

Показания к применению

Инструкция предназначена для использования специалистами учреждений и организациями Министерства здравоохранения, в сферу ответственности которых входит проведение радиационных измерений, подготовка необходимых исходных данных и выполнение расчета текущих доз внутреннего облучения жителей населенных пунктов (НП), расположенных на территориях Республики Беларусь, загрязненных вследствие аварии на Чернобыльской АЭС.

Предполагаемый уровень внедрения

Текущие средние годовые дозы внутреннего облучения жителей НП, подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие аварии на Чернобыльской АЭС, полученные в результате проведения мониторинга дозы внутреннего облучения, используются для обоснования мер радиационной защиты и уточнения параметров разработанной ранее модели оценки текущих доз внутреннего облучения.

Описание технологии использования способа

Предлагается инструкция по проведению мониторинга текущих доз внутреннего облучения жителей НП Республики Беларусь, а именно: сеть реперных населенных пунктов для проведения мониторинга, периодичность и объём мониторинга с помощью СИЧ-установок, а также технология оценки качества параметров модели расчета текущих доз внутреннего облучения.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Инструкция по применению содержит требования к исходным данным, рекомендации по объему, порядку, технологии проведения мониторинга с целью достоверной оценки текущих доз внутреннего

облучения населения, проживающего на территориях, загрязненных “чернобыльскими” выпадениями.

1.2 С целью обеспечения радиационной защиты населения, проживающего на территориях, загрязненных в результате аварии на ЧАЭС, проводятся мероприятия по контролю дозы внутреннего облучения, объем, периодичность и характер которых определяется уровнем радиоактивного загрязнения. Также проводится определение соответствия уровня загрязнения сельскохозяйственной пищевой продукции нормативам, регламентируемым действующими Республиканскими допустимыми уровнями (РДУ-99). При обращении граждан в районные медучреждения проводится их обследование на СИЧ.

1.3 Базовой административной единицей для оценки текущей дозы внутреннего облучения является реперный населенный пункт с окружающим его ареалом. Под ареалом следует понимать прилегающие к НП территории, на которых население ведет хозяйственную деятельность или проводит свободное время. Использование реперных населенных пунктов позволяет сформировать локальную сеть мониторинга доз внутреннего облучения населения, проживающего на радиоактивно-загрязненных территориях.

1.4 По результатам СИЧ-обследования жителей населенного пункта согласно инструкции по применению [1] дозу внутреннего облучения оценивают как среднюю по населенному пункту с определенным уровнем консерватизма. При недостатке или отсутствии результатов СИЧ-измерений дозу внутреннего облучения оценивают по модели, разработанной на основании результатов СИЧ-измерений.

По модели различия в условиях формирования средних годовых доз внутреннего облучения формализованы в виде трех регрессионных уравнений зависимости дозы внутреннего облучения от плотности

загрязнения территории цезием-137. Параметры регрессионных уравнений отражают различия в формировании средней годовой дозы внутреннего облучения жителей населенных пунктов, расположенных на территориях с отличающимися радиозэкологическими и социально-экономическими условиями.

1.5 Условия формирования дозы внутреннего облучения со временем могут изменяться, вследствие чего требуется регулярное проведение СИЧ-измерений, что позволит оценить адекватность, а при необходимости корректировать параметры разработанной модели оценки дозы внутреннего облучения.

1.6 Предлагается проводить выборочный мониторинг индивидуальных доз внутреннего облучения жителей выбранных населенных пунктов, различающихся по условиям формирования дозы внутреннего облучения.

1.7 Основные задачи мониторинга дозы внутреннего облучения жителей с помощью СИЧ-установок:

- накопление статистически достоверных данных обследования населения на СИЧ в целях уточнения и корректировки параметров модели оценки средних годовых доз внутреннего облучения;
- обеспечение возможности прогнозирования дозиметрической обстановки на территориях радиоактивного загрязнения;
- обеспечение заинтересованных министерств и ведомств достоверной и своевременной информацией об уровнях доз внутреннего облучения;
- выявление случаев превышения средних возрастных значений содержания цезия-137 в организме отдельных граждан для принятия конкретных мер по снижению уровня облучения;

2 ПРИНЯТЫЕ ДОПУЩЕНИЯ

Радиационный мониторинг текущих доз внутреннего облучения с помощью СИЧ-установок осуществляется в отношении только ^{137}Cs , вносящего в настоящее время основной вклад в формирование дозы внутреннего облучения. При необходимости может проводиться выборочный мониторинг содержания ^{90}Sr в пищевых продуктах.

3 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

- данные Департамента по гидрометеорологии Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды по средним плотностям загрязнения территорий НП ^{137}Cs ;
- численность и демографическая структура населенного пункта;
- результаты СИЧ-измерений содержания ^{137}Cs в организме жителей НП.

4 КРИТЕРИИ ВЫБОРА РЕПЕРНЫХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОБСЛЕДОВАНИЯ ЖИТЕЛЕЙ НА СИЧ

4.1 При выборе реперных НП для проведения мониторинга дозы внутреннего облучения были учтены следующие условия дозоформирования:

- плотность загрязнения территории НП цезием-137;
- преобладающие типы почв;
- площадь лесного массива в радиусе 5 км от НП;
- численность и демографическая структура жителей НП.

4.2 Содержание и объем мониторинга текущих доз внутреннего облучения, а также определение перечня реперных населенных пунктов определяются следующими положениями:

- населенный пункт характеризуется наличием наиболее полной дозиметрической информации за предшествующие годы;
- населенный пункт является представительным в отношении основных факторов формирования дозы внутреннего облучения;
- величина средней годовой дозы облучения, оцененной предварительно по Инструкции по применению [1], равна или превышает установленный предел дозы в 1 мЗв/год;
- численность жителей реперного населенного пункта позволяет сформировать репрезентативную выборку обследуемых на СИЧ жителей НП по полу, возрасту, роду занятий.

5 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРЕЧНЯ РЕПЕРНЫХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

5.1 Оценка средней годовой дозы облучения жителей населенных пунктов, расположенных на территориях радиоактивного загрязнения, согласно инструкции по применению [1] показала, что для жителей 190 населенных пунктов доза внутреннего облучения превышает 1 мЗв/год.

5.2 Каждый из 190 населенных пунктов, в которых суммарная средняя годовая доза облучения превысила 1 мЗв/год, был отнесен к одному из трех регионов, различающихся условиями дозоформирования.

5.3 Исходя из характера распределения средней годовой дозы внутреннего облучения для каждого региона определено оптимальное количество реперных населенных пунктов для проведения мониторинга дозы внутреннего облучения. Сформирована сеть мониторинга дозы внутреннего облучения из 24 реперных населенных пунктов. Перечень реперных населенных пунктов представлен в Приложении А.

6 МОНИТОРИНГ ДОЗЫ ВНУТРЕННЕГО ОБЛУЧЕНИЯ ЖИТЕЛЕЙ РЕПЕРНЫХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

6.1 Обследование жителей на СИЧ производится силами аккредитованных лабораторий, имеющих метрологически аттестованные мобильные СИЧ-установки. Схема проведения обследования реперных населенных пунктов включает в себя 5-ти летний период, в течение которого должны быть обследованы все населенные пункты, входящие в состав сети мониторинга доз внутреннего облучения.

6.2 Поскольку содержание ^{137}Cs в организме человека в осенне-зимний (август–февраль) период превышает весенне-летнее (март–июль) значение в 1,5 – 2 раза, проведение обследования на СИЧ должно проводиться дважды в течение одного года: в осенне-зимний и весенне-летний периоды.

Для оценки равномерности данных СИЧ-измерений используется неравенство следующего вида:

$$\frac{|N_{o.-z.} - N_{в.-л.}|}{N_{o.-z.} + N_{в.-л.}} < 0,33 \quad (1)$$

где

$N_{o.-z.}$ – число измерений в осенне–зимний период;

$N_{в.-л.}$ – число измерений в весенне–летний период.

6.3 В случае, когда соотношение (1) больше 0,33, следует увеличить количество обследуемых лиц в том сезоне, в котором количество обследованных недостаточно. В течение каждого года должно быть обследовано ~ 6 населенных пунктов (по два от каждого региона).

6.4 Минимальное необходимое количество СИЧ-измерений в каждом из обследуемых реперных населенных пунктов приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Необходимый и достаточный с вероятностью 0,95 объем выборки для корректной оценки текущих доз облучения жителей в населенном пункте

Число жителей в населенном пункте, чел.	<100	100 – 1000	1000 – 10000
Объем выборки	не менее 85 % от общей численности	не менее 40 % от общей численности	не менее 10 % от общей численности

6.5 Оцененные по результатам СИЧ-измерений средние годовые эффективные дозы внутреннего облучения жителей реперных населенных пунктов сравнивают со средними значениями доза внутреннего облучения, оцененными согласно Инструкции по применению [1]. По результатам проведенного сравнения принимается решение либо об уточнении параметров регрессионных уравнений, предложенных в инструкции, либо о дальнейшем использовании модели без внесения изменений.

7 ОЦЕНКА ДОЗ ВНУТРЕННЕГО ОБЛУЧЕНИЯ ПО СОДЕРЖАНИЮ ^{90}Sr В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ

7.1 Доза внутреннего облучения обусловлена поступлением ^{90}Sr с сельскохозяйственными продуктами питания местного производства и лесными продуктами местного произрастания.

7.2 Критериями проведения мониторинга дозы внутреннего облучения от ^{90}Sr в реперных населенных пунктах являются:

- превышение содержания радионуклида нормативов, установленных действующими Республиканскими допустимыми уровнями (РДУ-99) в пищевых продуктах в течение последних 2-х лет;
- плотность загрязнения территории НП ^{90}Sr превышает $0,15 \text{ Ки/км}^2$.

7.3 Для определения средних годовых эффективных доз внутреннего облучения жителей в населенных пунктах осуществляется радиационный мониторинг молока и картофеля. При этом осуществляется сбор данных о содержании ^{90}Sr в основных дозообразующих пищевых продуктах: в молоке и картофеле.

7.4 Для оценок дозы следует использовать средние арифметические значения удельной активности ^{90}Sr в каждом пищевом продукте:

$$\bar{A} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n A_i \quad (2)$$

где A_i – удельная активность радионуклида в пробе i -го пищевого продукта, Бк/кг(л);

n – количество проб данного пищевого продукта, отобранных в III.

7.5 Доза внутреннего облучения E_{90}^{int} рассчитывается по формуле:

$$E_{90}^{\text{int}} = dk_{90} \cdot \sum_i \bar{A}_i \cdot V_i \cdot K_i \cdot K_{\text{int}}, \text{ мЗв/год} \quad (3)$$

где

\bar{A}_i – средняя удельная активность ^{90}Sr в i -ом пищевом продукте, Бк/кг(л);

V_j – годовое потребление i -го пищевого продукта, кг/год;

dk_{90} – дозовый коэффициент для пищевого пути поступления ^{90}Sr в организм человека, мЗв/Бк (численные значения представлены в таблице 2 согласно [2]);

K_j – коэффициент снижения содержания ^{90}Sr в готовом i -ом пищевом продукте по сравнению с исходным вследствие его кулинарной обработки, отн. ед.; K_j для радионуклидов ^{90}Sr принимается равным: для молока 1,0; для картофеля – 0,8 [3].

K_m – безразмерный коэффициент, учитывающий соотношение поступления ^{90}Sr с рационом питания людям разного возраста и взрослым, численные значения которого представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Соотношение поступления ^{90}Sr в организм людей разного возраста и взрослым с рационом питания (K_m) и дозовые коэффициенты для пищевого поступления ^{90}Sr стронция (dk_{90})

Возраст, лет	K_{int} , отн.ед.	dk_{90} , мЗв/Бк
< 1	0,40	$23 \cdot 10^{-5}$
1 – 2	0,75	$7,3 \cdot 10^{-5}$
3 – 7	0,88	$4,7 \cdot 10^{-5}$
8 – 12	1,00	$6,0 \cdot 10^{-5}$
13 – 17	1,00	$8,0 \cdot 10^{-5}$
> 17	1,00	$2,8 \cdot 10^{-5}$

Потребление пищевых продуктов различно в НП разных типов. В случае отсутствия информации об уровнях потребления пищевых продуктов в конкретном НП при проведении расчетов для всех возрастных групп населения рекомендуется использовать приведенные в таблице 3 численные значения эффективного годового потребления, соответствующие взрослому человеку [3].

Таблица 3. Эффективное годовое потребление взрослыми жителями молока ($V_m^{эф}$), картофеля ($V_k^{эф}$) и грибов лесных ($V_{gp}^{эф}$), кг/год согласно [3]

Продукт	Тип населенного пункта		
	сельские	поселковые	городские
Молоко	300	250	200
Картофель	200	170	130

Возможные ошибки при выполнении и пути их устранения:

При точном соблюдении всех Инструкции по применению ошибки исключены.

Литература

1 Оценка средней годовой эффективной дозы облучения жителей населенных пунктов, расположенных на территориях, загрязненных радионуклидами в результате аварии на Чернобыльской АЭС, для отнесения к зонам радиоактивного загрязнения по постановлению Совета Министров Республики Беларусь. (Рег. № 044–0508) / Инструкция по применению.– Гомель.–2008.

2 International Commission on radiological protection. Age-dependent dose of the public from intake of radionuclides. Part 2. ICRP Publication 67.–Oxford: Pergamon Press.–1993. 167 p.

3 Радиационный мониторинг облучения населения в отдаленный период после аварии на Чернобыльской АЭС/ТС проект RER/9/074, Вена, Австрия. – 2007

Приложение А

Перечень реперных населенных пунктов для мониторинга дозы внутреннего облучения

Область	Район	Населённый пункт	Плотность загрязнения территории ^{137}Cs , кБк/м ²	Численность населения, чел.
Брестская	Столинский	Ольманы	240	1193
Могилевская	Краснопольский	Палуж 2	597	67
Гомельская	Брагинский	Савичи	211	79
Гомельская	Ельский	Валавск	275	730
Гомельская	Лельчицкий	Гребени	117	388
Гомельская	Наровлянский	Гажин	173	250
Гомельская	Наровлянский	Демидов	302	338
Гомельская	Наровлянский	Физинки	252	120
Гомельская	Чечерский	Беляевка	179	356
Гомельская	Чечерский	Залесье	320	498
Гомельская	Чечерский	Полесье	166	494
Гомельская	Ветковский	Хальч	395	1318
Гомельская	Ветковский	Шерстин	396	516
Гомельская	Наровлянский	Грушевка	438	215
Гомельская	Наровлянский	Завойть	387	307
Гомельская	Наровлянский	Вербовичи	567	231
Гомельская	Наровлянский	Киров	507	406
Гомельская	Ветковский	Новиловка	618	64
Гомельская	Ветковский	Светиловичи	642	916
Гомельская	Хойникский	Стреличево	353	949
Могилевская	Славгородский	Кр. Восход	294	264
Могилевская	Славгородский	Славня	322	181
Гомельская	Чечерский	Болсуны	226	239
Гомельская	Б.-Кошелевский	Заболотье	422	116