

УДК699.887.3

**СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНКИ
РАДИАЦИОННОГО КАЧЕСТВА ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ**

д.е.н., проф. Н.И. Верхоглядова, д.т.н., проф. А.С. Беликов,
соиск. Е.А. Широкова, асп. Ю.А. Пушнина*, к.т.н., доц. Г.Г. Капленко
*Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры,
Финансовая академия при правительстве РФ, г. Москва, Россия

Постановка проблемы. Достижение требуемого уровня радиационной безопасности в помещениях здания возможно только применением защитных мероприятий с учетом особенностей строительного производства. При этом применимость каждого защитного мероприятия требует соблюдения социально-экономических положений современной концепции радиационной защиты человека.

Базой для оценки уровня радиационного качества жилых зданий служит знание параметров ионизирующих источников производства и создаваемого ими радиационного фона в помещениях зданий, а также показателей эффективности применяемых защитных мероприятий. При этом оценка уровня радиационного качества проводится как с социальной, так и с экономической точки зрения.

Целью работы является необходимость раскрытия механизма компенсации вложенных затрат на реализацию защитных мероприятий и получаемого при этом обществом социального и экономического выигрыша.

Основной материал. В качестве социально-психологического показателя радиационной безопасности объектов строительства используется величина риска, приемлемый индивидуальный уровень которого для населения составляет $R_{ос}^{доп} = 5 \cdot 10^{-5}$. Повысить радиационное качество объектов строительства с учетом интенсивности ионизирующих источников (ИИИ) можно практически только с помощью защитных мероприятий, реализация которых позволяет снизить воздействие ионизирующих источников и создаваемую ими дозу облучения. При этом система радиационного контроля строительного производства должна выполнять функцию управления радиационным качеством продукции, что ведет, естественно, к росту стоимости СРКСП. Целесообразность проведения защитных мероприятий оценивается по соотношению «польза-вред».

Полученные результаты исследований управляемой СРКСП обеспечивают получение необходимой информации для решения задачи обеспечения радиационного качества жилых зданий на стадии их проектирования. Процесс обеспечения радиационного качества зданий достигается на базе повышения уровня информации о контролируемости и прогнозируемости радиационной обстановки, создаваемой ионизирующими источниками производства.

С учетом свойств ионизирующих излучений источников и их воздействия на организм человека радиационная безопасность базируется на предупреждении возникновения детерминированных пороговых эффектов (не превышения порогового значения дозы $H_{эф.порог} = 1$ мЗв/год) и ограничении вероятности стохастических беспороговых эффектов на приемлемом уровне. Это соответствует экологической концепции нормирования и приемлемости ради-

ационного фона, создаваемого антропогенными источниками ионизирующих излучений.

Индивидуальный $R_{инд}$ и коллективный риск $R_{кол}$ возникновения стохастических беспороговых эффектов, характерных при воздействии техногенно-повышенных источников природного происхождения (ТПИП), определяются по формуле:

$$R_{инд} = r \cdot H_{эф.инд} \quad (1)$$

$$R_{кол} = r \cdot H_{эф.кол} \cdot N, \quad (2)$$

где: $H_{эф.инд}$, $H_{эф.кол}$ – индивидуальная и коллективная эффективная доза, облучения, Зв;

r – коэффициент пожизненного риска сокращения срока полноценной жизни в среднем на 15 лет на один стохастический эффект возникновения рака со смертным и не смертельным исходом, серьезных наследственных последствий равен $7,3 \cdot 10^{-2}$ Зв⁻¹·чел.⁻¹ для населения, $5,6 \cdot 10^{-2}$ Зв⁻¹·чел.⁻¹ – для профессионального облучения;

N – численность облучаемых данным ионизирующим источником, чел.

Принятие решения на реализацию защитного мероприятия возможно на основе сопоставления получаемой пользы и вреда для общества от его проведения. Это возможно путем использования общих принципов формализации по принятию решений применительно к обеспечению радиационной безопасности объектов строительства. Для реализации принципа оптимизации НРБУ-97 требуется максимально уменьшить ущерб здоровью населения ($-\Delta Y$ – польза) от воздействия данного ИИИ за счет проведения защитного мероприятия, реализация которого требует определенных затрат (X – вред).

Эффективность выполнения защитного мероприятия оценивается соотношением «польза-вред»:

$$-\Delta Y \leq X \quad (3)$$

Для получения прямых количественных значений необходимо измерять выражения пользы ($-\Delta Y$) и вреда (X) в одинаковых единицах. Это возможно, если выражение пользы ($-\Delta Y$) представить в виде функции

$$(-\Delta Y) = f(H_{эф.кол}, \text{Зв} \cdot \text{чел.}; a, \text{грн}/\text{Зв} \cdot \text{чел.}),$$

где a – денежный эквивалент.

С учетом характера и особенностей ИИИ строительного производства уменьшение ущерба здоровью $-\Delta Y$ при проведении защитных мероприятий оценивается:

$$-\Delta Y = a \cdot (H_{эф.кол.лет} - H_{эф.кол.и}), \quad (4)$$

где: a – денежный эквивалент, грн/чел. · Зв;

$H_{эф.кол.л}$, $H_{эф.кол.и}$ – эффективная коллективная доза потенциальная и при реализации i -го защитного мероприятия, чел. · Зв.

Значение эффективной коллективной дозы облучения в помещениях здания $H_{эф.кол}$, Зв · чел., определяется по формуле:

$$H_{эф.кол} = H_{эф.} \cdot N \cdot t_{экс.}, \quad (5)$$

где: N – число облучаемых людей, чел.;

$t_{экс.}$ – срок эксплуатации здания, лет.

Выполнение i -го противорадиационного защитного мероприятия считается целесообразным, если выполняется условие:

$$X_i \geq \frac{a}{m} \cdot t_{экс.} \cdot \Delta H_{эф.и}, \quad (6)$$

где X_i – стоимость реализации i -го защитного мероприятия, грн.

$\Delta H_{эф.i} = H_{эф.о} - H_{эф.п}$ – показатель эффективности i -го защитного мероприятия;

m – масса строительного материала, приходящаяся на одного жителя, т/чел.;

$t_{эксп.}$ – срок эксплуатации здания, лет.

По результатам исследований установлена функциональная связь коэффициента ослабления i -го защитного мероприятия $K_{осл.i}$ и радиационным параметром ионизирующего источника строительного производства с показателем эффективности данного защитного мероприятия $\Delta H_{эф}$ (табл. 1).

Таблица 1

Функциональная зависимость показателя эффективности защитных мероприятий от коэффициента ослабления и регламентируемого радиационного параметра ионизирующего источника

| Ионизирующий источник | Расчетное соотношение $\Delta H_{эф. \Sigma}^{защ}$, мЗв/год |
|--|--|
| ЕРН строительных материалов ограждающих конструкций $A_{эф.ст}$ Бк/кг | $\Delta H_{эф. \Sigma}^{защ, внеш} = 0,084 \cdot A_{эф.ст} \cdot K_{осл.i} =$ $= 0,084 \cdot (A_{эф.ст.нач} - A_{эф.ст.защ})$ |
| Радонопоступление из строительных материалов ограждающих конструкций $q_{эксх.ок}$, МБк/м ² ·с | $\Delta H_{эф. \Sigma}^{защ, внутр} = 0,056 \cdot q_{эксх.ок} \cdot K_{осл.i}$ |
| Радонопоступление из подстилающего грунта $q_{эксх.гр.}$, МБк/м ² ·с | $\Delta H_{эф. \Sigma}^{защ, внутр} = 0,69 \cdot q_{эксх.ок} \cdot K_{осл.i}$ |

Получены соотношения определения денежных эквивалентов защитных мероприятий по уменьшению радиационных параметров ионизирующих источников строительного производства, которые приведены в табл. 2.

Затраты на реализацию защитных мероприятий при строительстве здания включают две составляющие:

- априорные затраты X^j , отражающие реальные затраты на не превышенное допустимого риска стохастических беспороговых эффектов в год у жильцов здания:

$$X^j = a^j \cdot H_{эф}^j \cdot N_{жильц}; \quad (7)$$

- апостериорные затраты $X_{эксп.}$, которые отражают предотвращенный ущерб защитными мероприятиями на весь период эксплуатации здания $t_{эксп.}$:

$$X_{эксп.} = X^j \cdot t_{эксп.} \quad (8)$$

Максимально допустимые расходы на проведение защитных мероприятий установлены, исходя из условия, что облучение коллективной эффективной дозой в 1 чел.·Зв приводит к потенциальному ущербу, равному потери 1 чел.·года жизни населения. Величина денежного эквивалента потери 1 чел.·года жизни устанавливается в размере не менее 1 душевого национального дохода.

Затраты на защитные мероприятия каждого объекта строительства окупается за время $t_{окуп.лет.}$:

$$t_{окуп.} = \frac{X_{\Sigma}^{зм}}{НВД_{1чел.} \cdot N_{жильц}} \quad (9)$$

Денежные эквиваленты a_i^j , грн./чел.·Зв, для ряда защитных мероприятий по уменьшению параметров ионизирующих излучений источников

| Радиационный параметр ионизирующих источников | Удельные затраты $X_{уд}^j$ | Денежный эквивалент a_i^j , грн./чел.·Зв |
|---|-----------------------------|--|
| $A_{эф.см}$, Бк/кг | грн./м | $a_{см} = \frac{X_{уд.см} \times m}{\Delta H_{эф}^j \times N \times t_{эксн}}$ |
| $Q_{эксн.гр}$, Бк/м ² ·с | грн./м ² | $a_{гр} = \frac{X_{уд.гр} \times S_{осн}}{\Delta H_{эфгр}^j \times N \times t_{эксн}}$ |
| $Q_{эксн.ок}$, Бк/м ² ·с | грн./м ² | $a_{ок} = \frac{X_{уд.ок} \times S_{ок}}{\Delta H_{эфок}^j \times N \times t_{эксн}}$ |

Время окупаемости затрат на защитные мероприятия зависит от числа жильцов в доме, т.е. от этажности здания $t_{окуп} = f(n_{этаж})$.

По окончании времени окупаемости затрат на защитные мероприятия общество от эксплуатации зданий начинает получать доход (нет необходимости компенсировать затраты жильцам дома на лечение из-за воздействия радиационного фона в помещениях), оцениваемый величиной коэффициента выигрыша конструктивного решения здания $K_{к.р.}$:

$$K_{к.р.} = \frac{t_{эксн} - t_{окуп}}{t_{окуп}} \quad (10)$$

Проведенный анализ затрат на реализацию защитных мероприятий по обеспечению радиационного качества на весь период эксплуатации жилого здания соответствует положениям рыночной экономики.

ВЫВОДЫ. Проведено обоснование и расчет социально-экономических показателей эффективности применения основных групп защитных мероприятий по уменьшению уровней ионизирующих излучений радионуклидов строительного производства, что позволяет достичь уровня радиационного качества здания, отвечающего требованиям концепции радиационной защиты человека.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Нормы радиационной безопасности Украины / НРБУ-97.– Киев: МОЗ. – 1997. - 121 с.
2. Основні санітарні правила противорадіаційного захисту України / (ОСПУ) ДСП 6.074.120-01 – Київ: МОЗ. – 2001. - 135 с.
3. Система норм и правил снижения ионизирующих излучений естественных радионуклидов в строительстве / Государственные строительные нормы ДБН В 1.4 – 97 - Киев: Госкомградстроительства. – 1997. - 100 с.
4. Управление радиационным качеством строительной продукции./ С.А.Ахременко - М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2000. – 235 с.