

**ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОТИВОРАДИАЦИОННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО
МИНИМИЗАЦИИ ДОЗЫ ВНУТРЕННЕГО ОБЛУЧЕНИЯ**

Чунихин Л. А., Дроздов Д. Н.

Учреждение образования

«Гомельский государственный медицинский университет»

Учреждение образования

«Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»

г. Гомель, Беларусь

Беспрецедентное по масштабу пространственно-временное развитие аварии существенно ограничило возможности применения противорадиационных мероприятий. В связи с этим несистемное применение одних контрмер (йодная блокировка щитовидной железы) сочеталось с такими контрмерами (отселение), которые впоследствии эксперты назовут избыточными. Тем не менее объем и характер контрмер за весь период после аварии, в основном, признают адекватным радиационной обстановке. Наряду с жесткими контрмерами: эвакуация в мае 1986 г., отселение в августе-сентябре 1986 г., выезд детей и беременных женщин на летний период, принятие йодных препаратов, запрет на употребление молока, пищевых продуктов леса, запрет на посещение зон рекреации, ловлю рыбы в водоемах, ликвидация молочного стада в личных подсобных хозяйствах и др., проводили мягкие мероприятия: выделение новых пастбищ, известкование почв, внесение повышенных доз минеральных удобрений, применение кормовых добавок в виде цезий связывающих препаратов, дезактивация подворий, зданий, снятие и захоронение верхних слоев грунта, асфальтирование дорог в населенных пунктах (НП) и т. д. Перечисленные мероприятия применялись практически во всех НП, но в разное время и в разных объемах. Эффективность проведенных контрмер трудно оценить, вследствие различий в радиационной обстановке НП, возможностей, объемов и времени проведения противорадиационных мероприятий, а также в соблюдении населением вводимых ограничений. Выделены основные факторы формирования дозы внутреннего облучения: коэффициенты перехода из почвы в молоко, кислотность почв, удельная площадь леса в ареале НП [1, 2]. При разработке модели для оценки накопленных доз внутреннего облучения было проведено сравнение модельных значений, рассчитанных в однородных по условиям дозоформирования регионах Полесье, Центральной регион, Северо-Восточный регион с использованием поправки на потребление пищевых продуктов леса, с результатами СИЧ-измерений за период 1987–2009 гг. Базовая выборка состояла из представительных по отношению к КATALOGУ-2009 [3]. НП по численности жителей, плотности загрязнения, значению удельной площади леса. Для каждого года выбиралась представительная выборка НП со статистически достаточным количеством СИЧ-измерений. Для трех регионов были получены 3 базовые временные зависимости приведенной дозы (доза внутреннего облучения, деленная на плотность загрязнения), в каждой из которых доза внутреннего облучения была пропорциональна плотности загрязнения. Сравнение экспериментальных и модельных оценок показало, что модельные оценки дают весьма заниженные значения в области малых плотностей загрязнения и резко повышаются в области больших. Анализ показал, что это связано с включением в выборку НП с различным объемом и эффективностью проведенных контрмер.

Объем и эффективность контрмер коррелирует с величиной плотности загрязнения НП, поэтому мы предложили модифицирующий фактор, т. н. фактор контрмер, для коррекции модельных значений в виде обратной показательной функции вида:

$$F_c = \frac{m}{z_k^n - 0,5}$$

где F_c — безразмерный фактор контрмер; m — коэффициент пропорциональности

равный для региона Полесье — 1,4, региона Центр и Северо-Восток — 1; Z — величина, численно равная плотности загрязнения НП в 1986 г., деленная на 37, отн. ед.; n — показатель степени, равный 0,5 для региона Полесье; 0,6 — для региона Центр и 0,33 для региона Северо-Восток.

Интерполяция при помощи этой функции модельных оценок привела к однородности соответствующих экспериментальных и расчетных выборок по критерию Манна-Уитни. Результаты сравнения средних доз внутреннего облучения, оцененных по данным обследования жителей на СИЧ и модельных оценок представлены в таблице 1.

Таблица 1 — Статистические характеристики выборок сравнения

Регион	Средняя доза внутреннего облучения, мЗв		P-уровень
	СИЧ	модель	
1	8,6 ± 0,62	8,9 ± 0,60	0,72
2	3,1 ± 0,22	3,3 ± 0,11	0,41
3	3,2 ± 0,33	3,5 ± 0,31	0,63

Средние значения экспериментальных и расчетных выборок соответственно, составляют: для 1 региона — 8,6 и 9,1; для 2 — 3,1 и 3,3; для 3 — 3,2, 3,5 мЗв. Значение n составляет: для 1 региона 0,25, 2 — 0,6, 3 — 0,33. Мы применили выражение для расчета фактора F_c к средней величине плотности загрязнения НП из КATALOGА – 2009 для 10% самых низких и самых высоких значений. Соотношение вида $F_c(\bar{X}_1)/F_c(\bar{X}_2)$, (где

\bar{X}_1 — среднее значение плотности загрязнения 10 % наименее загрязненных НП из КATALOGА — 2009 года, \bar{X}_2 — среднее значения плотности загрязнения 10 % наиболее загрязненных НП) следует интерпретировать как интегральную оценку контрмер по критерию накопленной дозы внутреннего облучения за период 1987–2009 гг. Такая оценка для 1 региона

составляет 2,0, 2 — 3,5, 3 — 2,5; для отдельных районов: Брагинский — 3,3, Хойникский — 3,0, Лоевский — 3,1, Речицкий — 1,3, Буда-Кошелевский — 2,1, Ветковский — 1,7, Добрушский — 2,5, Чечерский — 1,7, Ельский — 1,7, Лельчицкий — 1,7, Наровлянский — 3,2. Иными словами снижение накопленной дозы внутреннего облучения вследствие проведения противорадиационных мероприятий составляет для Полесского региона — 2 раза, Центрального — 3,5 раза, Северо-Восточного — 2,5 раза. Наибольшая эффективность контрмер проявилась в Брагинском, Наровлянском и Хойникском районах (более 3 раз) вследствие наиболее раннего начала и большого объема проведенных контрмер.

Накопленная доза облучения, взятая в качестве интегрального критерия эффективности контрмер, является наиболее обоснованным показателем, т. к. контрмеры проводили в разное время в различных регионах, в разных объемах, при различных: радиационной обстановке, почвенно-климатических, хозяйственных и социальных условиях, и результаты проведенных контрмер нелинейно распределялись по времени.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Власова, Н. Г.* Статистический анализ результатов СИЧ-измерений для оценки дозы внутреннего облучения сельских жителей в отдаленный период аварии на ЧАЭС / Н. Г. Власова, Д. Н. Дроздов, Л. А. Чунихин // Радиационная биология. Радиоэкология. — 2009. — № 4. — С. 397–406.
2. *Рожко, А. В.* СИЧ-ориентированный метод оценки годовых доз внутреннего облучения населения в отдаленный период Чернобыльской аварии / А. В. Рожко [и др.] // Радиация и риск. — 2009. — Т. 18, № 2. — С. 48–60.
3. Каталог средних годовых эффективных доз облучения жителей населенных пунктов Республики Беларусь / Н. Г. Власова [и др.]; утв. Министерством здравоохранения Республики Беларусь 7.07. 2009 г. — Гомель: РНПЦ Р МиЭЧ, 2009. — 86 с.