

СНИЖЕНИЕ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ КОЛЛЕКТИВНОЙ ДОЗЫ У НАСЕЛЕНИЯ ЗА СЧЕТ УМЕНЬШЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ^{137}Cs В ГОВЯДИНЕ ПРИ ВЫПАСЕ ЖИВОТНЫХ НА УЛУЧШЕННЫХ ПАСТБИЩАХ

Аверин В.С. *, Игнатенко В.А. **

* Республиканское научно-исследовательское унитарное
предприятие «Институт радиологии», Гомель, Беларусь

** УО «Гомельский государственный медицинский университет»,
Гомель, Беларусь

В Республике Беларусь в апреле 1995 года Национальная комиссия по радиационной защите предложила «Концепцию защитных мер в восстановительный период аварии для населения, проживающего на территории Республики Беларусь, подвергшейся радиоактивному загрязнению в результате чернобыльской катастрофы». В соответствии с данной концепцией проведение мероприятий должно строиться на строгом соблюдении принципа оптимизации - недопущение таких шагов, которые бы приносили больше вреда, чем пользы. При этом приоритетность проведения защитных мероприятий должна, как правило, определяться по критерию «предотвращенная коллективная доза». Для практической реализации основных мер радиационной защиты, определения целесообразности очередности, характера и объема защитных мероприятий Концепция предполагает градацию населенных пунктов с дозовым пределом в 1 мЗв как уровень невмешательства, но при этом как и в населенных пунктах до 5 мЗв должны осуществляться мероприятия по медико-биологической и социально-психологической реабилитации населения.

Таким образом, в восстановительный период аварии защитные мероприятия должны быть направлены в большей степени на снижение доз внутреннего облучения сельского жителя. В связи с тем, что молоко является одним из основных дозообразующих продуктов питания, а луга и пастбища используемые для производства молока и мяса занимают половину всей площади сельскохозяйственных угодий, поэтому дальнейшее проведение мероприятий по созданию окультуренных пастбищ и их эффективному использованию даст наибольший вклад в снижение дозы внутреннего облучения сельского жителя.

Точность прогноза загрязнения продуктов животноводства, а также вводимые пределы загрязнения рационов с целью получения молока и мяса соответствующего устанавливаемым нормативам, зависят также и от надежности определения перехода ^{137}Cs , ^{90}Sr в звене рацион-продукция животноводства. Рассмотрим модель перехода радионуклидов из почвы в продукты животноводства и далее в организм человека (рис. 1). Рассматриваемая модель предполагает условия квазиравновесного состояния поступления радионуклидов в организм и учитывает влияние различных факторов на переход радионуклидов в продукцию животноводства.

На рисунке 1 представлены потоки переходов радионуклидов из почвы в тело человека. Каждому потоку радионуклидов из блоков, обозначенных как почва, растение, животное, человек соответствует свой коэффициент перехода. Известно, что коэффициент перехода рассчитывается по уравнению:

$$КП = \frac{\text{удельная активность выходной величины}}{\text{активность входной величины}}$$

Удельная активность выходной величины измеряется в Бк/кг, а активность входной величины в 1 м² глубиной 0.2 м для почвы или Бк/сутки. Исходя из этого рассмотрим коэффициенты перехода, представленные на упрощенной схеме. КП_{почва-растение} численно равен отношению удельной активности растений к активности почвы на единицу поверхности, т.е.

$$КП_{\text{почва - растение}} = \frac{A'_{\text{раст}}}{A_{\text{почва}}}$$

отсюда $A'_{\text{раст}} = КП_{\text{почва - растение}} \times A_{\text{почва}}$

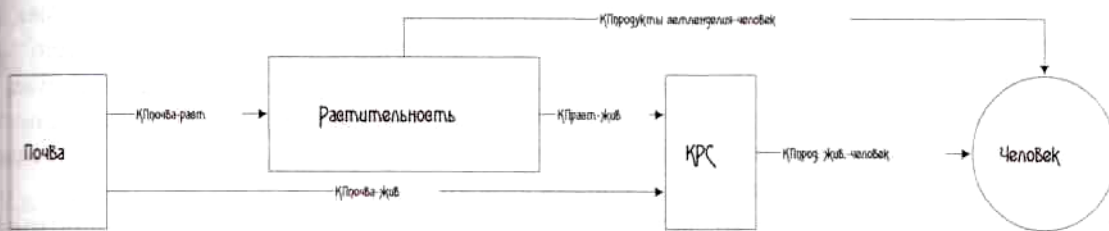


Рис.1 Упрощенная схема пищевой цепи человека

В организм крупного рогатого скота при выпасе на пастбище радионуклиды поступают с кормом и почвой. В этом случае активность рациона, потребляемого животным, состоящего из растительной и почвенной компонент, будет равна сумме активности каждого из компонентов,

т.е. $A_{\text{потребляемая}} = A_{\text{раст}} + A_{\text{почва - животное}}$

Тогда наблюдаемый коэффициент перехода радионуклидов из корма в продукцию животноводства будет равен отношению удельной активности продукта к суточной активности компонентов корма, т.е.

$$КП_{\text{наблюдаемый}} = \frac{A'_{\text{прод. животноводства}}}{A_{\text{раст}} + A_{\text{почва - животное}}}$$

где

$$A_{\text{почва-животное}} = A_{\text{почвы}} \times a,$$

где

a – коэффициент массовой доли почвы по сравнению с массой почвы 1 м² глубиной 0.2;

КП_{наблюдаемое} можно выразить через КП переходов из каждого вида корма в продукты животноводства. Простые преобразования дают следующие

$$КП_{\text{наблюдаемое}} = \frac{1}{\frac{1}{КП_{\text{растение - животное}}} + \frac{a}{КП_{\text{почва - животное}}}}$$

Преобразуем выражение (16) следующим образом: умножим и разделим на активность почвы ($A_{\text{почвы}}$), потребляемой КРС во время кормления мы определим удельную активность продуктов животноводства.

$A'_{\text{прод-животноводства}} = КП_{\text{почва-животное}} \times A_{\text{почвы}}$, (Максимальная скорость накопления удельной активности продуктами животноводства определяется произведением активности почвы на коэффициент перехода почва продукт и не зависит каким путем активность попала в продукт, через корма, растительность и т.д.)

Где $КП_{\text{наблюдаемое}} \times КП_{\text{почва-растение}} \times m_k = КП_{\text{почва-животное}}$

$КП_{\text{почва-животное}}$ является управляемой величиной и в основном зависит от количества потребляемой массы растительного корма, а также от $КП_{\text{почва-растение}}$.

$КП_{\text{наблюдаемое}}$ характеризуется физиологией поглощения радиоактивности КРС и в нашем случае можно считать стабильной и постоянной величиной. Следовательно, меняя агротехническими методами, коэффициент перехода радионуклидов из почвы в растительные корма мы уменьшаем удельную активность радионуклидов в продукции животноводства, а значит и дозовую нагрузку на человека таблица 1. Стоимость предотвращенной потенциальной коллективной дозы у населения за счет уменьшения концентрации ^{137}Cs в говядине при выпасе животных на улучшенных пастбищах представлена в таблице 1.

В снижении потенциальной коллективной дозы облучения у населения дает ощутимый результат перепрофилирование хозяйственной деятельности на производство свинины и мяса говядины. Этот эффект обусловлен сокращением производства молока и использованием зерна исключительно для кормления сельскохозяйственных животных.

Эффективность отдельных мер радиационной защиты может уменьшаться с течением времени под действием изменения характеристик радиационной обстановки и человеческой деятельности, поэтому требуется периодическая проверка эффективности введенной меры и, при необходимости, отмена ее или введение другой меры. Так например управление переходом радионуклидов «почва – растения» имеет предел при котором увеличение затрат на уменьшение перехода может оказаться несопоставимыми.

Форма, масштаб и длительность вмешательства должны быть оптимизированы таким образом, чтобы чистая выгода от снижения дозы (т.е. выгода от снижения радиационного ущерба за вычетом ущерба, связанного с самим вмешательством) была максимальной.

Любая мера радиационной защиты должна быть социально и экономически оправдана: польза от ее осуществления по социально-экономическим и медико-психологическим критериям должна быть оправдана, т.е. ожидаемое уменьшение радиационного ущерба в результате снижения дозы должно быть настолько существенным, чтобы оправдать вред самого вмешательства и затраты на него, в том числе и социальные.

The form, the scale and duration of interference must be optimized in such a way that clear profit from dose reducing (i.e. the profit from reducing of radiation detriment less the detriment concerned the interference itself) was the highest possible one. Changing the transfer coefficient of radionuclides from soil into plant with the help of agrotechnical methods we reduce specific activity of radionuclides in stockbreeding produce, and so dose load an man.

Таблица 1 – Стоимость предотвращенной потенциальной коллективной дозы у населения за счет уменьшения концентрации ^{137}Cs в говядине при выпасе животных на улучшенных пастбищах

Показатели	Луга и пастбища		
	без обработки	поверхностное улучшение	коренное улучшение
Урожайность, ц/га	50	80	120
Посеваемой травы, ц/га	35	56	84
Питательных веществ в траве, корм. ед.	840	1344	2016
Число голов КРС на 1 га пастбища	1.1	1.8	2.6
Живая масса, кг/гол:			
в начале пастбищного периода	350	350	350
в конце пастбищного периода	452	450	453
Живая масса КРС в расчете на 1 га пастбища	497	810	1178
в т.ч. нежилованной мякоти, кг	209	341	496
Дополнительная масса прироста КРС за счет улучшения лугов и пастбищ, ц	-	0.68	1.56
^{137}Cs , Бк, в траве суточного рациона:			
при плотности загрязнения почвы			
370 кБк/м ²	6105	2775	1454
740 кБк/м ²	12210	5550	2908
1480 кБк/м ²	24420	11100	5816
^{137}Cs , Бк, в нежилованной мякоти скота, выпасавшегося на пастбище с загр.			
370 кБк/м ²	92.9	41.3	23.3
740 кБк/м ²	185.8	82.6	46.6
1480 кБк/м ²	371.6	165.2	93.2
Коллективная доза, мкЗв, формируемая при потреблении мяса, полученного от скота, выпасавшегося на пастбищах с плотностью загрязнения			
370 кБк/м ²	247.2	104.8	59.3
740 кБк/м ²	494.4	209.6	118.6
1480 кБк/м ²	988.8	419.2	237.2
Предотвращенная коллективная доза, мкЗв, при вариантах загр. пастбищ			
370 кБк/м ²	-	137.3	187.8
740 кБк/м ²	-	274.6	375.6
1480 кБк/м ²	-	549.2	751.2
Стоимость улучшения 1 га луга и пастбища, US\$ ^{*)}	-	221.1	603.8
Прибыль за счет дополнительного прироста, US\$ ^{*)}	-	158.16 (2 года)	546.15 (3 года)
Стоимость предотвращенной коллективной дозы (чел.Зв) при использовании улучшенных лугов, тыс. US\$:			
370 кБк/м ²	-	342.0	123.9
740 кБк/м ²	-	171.0	61.9
1480 кБк/м ²	-	85.5	30.9

^{*)} в ценах 1990 года