

СОДЕРЖАНИЕ РАДИОЦЕЗИЯ В ОСНОВНЫХ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ В РАЦИОНЕ НАСЕЛЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ АЛТАЙ

Е.А. Вальцева, Н.А. Мешков

Горный Алтай непосредственно граничит с Казахстаном и Китаем – странами, где проводились испытания ядерных устройств. Радиоактивные продукты, образовавшиеся в результате взрывов, с потоком воздушных масс неоднократно привносились на территорию горной страны. Подтверждением радиоактивного загрязнения территории региона могут быть обнаруженные в настоящее время долгоживущие изотопы радиоактивных элементов, в частности, цезия-137.

С целью изучения путей поступления цезия-137 в организм жителей территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие ядерных испытаний на Семипалатинском полигоне, проведено исследование содержания ¹³⁷Cs в основных продуктах питания местного производства. Установлено, что в Республике Алтай и в Алтайском крае удельная активность в хлебе постепенно снижалась и стабилизировалась на уровне 0,07-0,11 Бк/кг. Средняя удельная активность ¹³⁷Cs в картофеле в изучаемом периоде составляла 0,04-0,11 Бк/кг. Первое ранговое место по вкладу в годовое поступление ¹³⁷Cs в организм взрослых жителей Республики Алтай занимало мясо (60%), на втором месте – молоко (22%). В настоящее время поступление радионуклидов в организм по цепи почва – растения – организм животных – организм человека существенно снизилось или вообще отсутствует.

Ключевые слова: радиация, радиоцезий, организм человека.

Территория и население Республики Алтай неоднократно подвергались радиационному воздействию в период ядерных испытаний в атмосфере на Семипалатинском полигоне – 1949-1962 гг.

Источником внешнего облучения населения, проживавшего на территории Республики Алтай, являлись радиоактивные облака ядерных взрывов, проходившие над населенными пунктами в период испытаний, и выпадавшие из них на местность радиоактивные продукты деления (ПЯВ). Основная доза облучения от ПЯВ реализуется в течение первых трех лет после формирования радиоактивного следа и составляет 87% от всей дозы за время до полного распада. При этом в течение первого года реализуется около 84% полной дозы, а в последующие два года соответственно 2% и 1%.

В Республике Алтай имело место острое фракционированное воздействие ионизирующей радиации, сопровождавшееся последующим хроническим облучением за счет выпавших радиоактивных осадков. При этом наибольший вклад в облучение населения вносили долгоживущие радионуклиды.

В последующие годы после завершения ядерных испытаний на Семипалатинском полигоне внешнее облучение на территориях, подвергшихся загрязнению продуктами ядерного деления, практически отсутствовало, и

дозы облучения формировались в основном за счет поступления ¹³⁷Cs в организм с продуктами питания местного производства, питьевой водой и вдыхаемым воздухом, содержащим взвешенные частицы пыли. По данным [7] вклад в дозу облучения населения основного дозообразующего радионуклида вследствие испытаний ядерного оружия за счет внешнего излучения, ингаляционного и перорального поступления составляет соответственно 99%; 0,07% и 4,6·10⁻⁵%.

Основными источниками поступления радиоцезия в организм человека являются продукты питания животного и растительного происхождения (молочные и зерновые продукты). Так, в частности, содержание радиоактивного цезия в литре коровьего молока достигает 0,8-1,1% от суточного поступления нуклида [1-3].

Исследованиями [6] установлено, что на территориях, подвергавшихся радиационному воздействию в период ядерных испытаний на Семипалатинском полигоне, в организм жителей поступает с молоком 77,015 Бк/год активного ¹³⁷Cs, а с мясом – 75,1 Бк/год.

Проблема радиоактивного загрязнения продуктов питания является актуальной и на территориях, подвергшихся радиационному воздействию вследствие аварий на объектах ядерного топливного цикла. Результаты исследования удельной активности цезия-137 в

пищевых продуктах местного производства на территории ВУРСа в 2000 г. представлены в таблице 1 [4].

Средняя удельная активность цезия-137 в основных компонентах рациона питания, по данным многолетнего мониторинга в субъек-

тах Российской Федерации, на территории которых имеются населенные пункты, подвергшиеся радиоактивному загрязнению вследствие радиационных аварий прошлых лет, представлена в таблице 2 [5, 8].

Таблица 1

Удельная активность ¹³⁷Cs в пищевых продуктах местного производства на ВУРС, Бк/кг

Наименование продукта	Удельная активность ¹³⁷ Cs, Бк/кг
Хлеб и зернопродукты	0,01-0,15
Молоко	0,09-0,54
Мясо	0,07-3,0
Картофель	0,08-4,82

Таблица 2

Средняя удельная активность ¹³⁷Cs в основных компонентах рациона питания в Российской Федерации, Бк/кг

Наименование продукта	Удельная активность ¹³⁷ Cs, Бк/кг
Хлеб	1,07
Молоко	1,18
Мясо	1,42
Корнеплоды	1,16

Как видно из таблицы 2, наиболее высоким содержанием цезия-137 отличается мясо.

Структура содержания радиоцезия в основных продуктах питания местного производства, входящих в рацион населения, проживающего на территориях ВУРС и подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие аварии на ЧАЭС, представлена на рисунке 1.

Как показано на рисунке 1, распределение цезия-137 в рационах питания населения, проживающего на ВУРС и территории, под-

вергшейся радиоактивному загрязнению вследствие Чернобыльской аварии, имеет существенные различия. Так, на ВУРС в основных продуктах рациона радиоцезий распределен относительно равномерно, тогда как на территориях, загрязненных в результате аварии на ЧАЭС, в начале 90-х годов наиболее высоким содержанием основного дозобразующего радионуклида отличалось молоко.

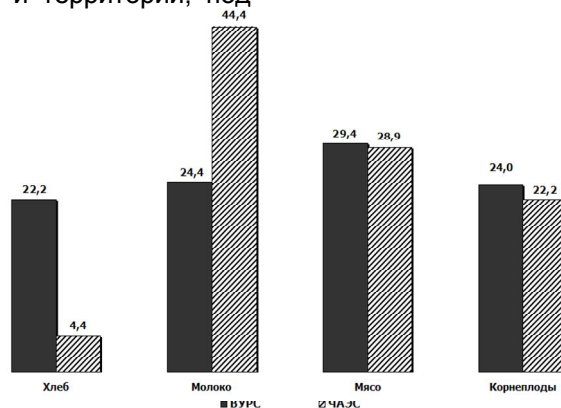


Рисунок 1 - Структура содержания ¹³⁷Cs в основных компонентах рациона питания населения, %

По оси абсцисс – основные компоненты рациона питания населения (хлеб, молоко, мясо, корнеплоды); по оси ординат – распределение ¹³⁷Cs в рационах питания населения, проживающего на территории ВУРС, и населения, проживающего на территориях, загрязненных в результате аварии на ЧАЭС (в %)

СОДЕРЖАНИЕ РАДИОЦЕЗИЯ В ОСНОВНЫХ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ В РАЦИОНЕ НАСЕЛЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ АЛТАЙ

Цель работы – исследование возможных путей поступления ^{137}Cs в организм человека на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие ядерных испытаний на Семипалатинском полигоне, с учетом современной радиоэкологической ситуации.

Для достижения поставленной цели были проанализированы результаты исследований содержания радиоактивного цезия в основных продуктах, входящих в рацион питания населения Республики Алтай (хлеб, молоко, мясо и овощи).

Содержание цезия-137 в основных видах пищевых продуктов, произведённых на территории Республики Алтай за период с 1966 по 1985 г., анализировали по данным текущего радиационного контроля, выполнявшегося радиологической группой СЭС.

Результаты исследования удельной активности цезия-137 в пищевых продуктах местного производства использовались для расчета вклада отдельных продуктов в поступление с рационом в организм жителей,

постоянно проживавших на территории Республики Алтай.

Изучение фактического рациона питания взрослого населения позволило установить средние величины суточного потребления основных видов продовольствия (таблица 3).

Таблица 3
Средние величины суточного потребления основных видов продовольствия

Вид пищевых продуктов	Среднее потребление в сутки, кг
Хлеб	0,64
Молоко	0,5
Мясо	0,2
Картофель	0,4
Всего	1,74

Вклад отдельных продуктов в суточное поступление цезия-137 в организм взрослого человека с рационом представлен в таблице 4.

Как видно из таблицы 4, основным источником поступления в организм цезия-137 служит молоко и мясо.

Таблица 4
Суточное и годовое поступление ^{137}Cs в организм взрослого жителя Республики Алтай с рационом

Год	Основные продукты питания								Рацион	
	Хлеб		Молоко		Картофель		Мясо			
	Бк/сут	Бк/год	Бк/сут	Бк/год	Бк/сут	Бк/год	Бк/сут	Бк/год	Бк/сут	Бк/год
1981	0,04	14,6	0,07	25,6	0,04	14,6	0,33	120,5	0,48	175,2
1982	0,04	14,6	0,15	54,8	0,04	14,6	0,33	120,5	0,56	204,4
1983	0,04	14,6	0,11	40,2	0,04	14,6	0,11	40,2	0,30	109,5
1984	0,04	14,6	0,11	40,2	0,04	14,6	0,22	80,3	0,41	149,7
1985	0,04	14,6	0,04	14,6	0,04	14,6	0,33	120,5	0,45	164,3
Среднее	0,04	14,6	0,10	35,0	0,04	14,6	0,26	96,4	0,44	160,6

Динамика годового поступления цезия-137 с рационом за период с 1981 по 1985 гг. представлена на рисунке 2. Как показано на рисунке, поступление цезия-137 с хлебом и картофелем практически не изменялось в течение всего периода наблюдения. Поступление радионуклида с мясом снижалось в 1983 и 1984 гг., в 1985 г. вернулось на начальный уровень. Стабильная тенденция к снижению поступления цезия-137 с молоком установилась, начиная с 1982 г. Эта тенденция с максимальным математическим при-

ближением ($R^2=0,819$) аппроксимируется уравнением полинома 2-й степени:

$$y = -6,7786x^2 + 37,021x - 1,46.$$

Относительный вклад основных продуктов в поступление цезия-137 в организм взрослого населения Республики Алтай представлен на рисунке 3.

На рисунок 3 показано, что 1-е ранговое место по вкладу в годовое поступление цезия-137 в организм взрослых жителей Республики Алтай занимает мясо – 60%, молоко находится на 2-м месте – около 22%.

Сравнение полного поступления каждого радионуклида с рационом для жителей Республики Алтай за исследованный период с поступлением взрослому населению городов РФ выявило незначительное увеличение поступления ^{137}Cs в организм человека в Рес-

публике Алтай в основном за счёт несколько более высокой удельной активности цезия-137 в мясе и мясопродуктах.

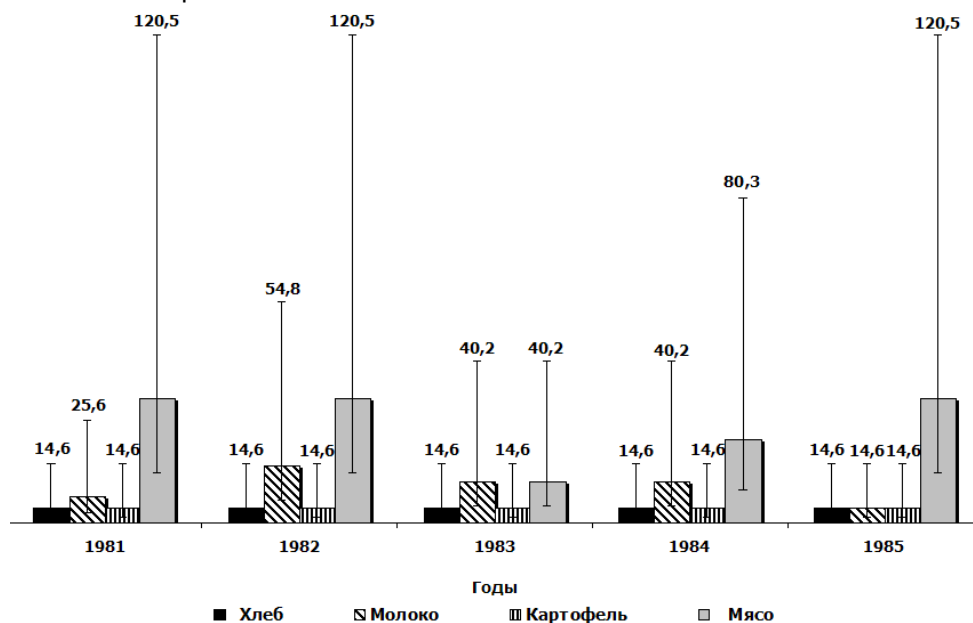


Рисунок 2 - Динамика поступления ^{137}Cs в организм взрослого населения Республики Алтай в основном за счёт несколько более высокой удельной активности цезия-137 в мясе и мясопродуктах. По оси абсцисс – годы поступления ^{137}Cs в организм с хлебом, молоком, картофелем и мясом; по оси ординат – уровни поступления ^{137}Cs в организм населения Республики Алтай (в Бк/год)

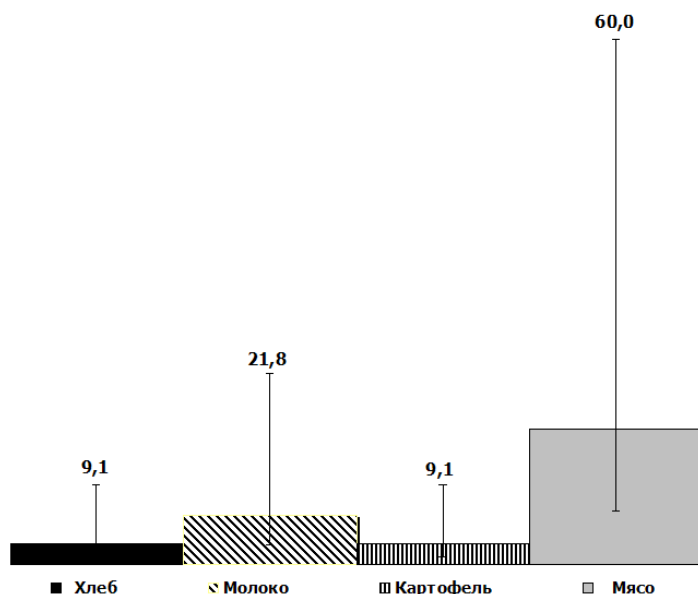


Рисунок 3 - Вклад основных продуктов в поступлении ^{137}Cs в организм взрослого населения Республики Алтай, %. По оси абсцисс – основные компоненты рациона питания населения Республики Алтай (хлеб, молоко, картофель, мясо); по оси ординат – вклад основных продуктов в поступлении ^{137}Cs в организм (в %)

СОДЕРЖАНИЕ РАДИОЦЕЗИЯ В ОСНОВНЫХ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ В РАЦИОНЕ НАСЕЛЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ АЛТАЙ

Анализ динамики средней удельной активности цезия-137 в зерне пшеницы Республики Алтай в период 1966-1974 гг. показал, что к 1974 г. произошло значительное снижение уровней содержания этого радионуклида. На протяжении всего периода в Республике Алтай и в Алтайском крае наблюдалось постепенное снижение удельной активности цезия-137 в хлебе, особенно выраженное до

начала семидесятых годов, затем его содержание стабилизировалось на уровне 0,07-0,11 Бк/кг. Динамика удельной активности цезия-137 в хлебе в период с 1966 по 1985 год представлена на рисунке 4.

Динамика удельной активности цезия-137 в мясе (говядина) представлена на рисунке 5.

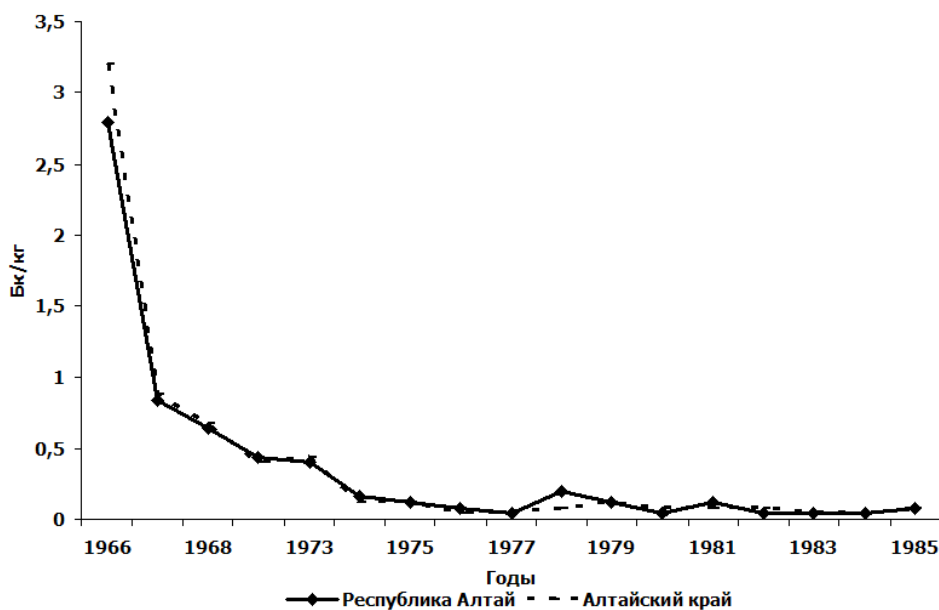


Рисунок 4 - Удельная активность ¹³⁷Cs в хлебе, Бк/кг
По оси абсцисс – годы; по оси ординат – удельная активность ¹³⁷Cs в хлебе (Бк/кг)

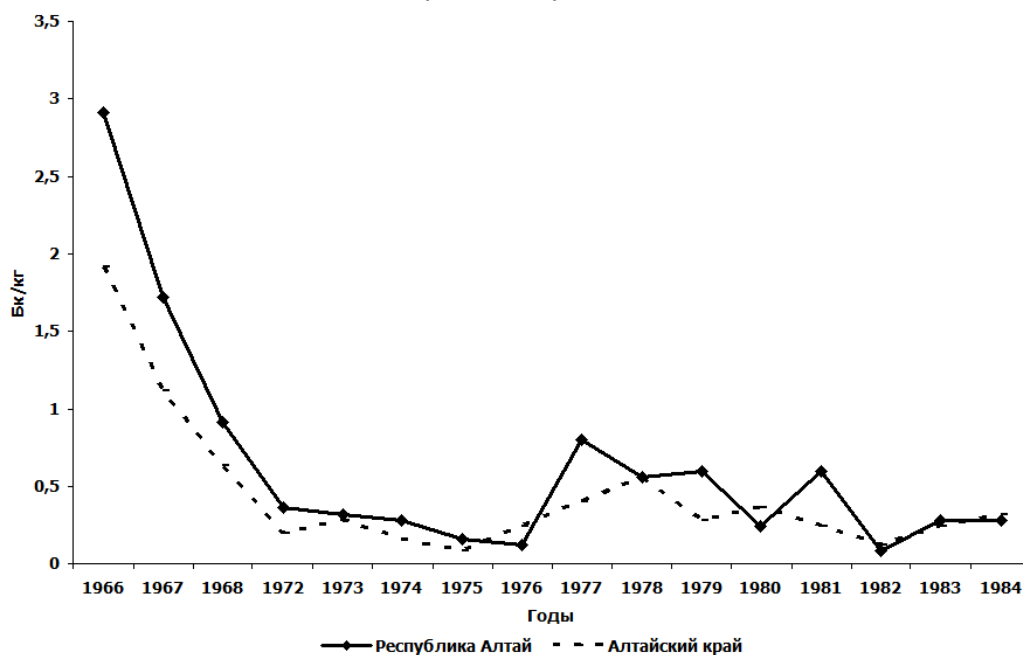


Рисунок 5 - Удельная активность ¹³⁷Cs в мясе (говядина), Бк/кг
По оси абсцисс – годы; по оси ординат – удельная активность ¹³⁷Cs в мясе говядины (Бк/кг)

Удельная активность цезия-137 в мясе в Республике Алтай, как показано на рис.5, в среднем за период в 1,4 раза превышала аналогичные величины в Алтайском крае.

Несколько иная динамика удельной активности цезия-137 наблюдалась в баранине (рисунок 6).

Как показано на рисунке 6, удельная активность цезия-137 в мясе как в Республике Алтай, так и в Алтайском крае имела два пика – в 1968-72 гг. и в 1979 г., при этом показатели в республике были выше, чем в крае.

Средняя удельная активность цезия-137 в картофеле в изучаемом периоде составляла 0,04-0,11 Бк/кг, то есть была незначительно выше предела обнаружения, который составляет около 0,04 Бк/кг.

Уровни годового поступления сравнивались с пределом годового поступления (ПГП) через органы пищеварения для ограниченной части населения (категория Б) согласно действовавшему на тот период «Нормам радиационной безопасности НРБ-76/87», который для цезия-137 составлял 12 мКи (444 кБк). Сравнение показало, что реализовавшееся годовое поступление в организм взрослого населения Республики Алтай составляло для ^{137}Cs всего лишь 0,05% ПГП.

Среднее годовое поступление ^{137}Cs в организм жителей Республики Алтай с основ-

ными продуктами питания местного производства в 80-х годах прошлого столетия (160,6 Бк/год) почти не отличалось от аналогичного показателя в с. Муслимово Челябинской области (140,0 Бк/год).

Период наблюдений, охватывающий 1966-1985 гг. можно разделить на два этапа: 1-й этап 1966 год – начало 70-х годов, 2-й – с начала 70-х годов до 1985 г. На первом этапе наблюдается заметное и стабильное снижение удельной активности радионуклидов в пищевых продуктах. На втором этапе снижение удельной активности радионуклидов в пищевых продуктах замедлилось, сохраняясь на постоянном уровне. Такая динамика обусловлена изменением основного источника поступления радионуклидов в пищевые продукты: на начальном этапе основным источником служило поверхностное загрязнение, в последующем основным источником стал запас радионуклидов, отложившийся на почве.

В настоящее время поступление радионуклидов в организм по цепи почва – растения – организм животных – организм человека существенно снизилось или вообще отсутствует. Вместе с тем остается возможность поступления ^{137}Cs в организм с вдыхаемой пылью вследствие дефляционных процессов при ветровой эрозии почв.

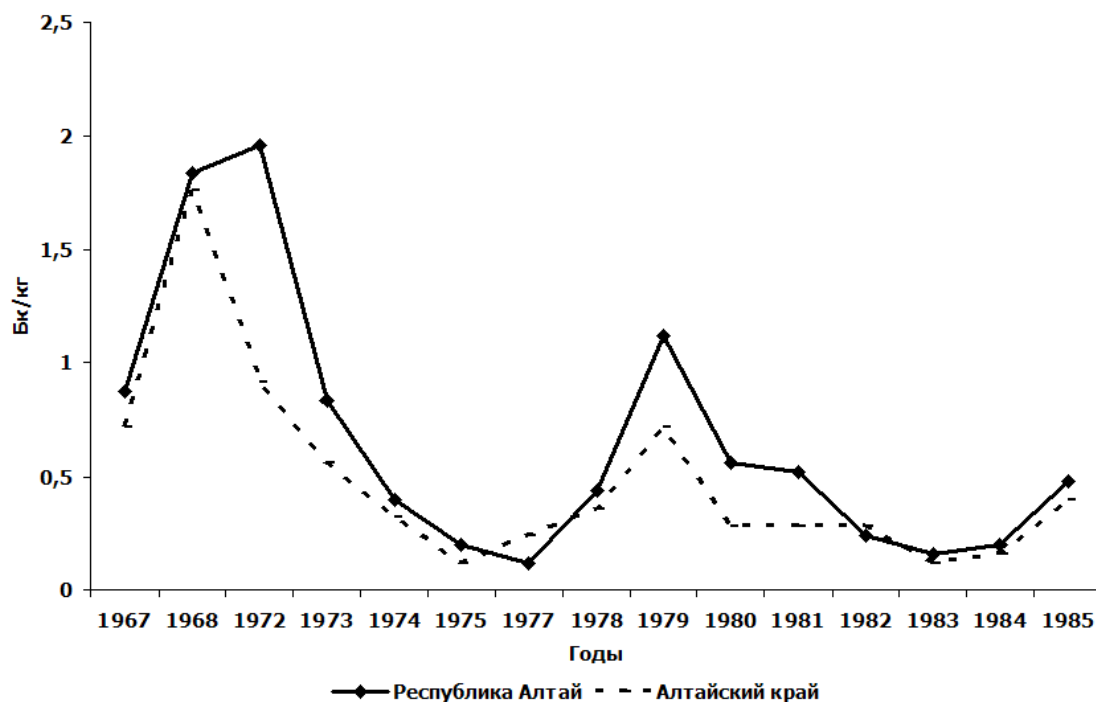


Рисунок 6 - Удельная активность ^{137}Cs в мясе (баранина), Бк/кг
По оси абсцисс – годы; по оси ординат – удельная активность ^{137}Cs в мясе баранины (Бк/кг)

СОДЕРЖАНИЕ РАДИОЦЕЗИЯ В ОСНОВНЫХ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ В РАЦИОНЕ НАСЕЛЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ АЛТАЙ

Выводы

1. Содержание радиоактивного ^{137}Cs в основных продуктах, входящих в рацион питания местного населения, стабилизировалось. Удельная активность радиоцезия составляла в изучаемом периоде 0,07-0,11 Бк/кг в хлебе, 0,04-0,11 Бк/кг – в картофеле, то есть была незначительно выше предела обнаружения, который составляет около 0,04 Бк/кг.

2. Среднегодовое поступление ^{137}Cs в организм жителей Республики Алтай с основными продуктами питания местного производства по оценкам второй половины 80-х годов на 20,6 Бк/год превышало аналогичный показатель у жителей с. Муслюмово Челябинской области, расположенного на территории, подвергшейся радиоактивному загрязнению вследствие аварии на ПО «Маяк» в 1957 г.

3. Пероральное поступление ^{137}Cs в организм жителей регионов, подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие ядерных испытаний на Семипалатинском полигоне, с основными продуктами рациона питания в настоящее время существенно снизилось или вообще отсутствует.

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

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Василенко, И.Я. // Вопр. питания. – №4, 1988. – С. 4-11.
2. Василенко, И.Я. // Природа. – №3, 1999.
3. Василенко И.Я., Василенко О.И. Радиоактивный цезий // Энергия: экономика, техника, экология. – 2001, №7. – С.16-22.
4. Доклад о санитарно-эпидемиологической обстановке в Свердловской области за 2000 год. URL:<http://www.ocsen.ru/old/press/gosdoklad/2000/sreda/san/rad.html>
5. Зонирование населенных пунктов Российской Федерации, подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие аварии на Чернобыльской АЭС, по критерию годовой дозы облучения населения. МУ 2.6.1.784-99.
6. Ибадильдин А.С., Малгаждаров М.С., Амантаева К.К. Показатели удельной активности радионуклидов, поступающих с продуктами животного происхождения в организм людей, проживающих в Семипалатинском регионе // Клин. мед. (Новгород). – 2005, 11. – С. 6-8.
7. Ионизирующее излучение: источники и биологические эффекты. НКДАР при ООН. Доклад за 1982 г. Генеральной Ассамблеи ООН. – Нью-Йорк, 1982. – 882 с.
8. Определение годовой эффективной дозы облучения жителей населенных пунктов Российской Федерации, подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие аварии в 1957 г. на производственном объединении "Маяк" и сбросов радиоактивных отходов в реку Теча. МУ 2.6.1.016-93.

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: atay62@mail.ru.

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