

Министерство образования и науки Российской Федерации

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра нефтехимии
и техногенной безопасности

**Оценка экологической безопасности
некоторых строительных материалов и изделий**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента (ки) 4 курса 441 группы

направления 20.03.01 «Техносферная безопасность»
код и наименование направления, специальности
Института химии

Борзова Виктора Михайловича

Научный руководитель

доцент, к.х.н.

должность, уч. ст., уч. зв.

подпись, дата

В.З. Угланова

инициалы, фамилия

Заведующий кафедрой

д.х.н., профессор

должность, уч. ст., уч. зв.

подпись, дата

Р.И. Кузьмина

инициалы, фамилия

Саратов 2016

Введение

Природная среда содержит в своем составе различные естественные радионуклиды, которые создают естественный радиационный фон – K, Ra, Th. В радиационный фон Земли кроме естественных радионуклидов входят и искусственные радионуклиды, и в первую очередь ^{137}Cs , которые являются источниками дополнительного облучения. Радиоактивные элементы присутствуют в почве, воздухе, воде, растениях, тканях живых организмов и в различных продуктах производства.

Известно, что радиационная обстановка на территории РФ в целом определяется следующими источниками ионизирующих излучений: природной радиоактивностью; радиационным фоном, обусловленным проводившимися в предыдущие годы испытаниями ядерного оружия; эксплуатацией радиационно-опасных объектов; наличием территорий, загрязненных радиоактивными веществами вследствие деятельности объектов современной промышленности. Исследования показали, что воздействие естественных источников ионизирующих излучений, а также облучение людей поражающими факторами ядерных испытаний незначительны. Основной вклад вносят объекты, материалы, изделия, изготовленные из радиоактивного сырья природного происхождения, а также промышленных отходов, техногенно-измененные природные объекты. Установлено, что 80 % своего времени население проводит в помещениях, поэтому особую актуальность приобретают вопросы обеспечения радиационной безопасности населения и снижение уровня облучения в жилых помещениях, промышленных зданиях и сооружениях. Поэтому, в настоящее время вопросам экологии и качественной оценке строительной продукции уделяется большое внимание.

В связи с этим, цель выпускной квалификационной работы - радиационно-гигиеническая оценка качества некоторых строительных материалов и изделий – является актуальной.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

- 1) измерение величин мощности амбиентного эквивалента дозы и мощности экспозиционной дозы, возникающих в результате эксхалации радиоактивных веществ с поверхности строительных материалов и изделий;
- 2) влияние метеопараметров на величину флуктуации радиационного фона;
- 3) выявление и оценка возможных способов снижения значений мощности.

В качестве исследуемых образцов были выбраны следующие объекты: строительные материалы: 1 – песок карьерный, 2 – цемент; и изделия: 3 – кирпич красный, 4 – кирпич шамотный, 5 – кирпич белый силикатный, 6 – пеноблок.

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 γ -излучения с учетом загрязненности объектов источниками β -частиц или по величине мощности экспозиционной дозы (Φ) с учетом загрязненности объектов источниками β -частиц.

Структура и объем работы. Выпускная квалификационная работа изложена на 51 странице, состоит из введения, 3 разделов (литературный обзор, экспериментальная часть, результаты и их обсуждение), выводы и приложение А, состоит из 3 таблиц. Список использованных источников включает 54 наименований. Текст иллюстрирован 3 таблицами и 11 рисунками.

Основное изложение работы

При измерении мощности экспозиционной дозы прибор подносился к объекту обследования на расстоянии 5-10 мм левой боковой стороной (с прорезями) (РАДЭКС РД 1503) или устанавливался непосредственно на образец (АНРИ-01-02 «СОСНА»). В изделиях измерения проводили в двух позициях: на боковой торцевой поверхности кирпича или блока и на плоскости сечения изделия (скол).

Результаты оценки фоновой мощности дозы всех выбранных объектов исследования представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Значения величины мощности доз исследуемых материалов на внутренней поверхности (позиция №1) и сколе (позиция №2). РАДЭКС РД 1503; Анри-01-02 Сосна. n=10 P=0,95.

| Исследуемый образец | Мощность амбиентного эквивалента дозы, мкЗв/ч | | Мощность экспозиционной дозы, мкР/ч | |
|-------------------------|---|-------------|-------------------------------------|------------|
| | Позиция №1 | Позиция №2 | Позиция №1 | Позиция №2 |
| Кирпич красный | 0,157±0,006 | 0,160±0,007 | 15,8±0,3 | 16,3±0,4 |
| | 0,162±0,003 | 0,162±0,006 | 16,2±0,4 | 16,3±0,4 |
| Кирпич шамотный | 0,179±0,009 | 0,200±0,009 | 17,2±0,3 | 19,7±0,2 |
| | 0,183±0,010 | 0,207±0,009 | 18,3±0,5 | 19,5±0,5 |
| Кирпич белый силикатный | 0,136±0,004 | 0,186±0,006 | 16,6±0,1 | 17,2±0,2 |
| | 0,128±0,009 | 0,182±0,004 | 17,0±0,4 | 18,2±0,2 |
| Пеноблок | 0,139±0,004 | 0,163±0,008 | 14,9±0,2 | 16,9±0,3 |
| | 0,150±0,010 | 0,171±0,003 | 15,0±0,3 | 17,2±0,3 |
| Песок | 0,154±0,008 | - | 15,6±0,1 | - |
| | 0,153±0,009 | - | 15,6±0,3 | - |
| Цемент | 0,146±0,007 | - | 14,7±0,2 | - |
| | 0,144±0,005 | - | 14,5±0,3 | - |

Анализ полученных данных показал, что значения Φ для всех исследуемых изделий незначительно превышают или приближены к значениям фоновой мощности экспозиционной дозы, установленной для Саратовской области (15 мкР/ч). Так, наиболее безопасными из исследуемых являются строительные материалы – песок и цемент, изделие – пеноблок. Установлено, что на сколе образцов значения фоновой экспозиционной мощности повышаются. Так для красного кирпича Φ возрастает в среднем ~ на 2 %, белого кирпича – ~ 5 %, шамотного кирпича – ~ 11 %, пеноблока – ~ 14 % (таблица 1).

Для сравнения полученных данных с нормативными нами рассчитаны значения поверхностной и удельной активности строительных материалов и изделий. Расчеты проводились по формулам: $A_s=A/S$ 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. РАДЭКС РД 1503; *Анри-01-02 Сосна*. $n=10$, $P=0,95$.

| Исследуемый образец | Поверхностная активность, Бк/м ² | Удельная активность, Бк/кг | Удельная эффективная активность, Бк/кг. [ГОСТ 30108-94] |
|---------------------|---|----------------------------|---|
| Красный кирпич | 2044 | 524 | ≤ 370 |
| | 2111 | 541 | |
| Кирпич шамотный | 2404,5 | 512 | 371-740 |
| | 2465,5 | 525 | |

| | | | |
|--------------|--------|------|----------|
| Кирпич белый | 2200,5 | 579 | 741-2800 |
| | 2280,5 | 600 | |
| Пеноблок | 2027,5 | 91,2 | 741-2800 |
| | 2138,5 | 89,0 | |
| Песок | 2004 | 146 | >2800 |
| | 1994 | 148 | |
| Цемент | 1889 | 132 | >2800 |
| | 1886 | 132 | |

Анализ результатов исследования и нормированных данных показал, что удельная эффективная активность исследуемых образцов, а именно кирпича красного, шамотного и белого превышают установленные в ГОСТ. Так, значения A_m красного кирпича превышает норму ~ на 46 %, шамотного – ~ 42 %, белого – ~ 62 %. Рассчитанные значения удельной активности всех образцов кирпича свидетельствуют о том, что данные изделия можно отнести ко 2 классу безопасности и, поэтому они не рекомендуются для использования при строительстве жилых помещений. В свою очередь песок, цемент, пеноблок имеют меньшие значения удельной активности, относятся к 1 классу безопасности и могут быть рекомендованы как строительные материалы при возведении жилых зданий.

Флуктуация радиационного фона

Анализ литературы, а также собственные исследования показали, что интенсивность радиационного фона величина непостоянная, меняющаяся во времени: возможны суточные колебания, сезонные, годовые и более сложные временные циклы. Важными факторами, оказывающими влияние на радиационный фон, являются климатические параметры. Установлено, что резкие изменения значений величин температуры, давления и влажности атмосферы отрицательно сказываются на здоровье людей. Совпадение же во времени радиационных и неблагоприятных климатических факторов увеличивает медицинский риск населения. В связи с этим нами проведено исследование по влиянию метеоусловий (температуры воздуха и атмосферного давления) на флуктуацию величины радиационного фона.

Установлено, что на величину фоновой мощности экспозиционной дозы (Φ), создаваемой образцами, оказывает влияние температура воздуха и атмосферное давление.

Так при повышении температуры $(+6\div+12)^0$ С Φ всех образцов монотонно увеличивается, $\Delta\Phi \approx 7,0$ мкЗв/ч, данная зависимость хорошо представлена на рисунках 1-3.

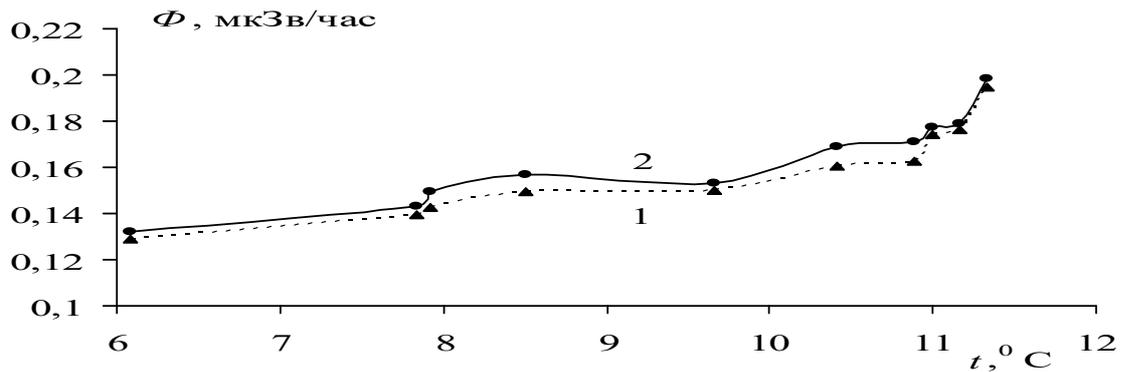


Рисунок 1 – Зависимость мощности экспозиционной дозы, создаваемой красным кирпичом, от температуры 1 – Радэкс РД1503, 2 – Анри-01-02 “Сосна”.

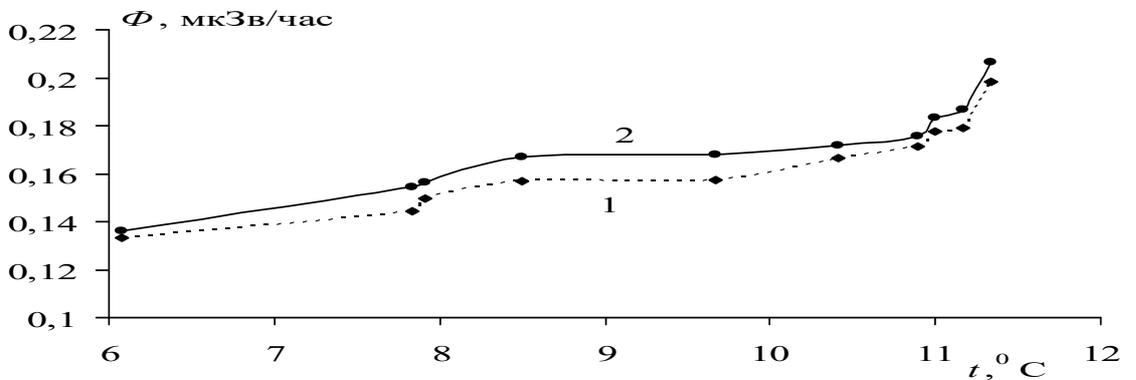


Рисунок 2 – Зависимость мощности экспозиционной дозы, создаваемой белым кирпичом, от температуры 1 – Радэкс РД1503, 2 – Анри-01-02 “Сосна”.

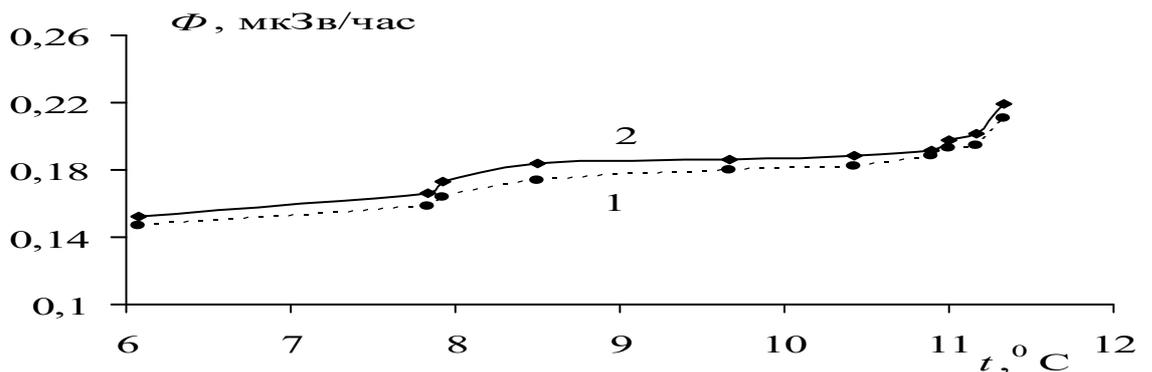


Рисунок 3 – Зависимость мощности экспозиционной дозы, создаваемой шамотным кирпичом, от температуры 1 – Радэкс РД1503, 2 – Анри-01-02 “Сосна”

Вероятно, это связано повышением интенсивности выделения радиоактивных веществ, а также радона из образцов при их нагревании в процессе теплообмена. Обратные изменения Φ наблюдаются при повышении атмосферного давления: при увеличении P фоновая мощность экспозиционной дозы уменьшается, данная зависимость представлена на рисунках 4-6.

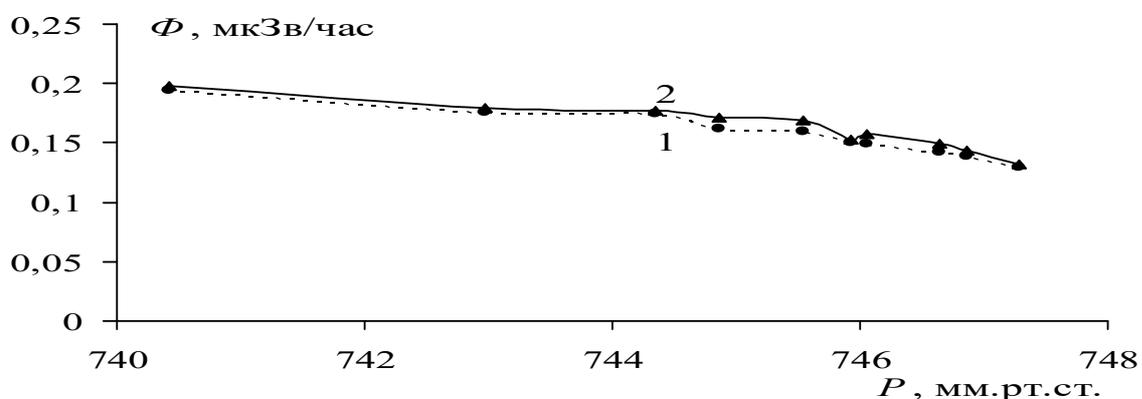


Рисунок 4 – Зависимость мощности экспозиционной дозы, создаваемой красным кирпичом, от давления 1 – Радэкс РД1503, 2 – Анри-01-02 “Сосна”

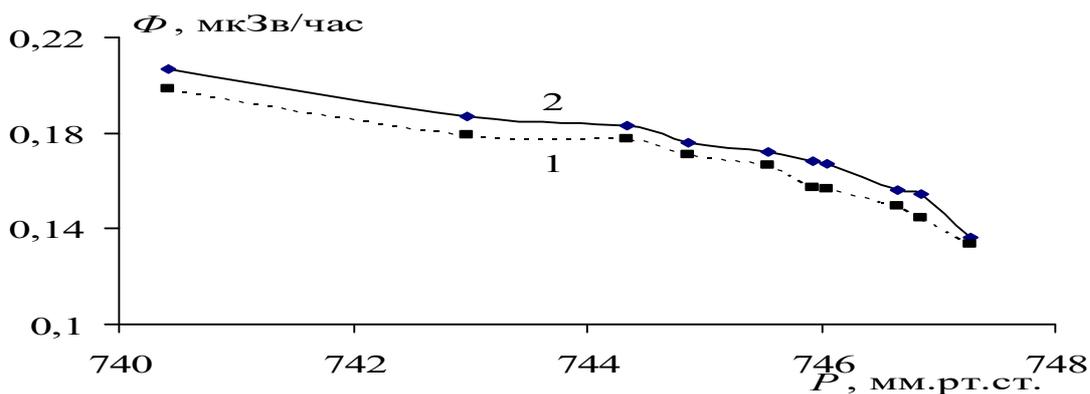


Рисунок 5 – Зависимость мощности экспозиционной дозы, создаваемой белым кирпичом, от давления 1- Радэкс РД1503, 2- Анри-01-02 “Сосна”

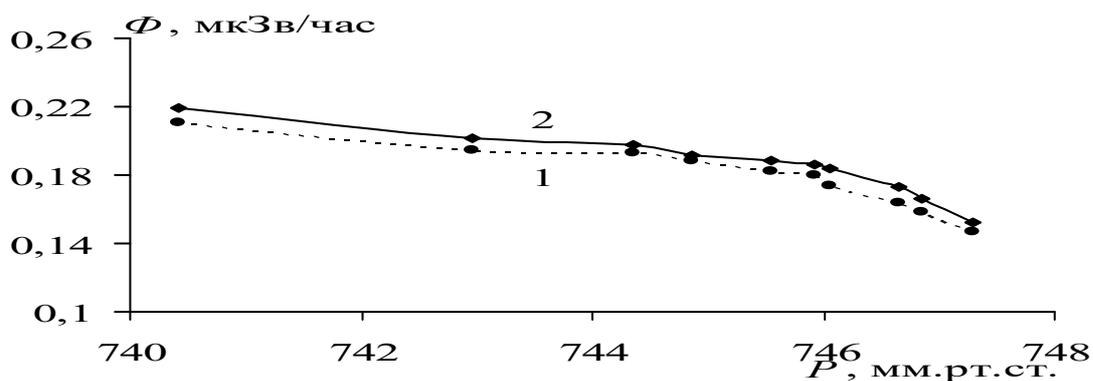


Рисунок 6 – Зависимость мощности экспозиционной дозы, создаваемой шамотным кирпичом, от давления 1- Радэкс РД1503, 2- Анри-01-02 “Сосна”

Таким образом, установлено, что мощность экспозиционной дозы изменяется в фазе с температурой и в противофазе с давлением. Однако, вопрос о влиянии метеопараметров на радиационный фон, создаваемый образцами, требует более тщательного изучения и анализ данных за несколько лет.

Повышение экологической (радиационной) безопасности строительных изделий (понижения мощности экспозиционной дозы).

Для понижения мощности доз строительных изделий выбраны следующие защитные материалы и способы их нанесения: смачивание исследуемого объекта водой, покрытие грунтовкой, шпатлевкой или штукатуркой.

1) *вода, грунтовка*: поверхность всех образцов кирпичей смачивали водой или грунтовкой с помощью пульверизатора или кисти, оставляли образцы на 5 минут для того, чтобы защитные материалы впитались в поверхность кирпича, затем с интервалом 30 мин. проводили измерения мощности экспозиционной дозы;

2) *шпатлевка, штукатурка*: на образцы кирпичей наносили слой защитной смеси толщиной 1 см, высушивали и с интервалом 30 мин. проводили измерения мощности экспозиционной дозы.

Результаты исследований представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Повышение экологической (радиационной) безопасности

строительных изделий (понижения мощности экспозиционной дозы).

РАДЭКС РД 1503; *Апри-01-02 Сосна*. n=10, P=0,95.

| Исследуемый образец | Φ, мкР/ч | A_S, кБк/м² | A_m, Бк/кг | ΔA_m, % |
|----------------------------|---------------------------------|--|--------------------------------|-----------------------------------|
| <i>Вода</i> | | | | |
| Кирпич красный | 14,4 | 1867 | 479 | 9 |
| | <i>15,4</i> | <i>1991</i> | <i>510</i> | <i>5,7</i> |
| Кирпич шамотный | 17,0 | 2196 | 467 | 8,8 |
| | <i>18,1</i> | <i>2342</i> | <i>498</i> | <i>5,1</i> |
| Кирпич белый силикатный | 15,4 | 1991 | 524 | 9,5 |
| | <i>15,9</i> | <i>2067</i> | <i>544</i> | <i>9,3</i> |
| <i>Грунтовка</i> | | | | |
| Кирпич красный | 12,6 | 1635 | 419 | 20 |
| | <i>12,5</i> | <i>1624</i> | <i>416</i> | <i>23</i> |
| Кирпич шамотный | 13,6 | 1759 | 374 | 27 |
| | <i>13,5</i> | <i>1754</i> | <i>373</i> | <i>29</i> |
| Кирпич белый силикатный | 12,5 | 1624 | 427 | 26 |
| | <i>13,2</i> | <i>1802</i> | <i>474</i> | <i>21</i> |
| <i>Шпатлевка</i> | | | | |
| Кирпич красный | 11,5 | 1489 | 382 | 27 |
| | <i>11,5</i> | <i>1489</i> | <i>382</i> | <i>29</i> |
| Кирпич шамотный | 12,7 | 1646 | 350 | 32 |
| | <i>12,9</i> | <i>1715</i> | <i>365</i> | <i>30</i> |
| Кирпич белый силикатный | 11,6 | 1500 | 395 | 32 |
| | <i>12,0</i> | <i>1613</i> | <i>424</i> | <i>29</i> |
| <i>Штукатурка</i> | | | | |
| Кирпич красный | 10,4 | 1349 | 346 | 34 |
| | <i>10,7</i> | <i>1435</i> | <i>357</i> | <i>34</i> |
| Кирпич шамотный | 11,8 | 1522 | 324 | 37 |
| | <i>11,2</i> | <i>1597</i> | <i>339</i> | <i>35</i> |

| | | | | |
|-------------------------|------|------|-----|----|
| | 10,5 | 1365 | 359 | 38 |
| Кирпич белый силикатный | 10,6 | 1381 | 367 | 39 |

Установлено, что смачивание исследуемых объектов водой является не эффективным методом снижения величины Φ , так как мощность экспозиционной дозы сразу после смачивания понижаясь незначительно, в среднем на 1,0 мкЗв/ч, а ~ через 3 часа значения измеряемой величины вновь повышались до исходных. Вероятно, это связано с временным замедлением процесса эксхалиции радионуклидов с поверхности строительных изделий за счет проникновения воды в их поры. Испарение воды и высыхание поверхности вновь повышает величину мощности экспозиционной дозы.

Установлено, что обработка поверхностей строительных изделий грунтовкой, шпатлевкой и штукатуркой более эффективна. Найдено, что при использовании *грунтовки* значения Φ понижались в среднем для красного кирпича на 23 %, шамотного кирпича – 29 %, белого кирпича – 21 %; *шпатлевки*: для красного кирпича на 30 %, шамотного кирпича – 31 %, белого кирпича – 29 %; *штукатурки*: для красного кирпича на 34 %, шамотного кирпича – 35 %, белого кирпича – 40 %.

Таким образом, установлено, что обработка строительных материалов некоторыми защитными смесями способна снижать величину мощности экспозиционной дозы и AMBIENTНОГО эквивалента дозы. Наиболее эффективна обработка поверхностей строительных изделий готовых помещений слоем штукатурки. Это позволяет повысить класс безопасности строительных изделий.

Заключение

1. Установлено, что средняя арифметическая фоновая мощность экспозиционной дозы исследуемых материалов и изделий, превышает установленную для Саратовской области, которая составляет 15 мкР/ч, отличается приблизительно на 11%. Исключением является лишь изделие – пеноблок $\Phi= 15,0$, и материал – цемент $\Phi= 14,5$.

2. Рассчитаны значения поверхностной и удельной активности исследуемых строительных материалов и изделий. Установлено, что указанные величины превышают установленные нормы в 370 Бк/кг, в ГОСТе 30108-94. Так, красный кирпич превышает на 46,25 %, шамотный кирпич на 41,76 %, белый кирпич на 62,19 %.

3. Рассмотрены варианты защитных материалов – вода, грунтовка, шпатлевка, штукатурка – понижающих фоновую мощность экспозиционной дозы. Установлено, что нанесение защитных материалов на поверхность изделий понижает величину фоновой мощности экспозиционной дозы, при использовании *грунтовки* в среднем для красного кирпича на 23 %, шамотного кирпича – 29 %, белого кирпича – 21 %; *шпатлевки*: для красного кирпича на 30 %, шамотного кирпича – 31 %, белого кирпича – 29 %; *штукатурки*: для красного кирпича на 34 %, шамотного кирпича – 35 %, белого кирпича – 40 %. Наиболее эффективным методом является оштукатуривание.

4. Изучено влияние температуры воздуха и атмосферного давления на величину флуктуации радиационного фона, создаваемого исследуемыми материалами и изделиями. Установлено, что мощность экспозиционной дозы изменяется в фазе с температурой и в противофазе с давлением.