

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ



МЕТОД ОЦЕНКИ СРЕДНЕЙ ГОДОВОЙ ЭФФЕКТИВНОЙ ДОЗЫ ОБЛУЧЕНИЯ ЖИТЕЛЕЙ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ, РАСПОЛО- ЖЕННЫХ НА ТЕРРИТОРИИ, ЗАГРЯЗНЕННОЙ РАДИОНУКЛИ- ДАМИ В РЕЗУЛЬТАТЕ АВАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС

инструкция по применению

Учреждение-разработчик:

Государственное учреждение «Республиканский научно-практический центр радиационной медицины и экологии человека»

Авторы: д.б.н., доцент Н.Г.Власова, д.м.н., доцент А.В.Рожко, к.б.н., Ю.В.Висенберг, Г.Н.Евтушкова, А.Н.Матарас, Л.Н.Эвентова, Е.А.Дрозд

Гомель, 2014

Настоящая инструкция по применению (далее – Инструкция) раскрывает технологию выполнения расчетов средней годовой эффективной дозы облучения, с применением разработанных методов оценки доз внешнего и внутреннего облучения жителей населенных пунктов, расположенных на территории, загрязненной радионуклидами в результате аварии на Чернобыльской АЭС.

Перечень необходимого оборудования и исходных данных:

- Спектрометр излучения человека (СИЧ);
- Персональные компьютеры с программным обеспечением и пакетом статистических программ;
- Прогнозные данные Департамента по гидрометеорологии (ДГ) Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь о средних плотностях загрязнения территории населенных пунктов цезием-137 на 2015 год;
 - «База данных СИЧ-измерений жителей Республики Беларусь за период 1987–2008 гг.»;
 - Данные Государственного дозиметрического регистра о дозах внутреннего облучения, оцененных по результатам СИЧ-измерений жителей Республики Беларусь за 2009 – 2013 гг.

Показания к применению:

Оценка средней годовой эффективной дозы облучения жителей на ближайшие 5 лет, при условии постоянного проживания в населённых пунктах, расположенных на территориях, загрязненных радионуклидами в результате аварии на Чернобыльской АЭС.

Противопоказания к применению:

Не допускается использование настоящей инструкции для:

- оценки средней годовой эффективной дозы облучения на отдаленные периоды времени (более 5 лет);
- реконструкции индивидуальных эффективных доз внешнего и внутреннего облучения;
- оценки доз облучения отдельных органов и тканей;
- оценки доз облучения лиц, облученных in-utero.

Описание технологии используемого метода:

Средняя годовая эффективная доза облучения жителей населённых пунктов (НП) Беларуси, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате аварии на ЧАЭС, определяется как сумма средней дозы внешнего облучения от цезия-137, находящегося в почве, и дозы внутреннего облучения от инкорпорированного в организме жителей цезия-137:

$$E = E^{ext} + E^{int}, \quad (1)$$

где E^{ext} – средняя годовая эффективная доза внешнего облучения жителей НП, мЗв/год;

E^{int} – средняя годовая эффективная доза внутреннего облучения жителей НП, мЗв/год.

1 Средняя годовая эффективная доза внешнего облучения

Для расчета средней годовой эффективной дозы внешнего облучения необходима следующая информация:

- официальные данные ДГ о средней плотности загрязнения территории НП и его ареала цезием-137;
- данные по типу НП, в котором постоянно проживает население.

Определение годовой эффективной дозы внешнего облучения

Средняя годовая эффективная дозы внешнего облучения жителей НП типа s определяется выражением:

$$E^{ext} = KF_s \cdot \sigma_{Cs}, \quad (2)$$

где KF_s – коэффициент связи средней годовой эффективной дозы внешнего облучения жителей НП типа s со средней плотностью загрязнения территории населённого пункта цезием-137, мЗв*год⁻¹/кБк*м⁻² (мЗв*год⁻¹/Ки*км⁻²);

σ_{Cs} – средняя плотность загрязнения территории НП цезием-137, кБк/м² (Ки/км²).

В таблице 1 представлены значения коэффициента KF_s для жителей НП типа s .

Таблица 1 – Значения коэффициента KF_s , предлагаемые для использования в расчетах средней годовой эффективной дозы внешнего облучения жителей НП соответствующего типа

Коэффициент	Тип населенного пункта		
	сельский	поселковый	городской
$KF_s, \text{ мЗв*год}^{-1}/\text{Ки*км}^{-2}$	0,060	0,035	0,027
$KF_s, \text{ мЗв*год}^{-1}/\text{кБк*м}^{-2}$	$1,62 \cdot 10^{-3}$	$0,95 \cdot 10^{-3}$	$0,73 \cdot 10^{-3}$

2 Средняя годовая эффективная доза внутреннего облучения

Для расчета средней годовой эффективной дозы внутреннего облучения необходима следующая информация:

- данные по содержанию цезия-137 в организме жителей НП, полученные по результатам СИЧ–измерений;
- официальные данные ДГ о средней плотности загрязнения территории НП и его ареала цезием-137.

2.1 Оценка средней годовой эффективной дозы внутреннего облучения по результатам СИЧ-измерений

Результаты измерений содержания цезия-137 в организме человека на СИЧ являются наиболее достоверными данными для оценки дозы внутреннего облучения от цезия-137. При наличии достаточного количества результатов СИЧ–измерений содержания цезия-137 в организме жителей конкретного НП используются данные СИЧ–измерений за один из последних трёх лет. Критерий достаточности объема данных СИЧ–измерений содержания цезия-137 в организме жителей для НП с определённой численностью населения представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Необходимый и достаточный с вероятностью 0,95 объем выборки для корректной оценки текущих доз облучения жителей в населенном пункте

Число жителей в населенном пункте	<100	100 -1000	1000 - 10000	>10000
Объем выборки	не менее 85 % от общей численности	не менее 40 % от общей численности	не менее 10 % от общей численности	680 человек

По результатам СИЧ–измерений содержания ^{137}Cs в организме рассчитывается эффективная доза внутреннего облучения E_i^{int} по выражению:

$$E_i^{\text{int}} = DF \frac{Q}{M} \quad (3)$$

где E_i^{int} – эффективная доза внутреннего облучения i –го жителя, мЗв/год;

DF – дозовый коэффициент для цезия-137, мЗв·год⁻¹/кБк·кг⁻¹, значения которого представлены в таблице 3;

Q – содержание цезия-137 в организме человека по результатам СИЧ-измерения, кБк;

M – масса тела человека, кг;

Таблица 3 – Значения дозового коэффициента DF для цезия-137

Возрастная группа, лет	Дозовый коэффициент (DF), мЗв·год ⁻¹ /кБк·кг ⁻¹
0–1	2,4
1–2	2,1
3–7	2,2
8–12	2,2
13–17	2,4
> 17	2,5

Среднюю годовую эффективную дозу внутреннего облучения жителей НП рассчитывают по формуле:

$$\dot{A}^{\text{int}} = \frac{1}{n} \cdot \sum_i E_i^{\text{int}} \quad (4)$$

где n – численность обследуемых жителей НП;

E_i^{int} – эффективная доза внутреннего облучения i -го жителя, мЗв/год.

2.2 Оценка средней годовой эффективной дозы внутреннего облучения по плотности загрязнения территории НП цезием-137

В случае отсутствия или недостатка данных СИЧ–измерений средняя годовая эффективная доза внутреннего облучения жителей НП определяется по уравнению линейной регрессии вида:

$$E^{\text{int}} = a + b \cdot \sigma_{\text{cs}} \quad (5)$$

где E^{int} – эффективная доза внутреннего облучения, мЗв/год;

b – коэффициент связи средней годовой эффективной дозы внутреннего облучения жителей НП со средней плотностью загрязнения территории НП цезием-137, мЗв*год⁻¹/кБк*м⁻² (мЗв*год⁻¹/Ки*км⁻²);

a – свободный член уравнения регрессии, эмпирически полученный для каждого региона коэффициент, значения которого представлены в таблице 4, мЗв/год;

σ_{cs} – средняя плотность загрязнения территории НП цезием-137, кБк/м² (Ки/км²).

Значения параметров уравнения линейной регрессии для населённых пунктов 3х регионов, различающихся экологическими условиями, представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Параметры уравнения линейной регрессии для 3-х регионов

Административный район	Параметры уравнения $y = a + bx$		Коэффициент корреляции
	a	b	
Лунинецкий (Брестская область) Пинский (Брестская область) Столинский (Брестская область) Лельчицкий (Брестская область) Ельский (Гомельская область) Наровлянский (Гомельская область) Солигорский (Минская область)	0,1570	0,0028	0,97
Дрогичинский (Брестская область) Брагинский (Гомельская область) Житковичский (Гомельская область) Калинковичский (Гомельская область) Мозырьский (Гомельская область) Петриковский (Гомельская область) Речицкий (Гомельская область) Рогачевский (Гомельская область) Светлогорский (Гомельская обл.) Хойникский (Гомельская область) Дятловский (Гродненская область) Ивьевский (Гродненская область) Новогрудский (Гродненская область) Березинский (Минская область) Вилейский (Минская область) Молодеченский (Минская область) Слуцкий (Минская область) Бобруйский (Могилёвская область) Быховский (Могилёвская область) Кировский (Могилёвская область) Славгородский (Могилёвская область)	0,0767	0,0007	0,91

Толочинский (Витебская область)			
Буда-Кошелевский (Гомельская область)			
Ветковский (Гомельская область)			
Гомельский (Гомельская область)			
Добрушский (Гомельская область)			
Жлобинский (Гомельская область)			
Кормянский (Гомельская область)			
Лоевский (Гомельская область)			
Чечерский (Гомельская область)			
Воложинский (Минская область)			
Крупский (Минская область)			
Логойский (Минская область)	0,0342	0,0008	0,95
Столбцовский (Минская область)			
Белыничский (Могилёвская область)			
Климовичский (Могилёвская область)			
Кличевский (Могилёвская область)			
Костюковичский (Могилёвская область)			
Краснопольский (Могилёвская область)			
Кричевский (Могилёвская область)			
Могилевский (Могилёвская область)			
Мстиславский (Могилёвская область)			
Чаусский (Могилёвская область)			
Чериковский (Могилёвская область)			

3 Расчет суммарной годовой эффективной дозы облучения

Суммарная годовая эффективная доза облучения жителей НП Беларуси, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате аварии на ЧАЭС, является суммой эффективных доз внешнего и внутреннего облучения и рассчитывается по формуле (1).

E^{ext} , E^{int} вычисляются по формулам (2), (4) и (5), соответственно.

Таким образом, средняя годовая эффективная доза облучения жителей НП определяется по выражениям:

$$E = KF_s \cdot \sigma_{cs} + \frac{1}{n} \cdot \sum_i E_i^{int} \quad (6)$$

или

$$E = KF_s \cdot \sigma_{cs} + E^{\text{int}} \quad (7)$$

где E^{int} – эффективная доза внутреннего облучения, рассчитанная по формуле (5), мЗв/год.

Результаты расчётов дозы по формулам (6) и (7) округляются до двух значащих цифр.

Возможные ошибки и осложнения:

При точном соблюдении всех этапов оценки средних годовых эффективных доз облучения ошибки исключены.