

Обоснование концепции перехода населенных пунктов, отнесенных в результате аварии на Чернобыльской АЭС к зонам радиоактивного загрязнения, к условиям нормальной жизнедеятельности населения

И.К. Романович, Г.Я. Брук, А.Н. Барковский, А.А. Братилова, А.В. Громов, М.В. Кадука

Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева, Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Санкт-Петербург, Россия

Статья посвящена обоснованию критериев возврата радиоактивно загрязненных в результате аварии на Чернобыльской АЭС территорий к условиям нормальной жизнедеятельности населения. Установлено, что в 13 из 14 субъектов Российской Федерации (кроме Брянской области), отнесенных в настоящее время к зонам радиоактивного загрязнения вследствие аварии на Чернобыльской АЭС, вся сельскохозяйственная пищевая продукция, в том числе, производимая в личных подсобных хозяйствах, соответствует гигиеническим нормативам. По содержанию ^{137}Cs не соответствуют санитарным правилам и нормативам СанПиН 2.3.2.1078-01 часть проб молока, производимого в личных подсобных хозяйствах Брянской области, а также преобладающее число проб природных пищевых продуктов (ягоды, грибы, рыба, мясо диких животных) в загрязненных районах Брянской и Калужской областей. Содержание ^{137}Cs как в сельскохозяйственных пищевых продуктах, так и в дикорастущих, произведенных и собранных на радиоактивно загрязненных территориях, зависят не только от плотности радиоактивного загрязнения почвы, но и от групп и типов почв. Средняя по населенному пункту годовая эффективная доза облучения населения продуктами чернобыльской аварии (СГЭД₉₀) в 3700 из 4413 населенных пунктов по состоянию на 2014 год ниже 0,3 мЗв. Только в 713 населенных пунктах Брянской, Калужской, Орловской и Тульской областях СГЭД₉₀ превышает 0,3 мЗв. В Брянской области, подвергшейся наибольшему радиоактивному загрязнению, в 276 населенных пунктов СГЭД₉₀ превышает 1 мЗв, причем в 8 из них – 5 мЗв.

Законодательная база Российской Федерации определяет только критерии и требования к отнесению пострадавших территорий к зонам радиоактивного загрязнения. Требования по переводу радиоактивно загрязненных в результате радиационных аварий территорий и проживающего на них населения к условиям нормальной жизнедеятельности (по радиологическому фактору) не разработаны.

Предложены радиологические критерии перевода населенных пунктов, отнесенных к зоне радиоактивного загрязнения, к условиям нормальной жизнедеятельности: средняя годовая доза облучения критической группы населения (СГЭД_{крит}) не превышает 1,0 мЗв; плотность загрязнения почвы радионуклидами снизилась до уровней, позволяющих производить на этой территории традиционную сельскохозяйственную продукцию, удовлетворяющую санитарным правилам и нормативам без применения специальных мер по снижению содержания в них ^{137}Cs или других радионуклидов.

Ключевые слова: радиационная авария, Чернобыльская АЭС, зона радиоактивного загрязнения, радионуклиды, плотность загрязнения, удельная активность, эффективные дозы облучения, условия нормальной жизнедеятельности населения

Актуальность разработки критериев возврата радиоактивно загрязненных территорий к условиям нормальной жизнедеятельности населения

Авария на Чернобыльской АЭС является самой масштабной из радиационных катастроф в мире. В результате теплового взрыва и выброса в атмосферу продуктов деления ядерного топлива радиоактивному

загрязнению подверглись значительные территории. Только в Российской Федерации к зоне радиоактивного загрязнения с плотностью более 1,0 Ки/км² по ^{137}Cs в 1991 году было отнесено 4540 населенных пунктов (далее НП), в которых проживало более 1,5 млн. человек. По состоянию на 2016 год к зоне радиоактивного загрязнения относятся 3854 НП с населением более 1 млн. 200 тыс человек [1–4].

✉ Романович Иван Константинович

Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева. Адрес для переписки: 197101, Санкт-Петербург, ул. Мира, д. 8; Тел.: (812)233-53-63. E-mail: I.Romanovich@niirg.ru

С момента аварии на Чернобыльской АЭС прошло 30 лет. Значительная часть радионуклидов с короткими и средними периодами полураспада, в том числе и ^{134}Cs , распались.

Для радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr , определяющих на начало 2016 года радиационную обстановку на радиоактивно загрязненных территориях, прошел 1 период полураспада, т.е. активность этих радионуклидов уменьшилась в два раза. Кроме того, за 30 лет произошло заглобление, фиксация и перераспределение радионуклидов на местности, что также повлияло на уровни техногенного облучения и коэффициенты перехода радионуклидов в пищевые продукты. В сочетании с предпринятыми долговременными мерами защиты это привело к существенному снижению доз облучения населения, а, значит, и радиационных рисков.

В соответствии со статьей 7 Федерального закона от 15 мая 1991 года № 1244-1 «О социальной защите граждан, подвергшихся воздействию радиации вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС» [5], к зоне радиоактивного загрязнения относятся территории:

- из которых в 1986 году и в последующие годы проведена эвакуация и отселение граждан;
- на которых, начиная с 1991 года, средняя годовая эффективная доза облучения населения превышает 1 мЗв;

- на которых, начиная с 1991 года, плотность радиоактивного загрязнения почвы ^{137}Cs превышает 1 Ки/км².

Указанные территории подразделяются на следующие зоны: зона отчуждения; зона отселения; зона проживания с правом на отселение; зона проживания с льготным социально-экономическим статусом.

Границы этих зон и перечень населенных пунктов (НП), находящихся в них, устанавливаются в зависимости от изменения радиационной обстановки и с учетом других факторов и пересматриваются Правительством Российской Федерации не реже чем один раз в пять лет. Кроме того, регламентация проживания и хозяйственной деятельности на радиоактивно загрязненных после аварии на ЧАЭС территориях определяется и Постановлением Правительства Российской Федерации «О режиме территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС» от 25 декабря 1992 г. № 1008 [1].

Однако, в нормативно-правовых документах Российской Федерации, регламентирующих радиационную безопасность, критерии перевода радиоактивно загрязненных в результате радиационных аварий территорий и проживающего на них населения к условиям нормальной жизнедеятельности (по радиологическому фактору) в настоящее время не отражены, и отсутствует само понятие «условия нормальной жизнедеятельности населения» на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению.

Содержание ^{137}Cs в основных видах пищевых продуктов местного происхождения, отобранных на радиоактивно загрязненных территориях

В рамках работ по Федеральной целевой программе «Преодоление последствий радиационных аварий на период до 2015 года» и «Программе совместной деятельности по преодолению последствий чернобыльской

катастрофы в рамках Союзного государства на период до 2016 года» учреждениями Роспотребнадзора на территориях четырех наиболее пострадавших областей (Брянской, Калужской, Орловской и Тульской) были отобраны 4763 пробы пищевых продуктов. Отобранные пробы подвергались радиохимическому анализу на определение содержания в них ^{137}Cs . Анализы выполнялись в радиохимической лаборатории Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены имени П.В. Рамзаева (НИИРГ) и в ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Брянской области». Из отобранной пробы исследуемого объекта изготавливали счетный образец с применением методики радиохимического выделения ^{137}Cs . Радиохимическое определение удельной активности ^{137}Cs в озоленной пробе основано на переводе этих радионуклидов в растворимое состояние путем кислотной (HCl) обработки (выщелачивания) пробы. Из солянокислого раствора пробы ^{137}Cs выделяли сурьмяно-иодидным методом [6, 7].

Для контроля неизбежных в процессе анализа потерь радионуклида в исследуемую пробу на самом первом этапе ее обработки для каждого из определяемых изотопов добавляли известное количество носителя, в качестве которого используются солянокислые соли соответствующего элемента. После проведения анализа определяли количество оставшегося носителя. Отношение количества носителя, определенного на выходе, к количеству носителя, добавленного в пробу, дает величину химического выхода для этого радионуклида (весовой метод).

Активность приготовленного счетного образца измеряли с использованием низкофонового радиометра, для которого предварительно определяли его чувствительность к излучению ^{137}Cs в геометрии измерений (размер подложки и масса счетного образца) с применением специально приготовленного источника на основе соответствующего эталонного раствора радионуклида.

Удельную активность ^{137}Cs вычисляли на основании результатов измерений активности радионуклида в счетном образце, с учетом массы пробы, из которой счетный образец был приготовлен.

Анализ данных проводимого учреждениями Роспотребнадзора в 2011–2015 годах мониторинга содержания радионуклидов в пищевых продуктах, произведенных и реализуемых на территориях России, отнесенных к зоне радиоактивного загрязнения в результате аварии на ЧАЭС, показал, что большая часть сельскохозяйственной пищевой продукции, в том числе производимой в личных подсобных хозяйствах, соответствует гигиеническим нормативам. Из данных, представленных в табл. 1–2 следует, что средние значения содержания ^{137}Cs в основных сельскохозяйственных пищевых продуктах, производимых на территориях четырех наиболее пострадавших в результате аварии на Чернобыльской АЭС субъектов Российской Федерации, соответствуют требованиям санитарного законодательства. И только в отдельных пробах молока, произведенного в личных подсобных хозяйствах Брянской области, содержание ^{137}Cs превышает допустимые значения. Что же касается дикорастущих пищевых продуктов, то содержание ^{137}Cs в грибах, ягодах, дичи, добываемых в зоне радиоактивного загрязнения Брянской и Калужской областей (табл. 3) в преобладающем большинстве превышает допустимые уровни.

Таблица 1

Содержание ^{137}Cs в основных видах сельскохозяйственной пищевой продукции, производимой в коллективных и подсобных хозяйствах Брянской и Калужской областей (преимущественно дерново-подзолистые песчаные и супесчаные почвы)

Продукт (допустимый уровень по СанПиН 2.3.2.1078-01)	Плотность загрязнения ^{137}Cs , Ки/км ²	Среднее, Бк/кг	Максимум, Бк/кг	Количество проб (в том числе выше допустимого уровня)
Картофель (80 Бк/кг)	Все	6,5	44,1	1683
	< 1	3,00	11,9	189
	1-5	4,75	31,8	605
	5-10	7,62	37,5	329
	10-20	8,86	44,1	487
	20-30	8,15	27,6	41
	> 30	8,52	26,4	32
Молоко коровье (100 Бк/кг)	Все	27,0	356,8	941 (39)
	< 1	4,5	14,4	68
	1-5	7,9	105,4	330 (1)
	5-15	37,1	241,5	457 (20)
Молоко козье (100 Бк/кг)	15-40	63,2	356,8	86 (18)
	Все	13,6	73,8	10
	< 1	6,6	6,6	1
Масло (200 Бк/кг)	1-5	14,3	73,8	8
	5-15	14,9	14,9	1
	Все	4,5	8,1	14
Мясо (говядина, свинина) (200 Бк/кг)	1-5	4,3	8,1	6
	5-15	4,8	6,3	7
	15-40	4,6	4,6	1
	Все	22,9	181	89
Овощи (80 Бк/кг)	< 1	0,8	2,37	3
	1-5	9,4	26,4	46
	5-15	40,4	181	39
	15-40	30,0	30	1
	Все	5,1	30,7	552
Овощи (80 Бк/кг)	< 1	3,5	14,4	72
	1-5	4,8	19,1	343
	5-15	6,4	30,7	103
	15-40	6,8	12,4	28
	> 40	4,3	7,5	6

Таблица 2

Содержание ^{137}Cs в основных видах сельскохозяйственной пищевой продукции, производимой в коллективных и подсобных хозяйствах Орловской и Тульской областей (преимущественно черноземные почвы)

Продукт (допустимый уровень по СанПиН 2.3.2.1078-01)	Плотность загрязнения ^{137}Cs , Ки/км ²	Среднее, Бк/кг	Максимум, Бк/кг	Количество проб
Картофель (80 Бк/кг)	Все	0,42	2,1	319
	< 1	0,38	0,6	17
	1-5	0,41	2,1	261
	5-15	0,49	1,8	41

Научные статьи

Окончание таблицы 2

Продукт (допустимый уровень по СанПиН 2.3.2.1078-01)	Плотность загрязнения ¹³⁷ Cs, Ки/км ²	Среднее, Бк/кг	Максимум, Бк/кг	Количество проб
Молоко коровье (100 Бк/кг)	Все	0,62	3,3	135
	< 1	0,43	0,6	3
	1-5	0,63	3,3	115
	5-15	0,58	1,2	17
Мясо (200 Бк/кг)	Все	1,09	3,9	25
	< 1	0,25	0,3	2
	1-5	0,77	3,0	19
	5-15	3,07	3,9	4
Овощи (80 Бк/кг)	Все	0,56	2,8	230
	< 1	0,63	1,6	12
	1-5	0,57	2,8	195
	5-15	0,48	1,1	23

Таблица 3

Содержание ¹³⁷Cs в основных видах «дикоросов», собираемых или добываемых на радиоактивно загрязненной территории Брянской и Калужской областей

Продукт (допустимый уровень по СанПиН 2.3.2.1078-01)	Плотность загрязнения ¹³⁷ Cs, Ки/км ²	Среднее, Бк/кг	Максимум, Бк/кг	Количество проб (в том числе выше допустимого уровня)
Грибы сырые (500 Бк/кг)	Все	1796,4	30510	420 (189)
	< 1	522,7	5975	51 (12)
	1-5	1139,2	12650	191 (62)
	5-15	2003,0	27020	127 (71)
	15-40	4750,3	30510	49 (42)
	> 40	5423,0	5425	2 (2)
Грибы сушеные (2500 Бк/кг)	Все	11968,4	323300	62 (18)
	1-5	554,5	3720	18 (1)
	5-15	2811,0	30220	31 (8)
	15-40	70179,6	323300	9 (7)
	> 40	3326,1	8491	4 (2)
Дичь (300 Бк/кг)	Все	1381,6	12680	35 (23)
	< 1	10,4	10,4	1 (0)
	1-5	220,8	821	8 (2)
	5-15	1814,5	12680	22 (18)
	15-40	1665,0	4466	4 (3)
Рыба (130 Бк/кг)	Все	127,0	2460	114 (19)
	< 1	7,0	23	5 (0)
	1-5	174,0	2295	33 (6)
	5-15	106,7	2460	59 (10)
	15-40	147,3	816	17 (3)

Продукт (допустимый уровень по СанПиН 2.3.2.1078-01)	Плотность загрязнения ¹³⁷ Cs, Ки/км ²	Среднее, Бк/кг	Максимум, Бк/кг	Количество проб (в том числе выше допустимого уровня)
Ягоды лесные (160 Бк/кг)	Все	976,3	15640	134 (99)
	1-5	240,0	1254	28 (13)
	5-15	1022,3	8947	80 (66)
	15-40	1753,8	15640	24 (20)
	> 40	116,4	120,1	2 (0)

Как показали проведенные исследования, по состоянию на начало 2016 года ситуация на загрязненных в результате аварии на ЧАЭС территориях выглядит следующим образом:

– во всех 14 субъектах Российской Федерации, имеющих зоны радиоактивного загрязнения в результате аварии на ЧАЭС, питьевая вода, продукты детского питания, реализуемые в дошкольных и школьных учреждениях, вся пищевая продукция в торговой сети, а также такие виды продукции, произведенной в коллективных и личных подсобных хозяйствах, как овощи, бахчевые и фрукты, соответствуют гигиеническим нормативам;

– в 13 субъектах Российской Федерации (кроме Брянской области) вся сельскохозяйственная пищевая продукция, в том числе производимая в личных подсобных хозяйствах, соответствует гигиеническим нормативам. В Брянской области в части проб молока, произведенного в личных подсобных хозяйствах, содержание ¹³⁷Cs превышает допустимые значения;

– в двух областях (Брянской и Калужской) до настоящего времени значительная часть природных пищевых продуктов (ягоды, грибы, рыба, мясо диких животных) по уровню содержания ¹³⁷Cs не соответствуют санитарным нормам. Наибольшее количество проб с превышением СанПиН 2.3.2.1078-01 [8, 9] наблюдается в Брянской области. Отдельные случаи превышения нор-

мативов по дикорастущим грибам и ягодам отмечаются в Ленинградской и Тульской областях.

Следует отметить, что вклад природных пищевых продуктов в дозу внутреннего облучения населения зоны радиоактивного загрязнения, активно потребляющего «дары леса», в настоящее время может превышать 50 % [10].

Дозы облучения населения, проживающего в НП, отнесенных к зоне радиоактивного загрязнения

Исследования, проведенные с целью изучения основных параметров, определяющих формирование доз облучения населения (мощность дозы гамма-излучения, режимы поведения и пищевые рационы различных групп населения, содержание радионуклидов в основных пищевых продуктах) позволяют рассчитывать средние годовые эффективные дозы облучения жителей НП (СГЭД₉₀¹, СГЭД_{крит}², СГЭД_{факт}³), находящихся в зоне радиоактивного загрязнения. Результаты расчетов СГЭД₉₀ официально представляются в Роспотребнадзор, МЧС России и далее в Правительство Российской Федерации, официально публикуются. СГЭД₉₀ за 2014 год опубликованы в журнале «Радиационная гигиена» [11].

Результаты расчета, приведенные в таблице 4, свидетельствуют о том, что в преобладающем количестве населенных пунктов (3700 из 4413) значение СГЭД₉₀ ниже

Таблица 4

Распределение НП 14 субъектов Российской Федерации, отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения, по величине СГЭД₉₀ в 2014 году

Область, регион	Кол-во НП	В том числе, в интервале доз, мЗв/год				Максимум
		< 0,3	0,3 – 1,0	> 1,0	в том числе > 5,0	
Белгородская	79	79	–	–	–	0,091
Брянская	978	417	285	276	8	8,0
Воронежская	79	79	–	–	–	0,11
Калужская	353	262	91	–	–	0,91
Курская	168	168	–	–	–	0,22
Ленинградская	29	29	–	–	–	0,12
Липецкая	75	75	–	–	–	0,13

¹ СГЭД₉₀ – верхний 90% квантиль распределения значений СГЭД у жителей НП, определенных для условий проживания и хозяйственной деятельности «без активных мер радиационной защиты» (используется для целей зонирования НП) [15].

² СГЭД_{крит} – средняя годовая эффективная доза облучения критических (наиболее облучаемых) групп населения [20].

³ СГЭД_{факт} – фактическая средняя годовая эффективная доза облучения населения (определяется прямыми методами измерений) [20].

Область, регион	Кол-во НП	В том числе, в интервале доз, мЗв/год				Максимум
		< 0,3	0,3 – 1,0	> 1,0	в том числе > 5,0	
Мордовия	16	16	–	–	–	0,16
Орловская	964	952	12	–	–	0,47
Пензенская	35	35	–	–	–	0,13
Рязанская	320	320	–	–	–	0,22
Тамбовская	6	6	–	–	–	0,060
Тульская	1306	1257	49	–	–	0,58
Ульяновская	5	5	–	–	–	0,10
Итого:	4413	3700	437	276	8	8,0

0,3 мЗв/год. Только в 713 населенных пунктах четырех областей, а именно в Брянской, Калужской, Орловской и Тульской областях, СГЭД₉₀ превышает 0,3 мЗв/год. В Брянской области, подвергшейся наибольшему радиоактивному загрязнению в результате аварии на ЧАЭС, по состоянию на 2014 год имеются 276 НП, в которых СГЭД₉₀ превышает 1 мЗв/год, причем в 8 из них СГЭД₉₀ превышает 5 мЗв/год.

Таким образом, если руководствоваться только дозовым критерием (средняя годовая эффективная доза облучения населения превышает 1 мЗв/год), то по состоянию на 2014 год к зонам радиоактивного загрязнения можно отнести всего 276 НП.

Кроме СГЭД₉₀ были оценены и средние годовые эффективные дозы облучения критических групп жителей НП (СГЭД_{крит}) и фактические средние годовые эффективные дозы облучения жителей НП (СГЭД_{факт}). Методика их определения описана в документах [12, 13]. Как и по СГЭД₉₀, в 13 из 14 пострадавших вследствие аварии на ЧАЭС субъектах Российской Федерации нет ни одного НП, в которых СГЭД_{крит} превышает 1,0 мЗв/год (табл. 5). Лишь в 299 НП Брянской области СГЭД_{крит} превышают

1,0 мЗв/год. При этом максимальное значение СГЭД_{крит} составляет 5,9 мЗв/год, а СГЭД_{факт} – 3,1 мЗв/год. Тем не менее, максимальное значение дозы облучения, которую могли бы получить жители в условиях отсутствия активных мер радиационной защиты и самоограничений в потреблении местных пищевых продуктов (СГЭД₉₀), составляет 8,0 мЗв/год.

Следовательно, если за критерий отнесения к зонам радиоактивного загрязнения принять условие: СГЭД_{крит} > 1 мЗв/год, то к зонам радиоактивного загрязнения по дозовому критерию в настоящее время могли бы быть отнесены 299 НП юго-западных районов Брянской области.

Оценка количества НП, отнесенных к зоне радиоактивного загрязнения, в зависимости от плотности радиоактивного загрязнения и типов почв

К зонам радиоактивного загрязнения отнесено 4413 НП, однако критерию по плотности радиоактивного загрязнения почвы ¹³⁷Cs выше 37 кБк/м² (1 Ки/км²) по состоянию на 2014 год соответствуют только 2701 населенных пунктов (табл. 6).

Таблица 5

Распределение НП Брянской области по величине годовой эффективной дозы

Параметр	Интервалы доз, мЗв/год				Максимум
	< 0,3	0,3 – 1,0	> 1,0	в том числе, > 5,0	
СГЭД ₉₀	417	285	276	8	8,0
СГЭД _{крит}	351	328	299	2	5,9
СГЭД _{факт}	654	287	37	–	3,1

Таблица 6

Распределение НП различных субъектов Российской Федерации, отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения, по плотности загрязнения почвы ¹³⁷Cs (по данным Росгидромета на 01.01.2014 г.)

Субъект РФ	Количество НП в интервалах плотности загрязнения, Ки/км ²			
	1–5	5–15	15–40	> 40
Белгородская	15	–	–	–
Брянская	408	268	60	6
Воронежская	19	–	–	–

Субъект РФ	Количество НП в интервалах плотности загрязнения, Ки/км ²			
	1–5	5–15	15–40	> 40
Калужская	225	15	–	–
Курская	89	–	–	–
Ленинградская	1	–	–	–
Липецкая	22	–	–	–
Республика Мордовия	6	–	–	–
Орловская	487	–	–	–
Пензенская	11	–	–	–
Рязанская	137	–	–	–
Тамбовская	–	–	–	–
Тульская	905	27	–	–
Ульяновская	–	–	–	–
Итого:	2 325	310	60	6

В соответствии с ФЗ № 1244-1 перечни НП, находящихся в зонах радиоактивного загрязнения, пересматривались Постановлениями Правительства в 1997, 2005, 2015 гг. [2-4]. В 1991 году к зонам радиоактивного загрязнения были отнесены 6 884 НП в 14 субъектах Российской Федерации [1]. В 1997 году, при первом пересмотре перечня, в списке осталось 4342 НП, а в 2005 году, при втором пересмотре перечня, список НП увеличился до 4413, в связи с многочисленными обращениями граждан в Правительство Российской Федерации. В 2015 году, при последнем пересмотре, список НП, отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения, уменьшился на 559 НП и составил 3854 НП.

Таким образом, по состоянию на 2014 год отнесению к зонам радиоактивного загрязнения в соответствии с критериями, установленными ФЗ № 1244-1 (статья 7), подлежал 2701 населенный пункт, а фактически, в перечень 2015 года включено 3854 НП.

Установлено, что содержание ¹³⁷Cs, как в сельскохозяйственных пищевых продуктах, так и в дикорастущих, произведенных на радиоактивно загрязненных территориях, зависит не только от плотности радиоактивного загрязнения, но и от групп и типов почв. В качестве примера, в таблице 7 приведены предельные значения плот-

ности загрязнения ¹³⁷Cs дерново-подзолистых песчаных и супесчаных почв, при которых возможно получение молока, говядины, и картофеля, удовлетворяющих санитарным правилам и нормативам [8, 9, 14].

Таблица 7

Предельные значения плотности загрязнения дерново-подзолистых песчаных и супесчаных почв ¹³⁷Cs, Ки/км², при которых возможно получение сельхозпродукции, удовлетворяющей санитарным правилам и нормативам

Пищевой продукт		
Молоко	Говядина	Картофель
6,8	2,5	36

На основе изучения и анализа влияния групп и типов почв, характерных для различных НП, на формирование доз облучения населения, проведена оценка количества НП из числа отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения, в которых плотность загрязнения почвы ¹³⁷Cs на 2014 год равна или превышает 1,0 Ки/км², и в которых содержание ¹³⁷Cs в местных пищевых продуктах может превысить допустимые уровни, установленные санитарными правилами и нормативами [8, 9] – таблица 8.

Таблица 8

Оценка количества НП, отнесенных к зоне радиоактивного загрязнения, в которых содержание ¹³⁷Cs в пищевых продуктах может превысить допустимые уровни

Область, регион	Количество НП (установленные зоны радиоактивного загрязнения)	Количество НП, в которых плотность загрязнения почвы ¹³⁷ Cs равна или превышает 1,0 Ки/км ²	Количество НП, в которых содержание ¹³⁷ Cs в пищевых продуктах может превысить допустимые уровни (по СанПиН 2.3.2.1078-01)
Белгородская	79	15	–
Брянская	978	742	335
Воронежская	79	19	–
Калужская	353	240	2
Курская	168	89	–
Ленинградская	29	1	–
Липецкая	75	22	–

Область, регион	Количество НП (установленные зоны радиоактивного загрязнения)	Количество НП, в которых плотность загрязнения почвы ^{137}Cs равна или превышает 1,0 Ки/км ²	Количество НП, в которых содержание ^{137}Cs в пищевых продуктах может превысить допустимые уровни (по СанПиН 2.3.2.1078-01)
Орловская	964	487	–
Пензенская	35	11	–
Рязанская	320	137	–
Тамбовская	6	–	–
Тульская	1306	932	–
Ульяновская	5	–	–
Республика Мордовия	16	6	–
Итого:	4413	2701	337

Следовательно, с учетом имеющихся групп и типов почв и средней плотности загрязнения ^{137}Cs НП, отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения, только в 335 НП Брянской области и в 2 НП Калужской области содержание ^{137}Cs в сельхозпродукции местного производства может превысить допустимые уровни.

Следует также отметить, что критерии, установленные ФЗ № 1244-1 для отнесения пострадавших в результате аварии на Чернобыльской АЭС НП к зонам радиоактивного загрязнения по величине средней годовой эффективной дозы облучения населения в 1 мЗв/год (СГЭД₉₀) и плотности радиоактивного загрязнения почвы ^{137}Cs в 1 Ки/км², которые принимались по состоянию на 1991 год, в настоящее время не соответствуют друг другу по величине. Годовая эффективная доза техногенного облучения населения, проживающего на радиоактивно-загрязненной территории с плотностью загрязнения ^{137}Cs менее 1 Ки/км², на конец 2014 года значительно меньше 1 мЗв/год и составляет от 0,01 до 0,3 мЗв/год [11].

Приведенные выше материалы свидетельствуют о том, что в большинстве субъектов Российской Федерации, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате аварии на ЧАЭС, улучшение радиационной обстановки позволяет вывести преобладающую часть НП из зоны радиоактивного загрязнения. В этих НП население может проживать и вести хозяйственную деятельность без ограничений по радиологическому фактору.

Однако, авария на ЧАЭС, как уже упоминалось не раз, это не только радиологическая проблема, но и социально-экономическая. И в последнее десятилетие социально-экономические проблемы доминируют при решении вопросов вывода НП из зон радиоактивного загрязнения. Следовательно, кроме решения радиологических вопросов, не менее важным является и решение социально-экономических проблем населения, проживающего на территориях, отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения.

Выбор и обоснование критериев перевода населенных пунктов, отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения, к условиям нормальной жизнедеятельности

На протяжении последнего десятилетия все чаще поднимается вопрос о выводе НП из зон радиоактивного за-

грязнения [15, 16]. Однако, как уже упоминалось выше, критерии перевода территорий к условиям нормальной жизнедеятельности населения в настоящее время не разработаны. Отсутствие четких критериев перевода к нормальной жизнедеятельности населения породило ощущение вечности последствий Чернобыльской аварии. Поэтому введение таких критериев должно быть достаточно мягким, а их обоснованность, с точки зрения обеспечения социальной и радиационной защиты населения, бесспорной.

В проектах рекомендаций МАГАТЭ, разработанных с участием российских ученых и специалистов, под нормальной жизнедеятельностью понимается проживание населения, использование им ареала обитания, ведение хозяйственной деятельности без ограничений по радиологическому фактору и проведения специальных реабилитационных мероприятий [17].

Необходимым условием перевода населения отдельных НП к условиям нормальной жизнедеятельности является соблюдение следующих требований:

- обеспечение выполнения гигиенических нормативов радиационной безопасности (обеспечение условий безопасного проживания);
- обеспечение возможности ведения на загрязненной территории хозяйственной деятельности без применения специальных мероприятий по снижению содержания ^{137}Cs в производимой продукции (обеспечение условий нормальной хозяйственной деятельности).

Критерий обеспечения условий безопасного проживания

Годовая эффективная доза является количественной характеристикой возможных вредных последствий облучения. Снижение годовой эффективной дозы, получаемой населением за счет радиоактивного загрязнения территории в результате аварии на ЧАЭС, до величины, меньшей некоторого заданного количественного критерия, должно означать, что данная территории более не представляет радиационной опасности для проживающего на ней населения, т.е. обеспечивается приемлемый уровень защищенности настоящего и будущего поколений людей от вредного для их здоровья воздействия ионизирующего излучения.

В качестве численной величины такого критерия предлагается выбрать 1,0 мЗв в год, рассматривая его

как среднюю дозу облучения критической группы населения. При выполнении этого условия и для всех жителей НП безусловно будут выполняться условия радиационной безопасности в отношении техногенного облучения. Применительно к условиям проживания на загрязненных вследствие аварии на ЧАЭС территориях под средней годовой эффективной дозой облучения критической группы населения, в соответствии с разработанной методикой [13], следует понимать среднюю дозу у 10% жителей данного НП, имеющих наибольшие (максимальные), по сравнению с остальными, индивидуальные дозы облучения.

Общепринятым является применение данного критерия к ограничению техногенного облучения населения за счет нормальной эксплуатации радиационных объектов (п. 5.2 НРБ-99/2009). Поэтому соответствие данного критерия условиям обеспечения радиационной безопасности не вызовет сомнений ни у специалистов-радиологов, ни у населения. Очень важен для населения и психологический аспект эквивалентности данного критерия условиям радиационной безопасности при «нормальной эксплуатации» техногенных источников.

Важным является и то, что численное значение данного критерия укладывается в рекомендуемую Публикацией 103 МКРЗ [18] область от 1,0 до 20 мЗв. Формулирование данного критерия в терминах реальной дозы, которая может быть однозначно определена для любого НП, в том числе и путем измерений, позволит избежать возможности манипулирования процедурой его определения, которая имела место для используемой в настоящее время для целей зонирования величины $СГЭД_{90}$.

В то же время, реальные величины средних доз облучения критической группы населения НП не слишком сильно отличаются от рассчитанных значений $СГЭД_{90}$, что упрощает их практическое внедрение. Существенно и то, что методика определения средних доз облучения критической группы населения для загрязненных территорий России в настоящее время достаточно хорошо проработана, методически обеспечена и практически апробирована [19].

Критерий обеспечения условий нормальной хозяйственной деятельности

За критерий восстановления условий нормальной хозяйственной деятельности на территории НП и его ареала предлагается принять снижение плотности загрязнения почвы ^{137}Cs до уровней, позволяющих производить на этой территории традиционную сельскохозяйственную продукцию, удовлетворяющую санитарным правилам и нормативам, без применения специальных мер по снижению содержания в них ^{137}Cs . При этом должны учитываться имеющиеся в данном НП и в его ареале группы и типы почв и виды производимой сельскохозяйственной продукции.

Реализация концепции перевода территорий, отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения, к условиям нормальной жизнедеятельности населения

Для реализации концепции перевода территорий, отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения, к условиям нормальной жизнедеятельности населения необходимо отделить радиологические проблемы от социально-экономических и решать их по отдельности.

1. Для решения социально-экономических вопросов перевода территорий, отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения, к условиям нормальной жизнедеятельности населения необходимо внести изменения в закон Российской Федерации «О социальной защите граждан, подвергшихся воздействию радиации на Чернобыльской АЭС», предусмотрев в нем сохранение всех льгот, установленных данным законом, для населения, проживающего в НП, отнесенных в настоящее время к зонам радиоактивного загрязнения, и в последующие годы их жизни, после перевода НП к условиям нормальной жизнедеятельности населения.

Основанием для данного предложения является, кроме всего прочего, и тот факт, что основную часть дозы облучения население зон радиоактивного загрязнения уже получило, а радиационные риски от полученной дозы сохраняются на всю жизнь.

2. Для ввода в действие предлагаемых радиологических критериев перевода территорий, отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения, к условиям нормальной жизнедеятельности населения, необходимо:

– внести изменения в закон Российской Федерации «О социальной защите граждан, подвергшихся воздействию радиации на Чернобыльской АЭС» и включить в него данные критерии;

– дополнить Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009) радиологическими критериями перевода территорий, отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения, к условиям нормальной жизнедеятельности населения.

Требования к процедуре перевода населенных пунктов, отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения, к условиям нормальной жизнедеятельности населения

Как уже отмечалось, необходимым условием перевода отдельных НП к условиям нормальной жизнедеятельности населения, является совместное соблюдение следующих требований:

– обеспечение выполнения для населения общепринятых требований радиационной безопасности (обеспечение условий безопасного проживания);

– обеспечение возможности ведения на загрязненной территории хозяйственной деятельности без применения специальных мероприятий по снижению содержания ^{137}Cs в продукции местного производства.

Однако эти требования не являются достаточными. Для реализации перевода НП к нормальной жизнедеятельности населения необходимо выполнить целый ряд дополнительных требований [20]:

1. На основе результатов проводимого радиационного мониторинга должен быть составлен план перевода НП к нормальной жизнедеятельности населения, определяющий ожидаемую дату такого перевода. По результатам текущего мониторинга он должен корректироваться не реже, чем 1 раз в 5 лет.

2. За 5 лет до ожидаемого перевода к условиям нормальной жизнедеятельности населения для каждого НП должна быть разработана программа, предусматривающая комплекс мероприятий по обеспечению этого перевода без снижения уровня жизни населения. Она должна быть представлена населению данного НП. Ежегодно ре-

зультаты выполнения этой программы должны доводиться до жителей НП.

3. После перевода НП к условиям нормальной жизнедеятельности необходимо продолжать проведение радиационного мониторинга, определять годовые дозы техногенного облучения населения и осуществлять регистрацию лиц, накопленная доза техногенного облучения которых превысила 70 мЗв.

Литература

1. Постановление Правительства РФ от 25 декабря 1992 г. N 1008 «О режиме территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС» (с изм. и доп.).
2. Постановление Правительства РФ от 18.12.1997 № 1582 «Об утверждении перечня населенных пунктов, находящихся в границах зон радиоактивного загрязнения вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС».
3. Постановление Правительства РФ от 07.04.2005 № 197 «Об изменении перечня населенных пунктов, находящихся в границах зон радиоактивного загрязнения вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС».
4. Постановление Правительства РФ от 08.10.2015 № 1074 «Об утверждении перечня населенных пунктов, находящихся в границах зон радиоактивного загрязнения вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС».
5. Закон РФ от 15 мая 1991 г. № 1244-1 «О социальной защите граждан, подвергшихся воздействию радиации вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС» (с изм. и доп.).
6. Методические рекомендации по санитарному контролю за содержанием радиоактивных веществ в объектах внешней среды. Под ред. А.Н. Мареев и А.С. Зыковой. М., МЗ СССР, 1980, - 336 с.
7. Методика выполнения измерений. Удельная активность цезия-137 и стронция-90 в пробах пищевой и сельскохозяйственной продукции, почвы и других объектов внешней среды. Свидетельство ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» Федерального государственного агентства по техническому регулированию и метрологии № 1730/08 от 08 декабря 2008 г. С.-Пб, 2008.
8. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы (СанПиН 2.3.2.1078-01). Гигиенические требования к безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. - введ. 01.09.2002. - М. - 2002. - 273 с.
9. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы (СанПиН 2.3.2.2650-10) – доп. и изм. № 18 к (СанПиН 2.3.2.1078-01). - введ. 03.09.2010. - М. - 2010. - 10 с.
10. Онищенко, Г.Г. Радиационно-гигиенические и медицинские последствия Чернобыльской аварии: итоги и прогноз / Г.Г. Онищенко // Радиационная гигиена. - 2011. - Т.4, № 2. - С. 23-30.
11. Брук, Г.Я. Средние годовые эффективные дозы облучения в 2014 году жителей населенных пунктов Российской Федерации, отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС (для целей зонирования населенных пунктов)/Г.Я. Брук, А.Б. Базюкин, А.А. Братилова [и др.] // Радиационная гигиена. - 2015. - Т.8., № 2. - С. 32-128.
12. Методические указания. 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).- введ. 23.10.1999.-М.-1999. - 11 с.
13. Методические указания. Оценка средних годовых эффективных доз облучения критических групп жителей населенных пунктов Российской Федерации, подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие аварии на Чернобыльской АЭС (МУ 2.6.1.2003-05): утв. и введ. 1.10.2005 г.
14. Шутов, В.Н. Оценка уровней поверхностного загрязнения территории цезием-137, при которых возможно превышение нормативов содержания радионуклидов в пищевых продуктах/ В.Н. Шутов, Г.Я. Брук, А.Н. Барковский [и др.]// Здоровье населения и среда обитания (ЗНИСО). - М. - 2004. - № 4. - С. 20-23.
15. Барковский А.Н. Разработка радиационно-гигиенических критериев и требований по обеспечению процедуры перевода населенных пунктов от условий радиационной аварии к условиям нормальной жизнедеятельности населения / А.Н. Барковский, Г.Я. Брук, И.К. Романович// Здоровье населения и среда обитания (ЗНИСО).- 2011.- № 4 (217). - С.14-17.
16. Брук, Г.Я. Радиационно-гигиенические критерии и требования по обеспечению процедуры перехода населенных пунктов, пострадавших вследствие аварии на Чернобыльской АЭС/Г.Я. Брук, А.Н. Барковский, И.К. Романович// Санитарный врач. -2013. -№ 1. -С.50-52.
17. Рекомендации по поэтапному возврату территорий, пострадавших в результате аварии на Чернобыльской АЭС, к условиям нормальной жизнедеятельности (по радиологическому фактору): раб. матер. – Вена: МАГАТЭ, 2016 - 52 с.
18. ICRP 2007. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103. Ann. ICRP 37 (2-4), Elsevier, 2007.
19. Кравцова, О.С. Оценка текущих доз облучения критических групп населения, проживающих на радиоактивно загрязненных территориях: автореферат. дисс. канд. биол. наук: 14.02.01 / О.С. Кравцова.- Санкт-Петербург.- 2010. – 24с.
20. Методические рекомендации. Критерии и требования по обеспечению процедуры перехода населенных пунктов от условий радиационной аварии к условиям нормальной жизнедеятельности населения (МР 6.2.1.0055-11): утв. и введ. 30.12.2011 г. - М. - 2012. - 15 с.

Поступила: 16.02.2016

Романович Иван Константинович – доктор медицинских наук, профессор, директор Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева, Санкт-Петербург, Россия. Адрес: 197101, Санкт-Петербург, ул. Мира, д. 8. Тел.: (812)233-53-63; e-mail: I.Romanovich@niirg.ru

Брук Геннадий Яковлевич – кандидат технических наук, старший научный сотрудник, заведующий лабораторией внутреннего облучения Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева. Адрес: 197101, Санкт-Петербург, ул. Мира, д. 8. Тел.: (812)232-73-46; e-mail: Gen-Bruk@yandex.ru

Барковский Анатолий Николаевич – заведующий лабораторией внешнего облучения Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева. Адрес: 197101, Россия, Санкт-Петербург, ул. Мира, д. 8. Тел.: 8(812)232-04-54; e-mail: ANBarkovski@yandex.ru

Братилова Анжелика Анатольевна – научный сотрудник лаборатории внутреннего облучения Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева. Адрес: 197101, Санкт-Петербург, ул. Мира, д. 8. Тел.: (812)232-73-46; e-mail: bratilova@gmail.com

Громов Алексей Валерьевич – заведующий лабораторией аварийного реагирования Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева. Адрес: 197101, Санкт-Петербург, ул. Мира, д. 8. Тел.: (812)309-03-13; e-mail: gromovaleks@yandex.ru

Кадука Марина Валерьевна – заведующая радиохимической лабораторией Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева. Адрес: 197101, Санкт-Петербург, ул. Мира, д. 8. Тел.: (812)232-73-46; e-mail: kaduka@mail.ru

• **Романович И.К., Брук Г.Я., Барковский А.Н., Братилова А.А., Громов А.В., Кадука М.В. Обоснование Концепции перевода населенных пунктов, отнесенных в результате аварии на Чернобыльской АЭС к зонам радиоактивного загрязнения, к условиям нормальной жизнедеятельности населения//Радиационная гигиена. – 2016. – Т9, №1. – С. 6–18.**

Substantiation of the concept of transfer to conditions of normal population activity of the settlements considered to be zones of radioactive contamination after the Chernobyl NPP accident

Romanovich Ivan K. – Doctor of Medical Sciences, Professor, Director of St. Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P. V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human WellBeing (Mira street, 8, St. Petersburg, 197101, Russia; e-mail: I.Romanovich@niirg.ru)

Bruk Gennadiy Ya. – Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher, Head of the Internal Exposure Laboratory, St. Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P. V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human WellBeing (Mira St., 8, St. Petersburg, 197101, Russia; e-mail: Gen-Bruk@yandex.ru)

Barkovskiy Anatoliy N. – Head of the External Exposure Laboratory, St. Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P. V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human WellBeing (Mira St., 8, St. Petersburg, 197101, Russia; e-mail: ANBarkovsky@yandex.ru)

Bratilova Anzhelika A. – Researcher of the Internal Exposure Laboratory, St. Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P. V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human WellBeing (Mira St., 8, St. Petersburg, 197101, Russia; e-mail: bratilova@gmail.com)

Gromov Aleksey V. – Head of emergency reaction laboratory of the Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human WellBeing (Mira St., 8, St. Petersburg, 197101, Russia; e-mail: gromovaleks@yandex.ru)

Kaduka Marina V. – Candidate of Biological Sciences, Head of Radiochemical Laboratory, St. Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P. V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human WellBeing. (Mira St., 8, St. Petersburg, 197101, Russia; e-mail: kaduka@mail.ru)

Abstract

The article contains substantiation of criteria of return of territories with radioactive pollution caused by Chernobyl NPP accident to conditions of normal population activity. It is established that in 12 entities of the Russian Federation (except Bryansk and Kaluga regions) all agricultural food produce, including that from the personal part-time farms, corresponds to hygienic specifications. Non- corresponding to the standard SanPiN 2.3.2.1078-01 on ¹³⁷Cs are part of the milk samples produced at personal part-time farms of the Bryansk region and most of natural foodstuff samples (berries, mushrooms, fish and wild animals meat) in Bryansk and Kaluga regions. The content of ¹³⁷Cs both in agricultural and in wild-growing foodstuff produced at radioactively contaminated territories depends not only on the density of radioactive pollution, but also on

✉ **Romanovich Ivan K.**

The Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev.

Address for correspondence: Mira street, 8, St. Petersburg, 197101, Russia; E-mail: I.Romanovich@niirg.ru

the types of soil. The average settlement annual effective dose of population irradiation (AAED90) in the 3700 among 4413 settlements as of 2014 was below 0.3 mSv/year. Only in 713 settlements of Bryansk, Kaluga, Oryol and Tula regions the AAED90 exceeds 0.3 mSv/year. In the Bryansk region, once subject to the greatest radioactive contamination, in 276 settlements AAED90 exceeds 1 mSv/year, and in 8 of them - 5 mSv/year.

The legislation of the Russian Federation defines only criteria and requirements for consideration of the suffered territories as zones of radioactive contamination. Requirements on transfer of territories polluted by radiation accidents and their population to normal life activity conditions (regarding the radiological factor) are not developed.

Radiological criteria are suggested for transfer of the settlements considered to be the zone of radioactive pollution to conditions of normal life activity: average irradiation dose of critical population group: 1.0 mSv per year and lower (AAED crit); decrease of radionuclide soil contamination density to the level enabling to use the territory for traditional agricultural production meeting sanitary requirements without special measures for decrease of the ^{137}Cs or other radionuclides content.

Keywords: radiation accident, Chernobyl NPP, zone of radioactive contamination, radionuclides, contamination density, specific activity, effective doses, condition of normal population activity

References.

1. Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 25.12.1992 g. N 1008 «O rezhime territorij, podvergshisja radioaktivnomu zagrazneniju vsledstvie katastrofy na Chernobyl'skoj AES» (s izm. i dop.) [Order of the Russian Federation Government dd December, 25, 1992 No 1008 "About the mode of territories subject to radioactive pollution caused by Chernobyl NPP accident «(amended and supplemented)», M, 1992.

2. Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 18.12.1997 № 1582 «Ob utverzhdenii perechnja naselennyh punktov, nahodjashchisja v granicah zon radioaktivnogo zagraznenija vsledstvie katastrofy na Chernobyl'skoj AES» [Order of the Russian Federation Government dd 18.12.1997 No 1582 "On approval of the list of settlements within the boundaries of radioactive pollution zones caused by Chernobyl NPP accident "], M, 1997.

3. Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 07.04.2005 № 197 «Ob izmenenii perechnja naselennyh punktov, nahodjashchisja v granicah zon radioaktivnogo zagraznenija vsledstvie katastrofy na Chernobyl'skoj AES» [Order of the Russian Federation Government dd 07.04.2005 No 197 "On modification of the list of settlements within the boundaries of radioactive pollution zones caused by Chernobyl NPP accident "], M, 2005.

4. Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 08.10.2015 № 1074 «Ob utverzhdenii perechnja naselennyh punktov, nahodjashchisja v granicah zon radioaktivnogo zagraznenija vsledstvie katastrofy na Chernobyl'skoj AES» [Order of the Russian Federation Government dd 08.10.2015 No 1074 "On approval of the list of settlements within the boundaries of radioactive pollution zones caused by Chernobyl NPP accident "], M, 2015.

5. Zakon RF ot 15 maja 1991 g. N 1244-1 «O social'noj zashhite grazhdan, podvergshisja vozdejstviyu radiacii vsledstvie katastrofy na Chernobyl'skoj AES» (s izm. i dop.) [Russian Federation Law dd May, 15, 1991 No 1244-1 "On social protection of citizens subject to radiation caused by Chernobyl NPP accident" (amended and supplemented)], M, 1991.

6. Marey A.N., Zykova A.S. Methodical recommendations on sanitary control of radioactive substances content in

environment objects. M., USSR Ministry of Health, 1980, 336 pp.

7. Measurements performance technique. Specific activity of caesium-137 and strontium-90 in samples of food and agricultural products, of soil and other environment objects: certificate of FSUE "D.I. Mendeleev Institute for Metrology (VNIIM)" Federal State Agency on Technical Regulation and Metrology No 1730/08, 8 December 2008. SPb, 2008.

8. Sanitarno-jepidemiologicheskie pravila i normativy (SanPiN 2.3.2.1078-01). Gigienicheskie trebovanija k bezopasnosti i pishhevoj cennosti pishhevych produktov [Sanitary and epidemiologic rules and specifications (SanPiN 2.3.2.1078-01). Hygienic requirements to foodstuff safety and nutrition value], approved and introduced on 01 September 2002. M, 2002, 273 p.

9. Sanitarno-jepidemiologicheskie pravila i normativy (SanPiN 2.3.2.2650-10) – dop. i izm. № 18 k (SanPiN 2.3.2.1078-01) [Sanitary and epidemiologic rules and specifications (SanPiN 2.3.2.2650-10) – as amended and supplemented No 18 to (SanPiN 2.3.2.1078-01)], approved and introduced on September 03 2010, M, 2010, 10 p.

10. Onishchenko, G.G. Radiacionno-gigienicheskie i medicinskie posledstvija Chernobyl'skoj avarii: itogi i prognoz [Radiation, hygienic and medical consequences of Chernobyl accident: results and forecast]. Radiation Hygiene - Radiacionnaja gigiena, 2011, T.4., № 2, pp.23-30.

11. Bruk G.Ja., Bazyukin A.B., Bratilova A.A. Srednie godovye jeffektivnye dozy obluchenija v 2014 godu zhitel'ej naselennyh punktov Rossijskoj Federacii, otnesennyh k zonam radioaktivnogo zagraznenija vsledstvie katastrofy na Chernobyl'skoj AES (dlja celej zonirovanija naselennyh punktov)[2014 average annual effective irradiation doses of population in the Russian Federation settlements considered to be zones of radioactive pollution caused by Chernobyl NPP accident (for zoning of settlements)]. Radiacionnaja gigiena - Radiation Hygiene, 2015, T.8, № 2, pp. 32-128.

12. Metodicheskie ukazanija. «Zonirovanie naselennyh punktov Rossijskoj Federacii, podvergshisja radioaktivnomu zagrazneniju vsledstvie avarii na Chernobyl'skoj AES, po kriteriju godovoj dozy obluchenija naselenija (MU 2.6.1.784-99) [Methodical instructions. "Zoning of the Russian Federation settlements subject to radioactive pollution due to Chernobyl

NPP accident by criterion of population irradiation annual dose (MI 2.6.1.784-99)], enacted on October 23 1999, M, 1999, 11 p.

13. Metodicheskie ukazaniya. Ocenka srednih godovyh jeffektivnyh doz obluchenija kriticheskikh grupp zhitelej naselennykh punktov Rossijskoj Federacii, podvergnushisja radioaktivnomu zagrazneniju vsledstvie avarii na Chernobyl'skoj AES (MU 2.6.1.2003-05) [Methodical instructions. Assessment of average annual effective irradiation doses of critical population groups in the Russian Federation settlements subject to radioactive pollution caused by Chernobyl NPP accident (MI 2.6.1.2003-05)], approved and introduced on October 1 2005, M, 2012, 15 p.

14. Shutov, V.N. Ocenka urovnej poverhnostnogo zagraznenija territorii ceziem-137, pri kotorykh vozmozhno prevyshenie normativov sodержaniya radionuklidov v pishhevyykh produktah [Assessment of the territory caesium-137 surface pollution level which may cause non-compliance with specifications on radionuclides content in food products]. Zdorov'e naselenija i sreda obitanija (ZNiSO) - Population Health and Inhabitancy (PHI), 2004, № 4, pp.20-23.

15. Barkovskiy A.N. Razrabotka radiacionno-gigienicheskikh kriteriev i trebovanij po obespecheniju procedury perevoda naselennykh punktov ot uslovij radiacionnoj avarii k uslovijam normal'noj zhiznedejatel'nosti naselenija [Development of radiation and hygienic criteria and requirements for procedure of transfer of settlements from conditions of radiation accident to conditions of normal population activity]. Zdorov'e naselenija i sreda obitanija (ZNiSO) - Population Health and Inhabitancy (PHI), 2011, No 4 (217), pp. 14-17

16. Bruk G.Ja., Barkovskiy A.N., Romanovich I.K. Radiacionno-gigienicheskie kriterii i trebovanija po obespecheniju procedury perehoda naselennykh punktov,

postradavshih vsledstvie avarii na Chernobyl'skoj AES. [Radiation and hygienic criteria and requirements for transition procedure of the settlements affected by Chernobyl NPP accident]. Sanitarian - Sanitarnyj vrach, 2013, № 1, pp. 50-52.

17. Rekomendacii po pojetapnomu vozvratu territorij, postradavshih v rezul'tate avarii na Chernobyl'skoj AES, k uslovijam normal'noj zhiznedejatel'nosti (po radiologicheskomu faktoru): rab. mater. [Recommendations on stage-by-stage transfer of the territories affected by Chernobyl NPP accident to conditions of normal life activity (regarding the radiological factor): work materials], Vena, MAGATJe, 2016, 52 p.

18. ICRP, 2007. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103. Ann. ICRP 37 (2-4), Elsevier, 2007.

19. Kravtsova, O.S. Ocenka tekushchih doz obluchenija kriticheskikh grupp naselenija, prozhivajushchih na radioaktivno zagraznennykh territorijah: avtoreferat. diss. kand. biol. nauk: 14.02.01 [Assessment of current irradiation doses of critical population groups living in radiation polluted territories: Author's abstract. Thesis of Cand.Biol.Sci.: 14.02.01], Sankt-Peterburg, 2010, 24 p.

20. Metodicheskie rekomendacii. Kriterii i trebovanija po obespecheniju procedury perehoda naselennykh punktov ot uslovij radiacionnoj avarii k uslovijam normal'noj zhiznedejatel'nosti naselenija (MR 6.2.1.0055-11) [Methodical recommendations. Criteria and requirements for procedure of transition of settlements from conditions of radiation accident to normal population activity conditions (MR 6.2.1.0055-11)], Enacted on December 30 2011, M, 2012. 15 p.

• **Romanovich I.K., Bruk G.Ya., Barkovskiy A.N., Bratilova A.A., Gromov A.V., Kaduka M.V. Obosnovanie koncepcii perehoda naselennykh punktov, otnesennykh v rezul'tate avarii na Chernobyl'skoj AJeS k zonam radioaktivnogo zagraznenija, k uslovijam normal'noj zhiznedejatel'nosti naselenija [Substantiation of the concept of transfer to conditions of normal population activity of the settlements considered to be zones of radioactive contamination after the Chernobyl NPP accident]. Radiacionnaja gigiena - Radiation Hygiene, 2016, V9, No1, pp. 6–18.**