

Учреждение образования
«Международный государственный экологический
университет имени А. Д. Сахарова»

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК

**№ 2(12)
2010**

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

*Основан в мае 2007 года
Выходит 4 раза в год*

УЧРЕДИТЕЛЬ ЖУРНАЛА: Учреждение образования «Международный государственный экологический университет имени А. Д. Сахарова»

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР: д-р тех. наук, проф. С. П. Кундас

РЕДКОЛЛЕГИЯ:

С. Б. Мельнов , д-р. биол. наук, проф. (зам. главного редактора)	В. И. Красовский , канд. тех. наук, доц.
Н. А. Лысухо , канд. тех. наук (ответственный за выпуск редактор)	Н. Г. Кручинский , д-р мед. наук
О. В. Лозинская (научный редактор)	Н. Д. Лепская , канд. филос. наук, доц.
В. Г. Баштовой , д-р физ.-мат. наук, проф.	Л. М. Лобанок , д-р мед. наук, проф., член-корр. НАН Беларуси
Е. И. Бычкова , д-р биол. наук	В. Ф. Логиннов , д-р географ. наук, проф., акад. НАН Беларуси
М. Г. Герменчук , канд. тех. наук, доц.	А. Е. Оксенов , д-р мед. наук, проф.
А. П. Голубев , д-р биол. наук, доц.	В. А. Пашинский , канд. тех. наук, доц.
Н. В. Гончарова , канд. биол. наук, доц.	Т. Ф. Персикова , д-р с.-х. наук, проф.
И. В. Дардынская , канд. мед. наук, проф. Иллинойского университета, Чикаго, США	С. С. Позняк , канд. с.-х. наук
В. А. Иванович , канд. физ.-мат. наук, доц.	А. Н. Рачевский
А. Н. Капич , д-р биол. наук, проф.	О. И. Родькин , канд. биол. наук, доц.
А. В. Кильчевский , д-р биол. наук, член-корр. НАН Беларуси	Ч. А. Романовский , канд. биол. наук, доц.
А. А. Ковалев , д-р физ.-мат. наук, проф.	К. Ф. Саевич , д-р биол. наук, проф.
Т. Н. Ковалева , канд. психол. наук, доц.	А. С. Севько , канд. тех. наук
	А. И. Тимошенко , канд. физ.-мат. наук, доц.
	П. П. Урбанович , д-р тех. наук, проф.
	О. В. Чистик , д-р с.-х. наук, проф.

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

220070, г. Минск, ул. Долгобродская, 23
тел. (017) 230 73 72, факс: (017) 230 68 97
E-mail: bulletin@iseu.by
<http://www.iseu.by>

Свидетельство о регистрации № 1366 от 10.06.2010 г.
ISSN 1994-2087

Редакторы *С. О. Сараева, О. А. Кучинский*
Корректор *С. О. Сараева*
Компьютерная верстка *М. Ю. Мошкова*

Подписано в печать 08.07.2010 г. Формат 60×84 ¹/₈. Бумага офсетная.
Гарнитура Times. Уч.-изд. л. 12,4. Усл. печ. л. 19,6. Тираж 150 экз. Заказ №

Отпечатано с оригинала-макета заказчика в типографии ЧУП «Ходр» ООО «БелТИЗ»
ЛП № 02330/0150482 от 25.02.09, 220004, г. Минск, ул. Освобождения, 9.

© Учреждение образования
«Международный государственный
экологический университет
имени А. Д. Сахарова», 2010

РАДИОЭКОЛОГИЯ И РАДИОБИОЛОГИЯ

УДК 57:539.1.074

Т. Н. Агеева, Т. И. Чегерова, А. В. Щур, Т. П. Шапшеева

Могилевский филиал РНИУП «Институт радиологии», г. Могилев, Республика Беларусь

РОЛЬ РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКИХ И СОЦИАЛЬНЫХ ФАКТОРОВ В ФОРМИРОВАНИИ ДОЗ ВНУТРЕННЕГО ОБЛУЧЕНИЯ СЕЛЬСКИХ ЖИТЕЛЕЙ ТЕРРИТОРИИ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Аннотация

Изучена роль основных радиоэкологических и социальных факторов в формировании доз внутреннего облучения жителей сельских населенных пунктов, расположенных на территории радиоактивного загрязнения Могилевской области. Установлено, что среди радиоэкологических факторов наиболее значимыми являются факторы леса (его размеры, плотность загрязнения ^{137}Cs и удаленность от населенного пункта) и плотность загрязнения территории в населенном пункте. Достоверной зависимости величины средней дозы внутреннего облучения в населенном пункте от степени загрязнения молока не выявлено. Показано влияние на формирование дозы внутреннего облучения сельского населения социальных факторов, обусловленных условиями проживания, занятостью населения и их социальным благополучием.

➤ **Ключевые слова:** СИЧ-измерения, дозы внутреннего облучения, плотность загрязнения, ^{137}Cs , молоко, факторы леса, социальные факторы.

Введение

С момента катастрофы на Чернобыльской АЭС одной из важных задач, решаемых при преодолении ее последствий, является снижение хронического облучения населения, проживающего на территории радиоактивного загрязнения. В настоящее время на территории Могилевской области с плотностью загрязнения ^{137}Cs от 37 кБк/м² и более проживает свыше 120 тыс. человек. Большая часть из них (60 %) – сельские жители, которые вследствие специфики образа жизни и трудовой деятельности потребляют более загрязненную продукцию, чем городские.

Постоянно проводимые защитные мероприятия позволили существенно снизить уровни загрязнения ^{137}Cs сельскохозяйственной продукции личных подсобных хозяйств, улучшить качество жизни населения загрязненной территории и значительно снизить их дозовые нагрузки [1, 2]. Тем не менее, как показывают результаты проводимых мониторинговых СИЧ-измерений, дозы внутреннего облучения сельских жителей, несмотря на их снижение в целом, варьируют еще в широких пределах, что может быть как следствием разнообразия радиоэкологических и социально-демографических условий проживания населения, так и внутренних закономерностей поведения конкретных жителей и их пищевых привычек [3, 4].

Одним из основных дозообразующих продуктов питания в послеаварийный период считалось молоко и особенно то, которое производится в личных подсобных хозяйствах (ЛПХ) [2, 5]. Ведь в первые годы концентрация ^{137}Cs в молоке коров ЛПХ значительно превышала допустимый уровень и была в десятки раз выше, чем в молоке коров общественного стада. В связи с этим в пострадавших районах оно является предметом особого внимания в системе радиационного контроля. Однако проведение мероприятий по окультуриванию кормовых угодий позволило зна-

чительно снизить содержание ^{137}Cs в молоке коров даже на территории с высокой плотностью загрязнения. Пробы молока с содержанием ^{137}Cs выше РДУ-99 на территории Могилевской области регистрируются в последние годы только в виде единичных случаев, а активность основного объема молока, употребляемого населением, не превышает 20 Бк/кг [6, 7]. Поэтому в отдаленный после аварии период молочная компонента не всегда может играть определяющую роль в формировании доз внутреннего облучения. Тем не менее в некоторых населенных пунктах периодически регистрируются жители с повышенными дозами внутреннего облучения, которые могут быть обусловлены другими дозообразующими факторами.

Все больше данных свидетельствует о том, что явно недооценивалась негативная роль «даров леса» в формировании доз внутреннего облучения населения [5, 8, 9]. Так как в лесных экосистемах ^{137}Cs сосредоточен в основном в верхнем слое почвы, он очень доступен для грибов, лесных ягод и травянистых растений. Замечено, что в сельских населенных пунктах, расположенных в непосредственной близости к лесам, чаще регистрируются лица с высокими дозами внутреннего облучения. В связи с этим целью работы было изучение влияния различных радиологических факторов на формирование доз внутреннего облучения сельского населения, проживающего на территории радиоактивного загрязнения Могилевской области.

Наряду с радиационным фактором на загрязненной территории существует ряд социально-экономических проблем, порожденных чернобыльской катастрофой, которые особенно остро проявляются в сельской местности. Поэтому в данной работе одновременно с радиологическими факторами рассмотрено влияние некоторых социальных факторов (численность населения, наличие инфраструктуры и производственной зоны, социальное благополучие граждан) на дозы внутреннего облучения сельских жителей.

Объекты и методы исследований

Объектами исследований являлись сельские населенные пункты Могилевской области, расположенные на территории с разной плотностью радиоактивного загрязнения, их инфраструктура, население, проживающее в них, лесные угодья, продукты питания, произведенные в личных подсобных хозяйствах.

В работе использовались результаты СИЧ-измерений, проведенных сотрудниками филиала в 2006–2008 гг. в 62 населенных пунктах пяти наиболее загрязненных районов Могилевской области: Быховском, Костюковичском, Краснопольском, Славгородском, Чериковском. Из 62 населенных пунктов 21 располагаются на территории с плотностью загрязнения ^{137}Cs до 185,0 кБк/м², 23 – на территории с плотностью загрязнения ^{137}Cs от 185,0 до 370,0 кБк/м² и 18 – с плотностью выше 370,0 кБк/м². В половине населенных пунктов СИЧ-измерения за указанный период проводились несколько раз. Всего в течение трех лет было обследовано 6187 сельских жителей разных возрастных групп.

Содержание ^{137}Cs в организме сельских жителей измеряли с помощью спектрометра излучения человека (СИЧ) типа СКГ-АТ1316, который предназначен для измерения активности инкорпорированных гамма-излучающих радионуклидов во всем теле человека. Измерения проводились на основе «Методики выполнения измерений активности гамма-излучающих радионуклидов в теле человека с помощью спектрометра излучения человека СКГ-АТ1316» с использованием руководства по эксплуатации «Спектрометр излучения человека СКГ-АТ1316». Спектрометр обеспечивает точность измерения содержания ^{137}Cs в организме до 5 Бк/кг.

Наряду с СИЧ-измерением проводилось анкетирование населения об употребляемых продуктах, характере деятельности, условиях проживания и т.д. Результаты СИЧ-измерений и анкетного опроса вносились в созданную электронную базу данных в Microsoft Access 2002, позволяющую проводить их систематизацию.

При выполнении работы использовались картосхемы лесхозов Могилевского ГПЛХО с поквартальной разбивкой лесов и указанием плотности их загрязнения; данные УЗ «Могилевский областной центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья» по радиационно-гигиеническому контролю пищевых продуктов из личных подсобных хозяйств; данные радиологического и агрохимического обследования почв, выполненного УКПП «Могилевская областная проектно-изыскательская станция «Агрохимизация», статистические и нормативные документы [10, 11].

Для оценки радиационной безопасности леса рассчитывался агрегированный показатель – D_L , учитывающий такие частные факторы, как близость леса к населенному пункту, его размеры (участки небольших размеров, небольшой или крупный массив леса) и плотность загрязнения

^{137}Cs его отдельных кварталов. Агрегирование проводилось с использованием мультипликативной свертки [12,13]:

$$D_i = \sqrt{\mu_1^{a_1} * \dots * \mu_n^{a_n}},$$

где μ_i – оценка (значение функции принадлежности) частных факторов, из которых складывалась общая оценка радиационной безопасности леса; a_i – весовые коэффициенты частных факторов.

Функции принадлежности (μ_i) возрастают от 0 до 1 по мере уменьшения влияния частных факторов на величину дозы внутреннего облучения населения. Величина D_i также принимает значения от 0 до 1, причем 1 – это наименьшее влияние на величину дозы (лес далеко, в виде небольших участков, плотность загрязнения ^{137}Cs не превышает 37,0 кБк/м²), 0 – наибольшее влияние (лес в непосредственной близости от населенного пункта, крупный лесной массив, плотность загрязнения отдельных кварталов ^{137}Cs превышает 1480,0 кБк/м²).

Варианты значений частных показателей и их функции принадлежности указаны в табл. 1.

Таблица 1

Значения частных показателей

Частный показатель «фактор леса» – μ_1	
Варианты	Значение μ_1
Полное отсутствие леса	1
Почти полное отсутствие леса	0,9
Небольшой лес	0,8
Крупный лесной массив	0,6
Частный показатель «плотность загрязнения» – μ_2	
Варианты	Значение μ_2
До 37,0 кБк/м ²	1
От 37,0 до 74,0 кБк/м ²	0,8
От 74,0 до 185,0 кБк/м ²	0,5
От 185,0 до 555,0 кБк/м ²	0,3
От 555,0 до 1480,0 кБк/м ²	0,2
Выше 1480 кБк/м ²	0,1

Расстояние от леса до населенного пункта определяет весомость (α) частных показателей в обобщенной оценке качества леса. Для этого расстояние до леса определялось зонами.

Зона 1 – непосредственная близость леса к населенному пункту, наибольший вес $\alpha_1 = 1,8$.

Зона 2 – расстояние 2–3 км, вес $\alpha_2 = 0,9$.

Зона 3 – расстояние до леса 4–5 км и больше, наименьший вес $\alpha_3 = 0,3$.

Сумма весов равна их количеству – $\Sigma\alpha_i = 3$.

Для оценки качества и полноты инфраструктуры в населенном пункте использовалась методика, как и для оценки радиационной безопасности леса. Частные факторы μ_i характеризовали наличие или отсутствие отдельных объектов. При наличии объектов $\mu_i = 1$, при отсутствии – значения μ_i присваивались из того, как влияет отсутствие данного объекта инфраструктуры на ежедневное поведение населения.

При оценке загрязненности молока ^{137}Cs принимались во внимание количество проб молока с различным содержанием ^{137}Cs , зарегистрированного в обследуемых населенных пунктах в течение последних пяти лет.

Статистическую обработку полученных материалов проводили с помощью пакета статистических программ «Statistica 6.0».

Результаты исследований и их обсуждение

В качестве основных радиэкологических факторов, оказывающих влияние на дозу внутреннего облучения жителей сельских населенных пунктов, рассмотрены: плотность загрязнения территории в населенном пункте, уровень загрязнения молока ^{137}Cs и радиационная безопасность леса, прилегающего к каждому населенному пункту (его размер, плотность загрязнения ^{137}Cs и удаленность от населенного пункта).

Как показали результаты СИЧ-измерений, средние дозы внутреннего облучения жителей 21 населенного пункта, расположенного на территории с плотностью загрязнения ^{137}Cs до 185,0 кБк/м², существенно колебались и находились в пределах от 0,004 до 0,204 мЗв. Однако толь-

ко в трех из них (14 %) они превысили 0,1 мЗв. Усредненная доза внутреннего облучения всего обследованного населения этой территории была невысокой и составила 0,046 мЗв (табл. 1).

В 23 населенных пунктах, расположенных на территории с плотностью загрязнения ^{137}Cs от 185,0 до 370,0 кБк/м², средние дозы внутреннего облучения колебались от 0,010 до 0,256 мЗв. В девяти из них (39 %) они превысили 0,1 мЗв. Усредненная доза всего обследованного населения данной группы была выше, чем предыдущей, и составила 0,078 мЗв.

Средние дозы внутреннего облучения жители 18 населенных пунктов, расположенных на территории с плотностью загрязнения ^{137}Cs выше 370,0 кБк/м², находились в пределах от 0,018 до 0,73 мЗв. В половине населенных пунктов (50 %) этой группы они превысили 0,1 мЗв. Усредненная доза внутреннего облучения обследованных жителей данной территории была самой высокой и составила 0,103 мЗв.

Таблица 2

Средние дозы внутреннего облучения обследованного населения, проживающего на территории с разной плотностью загрязнения ^{137}Cs

Плотность загрязнения территории ^{137}Cs	Кол-во обследованного населения	Усредненная доза, мЗв	% с дозой выше 0,1 мЗв	В том числе:			
				% с дозой от 0,1 до 0,3 мЗв	% с дозой от 0,3 до 0,5 мЗв	% с дозой от 0,5 до 1,0 мЗв	% с дозой выше 1,0 мЗв
от 37 до 185 кБк/м ²	3072	0,046	12,3	10,9	0,9	0,2	0,2
от 185 до 370 кБк/м ²	2064	0,078	25,9	22,3	2,4	0,9	0,3
выше 370 кБк/м ²	1051	0,103	33,3	28,9	2,5	1,0	0,9

Если сравнить долю лиц с дозами выше 0,1 мЗв, то она наиболее высокой была среди населения, проживающего на территории с плотностью загрязнения ^{137}Cs выше 370,0 кБк/м² (33,3 %), а наиболее низкой – на территории с плотностью загрязнения менее 185,0 кБк/м² (10,9 %). Такая же зависимость наблюдается и в диапазонах доз 0,3 до 0,5 мЗв (2,5 и 0,9 % соответственно), от 0,5 до 1,0 мЗв (1,0 и 0,2 %) и выше 1,0 мЗв (0,9 и 0,2 %). Чем выше плотность загрязнения территории, тем чаще в населенных пунктах средние дозы превышают 0,1 мЗв и тем выше доля лиц с дозами более 0,1 мЗв, выше 0,5 мЗв и выше 1,0 мЗв. Зависимость уровня доз внутреннего облучения от плотности загрязнения территории населенного пункта оказалась статистически значимой ($r = -0,528$, $p < 0,0001$).

Традиционно считается, что молоко является одним из основных дозообразующих продуктов питания [2, 5]. Однако в последние годы наблюдается значительное снижение содержания Cs^{137} в молоке коров личных подсобных хозяйств на территории Могилевской области. Более 85 % исследуемых проб молока, производимого в личных подсобных хозяйствах, имеют содержание ^{137}Cs , не превышающее 20 Бк/л. Все это способствует снижению поступления ^{137}Cs , обусловленного молочной компонентой, в организм человека. Результаты проведенных в течение трех лет СИЧ-измерений не выявили достоверной зависимости величины средней дозы внутреннего облучения в населенном пункте от степени загрязнения молока ($r = -0,147$, $p = 0,254$). И среди населенных пунктов, где в течение последних пяти лет регистрировались пробы молока с содержанием ^{137}Cs выше РДУ-99 (100 Бк/л), и среди населенных пунктов, где их активность не превышала 37 Бк/л, встречались как населенные пункты с очень низкими средними дозами внутреннего облучения обследованных жителей (менее 0,05 мЗв), так и населенные пункты, по которым средняя доза превышала 0,1 мЗв.

Не отмечено также существенного различия в дозах внутреннего облучения среди населения, постоянно употребляющего в пищу домашнее молоко (0,071 мЗв) и не употребляющего его вовсе (0,066 мЗв). Среди обследованных сельских жителей, у которых дозы внутреннего облучения превышали 0,3 мЗв, только 27 % имело коров или коз в личных подсобных хозяйствах, а число лиц, употребляющих молоко, не превышало 50 %. В то же время значительная часть населения, не употребляющего домашнее молоко, имела более высокие дозы внутреннего облучения, чем те, кто его постоянно употреблял в пищу. Все это указывает на тот факт, что в отдаленный после аварии период роль молочной компоненты в формировании дозы внутреннего облучения снижается и она перестает быть основным дозообразующим фактором.

С радиологической точки зрения особую опасность представляют «дары леса», которые по сравнению с сельскохозяйственными продуктами имеют очень высокие уровни радиоактивного загрязнения [4, 8, 9]. Данные радиационного контроля пищевых продуктов по Могилевской об-

ласти за последние годы показали, что удельное содержание ^{137}Cs в исследованных пробах грибов нередко превышает допустимый уровень (370 Бк/кг), и по-прежнему регистрируются случаи с высокой удельной активностью (1000–10000 Бк/кг и выше) [7]. Высокоактивные пробы регистрируются и среди лесных ягод, дичи.

Результаты СИЧ-измерений в населенных пунктах, расположенных в непосредственной близости к лесам, показывают, что именно в них чаще регистрируются лица с высокими дозами внутреннего облучения [3, 9]. Поэтому негативная роль «даров леса» в формировании дозы внутреннего облучения населения явно недооценивалась. Нами проведена оценка радиационной безопасности леса, прилегающего к каждому населенному пункту, и изучено влияние факторов леса на содержание ^{137}Cs в организме сельских жителей.

Для этого рассчитывался агрегированный показатель – D_f (оценка радиационной безопасности леса), учитывающий такие частные факторы, как близость леса к населенному пункту, его размеры и плотность загрязнения ^{137}Cs его отдельных кварталов. Расчет показателя D_f проводился согласно описанной выше методике. Значение величины D_f для населенных пунктов, где проводились исследования, колебались в пределах от 0,939 до 0,116. Так, наименьшие значения (0,116 и 0,120) получили населенные пункты, которые прилегают к обширной зоне отселения, находясь на расстоянии 0,5 км от крупного лесного массива, плотность загрязнения которого превышает 555,0 кБк/м², а на отдельных участках и 1480,0 Ки/км². А максимальное значение оценки (близкие к 1) получили населенные пункты, для которых характерны практически полное отсутствие леса в радиусе до 4 км и их невысокая плотность загрязнения.

Полученная оценка радиационной безопасности леса оказалась достаточно тесно связанной со средней дозой внутреннего облучения (по результатам СИЧ-измерений) по населенному пункту: чем меньше оценка, тем выше доза. Причем данная связь нелинейна. Подобранный нелинейное уравнение регрессии зависимости дозы от оценки леса статистически значимо ($R = 0,64$, $p < 0,0001$) и имеет достаточно высокий коэффициент детерминации ($R^2 = 0,41$) (рис. 1).

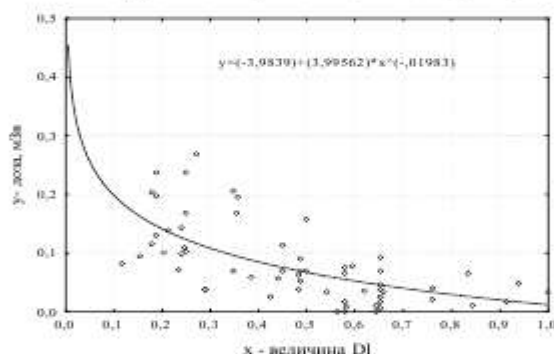


Рис. 1. Зависимость средней по населенному пункту дозы внутреннего облучения от оценки радиационной безопасности леса

Используя данную оценку, выделили три группы населенных пунктов, имеющих статистически достоверное различие по дозе внутреннего облучения ($\chi^2 = 221,7801$, $p < 0,0001$). Значимость различий проверялась с помощью непараметрических методов – медианный тест Краскела – Уоллиса и тест Колмогорова – Смирнова (рис. 2).

В первую группу вошли населенные пункты с высокой степенью влияния факторов леса на дозы внутреннего облучения населения, для которых величина D_f не превышала 0,35. По результатам СИЧ-измерений в 75 % населенных пунктов этой группы среднегодовые эффективные дозы внутреннего облучения превышали 0,1 мЗв. Усредненная доза внутреннего облучения обследованного населения в целом составила 0,120 мЗв. Именно в этой группе регистрировались лица с дозами выше 1,0 мЗв.

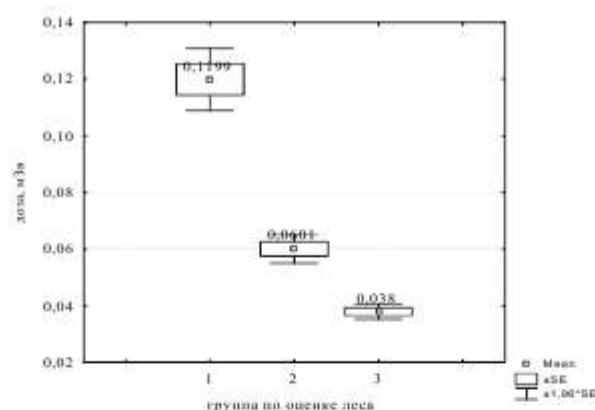


Рис. 2. Распределение доз внутреннего облучения населения в выделенных группах по оценке радиационной безопасности леса

Во вторую группу вошли населенные пункты со средней степенью влияния факторов леса на дозы внутреннего облучения, в которых величина D_i изменялась от 0,35 до 0,6. Населенные пункты, где среднегодовые эффективные дозы внутреннего облучения превысили 0,1 мЗв, составили только 15 %. Усредненная доза всех обследованных этой группы – 0,061 мЗв.

Третья группа – населенные пункты с небольшим влиянием факторов леса на дозы внутреннего облучения населения, величина D_i выше 0,6. В населенных пунктах этой группы среднегодовые эффективные дозы внутреннего облучения не превышали 0,1 мЗв. Усредненная доза обследованного населения составила 0,038 мЗв.

Таким образом, результаты исследований показали статистически достоверную зависимость величины дозы внутреннего облучения жителей населенных пунктов от близости расположения крупных лесных массивов и плотности их загрязнения ^{137}Cs .

Наряду с радиэкологическими факторами на формирование доз внутреннего облучения сельского населения могут оказывать влияние и социальные факторы. В качестве одного из социальных факторов рассмотрена численность жителей в населенных пунктах.

Исследования показали, что средняя доза внутреннего облучения обследованных жителей мелких населенных пунктов (с численностью до 100 человек) была почти в три раза выше, чем жителей крупных населенных пунктов (0,049 и 0,145 мЗв соответственно) (табл. 3).

Полученные различия в дозах внутреннего облучения в зависимости от численности жителей в населенном пункте оказались статистически значимыми ($\chi^2 = 245,37$, $p < 0,0001$). На рис. 3 в первом типе представлены крупные населенные пункты, во втором – средние, третьем – мелкие.

Таблица 3

Дозы внутреннего облучения жителей населенных пунктов разных типов

Тип населенного пункта (численность жителей, чел.)	Всего обследовано человек	Средняя доза, мЗв	Медиана дозы, мЗв	75 % квартиль, мЗв
Крупный (более 250)	4089	0,049	0,023	0,071
Средний (от 100 до 250)	1386	0,081	0,042	0,092
Мелкий (менее 100)	712	0,145	0,095	0,173

Из 20 крупных населенных пунктов только в 2 (10 %) средние эффективные дозы внутреннего облучения превысили 0,1 мЗв, из 20 средних – в 5-ти (25 %), в то время как из 22 мелких – в 14-ти (64 %).

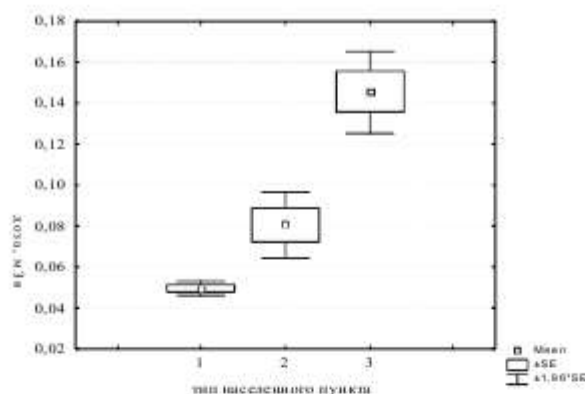


Рис. 3. Распределение доз внутреннего облучения по типу населенного пункта.

Таким образом, просматривается тенденция: чем меньше населенные пункты, тем чаще средняя доза внутреннего облучения обследованных жителей превышает 0,1 мЗв. Если в крупных и средних населенных пунктах средние дозы выше 0,1 мЗв были обусловлены зачастую единичными случаями регистрации лиц с высокими дозами (более 1,0 и 0,5 мЗв), то в мелких – чаще за счет высокой доли лиц с дозами выше 0,1 мЗв. Почти 50 % обследованных жителей мелких населенных пунктов имело дозы внутреннего облучения более 0,1 мЗв, а 25 % населения – дозы более 0,173 мЗв. Это связано с тем, что в мелких населенных пунктах менее развита инфраструктура, более выражена степень натурализации ведения хозяйства, население больше питается продуктами, выращенными на собственном огороде, и «дарами леса». Также в этих населенных пунктах невысокая занятость населения, нет организованных пунктов питания, торговой сети и других условий, которые имеются в крупных населенных пунктах.

Поэтому наряду с типом населенных пунктов, в качестве социального фактора, рассмотрено наличие инфраструктуры и производственной зоны в них. Полученные зависимости дозы внутреннего облучения от оценки качества инфраструктуры и наличия производственной зоны оказались статистически значимы ($r = 0,339$, $p = 0,007$ и $r = -0,562$, $p = 0,025$ соответственно). Почти во всех населенных пунктах, где полностью отсутствовала инфраструктура и производственная зона, средняя доза внутреннего облучения по населенному пункту превышала 0,1 мЗв. О влиянии отсутствия занятости населения на дозу внутреннего облучения указывает и тот факт, что безработное население имело более высокие дозы облучения, чем работающие.

Одним из факторов, оказывающих влияние на формирование дозы внутреннего облучения, является социальное благополучие граждан. Проведенный анализ профессиональной принадлежности сельских жителей, у которых дозы внутреннего облучения превысили 0,5 мЗв, показал, что наиболее частыми представителями данной группы являлись безработные (25 %), пенсионеры (20 %), работники леса и члены их семей (19 %), а также малозанятые и низкооплачиваемые категории работников (сторожа, технички, дворники – 12 %) (рис. 4). В основной массе, за исключением лесников и членов их семей, это социально незащищенные и малообеспеченные категории граждан.

Количество служащих и представителей других специальностей с указанными дозами встречалось гораздо реже, в основном в виде единичных случаев. Самые низкие дозы внутреннего облучения, а также число лиц с дозами выше 0,1 и выше 0,5 мЗв по результатам СИЧ-измерений трех лет, отмечались среди водителей и механизаторов, что, возможно, связано с организацией общественного питания в хозяйствах во время полевых работ.

В большинстве случаев сельское население с дозами выше 0,5 мЗв является жителями населенных пунктов, в которых факторы леса оказывают высокое влияние на величину дозы внутреннего облучения (D_i до 0,35).

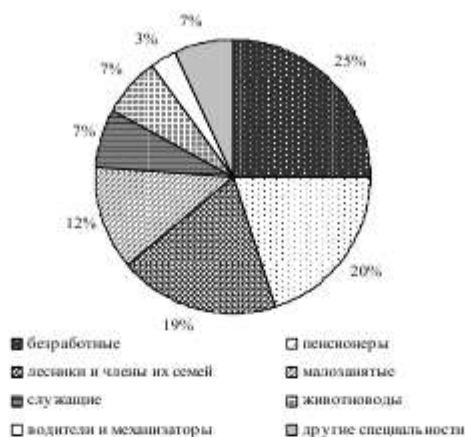


Рис. 4. Профессиональные группы сельских жителей с дозами внутреннего облучения от 0,5 мЗв и выше, %

Таким образом, можно сказать, что наряду с радиэкологическими факторами на формирование доз внутреннего облучения сельского населения могут оказывать влияние и социальные факторы, обусловленные условиями проживания, занятостью населения и их социальным благополучием.

Выводы

В результате проведенных исследований установлено, что наиболее значимыми радиэкологическими факторами, влияющими на дозы внутреннего облучения сельских жителей, являются, в первую очередь, факторы леса (его размеры, плотность загрязнения ^{137}Cs и удаленность от населенного пункта). Полученная оценка радиационной безопасности леса достаточно тесно связана со средней дозой внутреннего облучения по населенному пункту: чем меньше оценка, тем выше доза.

Вторым по значимости фактором оказалась плотность загрязнения ^{137}Cs в населенном пункте. Чем выше плотность загрязнения территории ^{137}Cs , тем чаще в населенных пунктах средние дозы внутреннего облучения превышают 0,1 мЗв и тем выше доля лиц с дозами более 0,1 мЗв, более 0,5 и более 1,0 мЗв.

Достоверной зависимости величины средней дозы внутреннего облучения в населенном пункте от степени загрязнения молока выявлено не было. Этот факт указывает на то, что молочная компонента в отдаленный после аварии период, перестает быть основным дозообразующим фактором, что обусловлено значительным снижением уровней загрязнения молока.

Наряду с радиэкологическими факторами на формирование доз внутреннего облучения оказывают влияние и социальные факторы. Установлена статистически значимая зависимость между численностью жителей в населенном пункте и средней дозой внутреннего облучения. У жителей мелких населенных пунктов доза внутреннего облучения почти в три раза выше, чем у жителей крупных населенных пунктов. В большинстве мелких населенных пунктов (64 %) средние эффективные дозы внутреннего облучения превысили 0,1 мЗв, в то время как в крупных – 10 %.

Немаловажным оказалось наличие инфраструктуры и производственной зоны в населенном пункте, которое было тесно связано с численностью населения и дозой внутреннего облучения. Почти во всех населенных пунктах, где полностью отсутствовала инфраструктура и производственная зона, средняя доза по населенному пункту превышала 0,1 мЗв.

Одним из факторов, оказывающих влияние на формирование дозы внутреннего облучения, является и социальное благополучие граждан. Так, среди лиц с дозами выше 0,5 мЗв наиболее частыми представителями были безработные (25 %), пенсионеры (20 %).

Список литературы

1. Кенигсберг, Я. Э. Ионизирующая радиация и риск для здоровья / Я. Э. Кенигсберг, Ю. Е. Крюк. – Гомель : РНИУП «Институт радиологии», 2005. – 70 с.
2. Анненков, Б. Н. Ведение сельского хозяйства в районах радиоактивного загрязнения (радионуклиды в продуктах питания) / Б. Н. Анненков, В. С. Аверин. – Минск : Пропаганд, 2003. – 111 с.
3. Власова, Н. Г. Сельские населенные пункты: социальные и экологические факторы дозоформирования / Н. Г. Власова, Ю. В. Висенберг // Преодоление последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС: состояние и перспективы: сб. науч. трудов II междунар. науч.-практ. конф., Гомель, 26–27 апреля 2004 г. / под ред. В. Е. Шевчука [и др.]. – Гомель, 2004. – С. 21–24.
4. Кадука, М. В. Радиоактивное загрязнение природных пищевых продуктов в отдаленный период после аварии на ЧАЭС / М. В. Кадука, В. Н. Шутов, К. В. Ворфоломеева // Гигиенические аспекты обеспечения радиационной безопасности населения на территориях с повышенным уровнем радиации: сб. тез. междунар. науч.-практ. конф., Санкт-Петербург, 15–17 сент. 2008 г. / Санкт-Петербургский НИИ РГ им. П. В. Рамзаева. – СПб., 2008. – С. 73–74.
5. Экологические и радиобиологические последствия чернобыльской катастрофы для животноводства и пути их преодоления / под ред. чл.-корр. АН РТ Р. Г. Ильязова. – Казань : Фен, 2002. – 330 с.
6. Агеева, Т. Н. Динамика загрязнения пезнем-137 молока из личных подсобных хозяйств на территории радиоактивного загрязнения Могилевской области за период 2001–2007 гг. / Т. Н. Агеева, Л. В. Липицкий, С. Н. Ветошкина // Юбилейная науч.-практ. конф., Гомель, 11 июня 2009 г. (посвящ. 40-летию Гомельского гос. университета имени Ф. Скорины): в 4 ч. / ГГУ им. Ф. Скорины; редкол.: О. М. Демиденко [и др.]. – Гомель : 2009. – Ч. 4. – С. 215–217.
7. Радиационный контроль (радиационно-гигиенический паспорт) Могилевской области за 2008 год / Информ. бюллетень УЗ «Могилевский обл. ЦГЭ и ОЗ»; сост.: И. В. Гаевский [и др.]. – Могилев, 2009. – 34 с.
8. Ворфоломеева, К. В. Аккумуляция радионуклидов в лесной экосистеме после аварии на ЧАЭС / К. В. Ворфоломеева // Гигиенические аспекты обеспечения радиационной безопасности населения на территориях с повышенным уровнем радиации: сб. тез. междунар. науч.-практ. конф., Санкт-Петербург, 15–17 сент. 2008 г. / Санкт-Петербургский НИИ РГ им. П. В. Рамзаева. – СПб., 2008. – С. 28–30.
9. Власова, Н. Г. Статистический анализ результатов СИЧ-измерений для оценки дозы внутреннего облучения сельских жителей в отдаленный период после аварии на ЧАЭС / Н. Г. Власова, Д. Н. Дроздов, Л. А. Чунихин // Радиационная биология. Радиоз экология. – 2009. – Т. 49, № 4. – С. 397–406.
10. Сборник нормативных, методических, организационно-распорядительных документов Республики Беларусь в области радиационного контроля и безопасности / Комитет по проблемам последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС при Совете Министров РБ, РНИУП «Институт радиологии». – 4-е изд., перераб. и доп. – Гомель, 2005. – 331 с.
11. Об утверждении перечня населенных пунктов и объектов, находящихся в зоне радиоактивного загрязнения, и признании утратившими силу некоторых постановлений Совета Министров Республики Беларусь: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 1 февр. 2010 г., № 132 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2010. – № 32. – 5/31195.
12. Севастьянов, П. В. Многокритериальная оценка уровня социально-экономического развития регионов / П. В. Севастьянов, Л. Г. Дымова, Л. И. Шейграцева // Белорусский экономический журнал. – 1999. – № 2. – С. 112–118.
13. Чегерова, Т. И. Комплексная многокритериальная оценка состояния здоровья и экологии региона для принятия оптимальных управленческих решений / Т. И. Чегерова, Л. Г. Дымова, П. В. Севастьянов // Актуальные вопросы профпатологии и медицины труда: сб. науч. тр. / под ред. Н. Г. Кручинского. – Могилев : МГУ им. А. А. Кулешова, 2002. – С. 18–20.

T. N. Aheyeva, T. I. Cheherava, A. V. Shchur, T. P. Shapsheyeva

**THE ROLE OF RADIOECOLOGICAL AND SOCIAL FACTORS TO FORMING
INTERNAL EXPOSURE DOSE OF COUNTRYMAN ON TERRITORY OF
RADIOACTIVE CONTAMINATION**

The influences of main radioecologicals and social factors to the doses of incorporated radiation of the inhabitants of agricultural settlements being on the territory of the radioactive contamination Mogilev region have been studied. The most relevant radioecological factors are dimension, density of contamination of ^{137}Cs , remoteness of the forest from village and level radioactive contamination of the settlement were taped. The authentic influences the rate of a mean dose of an internal irradiation in village to level of radiation contamination of the milk was not installed. The agency of social factors (living conditions, seizure of the population, a social health and others) to forming of the doses of an internal irradiation were showed. The statistically reliable links between mean dose of an internal irradiation of village and quantity of inhabitants, development of infrastructure and factorial area were installed.