

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОСЛЕДСТВИЙ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ

Н.А. Мешков, Е.А. Вальцева, А.В. Пузанов, С.И. Иванов

Выявлена проблема оценки путей поступления радиоактивных веществ в организм человека и их вклада в суммарную дозу облучения в регионах, подвергшихся радиационному воздействию вследствие ядерных испытаний и радиационных аварий, продолжает оставаться актуальной. Проведена сравнительная гигиеническая оценка последствий радиационного воздействия на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие аварий, катастроф или других инцидентов, которая включала оценку дозы внешнего и внутреннего облучения (за счет поступления в организм радионуклидов, содержащихся в пищевых продуктах и вдыхаемой пыли), а также расчет рисков отдаленных последствий для здоровья населения.

Ключевые слова: радиация, организм человека, окружающая среда.

Радиоактивность почвы, воздуха, воды и пищевых продуктов в основном определяется природными изотопами, глобальными выпадениями и радионуклидами, поступавшими в окружающую среду в период испытаний ядерных устройств на Семипалатинском полигоне и радиационных аварий.

Радиоактивному загрязнению вследствие ядерных испытаний на Семипалатинском полигоне подвергались не только территории Семипалатинской области, Республики Алтай (РА) и Алтайского края (АК), но и расположенные на большем удалении, например Байкальский регион [3, 9, 12, 13, 20]. Значительные территории Российской Федерации подверглись радиоактивному загрязнению вследствие аварии на Чернобыльской АЭС [4-7, 21]. На этих территориях на протяжении многих лет проводятся исследования по изучению влияния последствий ядерных испытаний и радиационных аварий на здоровье населения.

В связи с этим проблема оценки путей поступления радиоактивных веществ в организм человека и их вклада в суммарную дозу облучения в регионах, подвергшихся радиационному воздействию вследствие ядерных испытаний и радиационных аварий, продолжает оставаться актуальной.

Оценкой последствий радиационного воздействия на организм человека занимается радиационная гигиена. В радиационной гигиене существует единый критерий оценки – доза облучения [17]. Наличие зависимости

доза-эффект позволяет объективно оценить последствия для здоровья с помощью методологии радиационного риска [23].

При этом важно исследовать возможные пути поступления радионуклидов в организм населения на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению, оценить дозу облучения и вероятность развития отдаленных последствий для здоровья.

Исследование включало анализ содержания радиоактивного цезия в атмосферном воздухе, почвах и продуктах питания сельских районов Семипалатинской области, Республики Алтай и Алтайского края, а также других регионов, подвергавшихся радиоактивному загрязнению вследствие ядерных испытаний.

Радиационно-гигиеническая оценка проводилась по содержанию ^{137}Cs в почве и пищевых продуктах, входящих в рацион питания местного населения, а также в организме жителей регионов, подвергавшихся радиационному воздействию вследствие ядерных испытаний на Семипалатинском полигоне. Измерения содержания цезия-137 в организме человека проводилось переносным одноканальным радиометром NC-428B (BHP) со сцинтилляционным детектором NaI(Tl) размером 40×40 мм [8, 11].

Объем выполненных измерений удельной активности ^{137}Cs в Республике Алтай и Алтайском крае представлен в таблицах 1 и 2.

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОСЛЕДСТВИЙ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ

Таблица 1
Количество жителей Республики Алтай, у которых проводились измерения удельной активности ^{137}Cs в организме

Район	Объект исследования	
	почва	организм
Майминский	32	63
Шебалинский	60	50
Онгудайский	64	62
Кош-Агачский	83	—
Улаганский	47	—
Усть-Канский	61	80
Усть-Коксинский	84	64
Турочакский	22	—
Чемальский	13	—
Чойский	18	—
Всего	484	319

Количество обследованных в Алтайском крае представлено в таблице 2.

Таблица 2
Количество жителей Алтайского края, у которых проводились измерения удельной активности ^{137}Cs в организме

Районы	Число обследованных
Рубцовский	206
Локтевский	47
Волчихинский	96
Угловский	123
Поспелихинский	26
Всего	498

Содержание ^{137}Cs в основных видах пищевых продуктов, произведённых на территории Республики Алтай за период с 1966 по 1985 г., анализировали по данным текущего радиационного контроля.

Дозу внутреннего облучения по содержанию ^{137}Cs в организме рассчитывали по формуле [14]:

$$D_{\gamma} = 9,3 \times 10^{-10} \times C_0 \times \rho \times K_{\gamma} \times z \times g \times T_{\text{эф}}, \text{ мЗв} \quad (1),$$

где C_0 – средняя удельная активность радионуклида в органе (ткани), Бк/кг ткани; ρ – плотность ткани, г/см³; K_{γ} – гамма-постоянная радионуклида; z – коэффициент перевода единицы экспозиционной дозы в единицу поглощенной дозы; g – геометрический фактор или средний геометрический фактор в зависимости от того, какая мощность дозы определяется, см; $T_{\text{эф}}$ – эффективный период полувыведения, сут.

Доза внутреннего облучения за счет ингаляционного поступления ^{137}Cs рассчитывалась по формуле [15]:

$$D_{\text{вн., инг.}} = 1,2 \times 0,2 \times 8800 \times f \times \sum d_{\text{inhj}} \times C_j, \text{ мЗв/год}, \quad (2)$$

где 1,2 – стандартный объем дыхания для взрослого человека, м³/час, 0,2 – доля времени нахождения людей на улице, 8800 – стандартное число часов в году, f – среднегодовая запыленность воздуха на территории населенного пункта (района и т.п.), мг/м³, d_{inhj} – дозовый коэффициент для j-го радионуклида, Зв/Бк, C_j – среднегодовая удельная активность j-го радионуклида в пыли, содержащейся в приземном слое атмосферного воздуха, кБк/кг.

Для оценки удельной активности радионуклида в пыли использовали формулу расчета концентрации вещества в воздухе [19]:

$$Ca = Cs \times (1/PEF + 1/EF), \text{ мг/м}^3, \quad (3),$$

где PEF – фактор эмиссии пылевых частиц, м³/кг, EF – частота воздействия, дней/год.

Доза внутреннего облучения за счет поступления ^{137}Cs с продуктами питания и с проглатываемой почвой рассчитывалась по формуле [15]:

$$D_{\text{вн., пер.}} = 10^3 \times \sum d_{pj} \times m_j \times C_j, \text{ мЗв/год}, \quad (4),$$

где m_j – среднее годовое потребление j-го продукта питания (поступление с проглатываемой почвой*), м³/час, C_j – среднегодовая удельная активность j-го радионуклида в продукте питания (проглатываемой почве), Бк/кг, d_{pj} – дозовый коэффициент для j-го радионуклида при пероральном поступлении, Зв/Бк.

Примечание. Среднее годовое поступление проглатываемой почвы рассчитывали исходя из того, что взрослый человек способен заглатывать до 60 мг почвы в сутки [2].*

Прогноз отдаленных радиационных последствий выполнен в соответствии с Рекомендациями МКРЗ [23]. Сравнительный анализ проводился с применением общепринятых методов статистики.

Исследование атмосферного воздуха на содержание радионуклидов (РН) в Семипалатинской области (СО) показало, что концентрации γ - и β -излучающих РН на территории обследованных районов на 2-3 порядка ниже допустимого уровня.

Среднее значение мощности экспозиционной дозы гамма-излучения на территории Абайского, Бескарагайского и Жанасемейского районов Семипалатинской области, прилегающих к Семипалатинскому испытательному полигону (СИП), составляло 0,14 мкЗв/ч, при этом минимум составил 0,12 мкЗв/ч, а максимум – 0,16 мкЗв/ч. В контрольных районах величина естественного радиационного фона находилась на уровне 0,13-0,17 мкЗв/ч, а в

Семипалатинске – 0,15 мкЗв/ч. Вблизи границы СИП были обнаружены две локальные точки с повышенным до 0,30 мкЗв/ч гамма-фоном, обусловленным, по-видимому, следами долгоживущих РН, выпавших в период испытаний в 60-х годах.

Исследование вертикального распределения РН в почве на территории с.Долонь, расположенного в 150 км от испытательной площадки Семипалатинского полигона, показало, что 77,3% ^{239}Pu и ^{240}Pu аккумуляровано в слое от 10 до 15 см, а ^{137}Cs и ^{90}Sr сосредоточились в слое 5-15 см.

Анализ содержания РН в приземном слое атмосферного воздуха на территории

РА и АК, выполненный за период с 1970 по 1993 гг., показал, что в 1993 г. содержание ^{137}Cs снизилось в 25,5 раз, при этом в течение всего периода наблюдений превышения установленных пределов не выявлено.

Для сравнительной оценки процессов формирования доз внутреннего облучения у лиц, подвергавшихся радиационному воздействию вследствие ядерных испытаний на Семипалатинском полигоне, сопоставили распределение населения РА и Семипалатинского региона [18] по содержанию ^{137}Cs в организме. Результаты анализа представлены на рисунке 1.

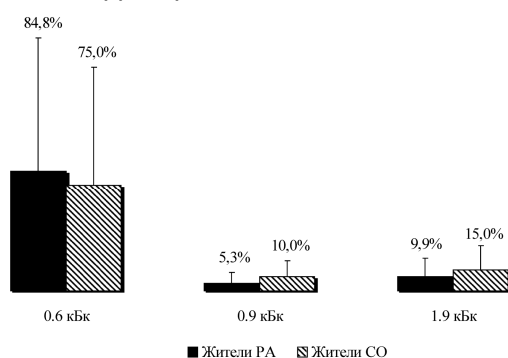


Рисунок 1 - Распределение обследованного населения Республики Алтай и Семипалатинской области по содержанию ^{137}Cs в организме. По оси абсцисс – среднее содержание ^{137}Cs в организме жителей (кБк); по оси ординат – распределение населения (в % от общей численности обследованных). РА – Республика Алтай, СО – Семипалатинская область

Как показано на рисунке 1, среди обследованных на обеих территориях преобладали лица с содержанием в организме ^{137}Cs до 0,6 кБк, доля которых в Республике Алтай на 9,8% выше ($p=0.05$). В Семипалатинской области выше доли лиц с содержанием ^{137}Cs в организме 0,9 и 1,9 кБк соответственно на 4,7% и 5,1% ($p=0,5$).

Распределение населения РА по величине дозы внутреннего облучения представлено на рисунке 2.

На рисунке 2 показано, что у большинства обследованных доза внутреннего облучения составила около 0,4 мЗв,

а доля лиц с дозами более 1 мЗв составила около 6%.

Как известно, при Гауссовом распределении мода, медиана и среднее значение совпадают. В целях выявления характера распределения сравнивались указанные величины для доз внутреннего облучения. Результаты представлены в таблице 3.

Из таблицы 3 видно, что среднее значение, медиана и мода удовлетворительно совпадают, то есть распределение доз соответствует Гауссову.

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОСЛЕДСТВИЙ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ

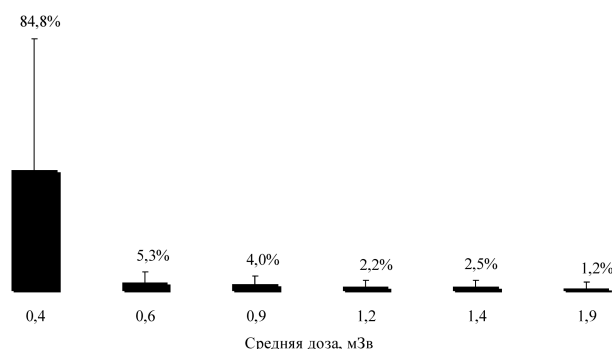


Рисунок 2 - Распределение населения Республики Алтай по дозе внутреннего облучения
По оси абсцисс – дозы внутреннего облучения (мЗв); по оси ординат – доля лиц с указанными дозами (в %)

Таблица 3

Характеристика распределения доз внутреннего облучения

Содержание ¹³⁷ Cs в организме, кБк						
Среднее значение (ДИ95%)	0,6 (0,5-0,6)	0,9 (0,8-0,9)	1,2 (1,1-1,4)	1,7 (1,5-1,8)	2,0 (1,8-2,2)	2,7 (2,4-2,9)
Дозы внутреннего облучения, мЗв						
Среднее значение	0,4	0,6	0,9	1,2	1,4	1,9
Медиана	0,4	0,6	0,9	1,2	1,4	1,9
Мода	0,4	0,5	0,8	1,1	1,3	1,9

Для оценки значимости разных путей воздействия ¹³⁷Cs на организм рассчитывались дозы внутреннего облучения при его поступлении из почвы ингаляционным и пероральным путями, а также с основными пищевыми продуктами рациона питания на территориях Республики Алтай, Архангельской

области, Прибайкалья и в префектуре Коши в Японии [1, 9, 10, 22].

Результаты оценки доз внутреннего облучения при поступлении в организм ¹³⁷Cs с вдыхаемой пылью и проглатываемой почвой представлены в таблице 4.

Таблица 4

Дозы внутреннего облучения при разных путях поступления ¹³⁷Cs в организм, мЗв/год

Территории	Средние дозы внутреннего облучения при поступлении ¹³⁷ Cs		
	с вдыхаемой пылью	с проглатываемой почвой	Суммарная
Республика Алтай	0,071 (0,065-0,078)*	0,0027 (0,0024-0,0029)	0,074 (0,067-0,081)
Архангельская область	0,089 (0,081-0,098)	0,0033 (0,0030-0,0037)	0,092 (0,084-0,101)
Прибайкалье	0,35 (0,31-0,37)	0,013 (0,012-0,014)	0,35 (0,32-0,39)
Префектура Коши (Япония)	0,036 (0,032-0,039)	0,0013 (0,0012-0,0015)	0,037 (0,034-0,041)

Примечание: * – в скобках 95% доверительный интервал

Как видно из таблицы 4, на 1-м месте по величине суммарной дозы внутреннего облучения находится Байкальский регион (0,35 мЗв/год), 2-е и 3-е места по этому показателю занимают Архангельская область и Республика Алтай – соответственно 0,092 и 0,074 мЗв/год.

Дозы внутреннего облучения при поступлении ¹³⁷Cs в организм с основными пищевыми продуктами рассчитывались для населения, проживающего на территориях Республики Алтай, Алтайского края, Семипалатинской области, Восточно-Уральского следа

(ВУРС), Ямало-Ненецкого автономного округа (ЯНАО) и в регионах, подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие аварии на ЧАЭС.

Результаты оценки доз внутреннего облучения при поступлении в организм ¹³⁷Cs с основными продуктами рациона питания представлены в таблице 5.

Таблица 5

Дозы внутреннего облучения при поступлении цезия-137 с рационом питания, мЗв/год

Пищевые продукты	РА	АК	СО	ВУРС	Чернобыль	ЯНАО
Хлеб	$0,9 \times 10^{-4}$ (0,8-1,0)	$1,0 \times 10^{-4}$ (0,9-1,1)	–	$3,1 \times 10^{-3}$ (2,8-3,4)	$1,6 \times 10^{-3}$ (1,5-1,8)	–
Молоко	$2,8 \times 10^{-4}$ (2,6-3,1)	$2,6 \times 10^{-4}$ (2,4-2,9)	6,2 (5,6-6,8)	0,06 (0,05-0,07)	$3,1 \times 10^{-3}$ (3,2-3,8)	–
Мясо	$2,1 \times 10^{-4}$ (1,9-2,3)	$1,6 \times 10^{-4}$ (1,4-1,7)	1,2 (1,1-1,3)	0,008 (0,007-0,009)	$8,5 \times 10^{-4}$ (7,7-9,3)	0,1 (0,09-0,11)
Овощи	$0,8 \times 10^{-4}$ (0,7-0,9)	$0,7 \times 10^{-4}$ (0,6-0,74)	–	0,02 (0,015-0,019)	$2,0 \times 10^{-3}$ (1,8-2,2)	–
Всего	$6,7 \times 10^{-4}$ (6,1-7,3)	$5,9 \times 10^{-4}$ (5,4-6,5)	–	0,09 (0,08-0,1)	0,008 (0,007-0,009)	–

Примечание: * – в скобках 95% доверительный интервал. РА – Республика Алтай, АК – Алтайский край, СО – Семипалатинская область, ВУРС – Восточно-уральский радиационный след, ЯНАО – Ямало-Ненецкий автономный округ.

Территории ВУРСа, как видно из таблицы 5, занимают 1-е место по величине суммарной дозы внутреннего облучения при поступлении ^{137}Cs с рационом питания, на 2-м месте находятся территории, подвергшиеся радиоактивному загрязнению вследствие аварии на ЧАЭС.

Сравнение доз внутреннего облучения при поступлении ^{137}Cs с отдельными пищевыми продуктами показывает, что наиболее высокую дозу получают коренные жители ЯНАО при употреблении мяса оленей, которое является у них основным продуктом питания.

При сравнении регионов, подвергавшихся радиационному воздействию в период

ядерных испытаний на Семипалатинском полигоне, установлено, что в Семипалатинской области дозы внутреннего облучения при поступлении ^{137}Cs с молоком более чем в 2 раза выше, чем в Республике Алтай и Алтайском крае, но в этих регионах соответственно в 1,7 и 1,3 раза выше дозы при поступлении этого РН с мясом.

Результаты анализа вкладов основных продуктов питания в суммарную дозу внутреннего облучения населения, проживающего на территории ВУРС, Республики Алтай, Алтайского края и территориях, загрязненных РН вследствие Чернобыльской аварии представлены на рисунке 3.

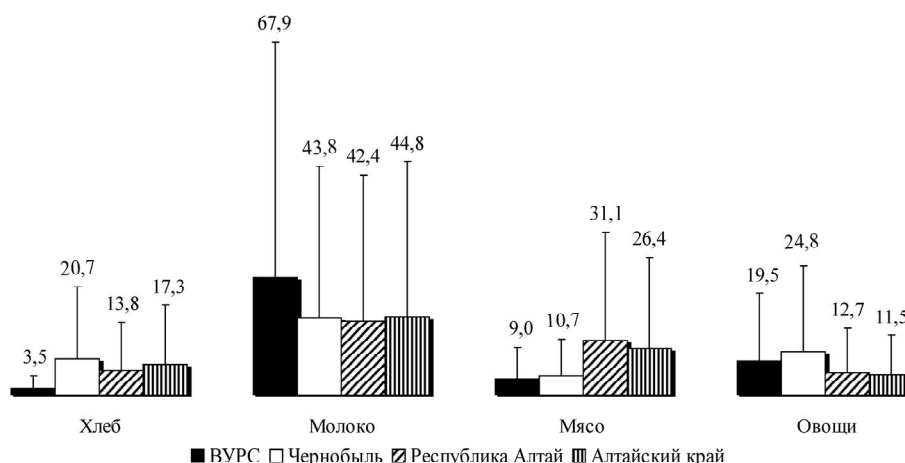


Рисунок 3 - Вклад в дозы внутреннего облучения основных продуктов питания
По оси абсцисс – основные продукты питания (хлеб, молоко, мясо, овощи); по оси ординат – вклад продуктов в дозы внутреннего облучения населения (в %). ВУРС – Восточно-Уральский радиоактивный след

На рисунке 3 показано, что на сравниваемых территориях основной вклад в суммарную дозу внутреннего облучения вносит молоко. На 2-м месте по вкладу находятся овощи, за исключением Республики Алтай и Алтайского края, где 2-е место занимает мясо, а овощи – на 3-м месте. Хлеб занимает 3-

е место по вкладу на территории, пострадавшей в результате аварии на ЧАЭС, в Республике Алтай и Алтайском крае, а на территории ВУРСа – мясо. Установлено, что вклад хлеба в дозу внутреннего облучения на территориях, загрязненных РН вследствие аварии на ЧАЭС, соответственно в 5,8; 1,5 и 1,2

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОСЛЕДСТВИЙ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ

раза выше, чем на территории ВУРСа, в Республике Алтай и Алтайском крае. Преобладает также на чернобыльских территориях и вклад овощей в дозу облучения – соответственно в 1,3; 2,0 и 2,2 раза. Вклад молока на территории ВУРСа по сравнению с чернобыльскими территориями, Республикой Алтай и Алтайским краем выше в 1,5 раза. В то же время в Республике Алтай преобладает вклад мяса в дозу внутреннего облучения, который в 3,5 раза выше, чем на территории ВУРСа, в 2,9 и 1,2 раза – на территориях, пострадавших вследствие аварии на ЧАЭС, и в Алтайском крае.

После завершения ядерных испытаний на Семипалатинском полигоне внешнее облучение на территориях, подвергшихся загрязнению продуктами ядерного деления, практически отсутствовало, и дозы формировались в основном за счет поступления ^{137}Cs в организм с продуктами питания местного производства, питьевой водой и вдыхаемым воздухом, содержащим взвешенные частицы пыли. По данным [14] вклад в дозу облучения населения основного дозообразующего радионуклида вследствие испытаний ядерного оружия за счет внешнего излучения, ингаля-

ционного и перорального поступления составляет соответственно 99%; 0,07% и $4,6 \times 10^{-5}$ %.

При прогнозе отдаленных последствий принималось, что суммарный риск от смертельного рака, наследственных эффектов и несмертельного рака для одного человека при облучении в дозе 1 Зв принимается равным 0,057 [23]. Коллективный риск оценивался по произведению индивидуального риска на коллективную дозу, рассчитанную для населенных пунктов, в которых были реконструированы дозы облучения населения, подвергавшегося радиационному воздействию в период атмосферных ядерных испытаний на СИП [10], по дозам внутреннего облучения, рассчитанным по содержанию ^{137}Cs в организме, и по уровню его поступления в организм с вдыхаемой пылью, проглатываемой почвой и основными продуктами рациона питания.

Результаты прогноза отдаленных последствий по величине дозы внутреннего облучения за счет содержания ^{137}Cs в организме представлены в таблице 6.

Таблица 6

Прогноз отдаленных последствий по величине дозы внутреннего облучения за счет содержания ^{137}Cs в организме

Населённый пункт	Прогноз последствий					
	Смертельные раки		Наследственная патология		Всего	
	Вся популяция	Взрослые	Вся популяция	Взрослые	Вся популяция	Взрослые
Горно-Алтайск	1,1	0,8	0,04	0,02	1,1	0,8
Майма	0,3	0,3	0,01	0,01	0,4	0,3
Кулады	0,02	0,01	0,001	0,0003	0,02	0,01
Шебалино	0,2	0,2	0,01	0,004	0,2	0,2
Онгудай	0,1	0,1	0,004	0,002	0,1	0,1
Усть-Кан	0,1	0,1	0,003	0,001	0,1	0,1
Ябоган	0,04	0,03	0,001	0,001	0,04	0,03
Кырлык	0,03	0,02	0,001	0,001	0,03	0,02
Усть-Кокса	0,1	0,1	0,003	0,002	0,1	0,1
Кайтанак	0,01	0,01	0,0003	0,0002	0,01	0,01
Амур	0,02	0,02	0,001	0,0004	0,03	0,02
Всего	2,1	1,5	0,07	0,04	2,1	1,6

Согласно прогнозу отдаленных последствий среди всего населения обследованных сел и г. Горно-Алтайска в результате внутреннего облучения, сформировавшихся за счет содержащегося в организме ^{137}Cs , возможно развитие более 2 случаев смертельных раков и 0,07 наследственной патологии,

среди взрослых – соответственно 1,5 и 0,04 случая.

В таблице 7 представлены результаты прогноза отдаленных последствий, развитие которых возможно при поступлении ^{137}Cs в организм с вдыхаемой пылью, проглатываемой почвой и основными продуктами питания.

Как видно из таблицы 7, при поступлении ^{137}Cs в организм с вдыхаемой пылью, проглатываемой почвой и основными продуктами питания среди всей популяции возможно возникновение 0,7 случая смертельных раков и 0,1 наследственной патологии, среди взрослых – соответственно 0,5 и 0,09 случая.

Таким образом, гигиеническая оценка последствий радиационного воздействия на

территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие аварий, катастроф или других инцидентов, должна включать оценку дозы внешнего и внутреннего облучения (за счет поступления в организм радионуклидов, содержащихся в пищевых продуктах и вдыхаемой пыли), а также расчет рисков отдаленных последствий для здоровья населения.

Таблица 7

Прогноз отдаленных последствий при поступлении ^{137}Cs в организм с пылью, проглатываемой почвой и продуктами питания

Населённый пункт	Прогноз последствий					
	Смертельные раки		Наследственная патология		Всего	
	Вся популяция	Взрослые	Вся популяция	Взрослые	Вся популяция	Взрослые
Майминский	0,07	0,05	0,002	0,001	0,07	0,05
Шебалинский	0,04	0,03	0,002	0,001	0,04	0,03
Онгудайский	0,06	0,04	0,002	0,001	0,06	0,05
Кош-Агачский	0,03	0,02	0,001	0,001	0,03	0,02
Улаганский	0,07	0,05	0,002	0,001	0,07	0,05
Усть-Канский	0,04	0,03	0,002	0,001	0,05	0,03
Усть-Коксинский	0,06	0,04	0,002	0,001	0,06	0,05
Турачакский	0,12	0,09	0,004	0,002	0,12	0,09
Чемальский	0,05	0,04	0,002	0,001	0,05	0,04
Чойский	0,04	0,03	0,002	0,001	0,04	0,03
Всего	0,7	0,5	0,1	0,09	0,8	0,6

Выводы

1. Сравнение доз внутреннего облучения при поступлении ^{137}Cs из почвы ингаляционным и пероральным путями в организм населения, проживающего на территориях Архангельской области, Прибайкалья, Восточно-Уральского следа, в регионах, пострадавших вследствие аварии на ЧАЭС и испытаний ядерного оружия на Семипалатинском полигоне, показало, что на 1-м месте по величине суммарной дозы внутреннего облучения находится Байкальский регион, на 2-м месте – Архангельская область и Республика Алтай. Средняя доза внутреннего облучения жителей этих территорий достигает 0,35 мЗв/год, 0,09 мЗв/год, 0,07 мЗв/год соответственно.

2. По величине суммарной дозы внутреннего облучения при поступлении ^{137}Cs в организм с основными продуктами рациона питания, на 1-м месте находятся территории Восточно-Уральского следа, на 2-м – территории, пострадавшие вследствие аварии на ЧАЭС, и на 3-м месте – территории, подвергшиеся радиационному воздействию в период испытаний ядерного оружия на СИП. Установлено, что молоко вносит основной вклад в суммарную дозу внутреннего облуче-

ния жителей всех сравниваемых территорий. Значения доз внутреннего облучения за счет ^{137}Cs , поступающего с молоком в 2,2 и 2,3 раза выше в Семипалатинской области, а с мясом – в 1,7 и 1,3 раза выше в Республике Алтай и Алтайском крае.

3. Прогноз отдаленных последствий вследствие внутреннего облучения за счет содержания ^{137}Cs в организме жителей Республики Алтай свидетельствует о возможном развитии среди всей популяции 2 смертельных раков и 0,07 случая наследственной патологии, эти величины среди взрослых составят соответственно 1,5 и 0,04 случая. При поступлении этого радионуклида с вдыхаемой пылью, проглатываемой почвой и основными продуктами питания – среди всей популяции возможно развитие 0,7 случая смертельных раков и 0,1 наследственной патологии, среди взрослых – соответственно 0,5 и 0,09 случая.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 06-08-00438-а.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баженов, А.В. Некоторые результаты исследований радиоактивного загрязнения почв Ар-
ПОЛЗУНОВСКИЙ ВЕСТНИК №4 2009

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОСЛЕДСТВИЙ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ

- хангельской области цезием-137. Современные экологические проблемы Севера: Материалы Международной конференции, Апатиты, 10-12 окт., 2006: К 100-летию со дня рождения О.И. Семенова-Тян-Шанского. Ч. 1. Апатиты. – 2006. – С. 28-29.
2. Большаков А.М., Крутько В.Н., Пуцилло Е.В. Оценка и управление рисками влияния окружающей среды на здоровье населения. – М.: Эдиториал УРСС, 1999. – 256 с.
3. Гордеев К.И., Балуев О.Т., Даренская Н.Г., Логачев В.А., Мешков Н.А. и др. Концепция реабилитации населения и нормализации экологической, санитарно-гигиенической, медико-биологической и социально-экономической ситуации в населенных пунктах Алтайского края, расположенных в зоне влияния ядерных испытаний на Семипалатинском полигоне // Вестник научной программы "Семипалатинский полигон-Алтай". – 1995. – № 3. – С. 11-15.
4. Иванов В.К., Цыб А.Ф. Медицинские радиологические последствия Чернобыля для населения России: оценка радиационных рисков. – М.: Медицина, 2000. – 392 с.
5. Ильин Л.А., Балонов М.И., Булдаков Л.А. и др. Экологические особенности и медико-биологические последствия аварии на Чернобыльской АЭС. // Медицинская радиология. – 1989. – Т.34. – № 12. – С. 59-81.
6. Ильин Л.А. Регламенты радиационного воздействия, лучевые нагрузки на население и медицинские последствия Чернобыльской аварии. // Медицинская радиология. – 1991. – Т.36. – № 12. – С. 9-18.
7. Ильин, Л.А. Радиационные аварии: медицинские последствия и опыт противорадиационной защиты. // Атомная энергия. – 2002. – Т.92, вып.2. – С. 143-152.
8. Кайдановский Г.И. и др. Методические указания по определению цезия-134 и цезия-137 в теле человека. – Л.: ЛНИИРГ, 1987.
9. Колесникова Л.И., Черкашина А.Г., Осипова Е.В., Долгих М.И. Состояние здоровья населения южного Прибайкалья, подвергшегося радиационному воздействию ядерных испытаний на Семипалатинском полигоне // Бюл. Вост.-Сиб. науч. центра СО РАМН. – 2001. – 2, № 1. – С. 29-34.
10. Крячунас В.В., Киселев Г.П. ¹³⁷Cs в верхних почвенных горизонтах города Архангельска. // Экология – 2003: Тезисы молодежной международной конференции, Архангельск, 17-19 июня, 2003. – Архангельск: Изд-во Ин-та экол. пробл. Севера УрО РАН, 2003. – С. 43.
11. Лебедев О.В., Алексеева В.А., Яковлев В.А. Методика определения содержания радионуклидов цезия в организме человека с помощью радиометра «Роботрон»: Методические рекомендации. – Л.: ЛНИИРГ, 1991.
12. Медико-социальные последствия ядерных испытаний / Мешков Н.А., Вальцева Е.А., Автисов Г.М., Иванов В.К., Казаков С.В. – М.: Воентехиниздат, 2003. – 398 с.
13. Мешков Н.А., Жилиев Е.Г., Вальцева Е.А., Галин Л.Л. Экологические и медико-биологические последствия воздействия ядерных испытаний на территорию и население Республики Алтай / Центр экстремальной медицины Гостехкомиссии России при Президенте Российской Федерации, ГВМУ МО РФ; Под ред. А.Ф. Цыба, И.М. Чиж – М.: Воентехиниздат, 1999. – 144 с.
14. Моисеев А.А., Иванов В.И. Справочник по дозиметрии и радиационной гигиене. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 252 с.
15. МУ 2.6.1.1088-02. Оценка индивидуальных эффективных доз облучения населения за счет природных источников ионизирующего излучения. Методические указания. – М.: Минздрав России, утверждены 04.01.2002 г.
16. НКДАР, 1982. Ионизирующее излучение: источники и биологические эффекты. Доклад НКДАР за 1982 г. ООН. – Нью-Йорк, 1982. – Т. 1. – 881 с.
17. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99). Минздрав России, издание официальное. – 115 с.
18. Рахисhev, Е.К. Исследование содержания ¹³⁷Cs у жителей Семипалатинского региона: Тез. докл. на 4 Междунар. конгр. «Иммунореабилитация и реабилитация в мед.», Сочи, 5-9 июля, 1998 // Int. J. Immunorehabil. – 1998. – № 8 – С. 181.
19. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду (Р.2.1.10.1920-04). – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.
20. Цыб А.Ф., Степаненко В.Ф., Питкевич В.А., Мешков Н.А. и др. Вокруг Семипалатинского полигона: радиоэкологическая обстановка, дозы облучения населения в Семипалатинской области (по материалам отчета межведомственной комиссии). // Медицинская радиология. – 1989. – № 12.
21. Яворовский, З. Реалистическая оценка воздействия аварии на Чернобыльской АЭС на здоровье людей. // Атомная энергия. – 1999. – Т. 86, вып. 2. – С. 140-150.
22. Chikasawa Kohshi, Ishii Takao, Sugiyama Hideo. Гамма-фон на открытой местности в префектуре Коши, Япония. Terrestrial gamma radiation in Kochi Prefecture // Japan. J. Health Sci. – 2001. – 47, № 4. – С. 362-372.
23. ICRP Publication 103: Recommendations of the ICRP.
- Мешков Н.А.**, д.м.н., проф., в.н.с., ГУ научно-исследовательский институт экологии человека и гигиены окружающей среды им. А.Н. Сысина РАМН, 119992, Москва, Россия, E-mail: professor12@yandex.ru, **Вальцева Е.А.**, к.б.н., с.н.с., ГУ научно-исследовательский институт экологии человека и гигиены окружающей среды им. А.Н. Сысина РАМН, 119992, Москва, Россия, E-mail: altay62@mail.ru, **Иванов С.И.**, д.м.н., проф., зам. директора, ГУ научно-исследовательский институт экологии человека и гигиены окружающей среды им. А.Н. Сысина РАМН, 119992, Москва, Россия, E-mail: s_ivanov@comcor.ru