

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.  
ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра нефтехимии и техногенной безопасности

**Организационно-технические мероприятия по минимизации  
воздействия остаточной радиоактивности строительных материалов**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента (ки) 4 курса 441 группы  
направления 20.03.01 «Техносферная безопасность»  
Института химии  
Жога Анны Николаевны

Научный руководитель

доцент, к.х.н.  
должность, уч. ст., уч. зв.

\_\_\_\_\_  
подпись, дата

В.З. Углонова  
инициалы, фамилия

Заведующий кафедрой

д.х.н., профессор  
должность, уч. ст., уч. зв.

\_\_\_\_\_  
подпись, дата

Р.И. Кузьмина  
инициалы, фамилия

Саратов 2019

## ВВЕДЕНИЕ

На протяжении всей жизни человек испытывает на себе влияние естественного радиоактивного фона Земли. Индивидуальная годовая эффективная доза облучения населения России в среднем оценивается в 3,95 мЗв/год, причем на природные источники излучения приходится 85,6 % суммарной дозы облучения. Более половины суммарной дозы облучения от всех природных источников составляет внутреннее облучение населения за счет ингаляции изотопов радона и их короткоживущих дочерних продуктов распада. При этом необходимо отметить, что ионизирующие излучения являются одновременно и другом, и смертельным врагом человека. Это требует от каждого серьезных знаний об источниках опасности ионизирующей радиации, методах защиты от ее воздействия.

Обширные обследования НК ДАР ООН, охватившие около ста тысяч человек, показали, что самыми распространенными видами рака, вызванными действием альфа и гамма-излучения, оказались рак лёгких, рак молочной и щитовидной железы. При том, чем больше человек находится в атмосфере с заданной концентрацией радона, тем выше вероятность возникновения раковых заболеваний.

Существенное влияние на дозу, обусловленную радоном, оказывают радиационные характеристики стройматериалов и почвы под зданием, т.к. значительную часть времени (около 80%) население промышленно развитых стран мира, находится внутри помещений. Поэтому получение экологически безопасных строительных материалов и контроль их качества закреплены законодательно и соблюдение этих норм и правил является важнейшей задачей как производства, так и контроля безопасности. Нормативно-правовое регулирование в области радиационной безопасности является первичным и наиболее важным элементом, ориентиром данной системы.

Главными источниками поступления в строительные материалы естественных радионуклидов являются минералы и горные породы (глины, граниты, бокситы и т.д.), а также отходы производства и потребления (шлак, зола и т.д.), которые в настоящее время стали включать в производственный оборот.

Строительные материалы обычно содержат в своем составе естественные радионуклиды: уран-238, торий -232, калий-40. Содержание естественных радионуклидов в сырье характеризуется большим разбросом показаний эффективной удельной активности (от 7 до 4700 Бк/кг) и зависит от места добычи сырья. В зависимости от степени концентрации радиоактивных элементов мощность дозы в домах изменяется, так, например, мощность дозы кирпичных, бетонных зданий в 2-3 раза выше, чем у деревянных. Мощность дозы можно уменьшить на стадии проектирования и строительства с помощью использования радиационно-безопасных материалов.

В связи с этим цель бакалаврской работы - радиационная оценка качества некоторых строительных материалов и изделий – является актуальной.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Измерить величину радиационного фона, создаваемого строительным сырьем и готовой продукцией.
2. Выявить и оценить возможные способы снижения значений мощности экспозиционной дозы.
3. Рассмотреть влияние температуры на величину флуктуации радиационного фона.
4. Разработать рекомендации по снижению радиационного фона в помещениях, создаваемого строительными материалами.

В качестве объектов исследования были выбраны: керамический блок, шлакоблок, белый кирпич, красный кирпич, щебень, керамическая плитка.

Измерения проводили с помощью приборов, позволяющих оценить уровни радиации на местности, в помещениях и радиоактивность загрязнения материалов и продуктов: индикатор радиоактивности РАДЭКС РД 1503 (Россия) и дозиметр-радиометр бытовой АНРИ-01-02 «СОСНА» (Россия). Приборы оценивают радиационную обстановку по величине мощности амбиентного эквивалента дозы  $\gamma$ -излучения с учетом загрязненности объектов источниками  $\beta$ -частиц или по величине мощности экспозиционной дозы ( $\Phi$ ) с учетом загрязненности объектов источниками  $\beta$ -частиц.

**Структура и объем работы.** Бакалаврская работа изложена на 55 страницах, состоит из введения, трех разделов и заключения. Список использованных источников включает 42 наименования. Текст сопровождается 16 таблицами и 4 рисунками.

### **Основное содержание работы**

Измерения проводили с помощью приборов, позволяющих оценить уровни радиации на местности, в помещениях, радиоактивность загрязнения материалов и продуктов: индикатор радиоактивности РАДЭКС РД 1503 и дозиметр-радиометр бытовой АНРИ-01-02 «СОСНА». Указанные приборы оценивают радиационную обстановку по величине мощности амбиентного эквивалента дозы  $\gamma$ -излучения с учетом загрязненности объектов источниками  $\beta$ -частиц или по величине мощности экспозиционной дозы ( $\Phi$ ) с учетом загрязненности объектов источниками  $\beta$ -частиц. В связи с тем, что ионизирующее излучение носит статистический вероятностный характер, то показания прибора в одинаковых условиях не могут быть строго постоянными. Для достоверного определения уровня мощности дозы были проведены от 10

до 15 циклов наблюдения, не выключая прибора. Результаты измерений представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Значения величины мощности доз исследуемых объектов.

Исследуемый образец	Мощность амбиентного эквивалента дозы, мкЗв/ч	Мощность экспозиционной дозы, мкР/ч
Щебень	0,100±0,011	9,7±0,5
Кирпичный блок	0,182±0,013	17,4±0,7
Шлакоблок	0,191±0,010	18,9±0,5
Белый кирпич	0,160±0,002	15,9±0,4
Красный кирпич	0,140±0,002	14,0±0,4
Керамическая плитка напольная (Россия)	0,162±0,006	12,0±0,5
Керамическая плитка напольная (Украина)	0,161±0,010	11,8±0,6
Керамическая плитка настенная (Испания)	0,180±0,009	14,7±0,4

В таблице представлены значения величины мощности доз исследуемых объектов: щебень, керамический блок, шлакоблок, белый силикатный кирпич, красный огнеупорный кирпич, керамическая плитка производства разных стран (Россия, Украина, Испания). Исследуемые объекты, исключая щебень и красный кирпич, керамическую плитку, превышают установленные значения фоновой мощности в 15,0 мкЗв/ч.

Ограниченность экологически чистой сырьевой базы промышленности строительных материалов, а также необходимость снижения антропогенного давления на окружающую природную среду, обусловили вовлечение в производственный оборот, с одной стороны, менее экологически чистых, с другой – вторичных сырьевых ресурсов - отходов производства и потребления.

Процессы производства, связанные с тепловой обработкой сырьевых смесей (сушка, декарбонизация, обжиг), сопровождающиеся удалением из них воды и углекислого газа, практически не содержащих радионуклидов, способствуют концентрированию естественных радионуклидов в готовом продукте.

Образуют соединения, которые в процессе эксплуатации мигрируют из структуры строительных материалов в окружающую среду, создавая опасные для человека концентрации в воздухе.

С введением ГОСТ 30108-94 «Материалы и изделия строительные. Определение удельной эффективной активности естественных радионуклидов» обязательно проводятся исследования образцов строительных материалов на удельную эффективную активность естественных радионуклидов радия – 226, тория – 232 и калия – 40.

Критерием оценки является удельная эффективная активность (Аэфф), по которой устанавливается принадлежность материала к 1, 2 или 3 классу и определяются возможные области его использования. Эти характеристики указываются в гигиенических сертификатах на строительные материалы.

Расчёт поверхностной и удельной активности проводили по формулам:

$$A_s = A/S \text{ и } A_m = A/m,$$

где  $A_s$  – поверхностная активность,

$A_m$  – удельная активность,

$A$  – активность,

$S$  – площадь поверхности исследуемого объекта,

$m$  – масса исследуемого объекта.

Полученные результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Значения величины активности строительных материалов, и требования к ним.			
Исследуемый образец	Поверхностная активность, Бк/м <sup>2</sup>	Удельная активность, Бк/кг	Удельная эффективная активность, Бк/кг
Щебень	1288	92,04	740-2800
Керамический блок	2292	130,2	≤370
Шлакоблок	2395	159,7	
Красный кирпич	1825	529,3	
Белый кирпич	2085	417,0	
Плитка напольная (Россия)	1554	667,0	
Плитка напольная (Украина)	1560	553,4	
Плитка настенная (Испания)	1865	956,3	

Для жилых помещений эффективная удельная активность радионуклидов не должна превышать 370 Бк/кг, этому значению не отвечают красный и белый кирпич, керамическая плитка.

Известно, что естественные радионуклиды могут быть распределены по всему объему породы, используемой в качестве сырьевых материалов. Не исключено также, что часть естественных радионуклидов, может находиться в поверхностных слоях зерен, порах и микротрещинах, в этом случае возможно их полное или частичное удаление промывкой водой, либо другими растворителями, тогда как в первом случае удаление радионуклидов этим способом невозможно.

В тоже время снижение концентрации и плотности потока радона в воздухе закрытого помещения можно достичь путем целенаправленного регулирования характера пористости, минимизации открытых пор, уменьшения удельной поверхности, как исходных компонентов, так и получаемых изделий, сведя к минимуму дефектов структур (микротрещин, неплотностей).

Для понижения мощности доз (амбиентного эквивалента и экспозиционной) строительных изделий выбраны следующие защитные материалы и способы их нанесения: смачивание исследуемого объекта водой, покрытие грунтовкой, шпаклевкой.

Поверхность готовых изделий смачивали водой с помощью пульверизатора, оставляли образцы на 5 минут для того, чтобы защитный материал впитался в поверхность изделия, затем с интервалом 60 мин. проводили измерения мощности экспозиционной дозы.

Поверхность изделий смачивали грунтовкой с помощью кисти, оставляли впитаться. На образцы наносили слой шпатлевки толщиной 1 см, высушивали и с интервалом 60 мин. проводили измерения мощности экспозиционной дозы. Полученные значения представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Повышение радиационной безопасности строительных изделий (понижения мощности экспозиционной дозы)

Исследуемый образец	Ф, мкР/ч	$A_s, \text{кБк/м}^2$	$A_m, \text{Бк/кг}$
Вода			
Керамический блок	16,5	2136,75	121,40
Шлакоблок	17,7	2292,15	152,80
Белый кирпич	14,7	1910,15	382,03
Красный кирпич	12,1	1566,95	454,18
Грунтовка			

Керамический блок	13,9	1806,52	102,64
Шлакоблок	14,8	1923,07	128,24
Белый кирпич	12,2	1579,90	315,98
Красный кирпич	10,9	1411,55	409,14
Шпатлевка			
Керамический блок	11,4	1482,77	84,24
Шлакоблок	11,5	1443,92	96,25
Белый кирпич	9,1	1184,92	236,98
Красный кирпич	9,0	1165,50	337,82

Анализ литературы, а также собственные исследования показали, что интенсивность радиационного фона величина непостоянная.

На графиках 1 и 2 представлена зависимость мощности экспозиционной дозы, создаваемой керамическим блоком и шлакоблоком от температуры. Так при повышении температуры (+4÷+6)°С Ф всех образцов монотонно увеличивается,  $\Delta\Phi \approx 5,0$  мкЗв/ч.

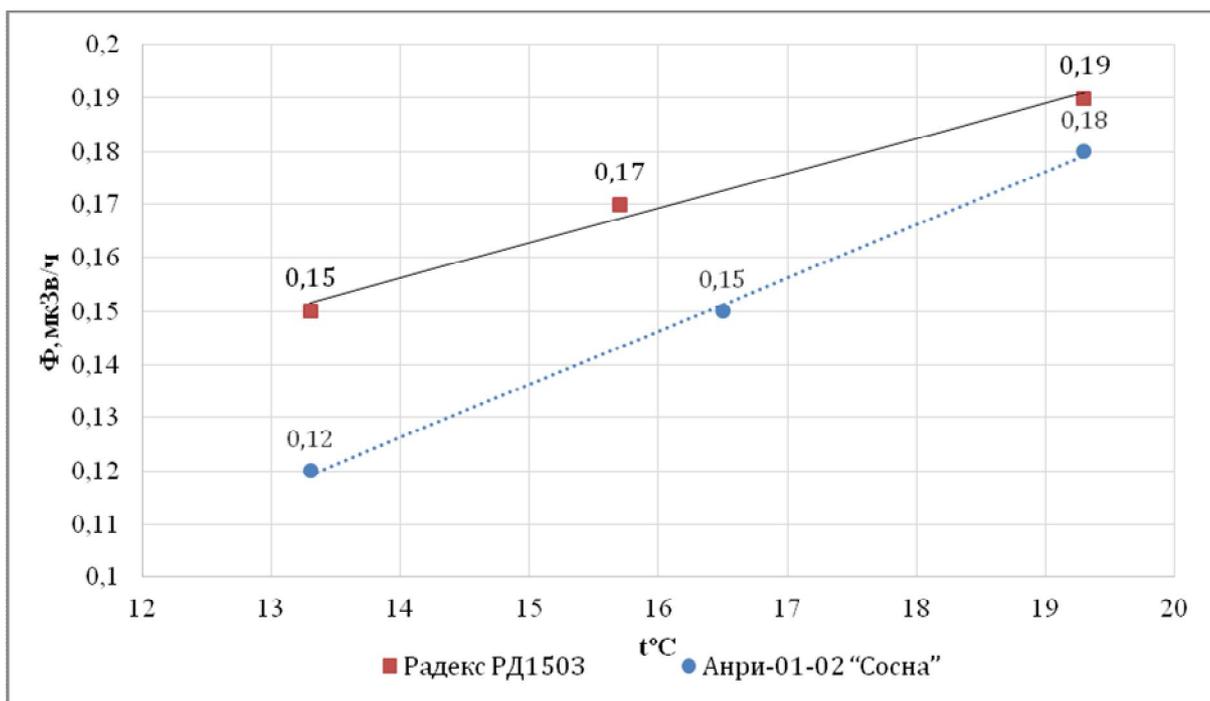


Рисунок 1 – Зависимость мощности экспозиционной дозы, создаваемой керамическим блоком, от температуры 1 – Радэкс РД1503, 2 – Анри-01-02 «Сосна»

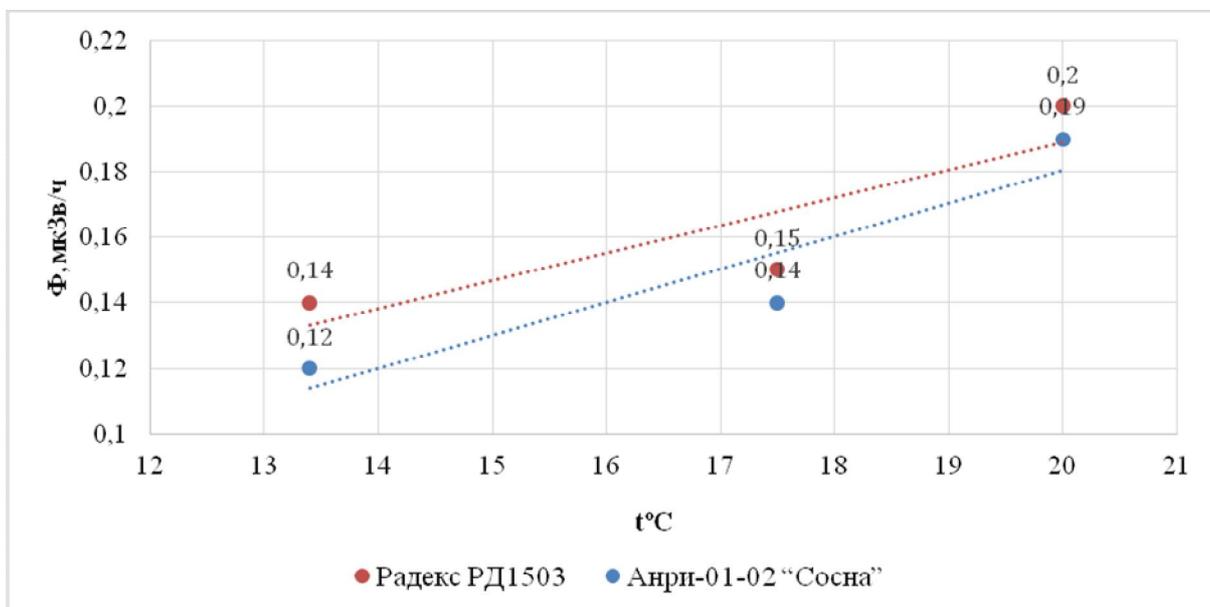


Рисунок 2 – Зависимость мощности экспозиционной дозы, создаваемой шлакоблоком, от температуры 1 – Радэкс РД1503, 2 – Анри-01-02 «Сосна»

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Установлено, что средняя арифметическая фоновая мощность экспозиционной дозы исследуемых материалов и изделий, превышает установленную для Краснодарского края (0,15 мкЗв/ч). Так, для керамического блока значение отличается на 21,3 %, для шлакоблока – 27,3 %, белого кирпича – 6,6 %, керамической плитки производства Россия, Украина, Испания – 8,0 %, 7,3 %, 20,0 % соответственно. Исключением являются изделия – щебень ( $\Phi = 0,10$ ) и красный кирпич ( $\Phi = 0,14$ ), значения которых ниже, либо приближены к установленным.

2. Рассчитаны значения поверхностной и удельной активности исследуемых строительных материалов и изделий. Найдено, что указанные величины превышают установленные нормы (370 Бк/кг, ГОСТе 30108-94). Так, красный кирпич превышает на 46,25 %, белый кирпич на 62,19 %, керамическая плитка (Россия) – 80%, керамическая плитка (Украина) на 46%, керамическая плитка (Испания) – 63%. Следовательно, исследуемые объекты не рекомендуются к применению в строительстве жилых зданий. Но могут быть использованы в дорожном строительстве в пределах населенных пунктов и зон перспективной застройки, либо в строительстве производственных сооружений.

3. Установлено, что повышение температуры воздуха увеличивает флуктуации радиационного фона, создаваемого исследуемыми материалами и изделиями. Установлено, что мощность экспозиционной дозы находится в прямой зависимости с температурой.

4. Установлено, что нанесение защитных материалов на поверхность изделий понижает величину фоновой мощности экспозиционной дозы. При использовании *грунтовок* значения  $\Phi$  понижались в среднем для кирпичного блока на 20 %, шлакоблока – 23 %, белого кирпича – 25 %, красного кирпича - 24%; *штатлевки*: для кирпичного блока на 36 %, шлакоблока – 42 %, белого кирпича – 43 %,

красного кирпича - 36 %. Наиболее эффективна обработка поверхностей строительных изделий готовых помещений слоем шпатлевки. Это позволяет повысить класс безопасности строительных изделий.