

Гигиеническое нормирование содержания цезия-137 и стронция-90 в продуктах питания: черновыльскый опыт Беларусь

Я.Э. Кенигсберг

Национальная комиссия по радиационной защите
при Совете Министров Республики Беларусь

Проведен анализ практики разработки и внедрения нормативов содержания цезия-137 и стронция-90 в Республике Беларусь после аварии на Чернобыльской АЭС как меры радиационной защиты для ограничения доз внутреннего облучения населения. Сопоставлены численные значения действующих нормативов Беларуси, Украины, России и величины возможных годовых доз облучения населения при потреблении продуктов питания. Обсуждены возможности гармонизации нормативов в трех странах и рассмотрена целесообразность квотирования доз внутреннего и внешнего облучения.

Ключевые слова: гигиенические нормативы, цезий-137, стронций-90 в продуктах питания.

Установление предельно допустимых уровней содержания радионуклидов в продуктах питания является защитным мероприятием, направленным на ограничение доз внутреннего облучения населения на всех этапах аварийной ситуации. Принятые в мире и используемые рекомендации по введению ограничений на потребление продуктов питания, загрязненных радионуклидами в результате радиационных аварий, изложены в публикациях КЕС, ВОЗ, Комиссии Codex Alimentarius. Разработанные общие уровни действия предлагаются для введения в период острого этапа аварии, в течение которого действуют соответственно более высокие общие дозовые уровни вмешательства. Основным принципом разработки нормативов на более поздних этапах аварийной ситуации является постепенное ужесточение нормативов до уровней, удовлетворяющих допустимым дозовым пределам. Введение более жестких допустимых уровней на промежуточном и восстановительном этапах аварийной ситуации должно быть основано на анализе радиационно-гигиенической и дозиметрической информации, характерной для данного периода времени, а также с учетом социально-экономических условий.

До чернобыльской аварии в соответствии с действовавшими Нормами радиационной безопасности СССР предел годовой дозы облучения для населения не устанавливался и нормирование содержания радионуклидов в пищевых продуктах не производилось. Предусматривалось, что в случае радиационной аварии Министерство здравоохранения СССР имеет право устанавливать пределы доз для населения и вводить нормативы для ограничения облучения населения.

До 1990 года в Беларуси действовали допустимые уровни, принятые Министерством здравоохранения СССР в 1986 и 1987 гг.

В 1990 г. в период восстановительного этапа аварийной ситуации в Беларуси были разработаны национальные «Республиканские контрольные уровни содержания радионуклидов цезия и стронция в продуктах питания и питьевой воде (РКУ-90)», учитывающие конкретные послеаварийные условия. Нормативы РКУ-90 были рассчитаны таким об-

разом, чтобы за счет постоянного поступления радионуклидов с пищевыми продуктами на уровне РКУ-90 годовая доза внутреннего облучения критической группы населения составляла не более 1,7 мЗв. РКУ-90 действовали с 1990 по 1992 г.

В 1992 г. были разработаны и утверждены «Республиканские допустимые уровни содержания радионуклидов цезия и стронция в продуктах питания и питьевой воде (РДУ-92)», за годы действия которых (1992–1995 гг.) сложились предпосылки к введению новых, более жестких допустимых уровней содержания радионуклидов цезия и стронция в продуктах питания (уменьшились уровни радиоактивного загрязнения продуктов отдельных категорий, изменился рацион питания населения).

Для обоснования нормативов необходимо было разработать методические подходы к нормированию радионуклидов в отдаленный период после аварии, поскольку общепринятые международные рекомендации относились к регламентации поступления радионуклидов в течение первого года после аварии и базировались на пределе дозы внутреннего облучения 5 мЗв в год.

Основными методическими принципами методологии для расчета и обоснования численных значений нормативов в отдаленном периоде после катастрофы явились следующие:

- дальнейшее ужесточение существующих нормативов;
- соблюдение годового предела дозы внутреннего облучения 1 мЗв;
- нормирование с учетом реально достигнутых уровней содержания радионуклидов цезия и стронция в продуктах питания;
- использование соотношения содержания радионуклидов в отдельных пищевых продуктах;
- использование характерного для данного периода времени рациона питания населения Беларуси;

Для целей нормирования радионуклидов цезия и стронция было принято по состоянию на 1996 г., что вклад в годовую дозу внутреннего облучения радионуклидов ^{90}Sr не превышает 10%, то есть доза внутреннего облучения от радионуклидов цезия не превысит 0,9 мЗв, от ^{90}Sr – 0,1 мЗв.

Утверждение на государственном уровне численных значений нормативов радиоактивного загрязнения продуктов питания предполагает нахождение компромиссного решения между необходимостью максимального ужесточения норматива и возможностью реализации этого с учетом социально-экономических аспектов конкретной ситуации. Принимая во внимание социально-экономическую ситуацию в республике и учитывая данные Минсельхозпрода Беларуси о предельной плотности загрязнения различных типов почв ¹³⁷Cs, лимитирующей получение соответствующей нормативам сельскохозяйственной, овощной и плодово-ягодной продукции, были предложены численные значения нормативов, утвержденные для использования на территории республики.

Нормативы РДУ-96 устанавливались на три года. По прошествии указанного периода были рассчитаны новые численные значения с использованием разработанной ранее методологии нормирования содержания радионуклидов на восстановительном этапе аварии. С учетом необходимости использования принципа нормирования от достигнутого, предложены следующие численные значения РДУ-99 (табл.1).

Таблица 1

**Численные значения РДУ- 99 по ¹³⁷Cs
для основных продуктов питания**

Вид продукта	Допустимый уровень, Бк/кг
Вода питьевая	10
Хлеб и хлебобулочные изделия	40
Картофель	80
Мясо говядина	500
Мясо свинина	180
Молоко цельное и цельномолочные продукты	100
Овощи	100
Фрукты	40
Грибы свежие	370
Ягоды лесные	185
Грибы сушеные	2500

В отличие от нормативов РДУ-96, при расчете настоящих РДУ было учтено поступление в организм радионуклидов, содержащихся в воде. При введении в действие указанных нормативов было обеспечено не превышение основного дозового предела (табл. 2).

Нормативы на содержание радионуклидов ⁹⁰Sr были оставлены на уровне РДУ-96, так как они находились на достаточно низком уровне и показали свою эффективность в течение длительного периода использования.

Таким образом, с 1990 по 1999 г. в течение действия РКУ-90, РДУ-92, РДУ-96 и РДУ-99 проведено существенное ужесточение нормативов содержания цезия-137 в основных продуктах питания, что обусловило уменьшение дозы внутреннего облучения населения.

Для оценки эффективности введения регламентов проанализированы значения дозы внутреннего облучения, формируемой при поступлении в организм человека продуктов питания, содержащих цезий-137 на уровне РДУ-92, РДУ-96 и РДУ-99 (табл. 3).

Таблица 2

**Формируемая доза внутреннего облучения
населения Беларуси при введении
в действие РДУ-99**

Наименование продукта	Доза, мЗв/год	% от общей дозы
Вода	0,095	10,2
Хлебные продукты	0,08	8,1
Картофель	0,2	19,3
Овощи и бахчевые	0,095	10,2
Фрукты и ягоды	0,02	2,3
Мясо и мясопродукты		
• говядина, баранина и продукты из них	0,1	14,7
• свинина, птица и продукты из них	0,05	4,8
Молоко и цельномолочные продукты	0,2	25,4
Грибы свежие	0,03	3,6
Ягоды лесные	0,008	0,8
Грибы сухие	0,006	0,6
Итого	0,9	100

Таблица 3

**Сравнительная оценка дозы внутреннего
облучения населения Беларуси
при действии РДУ-92, РДУ-96 и РДУ-99**

Наименование продукта	Доза облучения, мЗв/год		
	РДУ-92	РДУ-96	РДУ-99
Вода питьевая	Не учитывалось в расчетах		
Хлебные продукты	0,2	0,2	0,08
Картофель	0,6	0,2	0,2
Овощи и бахчевые	0,1	0,1	0,095
Фрукты и ягоды	0,097	0,046	0,02
Мясо и мясопродукты, в том числе:	0,3	0,3	0,15
говядина, колбаса и субпродукты		0,2	0,1
свинина, птица		0,1	0,05
Молоко и молочные продукты	0,4	0,2	0,2
Грибы свежие	0,03	0,03	0,03
Грибы сухие	0,001	0,001	0,008
Ягоды лесные	0,004	0,004	0,006
ИТОГО	1,7	1,0	0,9

После введения РДУ-96 средняя годовая предотвращенная доза облучения при условии, что продукты питания содержат цезий-137 на уровне, соответствующем предельному в нормативах, составила 0,7 мЗв. После введения РДУ-99 средняя годовая доза внутреннего облучения уменьшилась на 0,1 мЗв.

С учетом численности всего населения Беларуси за счет введения с 1990 по 2001 г. все более жестких нормативов на содержание радионуклидов в продуктах питания коллективную дозу облучения населения республики предположительно удалось уменьшить на 24547 чел-Зв (табл. 4).

Как уже указывалось, до 1990 года в Беларуси действовали допустимые уровни, принятые Министерством здравоохранения СССР в 1986 и 1987 гг. С 1990 по 1999 г. в течение действия РКУ-90, РДУ-92, РДУ-96 и РДУ-99 проведено существенное ужесточение нормативов на содержание радионуклидов цезия в основных продуктах питания (табл. 5).

Таблица 4

Оцененная эффективность введения регламентов содержания радионуклидов в продуктах питания после катастрофы на ЧАЭС

Норматив	Оценка предотвращенной коллективной дозы за период действия, чел-Зв
РДУ-92	0*
РДУ-96	21493
РДУ-99	3054
Всего	24547

* – принято за исходную точку отсчета.

Таблица 5

Допустимые уровни содержания радионуклидов цезия в основных продуктах питания (Бк/кг, л), действовавшие в Беларуси после аварии на Чернобыльской АЭС

Наименование продукта	РКУ-90	РДУ-92	РДУ-96	РДУ-99
Молоко и цельномолочная продукция	185	111	111	100
Мясо и мясные продукты	600	600		
говядина, баранина	–	–	600	500
свинина, птица	–	–	370	180
Картофель	600	370	100	80
Хлеб и хлебобулочные изделия	370	185	74	40

До последнего времени допустимые уровни содержания радионуклидов в продуктах питания населения Беларуси являлись наиболее жесткими из действовавших в трех пострадавших Республиках. С введением в действие новых допустимых уровней в России и на Украине ситуация несколько изменилась (табл. 6).

Регламенты на содержание Sr-90 в Беларуси жестче, чем в России и Украине, по всем нормируемым продуктам питания.

Сравнительный анализ уровней поступления радионуклидов при использовании рациона жителей Беларуси и регламентируемых значений содержания радионуклидов в нормативах Беларуси, России и Украины показал, что ограничение доз внутреннего облучения населения Беларуси обеспечивается в большей степени, чем населения России и Украины (табл. 7).

Таблица 6

Допустимые уровни содержания радионуклидов в продуктах питания и питьевой воде населения Беларуси, России и Украины

Наименование продукта	РДУ-96	РДУ-99	ДУ России	ДУ Украины
<i>Содержание радионуклидов цезия, Бк/кг, Бк/л</i>				
Вода питьевая	18,5	10	8	2
Молоко и цельномолочная продукция	111	100	100	100
Мясо и мясные продукты				
• говядина, баранина и продукты из них	600	500	160	200
• свинина, птица и продукты из них	370	180	180	200
Картофель и корнеплоды	100	80	80	60
Хлеб и хлебобулочные изделия	74	40	40	20
Мука, крупы, сахар	100	60	60 – мука, крупа; 140 – сахар	–
Жиры растительные и животные, маргарин	185	40	60–100	–
Овощи	100	100	130	40
Фрукты и садовые ягоды	100	70	40	70
Консервированные продукты из овощей, фруктов и ягод	74	74	80 – джемы, варенья, повидла, сиропы 1200 – соки, напитки, концентраты	–
Дикорастущие ягоды	185	185	–	500
Грибы свежие	370	370	50	500
Грибы сушеные	3700	2500	2500	2500
Детское питание всех видов в готовом для употребления виде	37	37	40–100	40
Прочие продукты питания	370	370	–	600
<i>Содержание стронция-90, Бк/кг, Бк/л</i>				
Вода питьевая	0,37	0,37	2	2
Молоко и цельномолочная продукция	3,7	3,7	25	20
Хлеб и хлебобулочные изделия	3,7	3,7	70	5
Картофель	3,7	3,7	60	20
Детское питание всех видов в готовом для употребления виде	1,85	1,85	25–60	5

Таблица 7

**Расчет дозы внутреннего облучения
при использовании нормативов РДУ-96,
РДУ-99 России и Украины и рациона питания
населения Беларуси 1998 г.**

Наименование продукта	Доза внутреннего облучения, мЗв/год		
	РДУ-99	ДУ России	ДУ Украины
<i>Радионуклиды цезия</i>			
Вода	0,095	0,08	0,02
Хлебные продукты	0,076	0,08	0,04
Картофель	0,18	0,72	0,14
Овощи и бахчевые	0,09	0,12	0,04
Фрукты и ягоды	0,02	0,01	0,02
Мясо и мясопродукты			
• говядина, баранина и продукты из них	0,14	0,04	0,06
• свинина, птица и продукты из них	0,045	0,05	0,05
Молоко и цельномолочная продукция	0,24	0,12	0,24
Грибы свежие	0,03	0,005	0,05
Ягоды лесные	0,0079	—	0,02
Грибы сухие	0,006	0,006	0,006
Всего	0,9	1,2	0,7
<i>Стронций-90</i>			
Вода	0,009	0,05	0,05
Молоко и цельномолочная продукция	0,024	0,16	0,13
Хлеб и хлебобулочные изделия	0,019	0,36	0,03
Картофель	0,022	0,36	0,12
Всего	0,07	0,93	0,33
Суммарная доза	0,97	2,13	1,03

Сопоставление только численных значений нормативов не может адекватно отразить степень ограничения дозы внутреннего облучения. Для корректного проведения сравнительного анализа различных нормативов следует оценивать уровень поступления радиоактивности с рационом при использовании характерной для населения страны структуры рациона питания и численных значений нормативов.

Регламентация поступления радионуклидов путем введения допустимых уровней позволяет обеспечить ограничение доз внутреннего облучения и поддержание суммарной дозы облучения подавляющего большинства населения Беларуси на требуемом законодательством уровне. Для ограниченных категорий населения, употребляющих дары леса и продукты питания из личных подсобных хозяйств, не отвечающих требованиям РДУ, дозы внутреннего облучения могут быть несколько выше.

Следует учитывать, что с течением времени по мере снижения содержания цезия-137 в молоке возрастает вклад в дозу внутреннего облучения «даров леса», прежде всего лесных грибов. К сожалению, лесная компонента внутреннего облучения человека не является управляемой, а разъяснительно-информационная работа с населением не оказывает пока должного эффекта.

Из представленных материалов следует, что в трех странах сохраняются определенные различия в гигиенических нормативах, регламентирующих содержание цезия-137 и стронция-90 в продуктах питания. Эти различия не влияют существенным образом на формируемые дозы внутреннего облучения населения, но периодически создают конфликтные ситуации при экспорте продуктов питания из Беларуси.

С точки зрения радиационной защиты дальнейшее ужесточение нормативов не является оправданным, так как реальные дозы внутреннего облучения большинства жителей загрязненных территорий не превышает 1 мЗв в год. Однако в соответствии с действующими в трех странах нормативными документами допустимый уровень годовой дозы 1 мЗв включает как внешнее, так и внутреннее облучение. Вопрос о квотировании годовой дозы внутреннего облучения, что неизбежно повлечет ужесточение нормативов, остается открытым и требует отдельного обсуждения специалистами трех стран.

J.E. Kenigsberg

**Hygienic standards for Cs-137 and Sr-90 in the foodstuffs: experience
of Belarus after the Chernobyl accident**

National Commission of Radiation Protection under Council of Ministries Republic of Belarus

Abstract. The article presents results of analysis for development and implementation of the national permissible levels for Cs-137 and Sr-90 contamination of the foodstuff and water. These permissible levels were introduced in Belarus after the accident at the Chernobyl NPP as a protective measure to limit the doses of internal exposure. The article also contains comparison between numerical values of permissible levels introduced in Belarus, Ukraine and Russian as well as between the potential doses of internal exposure which could be formed while consuming the contaminated foodstuff with the levels of contamination equal to the permissible levels. The possibilities for harmonization of the permissible levels in three countries are discussed. The expediency of establishing quotes for doses of internal and external exposure is considered.

Key words: *hygienic standards, cesium-137 and strontium-90 in foodstuff.*

Поступила 2.04.08.