

19. Облучение в результате Чернобыльской аварии. Приложение Д. / Тридцать седьмая сессия НКДАР ООН. — Вена, 1988. — 122 с.
20. Радиация. Дозы, эффекты, риск: Пер. с англ. — М.: Мир, 1988. — 79 с.
21. Радиационная защита : Публ. 26 МКРЗ: Пер. с англ. — М.: Атомиздат, 1978. — 87 с.
22. Структурно-функциональные эффекты инкорпорированных в организм радионуклидов / Под ред. Ю.И. Бандажевского. — Гомель, 1997. — 152 с.
23. Филлюшкин И.В., Петоян И.М. Теория канцерогенного риска воздействия ионизирующего излучения. — М.: Энергоатомиздат, 1988. — 161 с.
24. Цыб А.Ф., Иванов В.К., Бирюков А.П., Эфендиев В.А. Эпидемиологические аспекты радиационного канцерогенеза: Науч. обзор // Радиация и риск. — 1995. — Вып. 6. — С. 78—122.
25. Chernobyl 10 years on (Theroid cancer may be the only measurable health effect) // Brit. Med. J. — 1997. — Vol. 312, № 7038. — P. 1052—1053.
26. Fenech M., Perepetskaya G., Mikhalevich L. A more comprehensive application of the micronucleus technique for biomonitoring of genetic damage rates of human populations — experience from the Chernobyl catastrophe // Environ. Mol. Mutagen. — 1997. — Vol. 30, № 2. — P. 112—118.
27. Hughes D. The revision of dose limits for exposure to ionizing radiation // Ann. Occup. Hyg. — 1990. — Vol. 34, № 5. — P. 535—539.
28. Magnissi A.A., Ray D.L. Radiation hormesis and radiation cancer risk // Health Phys. — 1988. — Vol. 54, № 4. — P. 473—745.
29. Piliptserich N.N. Communication to the UNCEAR Secretariat. — 1999.
30. Sagan L.A., Cohen J.J. Biological effects of low-dose radiation overview and perspective // Health Phys. — 1990. — Vol. 59, № 1. — P. 11—13.

Поступила 16.02.2005

УДК 614.876.06:621.039.58

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ КОЭФФИЦИЕНТА ПЕРЕХОДА РАДИОНУКЛИДОВ ПО ПИЩЕВОЙ ЦЕПОЧКЕ «ПОЧВА-МОЛОКО» ОТ УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ

Н.Г. Власова, Ю.В. Висенберг

Республиканский научно-практический центр радиационной медицины и экологии человека

Целью работы является выявление статистической зависимости коэффициента перехода радионуклидов из почвы в молоко от плотности загрязнения территории сельхозугодий вокруг населённого пункта.

Материалами исследования явились базы данных по результатам спектрометрических измерений удельной активности проб молока, собранных в 45 населенных пунктах Ветковского и 38 населенных пунктах Наровлянского районов. Кроме того, были исследованы 167 населенных пунктов Гомельской области в целом за 1992, 1994, 1998 и 1998 гг. Были применены методы прикладной статистики: корреляционный и регрессионный анализ.

Получены зависимости значений коэффициента перехода радионуклидов из почвы в молоко от плотности загрязнения по исследуемым районам и области в целом. Эти зависимости устойчивы во времени. Установлена обратная корреляционная зависимость коэффициента перехода от плотности загрязнения, она носит экспоненциальный характер.

Ключевые слова: сельские населенные пункты, коэффициент перехода, плотность загрязнения, корреляционная зависимость.

DEPENDENCE OF TRANSFER FACTOR SOIL-MILK ON DENSITY OF SOIL CONTAMINATION

N.G. Vlasova, Yu.V. Visenberg

Republican Scientific-Practical Centre of Radiation Medicine and Human Ecology

The aim of the study: to revile statistic dependence of the trance factor soil to milk on the density of soil contamination in rural settlement.

The data of measurements on milk activity from Gomel region for the period of 1992–1996 have been used. The methods of applied statistics, such as correlation and regression analysis, was applied.

The inverse statistical relation of radionuclides transfer factor from soil to milk on density of contamination has been defined. In territories with high density of contamination it is noneffective to conduct countermeasures, directed to decrease specific activity of milk because of low values of transfer factor of radionuclides from soil into milk in these territories.

Key words: Transfer Factor, Rural Settlements, Soil Contamination, Correlation.

Введение

В восстановительном периоде после аварии на Чернобыльской АЭС основным резервом снижения облучения является доза внутреннего облучения. Действенным инструментом уменьшения дозы внутреннего облучения являются противорадиационные мероприятия, направленные на снижение уровня загрязнения продуктов питания, в частности, молока. Осуществление радиационного контроля содержания радионуклидов цезия в молоке из личных подсобных хозяйств (ЛПХ) в надлежащем объеме не представляется возможным в связи с трудоемкостью и значительной стоимостью. Поэтому целесообразно оценивать радиационное качество молока по полученным эмпирическим коэффициентам пропорциональности — перехода радионуклидов цезия из почвы в растительность, затем в молоко.

Коэффициент перехода (TF) — это отношение удельной активности молока к средней плотности загрязнения (σ) сельхозугодий в населенном пункте (НП).

Учитывая связь плотности загрязнения и дозы внутреннего облучения, предварительно можно сделать вывод о связи плотности загрязнения и коэффициента перехода. То есть, чем выше плотность загрязнения, тем выше и коэффициент перехода. Однако, как показали проведенные нами исследования [1], в этом случае имеет место обратная зависимость.

Как показывает опыт, коэффициенты перехода существенно варьируют даже в рамках одного района. Более того, оценка загрязнения молока по плотности загрязнения приводит к ошибкам в сторону завышения последней.

Цель: выявить статистическую зависимость коэффициента перехода радио-

нуклидов из почвы в молоко от плотности загрязнения сельхозугодий.

Материалы и методы

Материалами исследования явились базы данных по результатам спектрометрических измерений удельной активности проб молока, собранных в 45 населенных пунктах Ветковского и 38 населенных пунктах Наровлянского районов. Кроме того, были исследованы 167 населенных пунктов Гомельской области в целом за 1992, 1994, 1998 и 1999 гг., расположенных на территориях с высокими значениями плотности загрязнения, выполненных в рамках НИР: Каталог доз — 1992, Каталог доз — 1998/1999 в Гомельском филиале НИКИ радиационной медицины и эндокринологии, в РНИУП «Институт радиологии» и в Гомельском ОЦГиЭ.

Было проведено исследование зависимости коэффициентов перехода от плотности загрязнения сельхозугодий в рамках 2 районов: Ветковского и Наровлянского и области в целом в динамике за 1992, 1994, 1998, 1999 гг.

Для проведения анализа были применены методы прикладной статистики: корреляционный и регрессионный анализ для выявления корреляционной связи между коэффициентом перехода и плотностью загрязнения и установления вида зависимости.

Результаты и обсуждение

По Ветковскому району были получены зависимости значений коэффициента перехода от плотности загрязнения по ряду населенных пунктов, представленных на рис.1–4. В таблице 1 представлены характеристики зависимостей и параметры уравнений регрессии за 1992, 1994, 1998, 1999 гг.

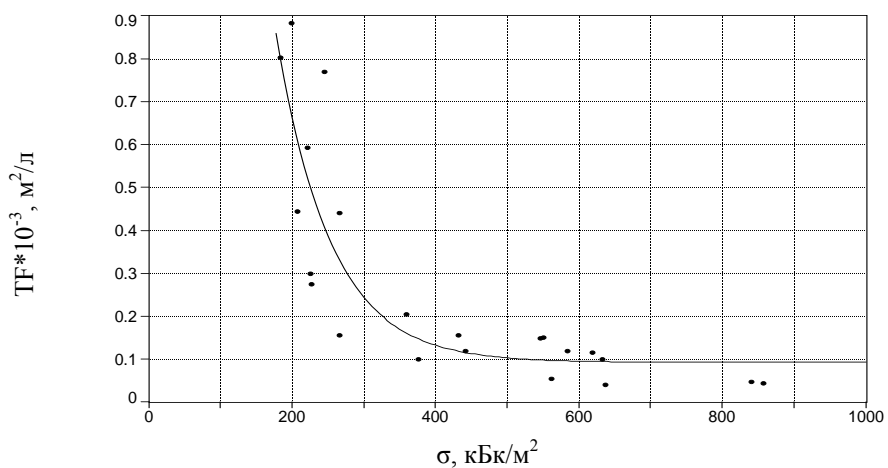


Рис.1. Зависимость коэффициента перехода почва-молоко от плотности загрязнения территории Ветковского района, 1992 г.

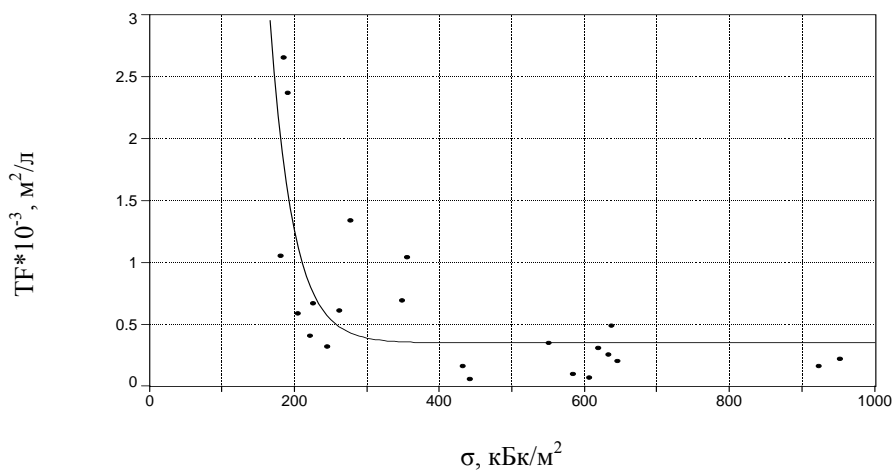


Рис.2. Зависимость коэффициента перехода почва-молоко от плотности загрязнения территории Ветковского района, 1994 г.

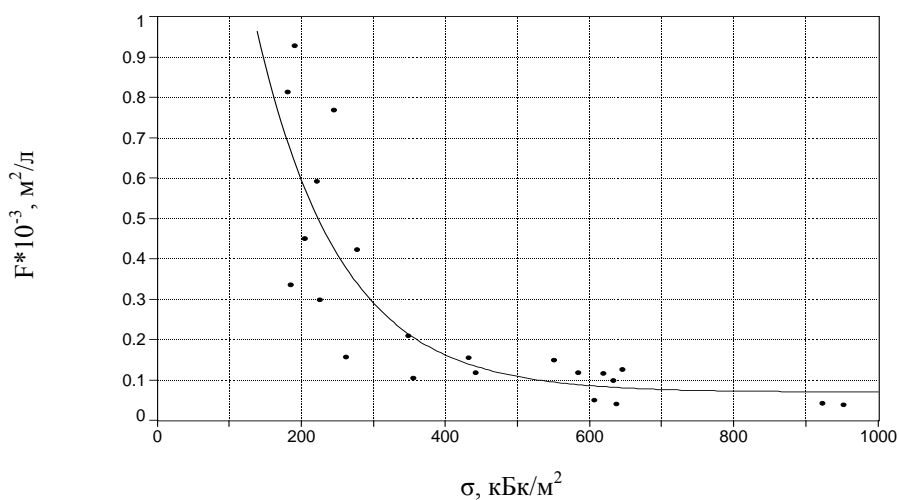


Рис.3. Зависимость коэффициента перехода почва-молоко от плотности загрязнения территории Ветковского района, 1998 г.

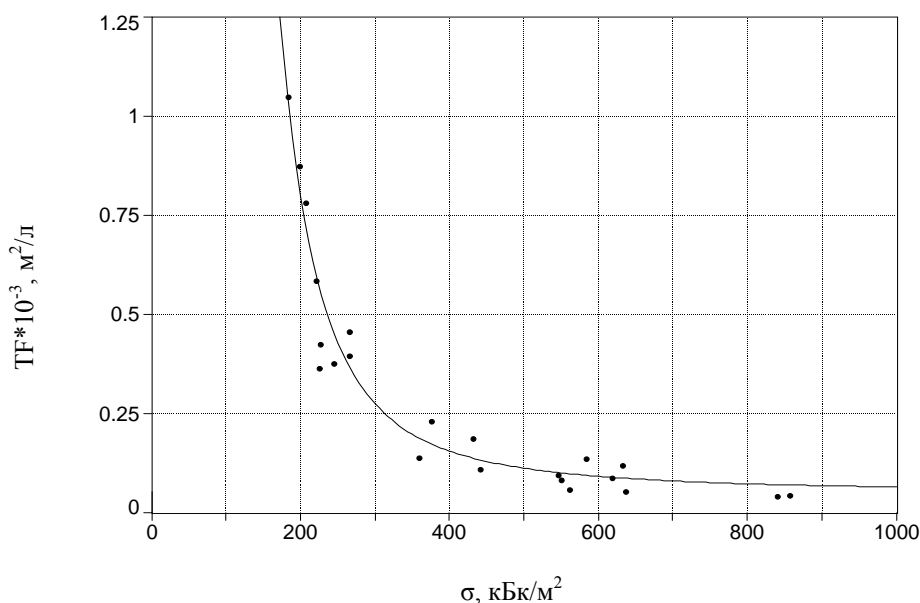


Рис.4. Зависимость коэффициента перехода почва-молоко от плотности загрязнения территории Ветковского района, 1999 г.

Таблица 1

Характеристика зависимости коэффициента перехода от плотности загрязнения сельхозугодий Ветковского района

Год	Характер зависимости	Вид уравнения	Коэффициент корреляции	Параметры уравнения		
				a	b	c
1992	Экспоненциальная	$y = a + b * \exp(-\frac{x}{c})$	- 0,87	0,09	2,76	35,45
1994	Экспоненциальная	$y = a + b * \exp(-\frac{x}{c})$	- 0,74	0,13	2,74	31,75
1998	Экспоненциальная	$y = a + b * \exp(-\frac{x}{c})$	- 0,83	0,07	2,98	29,22
1999	Экспоненциальная	$y = a + b * \exp(-\frac{x}{c})$	- 0,97	0,09	2,38	37,24

Как видно из рис. 1–4 и данных таблицы 1, корреляционная зависимость коэффициента перехода почва-молоко от плотности загрязнения имеет экспоненциальный характер. Коэффициент корреляции достаточно высок. С увеличением плотности загрязнения до 300–400 кБк/м² TF резко падает, далее с ростом плотности загрязнения он практически не изменяется. Эта тенденция про-

слеживается с 1992 до 1999 гг.

Аналогично, по Наровлянскому району были получены зависимости значений коэффициента перехода от плотности загрязнения по ряду населенных пунктов, представленные на рис.5–8. В таблице 2 представлены характеристики зависимостей и параметры уравнений регрессии за 1992, 1994, 1998, 1999 гг.

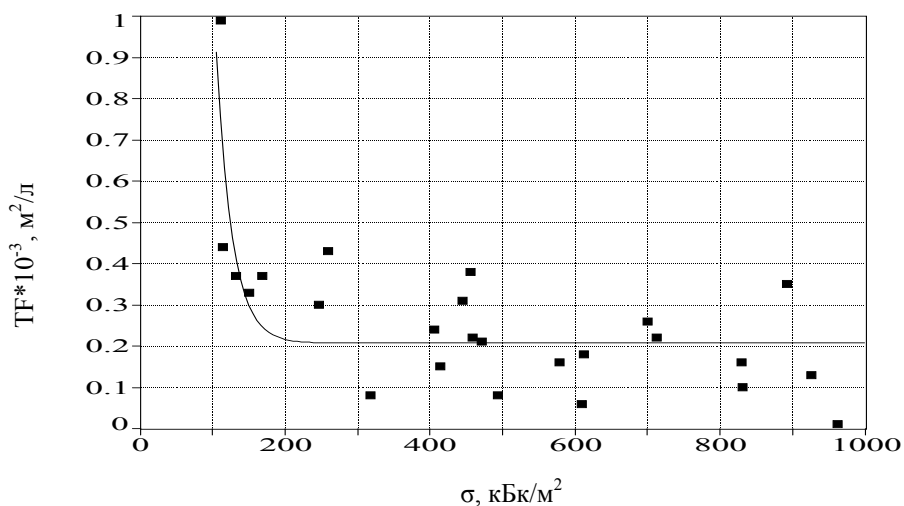


Рис.5. Зависимость коэффициента перехода почва-молоко от плотности загрязнения территории Наровлянского района, 1992 г.

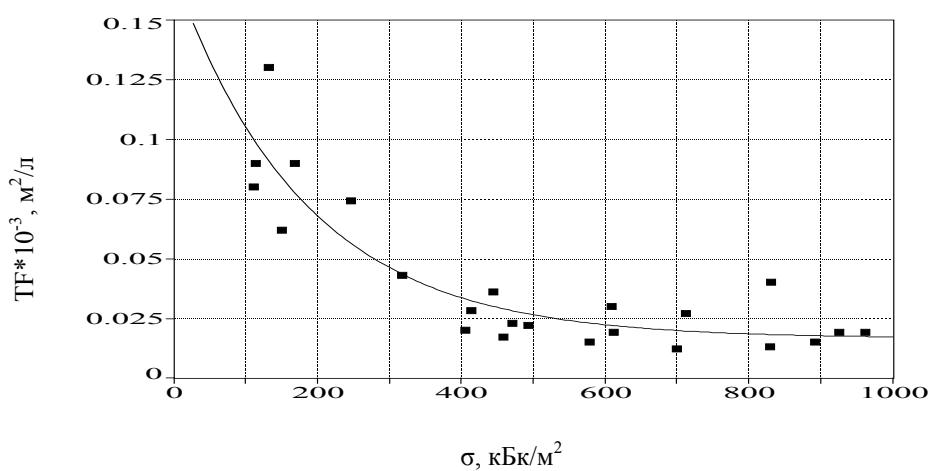


Рис.6. Зависимость коэффициента перехода почва-молоко от плотности загрязнения территории Наровлянского района, 1994 г.

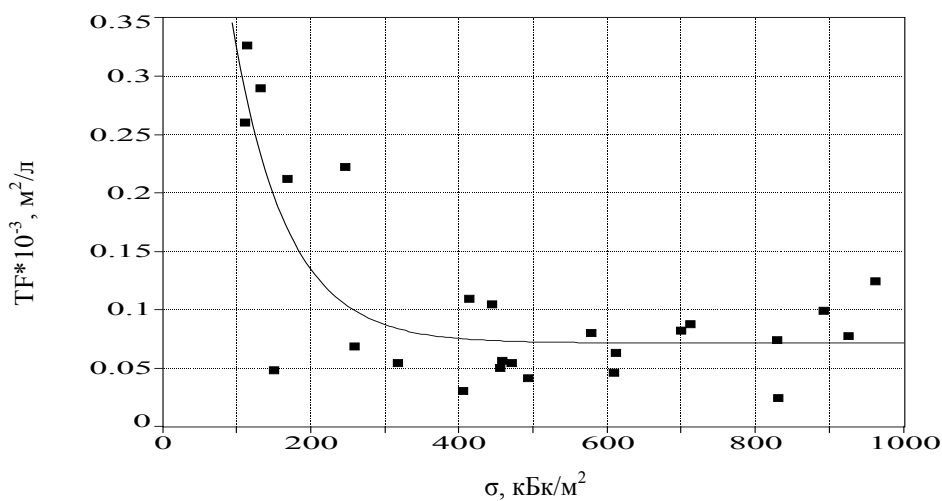


Рис.7. Зависимость коэффициента перехода почва-молоко от плотности загрязнения территории Наровлянского района, 1998 г.

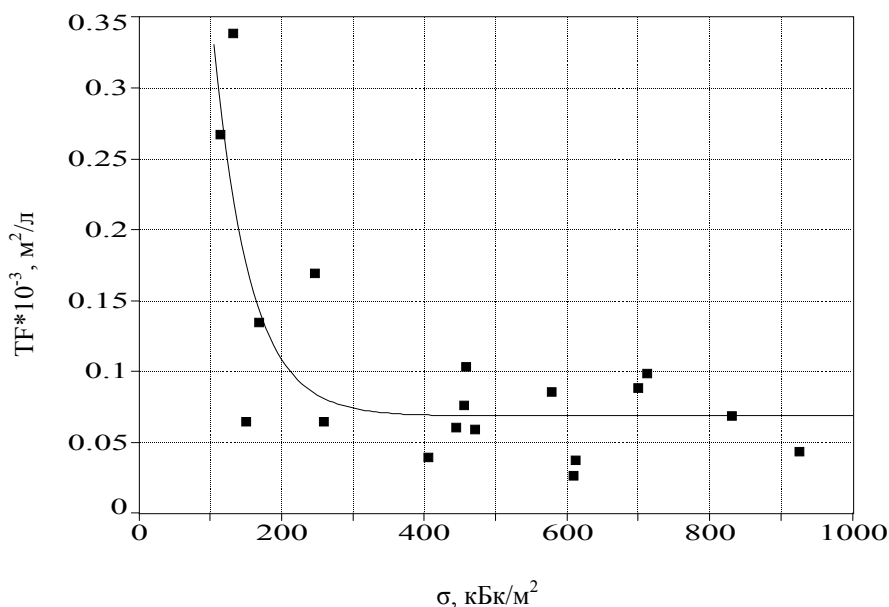


Рис.8. Зависимость коэффициента перехода почва-молоко от плотности загрязнения территории Наровлянского района, 1999 г.

Таблица 2

Характеристика зависимости коэффициента перехода от плотности загрязнения сельхозугодий Наровлянского района

Год	Характер зависимости	Вид уравнения	Коэффициент корреляции	Параметры уравнения		
				a	b	c
1992	Экспоненциальная	$y = a + b * \exp(-\frac{x}{c})$	-0,75	0,11	1,07	83
1994	Экспоненциальная	$y = a + b * \exp(-\frac{x}{c})$	-0,89	0,02	1,44	76
1998	Экспоненциальная	$y = a + b * \exp(-\frac{x}{c})$	-0,81	0,07	1,01	71
1999	Экспоненциальная	$y = a + b * \exp(-\frac{x}{c})$	-0,79	0,06	2,14	50

Как видно из рис.5–8 и данных таблицы 2, корреляционная зависимость коэффициента перехода от плотности загрязнения имеет также экспоненциальный характер. Коэффициент корреляции высок. Также, как и по Ветковскому району, с увеличением плотности загрязнения до 300–400 кБк/м² коэффициент перехода резко падает, далее с ростом плотности загрязнения он практически не изменяется. Эта зависимость устойчива во времени.

Кроме того, были исследованы 167 населенных пунктов Гомельской области за 1992, 1994, 1998 и 1998 гг. Значения ко-

эффициента перехода были пронормированы на плотность загрязнения каждого населенного пункта, так как анализ проводился по данным, объединенным по Гомельской области в целом. Были получены зависимости нормированных значений коэффициента перехода на плотность загрязнения территории каждого населенного пункта от плотности загрязнения для этих населенных пунктов за 1992, 1994, 1998 и 1998 гг. Эти зависимости представлены на рис. 9–12; в таблице 3 представлены характеристики зависимости и параметры уравнений регрессии.

Таблица 3

Характеристика зависимости коэффициента перехода радионуклидов в звене «почва-молоко» от плотности загрязнения сельскохозяйственных угодий по Гомельской области

Год	Характер зависимости	Вид уравнения	Коэффициент корреляции	Параметры уравнения		
				а, м ² /л/Бк/м ²	в, м ² /л/Бк/м ²	с, кБк/м ²
1992	Экспоненциальная	$y = a + b * \exp(-\frac{x}{c})$	- 0,75	3,56	342	19,26
1994	Экспоненциальная	$y = a + b * \exp(-\frac{x}{c})$	- 0,76	0,72	171	21
1998	Экспоненциальная	$y = a + b * \exp(-\frac{x}{c})$	- 0,84	0,68	188	19,63
1999	Экспоненциальная	$y = a + b * \exp(-\frac{x}{c})$	- 0,79	0,62	189	18

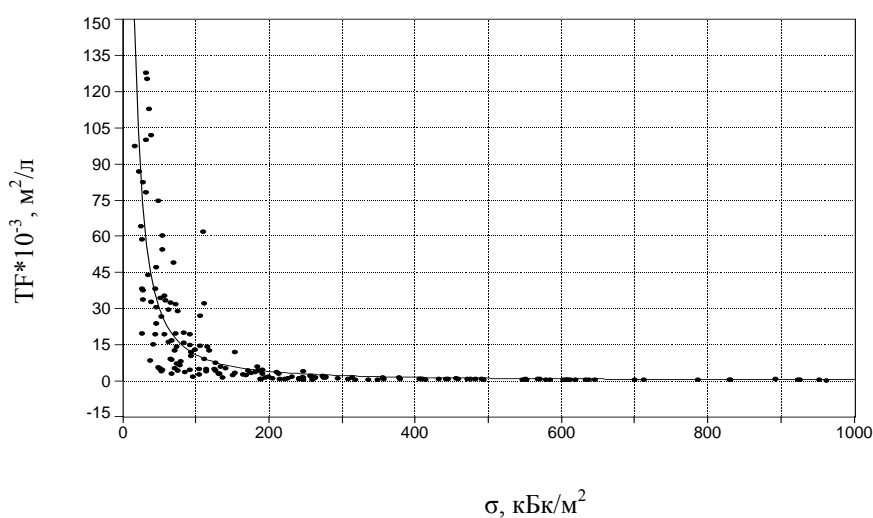


Рис.9. Зависимость нормированного коэффициента перехода почва-молоко от плотности загрязнения территории населённых пунктов Гомельской области, 1992 г.

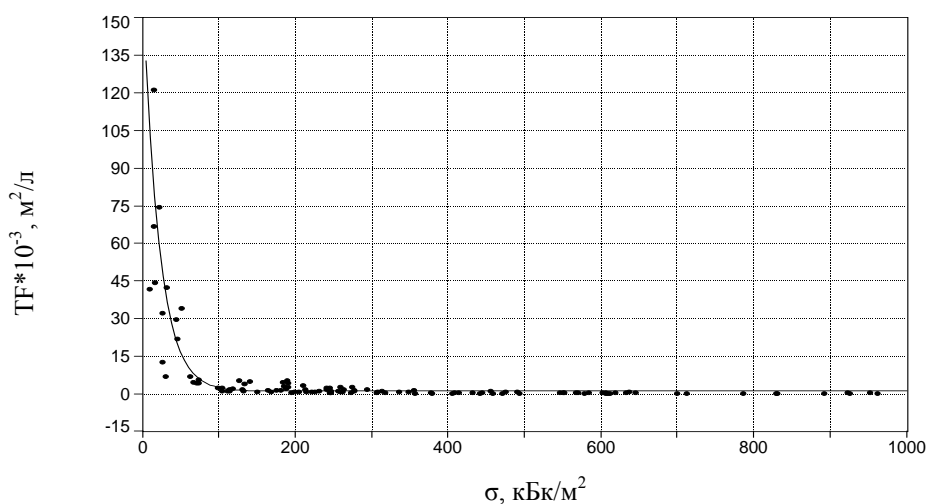


Рис.10. Зависимость нормированного коэффициента перехода почва-молоко от плотности загрязнения территории населённых пунктов Гомельской области, 1994 г.

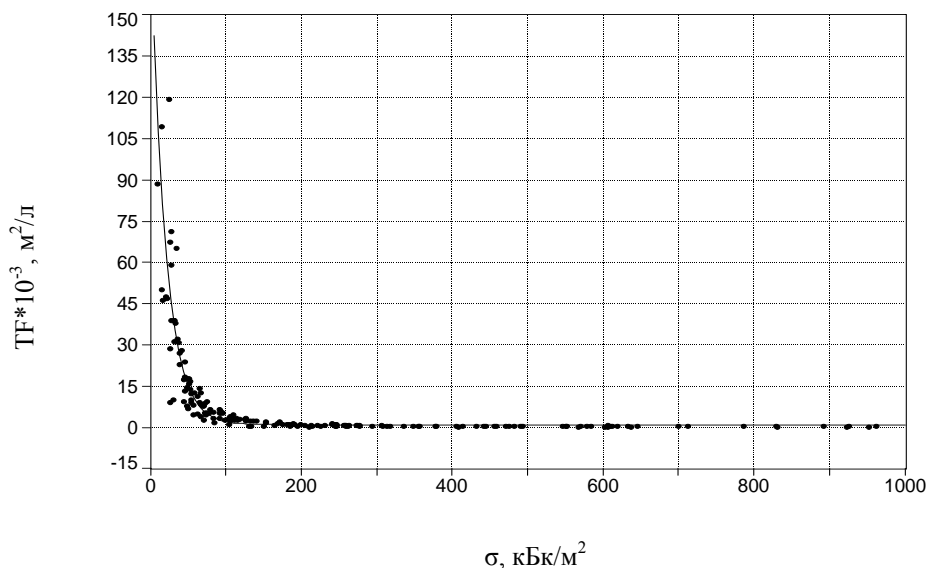


Рис.11. Зависимость нормированного коэффициента перехода почва-молоко от плотности загрязнения территории населённых пунктов Гомельской области, 1998 г.

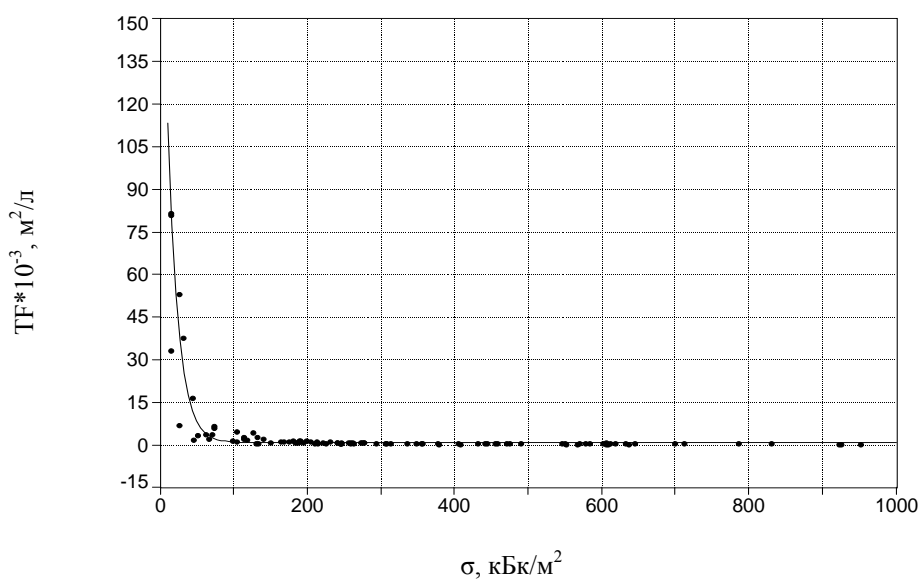


Рис.12. Зависимость нормированного коэффициента перехода почва-молоко от плотности загрязнения территории населённых пунктов Гомельской области, 1999 г.

Как видно из рис.9–12 и данных таблицы 3, корреляционная зависимость нормированного коэффициента перехода от плотности загрязнения имеет экспоненциальный характер. С увеличением плотности загрязнения до ~ 100 $\text{кБк}/\text{м}^2$ коэффициент перехода резко падает, далее с ростом плотности загрязнения он практически не изменяется.

С одной стороны, это можно объяснить реализованными контрмерами, направленными на снижение радиоактивности молока в загрязнённых районах [3]. С другой, как

было замечено еще с 1987 г. и далее [2, 4], коэффициент перехода почва-молоко на низких плотностях загрязнения значительно больше, чем на высоких.

Каковы же причины этого явления? Очевидно, существенную роль играют экологические условия — почвенные и особенности выпадений. Формы нахождения радионуклидов на разных типах почв различны. А поступление радионуклидов из почвы в растения, а затем и в молоко зависит от форм нахождения последних в почве.

В супесчаной и среднесуглинистых дерново-подзолистых почвах находится в обменной форме более 20% радионуклидов, а в почвах других типов в 1,5–3,0 раза меньше. В песчаных (бедных) почвах, которые преобладают в Лельчицком районе, большая подвижность радионуклидов цезия объясняется тем, что он является химическим аналогом биогенно важного элемента калия, что и объясняет высокие значения коэффициента пропорциональности [5].

Кроме того, опыт крупных радиационных аварий показал, что территории с высокой плотностью загрязнения отличаются крупнодисперсностью выпадений, т.е. «крупные» — активные частицы рассеяны на относительно большой площади. Отсюда, поступление в растения этих рассеянных активных частиц мало того, что крайне неравномерно, но и мало вероятно.

Выводы

1. Установлена обратная корреляционная зависимость коэффициента перехода от плотности загрязнения, она носит экспоненциальный характер.

2. Очевидно, неэффективно проводить противорадиационные мероприятия, направленные на снижение активности молока, на территориях с высокой плотностью загрязнения, так как коэффициент перехода на них и так имеет низкие значения.

3. Для консервативной оценки доз внутреннего облучения по радиационному

качеству продуктов питания, в частности, молока, следует использовать не усредненный коэффициент перехода, а рассчитывать его по уравнению регрессии.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Висенберг Ю.В., Власова Н.Г.* К вопросу о зависимости коэффициента перехода радионуклидов из почвы в растительность и молоко от плотности загрязнения территории / Материалы IV Международного симпозиума «Актуальные проблемы дозиметрии». Международный государственный экологический университет им. А.Д. Сахарова. — Мн., 2003 г. — С. 35—37.

2. Оценить адекватность комплекса защитных мероприятий, осуществляемых в личных подсобных хозяйствах и в общественном секторе хозяйства на современном этапе аварии на ЧАЭС. Заключительный отчет о НИР Гомельского филиала НИКИ радиационной медицины и эндокринологии. Научный руководитель А.М. Скрыбин. — Гомель, 1997.

3. Разработка и обоснование проведения мероприятий по повышению защищенности населения Беларуси от радиационного воздействия в восстановительном периоде Чернобыльской аварии. Отчет о НИР, Гомельский филиал НИИ РМиЭ. — Гомель, 1996 г.

4. Отчет о НИР Белорусский НИИ санитарии и гигиены. Научный руководитель А.М. Скрыбин. — Мн., 1987.

5. Сельскохозяйственная радиоэкология / Под ред. акад. ВАСХНИЛ Р.М. Алексахина. — М., 1991 — С. 40.

Поступила 16.11.2004

УДК 614.876-036.82:502

К КОНЦЕПЦИИ СОЦИАЛЬНОЙ ЭКОЛОГИИ И МЕДИЦИНСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ НАСЕЛЕНИЯ В ПОСТЧЕРНОБЫЛЬСКИЙ ПЕРИОД

В.И. Бронский, К.М. Шерепо

Республиканский научно-практический центр радиационной медицины и экологии человека

На основании многолетних исследований, выявивших информационно-психологическую природу формирования у населения чувства радиационной угрозы, обуславливающего надбавку к стрессу, излагаются общее положение концепции, основные факторы риска, влияющие на здоровье, критерии оценки состояния здоровья, модель психосоматической патологии и реабилитации. Стратегией реабилитации является снижение уровня стресса через влияние на социальные, адаптивные и медицинские аспекты. Предложены критерии оценки реабилитационных мероприятий, направления научной поддержки и мониторинга эффективности концепции.

Ключевые слова: информационно-психологический стресс, психический барьер адаптации, факторы риска здоровью, методологические подходы, патогенетическая модель, реабилитация и критерии оценки, мониторинг эффективности концепции.