

## ОЦЕНКА РАДИАЦИОННОГО КАЧЕСТВА ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЗДАНИЙ

*д.т.н., проф. Беликов А.С., к.т.н., доц. Ковтун-Горбачева Т.А.,  
к.т.н., доц. Рабич Е.В., к.т.н., доц. Чумак Л.А.*

*ГВУЗ «Приднепровская государственная академия  
строительства и архитектуры»*

**Постановка проблемы.** Оценка радиационного качества является неотъемлемой частью основных требований к зданиям и сооружениям. Безопасность жизни и здоровья человека определяется факторами воздействия, в т.ч. такими загрязнителями окружающей среды, как радиоактивные вещества, радон, гамма-излучения. Источниками загрязнителей могут быть строительные материалы, технологические процессы и устройства, инженерное и бытовое оборудование, загрязненный атмосферный воздух, вода и грунт под зданием [1]. В дома радон попадает из почвы через стены, фундамент, с водопроводной водой, а затем оседает и концентрируется на нижних этажах, в подвальных помещениях и поднимается с воздушными потоками на верхние этажи здания. Ученые установили, что газ радон даёт наибольший вклад в радиоактивное облучение человека — более 50% общей дозы радиации, получаемой человеком от природных и техногенных радионуклидов. В свою очередь рак лёгких, вызываемым радоновым облучением, является шестым в мире по частоте причин смерти от рака.

**Целью работы** является разработка последовательности оценки радиационного качества зданий для безопасности жизни и здоровья людей.

**Изложение основного материала.** В настоящее время строительство в Украине включает следующие направления: реконструкция промышленных и жилых зданий 60-70х годов застройки, строительство малоэтажных и многоэтажных жилых зданий. Одно из инновационных направлений строительного производства - повышение энергоэффективности к ограждающим конструкциям жилых зданий, обусловил необходимость перехода на новые легкие, теплоизолирующие виды строительных материалов и новые конструктивные решения проектируемых жилых зданий. Это, с одной стороны, способствует повышению их уровня радиационного качества, с другой – увеличивает возможность поступления радиоактивных источников с новыми строительными материалами. Этот фактор воздействия подлежит регламентации, в соответствии с [2, 3]. Снижение воздействия данного фактора осуществляется защитными мероприятиями, которые необходимо выполнять на стадии проектирования.

Полученные данные в ходе систематических радиационных обследований и экспериментальных исследований позволили определить возможности каждой группы защитных мероприятий оценке радиационного качества здания (табл. 1).

Таблица 1

Оценка защитных мероприятий по обеспечению радиационного качества здания при проектировании

Группы комплекса защитных мероприятий	Методы получения необходимой информации	Уровень неконтролируемости обеспечения радиационного качества данной группой, %
Нормативно-правовая	СРО, ЭИ	до 10-15
Технологическая	ЭИ, РЭМ	до 20
Архитектурно-конструктивная	РЭМ, ЭИ, СРО	до 40
Техническая	ЭИ, СРО	до 50
Организационная	СРО, ЭИ	до 40

**Примечание:** - систематические радиационные обследования – СРО;  
 - экспериментальные исследования – ЭИ;  
 - расчетно-экспериментальный метод - РЭМ

Полученные результаты обеспечения радиационного качества с помощью защитных мероприятий обеспечивают достаточный уровень информации для решения задачи на стадии проектирования здания.

Результаты оценки эффективности обеспечения радиационного качества для основных направлений современного жилищного строительства по времени окупаемости затрат  $t_{\text{окуп}} = f(n_{\text{этаж}})$ , лет, и экономического коэффициента выигрыша конструктивного решения  $K_{\text{к.р}} = f(n_{\text{этаж}})$  приведены в табл. 2.

Таблица 2

Экономико-социальные показатели радиационного качества для направления современного жилищного строительства

Основные направления современного жилищного строительства	Параметры	
	$t_{\text{окуп}}$	$K_{\text{к.р}}$
Реконструкция пятиэтажных жилых зданий:		
- мансардная надстройка	10-15	1-2
- многоэтажная надстройка	8-14	2-4
- расширение корпуса 5-ти этажного здания + надстройка многоэтажного	5-7	4-6
Многоэтажные здания	10-20	3-7
Малоэтажные жилые здания	20-30	1-2

Решение задачи обеспечения радиационного качества жилых зданий на стадии проектирования возможно при наличии базовой основы, включающей нормативно-правовую, материальную, штатную, методическую и информационную составляющие. При этом каждая составляющая базовой основы должна учитывать прогностический характер решения задачи. Для этого необходимо использовать накопленную информацию об ионизирующих источниках и радиационных параметрах строительного производства на исследуемой территории и комплексе защитных мероприятий. Разработанные расчетно-экспериментальные модели позволяют определить на основе знания параметров ионизирующих источников, как радиационные параметры выпускаемой строительной продукции, так и уровень радиационного качества будущего здания.

Исходные данные для решения задачи обеспечения радиационного качества на стадии проектирования с учетом накопленной информации на региональном уровне и запросов заказчика включает:

- конструктивные данные проектируемого здания [тип здания по используемому материалу, размеры и этажность здания, планировочные решения помещений, наличие подвалов (полуподвальных помещений)] и др.;
- физико-механические и радиационные параметры на земельном участке, выделенном под строительство, которые определяют величину радонопоступления из подстилающего грунта;
- радиационные и радоновые параметры строительных материалов ( $A_{эфсци}$ ,  $A_{удРаcci}$ ).

$$A_{эф.ци.i} \leq A_{эф.ци}^{доп}, q_{экс.ок} \leq q_{экс.ок}^{доп} \quad (1)$$

Задача обеспечения радиационного качества на стадии проектирования жилых зданий, отвечающая международным требованиям системы качества и инновационным направлениям строительного производства, решается в следующей последовательности:

1. Исходя из запросов заказчика к типу строительного материала для здания, выбираются необходимые компоненты видов строительного сырья на региональном уровне (из регионального банка исходных параметров), в соответствии с требованиями [3]:

2. Зная эффективность нормативно-правовых и технологических защитных мероприятий, оцениваемых коэффициентом ослабления  $K_{осл}$ , выбираем радиационные параметры строительных изделий [ $(A_{эф.ци} = f(A_{эфсци}, m_{cci}), q_{экс.ци} = f(A_{удРа} \eta, \rho, \epsilon_{диф}, p))$ ], которые удовлетворяют условию достаточности:

$$A_{эф.ци}^{заци} = A_{эф.ци} \times (1 - K_{осл.i}), A_{эф.ци}^{заци} \leq A_{эф.ци}^{PKV} \quad (2)$$

$$q_{экс.ок}^{заци} = q_{экс.ок} \times (1 - K_{осл.j}), q_{экс.ок}^{заци} \leq q_{экс.ок}^{PKV}$$

3. На основе знания физико-механических и радиационных параметров подстилающего грунта на земельном участке под строительство, хранимых в банке региональных входных проектных данных и уточненных в ходе

инженерно-геологических работ, определяется реальное значение скорости эксхалляции радона из грунта:

$$q_{\text{эксх.зр}}, \frac{\text{Бк}}{\text{м}^2 \times \text{с}} = A_{\text{yoRa}} \times \eta \times \rho \times \lambda_{\text{oRn}} \times \ell_{\text{диф.зр}}; \quad q_{\text{эксх.зр}} \leq q_{\text{эксх.зр}}^{\text{дон}} \quad (3)$$

Путем сравнения расчетного значения скорости эксхалляции радона из грунта  $q_{\text{эксх.зр}}$  с региональным контрольным уровнем  $q_{\text{эксх.зр}}^{\text{ПКУ}}$  определяется необходимость проведения защитных мероприятий ( $K_{\text{осл}}$ ), чтобы выполнялось условие:

$$q_{\text{эксх.зр}}^{\text{защ}} = q_{\text{эксх.зр}} \times (1 - K_{\text{осл.и}}); \quad q_{\text{эксх.зр}}^{\text{защ}} \leq q_{\text{эксх.зр}}^{\text{ПКУ}} \quad (4)$$

4. Величина эффективной удельной активности ЕРН в необходимых строительных изделиях, используемых в качестве несущих и ограждающих конструкций зданий, позволяет определить создаваемую ими мощность поглощенной дозы в помещениях проектируемого здания  $\text{МПД}_{\text{пом}}$ ,  $\text{мкГр/ч}$ . Расчетное значение  $\text{МПД}_{\text{пом}} = f(A_{\text{эф.ок}}^{\text{защ}}, m_{\text{окi}})$  должно удовлетворять условию необходимости [3]:

$$\text{МПД}_{\text{пом}} \leq \text{МПД}_{\text{пом}}^{\text{дон}} \quad (5)$$

Уменьшить потенциальное значение  $\text{МПД}_{\text{пом}}$  до регионального контрольного уровня возможно проведением технического защитного мероприятия ( $K_{\text{осл.л}}$ ), чтобы выполнялось условие достаточности:

$$\text{МПД}_{\text{пом}}^{\text{защ}} = \text{МПД}_{\text{пом}} \times (1 - K_{\text{осл.л}}); \quad \text{МПД}_{\text{пом}}^{\text{защ}} \leq \text{МПД}_{\text{пом}}^{\text{ПКУ}} \quad (6)$$

5. Величина эквивалентной равновесной объемной активности радона в воздухе помещений здания  $\text{ЭРОА}_{\text{Rn пом}}$ , должна удовлетворять необходимому радиационно-гигиеническому условию [3]:

$$\text{ЭРОА}_{\text{Rn пом}} = f(q_{\text{эксх.зр}}^{\text{защ}}, q_{\text{эксх.он}}^{\text{защ}}, \lambda \theta) \leq \text{ЭРОА}_{\text{Rn пом}}^{\text{дон}} \quad (7)$$

Уменьшить  $\text{ЭРОА}_{\text{Rn пом}}$  до регионального контрольного уровня  $\text{ЭРОА}_{\text{Rn пом}}^{\text{ПКУ}}$  можно только, увеличив воздухообмен в помещении в разумных пределах, чтобы выполнялось условие:

$$\text{ЭРОА}_{\text{Rn пом}}^{\text{защ}} \leq \text{ЭРОА}_{\text{Rn}}^{\text{ПКУ}} \quad (8)$$

5. Регламентируемые радиационные параметры в помещениях здания внутренней  $H_{\text{эф.внутр}}$  и внешней  $H_{\text{эф.внеш.}}$ ,  $\text{мЗв/год} = f(A_{\text{эф.ок}}^{\text{защ}})$  составляющих суммарной эффективной дозы облучения:

$$H_{\text{эф}\Sigma} = H_{\text{эф}}^{\text{внеш}} + H_{\text{эф}}^{\text{внутр}} \quad (9)$$

Показатель радиационного качества жилого здания – риск  $R_{\text{зд}}$  не должен превышать допустимого уровня  $5 \cdot 10^{-5}$ , установленного [3] для населения:

$$R_{\text{зд}} = \Gamma \times H_{\text{эф}\Sigma}, \quad R_{\text{зд}} \leq R_{\text{зд}}^{\text{дон}}, \quad (10)$$

Если уровень радиационной безопасности проектируемого объекта строительства  $R_{зд}$  удовлетворяет условию необходимости, но больше установленного регионального контрольного уровня, то необходимо проведение дополнительных защитных мероприятий ( $K_{осл.доп}$ ), для выполнения условия:

$$R_{зд}^{защ} = R_{зд} \times (1 - K_{осл.доп}) \leq R_{зд}^{РКУ} \quad (11)$$

Рассмотренный алгоритм обеспечения радиационного качества конечной продукции строительного производства – радиационного фона в помещениях здания на стадии его проектирования достигается при выполнении защитных мероприятий с учетом их экономико-социальных показателей эффективности.

Таблица 3

Оценка эффективности обеспечения радиационного качества зданий

Система радиационного контроля	Оценка	
	Создаваемой радиационной обстановки	Вклада ИИИ в $H_{эфс}$ , %
Действующая	Неконтролируемая и не прогнозируемая	60-76
Разработанная	Уровень контролируемости и прогнозируемости 70-80%	30-38

### Выводы.

Результаты исследований по приведению системы радиационного контроля в соответствие с международными требованиями системы качества продукции производства показывают, что это достигается уровнем качества продукции на всех этапах цикла производства. Полученные результаты исследований о возможностях основных групп защитных мероприятий радиационного качества зданий позволяют в значительной мере повысить уровень контролируемости и прогнозируемости радиационной обстановки, создаваемой ионизирующими источниками.

### ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. ДБН В.1.2.8-2008. Основні вимоги до будівель і споруд. Безпека життя і здоров'я людини та захист навколишнього природного середовища. / К.-Мінрегіонбуд України -2008. -22с.
2. ДСТУ-Н Б А.3.2-1-2007. Настанова щодо визначення небезпечних і шкідливих факторів та захисту від їх впливу при виробництві будівельних матеріалів і виробів та їх використанні в процесі зведення та експлуатації об'єктів будівництва. Мінбуд України -2007. -25с
3. ДБН В.1.4-1.01-97. Регламентовані радіаційні параметри. Допустимі рівні./ К. - Державний комітет України у справах містобудування та архітектури -1997. -16с.