главный накопитель радона – подвал или подпол (при наличии такового). Зимой концентрации радона в домах на 50 % превышают летние уровни в под-

валах и на 1 этаже. Весна и осень характеризуются промежуточными результатами и, видимо, являются наилучшим временем для оценки среднегодовых значений. На концентрацию радона в домашней атмосфере влияет также скорость воздухообмена в помещении, то есть – проветривания.

Произведённые измерения мощности дозы гамма-излучения были сопоставлены с утвержденными нормами по радиационной безопасности [9, 10]. Согласно санитарным правилам, максимальная годовая доза облучения населения составляет 1 мЗв, то есть если в году 8760 часов, то максимальная мощность дозы будет 0,11 мкЗв/ч.

Рассмотрим полученные результаты измерений. Для измерений были выбраны жилые дома в различных районах города (табл. 1).

Таблица 1

Измерение радиационного фона в постройках из кирпича

№	Материал постройки	Год постройки	Мощность дозы гамма излучения, 1 этаж, мкЗв/ч	Мощность дозы гамма излучения, 5 этаж, мкЗв/ч	Годовая доза облучения проживающего населения, мЗв		
					1 этаж	5 этаж	
1	кирпич	2010	0,08	0,07	0,7008	0,6132	
2		2004	0,11	0,10	0,9636	0,876	
4		1990	0,15	0,10	1,314	0,876	
5		1987	0,13	0,9	1,1388	7,884	
7		1981	0,13	0,10	1,1388	0,876	
8		1980	0,14	0,12	1,2264	1,0512	
9		1972	0,13	0,10	1,1388	0,876	
11		1963	0,13	0,13	1,1388	1,1388	
12		1955	0,13	0,15	1,1388	1,314	
13		Кирпич – внутри шлак засыпной	1965-1960	0,19		1,6644	

Согласно измерениям, видно, что жилые дома, построенные не более 10 лет тому назад, создают несравненно меньшую дозу облучения как на первых, так и на верхних этажах, в то время как с увеличением срока эксплуатации дома мощность дозы гамма-излучения увеличивается.

Необходимо отметить, что кирпич обладает большей накопительной способностью в течение первых 10 лет. После 30 лет эксплуатации жилых помещений наблюдалось насыщение уровня гамма-излучения на первых этажах (рис. 1), в то время как мощность дозы гамма-излучения на верхних этажах наоборот увеличивалась (рис. 2). Дома, построенные 20-30 лет тому назад, имеют показания мощности дозы гамма-излучения на 0,02-0,03 мкЗв/ч больше, чем в домах, построенных недавно.

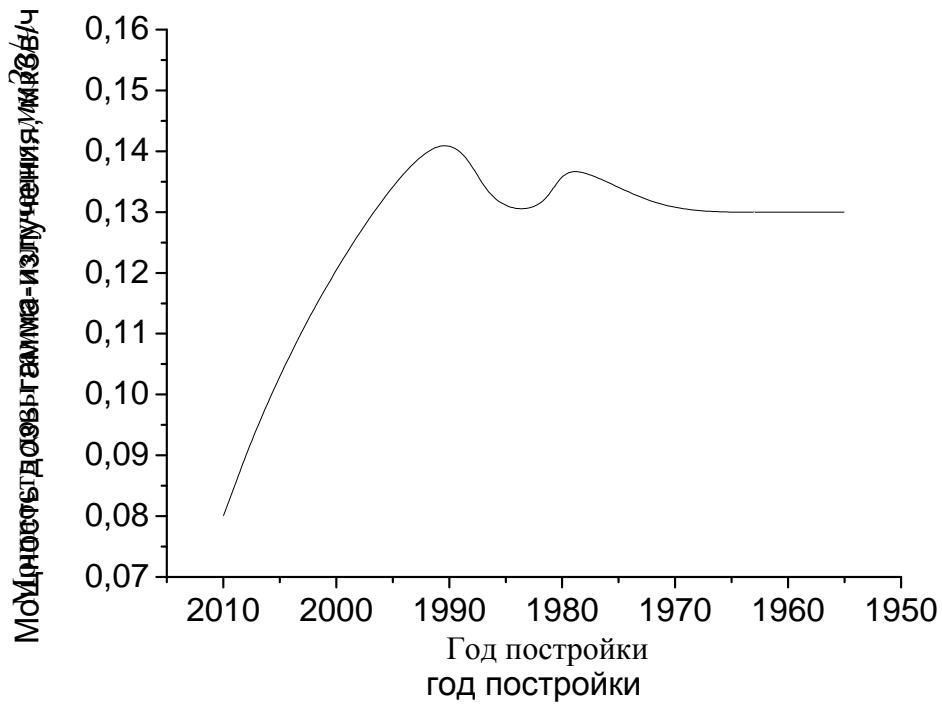


Рис. 1. Уровень гамма-излучения на первых этажах кирпичных зданий

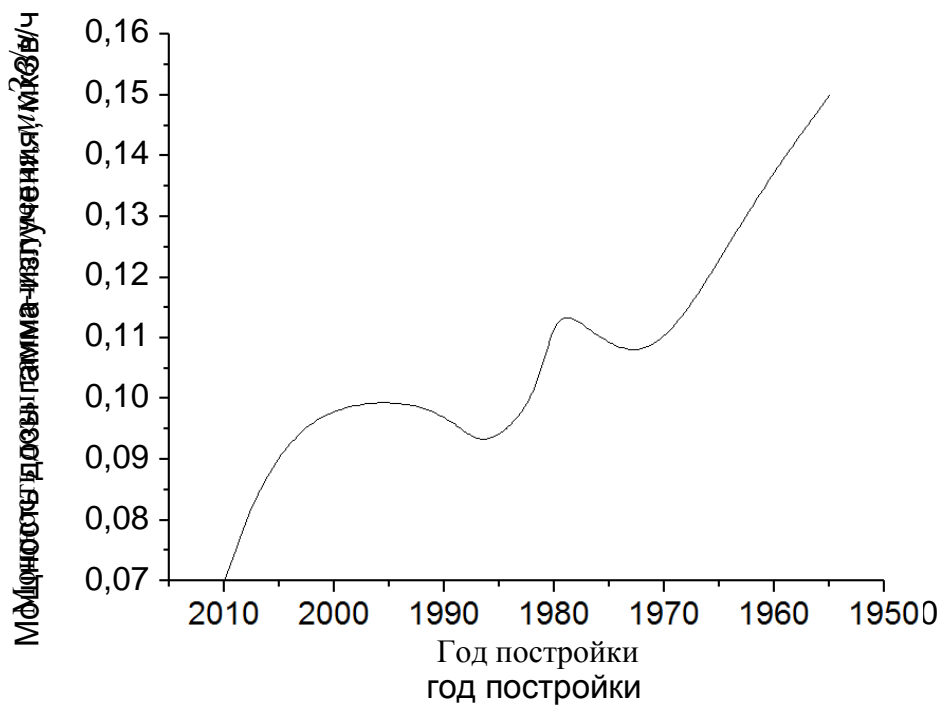


Рис. 2. Уровень гамма-излучения на последних этажах кирпичных зданий

Самые высокие значения мощности дозы – 0,19 мкЗв/ч соответствуют постройкам из шлакоблоков. Это ожидаемо ввиду высоких фоновых значений этих строительных материалов. Глубинная природа угля и шлака обуславливает высокую естественную радиоактивность шлакоблоков.

Выводы

1. Согласно оценке дозиметрических характеристик в постройках из кирпича на территории города Юрги, получены значения, превышающие максимально допустимую дозу гамма-излучения, если срок эксплуатации составлял более 10 лет.

2. Повышенные дозы гамма-излучения в кирпичных домах, построенных 30-40 лет назад, свидетельствуют о накоплении радиоактивных изотопов строительными материалами. Причем наблюдается миграция радиоактивных изотопов вверх по этажам с увеличением срока службы зданий.

3. Повышение почти в два раза дозы гамма-излучения в жилых домах, построенных с применением шлака, создают опасность значительного облучения и биологических последствий для населения, проживающего в них.

Литература

1. *Smagin A.I., O.L.Dmitrieva, Orlov O.L., Nevolina I.V.* About radionuclide transfer on bats (Chiroptera) in Southern Urals // Технологии техносферной безопасности. Вып. 1 (41). 2012. 6 с. <http://ipb.mos.ru/ttb>.

2. *Татаринов В.В.* Радиационный, химический и биологический терроризм // Технологии техносферной безопасности. Вып. 3 (43). 2012. 7 с. <http://ipb.mos.ru/ttb>.

3. *Медведева О.В., Орлова К.Н., Большанин В.Ю.* Нейросетевые технологии алгоритмизации по определению радиационного облучения в повседневной жизни человека // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2014. № 10. С. 17-20.

4. *Орлова К.Н., Абраменко Н.С., Семенов А.А.* Определение коэффициента поглощения и кратности ослабления облачности при прохождении гамма-излучения // Технологии техносферной безопасности. Вып. 6 (52). 2013. С. 86-89. <http://ipb.mos.ru/ttb>.

5. *Агаев И.Х.* О методе расчёта интенсивности солнечной радиации с учётом многослойной модели атмосферы // Технологии техносферной безопасности. Вып. 4 (32). 2010. 4 с.

6. *Орлова К.Н.* Исследование уровня радиационной безопасности на территории города Юрги // Вестник Кузбасского Государственного Технического Университета. 2011. № 6. С.35-37.

7. *Малахов В.М., Гриценко А.Г., Дружинин С.В.* Инженерная экология. Новосибирск, 2012. С. 33-52.

8. *Введение* в дозиметрию и защита от ионизирующих излучений: пособие для студентов. Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, 2008. 145 с.

9. *СанПиН 2.6.2523-09.* Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009 от 7 июля 2009 года, № 47. Зарегистрировано в МинЮсте РФ 14 августа 2009 г. № 14534.

10. *James E. Martin.* Physics for radiation protection, WILEY-VCH Verlag GmbH&Co. KGaA // Weinheim. 2006. № 3. P. 79.