

Радиационная защита населения Беларуси после чернобыльской катастрофы

Я.Э. Кенигсберг¹, Н.Н. Цыбулько²

¹ Республиканский научно-практический центр гигиены, Минск, Беларусь

² Департамент по ликвидации последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС МЧС Республики Беларусь, Минск, Беларусь

В статье описана эволюция формирования концептуальных подходов и нормативных документов радиационной защиты населения после катастрофы на Чернобыльской АЭС в Республике Беларусь. Приведены схема зонирования территории Беларуси, подвергшейся радиоактивному загрязнению, и динамика количества населенных пунктов, находящихся в зонах радиоактивного загрязнения, и проживающего в них населения. Изложена методология нормирования содержания радионуклидов в пищевых продуктах. Представлены данные изменения эффективных доз облучения населения за послеаварийный период.

Ключевые слова: радиационная защита, дозы облучения, нормирование, допустимые уровни, пищевые продукты.

Формирование критериев радиационной защиты населения

Авария на Чернобыльской АЭС – самая масштабная и тяжелая в истории радиационная авария, приведшая к загрязнению окружающей среды на огромном пространстве. На значительной территории Беларуси сформировался малоподвижный запас радионуклидов, которые присутствуют практически во всех компонентах экосистем, вовлечены в геохимические и трофические циклы миграции.

Сложная радиоэкологическая ситуация в послеаварийный период потребовала кардинальных мер по организации системы радиационной защиты населения, а ее научное обоснование обусловило необходимость проведения масштабных научных исследований, не имеющих аналогов в мировой науке и практике. Результатом деятельности специалистов различных областей – радиационной гигиены, сельскохозяйственной радиологии и радиоэкологии, агрохимии и агропочвоведения явилось создание концептуально-методологической и нормативной основы регулирования и управления в области преодоления последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС, правового режима территорий радиоактивного загрязнения.

К моменту аварии на Чернобыльской АЭС в Советском Союзе действовали нормы радиационной безопасности (НРБ-76), разработанные Национальной комиссией по радиационной защите (НКРЗ) при Министерстве здравоохранения СССР. Основные положения, заложенные в НРБ-76, соответствовали рекомендациям Международной комиссии по радиологической защите (МКРЗ) того времени. В НРБ-76 устанавливались предельно допустимая доза для профессионалов и предел дозы для ограниченной части населения за календарный год, которые не вызывали неблагоприятных изменений в состоянии здоровья при равномерном облучении в течение 50 лет профессиональной деятельности и 70 лет жизни соответственно, обнаруживаемых современными методами [1].

В 1986 г. после аварии на Чернобыльской АЭС были введены критерии для ограничения облучения ликвидаторов и принятия решений по радиационной защите населения (табл. 1). На основании этих уровней вмешательства осуществлялась система защитных мероприятий (контрмер) – переселение жителей, ограничение на производство и реализацию сельскохозяйственной продукции, потребление продуктов питания. Применение жестких контрмер, основанных на указанных уровнях вмешательства, было оправдано необходимостью предотвращения высокого облучения населения.

Таблица 1

Изменение предельных значений доз облучения населения и ликвидаторов в первый послеаварийный период, мЗв в год

Норматив	Годы			
	1986	1987	1988	1989
Предельные дозы облучения ликвидаторов	250	100	100	100
Предельные дозы облучения населения	100	30	25	25

В 1988–1989 гг. НКРЗ разработана Концепция безопасного проживания на загрязненных радионуклидами территориях в отдаленный период [12]. Предлагалось установить с 1990 г. допустимый предел облучения за жизнь эффективную эквивалентную дозу, равную 350 мЗв (35 бэр), включая дозу облучения, полученную населением до 1990 г. Если в соответствии с прогнозом ожидалась доза ниже предельной, то предлагалось снять ограничения на проживание населения, а где этот уровень был выше – рекомендовалось отселение людей.

Предел дозы за жизнь (350 мЗв) – весьма консервативная величина, рассчитанная с большим запасом, исходя из требований разумной осторожности и «перестраховки» вследствие наличия целого ряда неопределенностей как научного, так и организационного характера. Консервативный подход предполагал как минимум

двукратный запас по ожидаемой дозе за 70 лет, то есть средняя прогнозируемая индивидуальная доза облучения людей составляла бы порядка 100–170 мЗв за жизнь. Однако данная Концепция вызвала многочисленные дискуссии и не была поддержана.

В 1990 г. выдвинута новая Концепция безопасного проживания, устанавливающая сверхфоновую годовую эквивалентную дозу облучения населения, равную 1 мЗв в год (70 мЗв или 7 бэр за жизнь), которая в дальнейшем положена в основу нормативных правовых документов в области преодоления последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС.

В соответствии с действующим законодательством Беларуси проживание и трудовая деятельность населения на территории радиоактивного загрязнения не требует каких-либо ограничений, если средняя годовая эффективная доза облучения населения (СГЭД) не превышает 1 мЗв над уровнем естественного и техногенного радиационного фона. При превышении СГЭД 1 мЗв над уровнем естественного и техногенного радиационного фона проводятся защитные мероприятия, а при снижении до значений в интервале от 1,0 до 0,1 мЗв – защитные мероприятия не отменяются [2, 10].

На основе данного критерия, наряду с уровнями загрязнения радионуклидами, проведено зонирование территории, подвергшейся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС. В зависимости от плотности загрязнения почв ¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr или ²³⁸, -²³⁹, -²⁴⁰Pu и (или) СГЭД выделяется 5 зон радиоактивного загрязнения (табл. 2).

Согласно действующему Перечню населенных пунктов и объектов, находящихся в зонах радиоактивного загрязнения, по состоянию на 2010 г. в зонах радиоактивного загрязнения находилось 2402 населенных пункта, в которых проживало 1141,3 тыс. человек (рис. 1). По сравнению с Перечнем 2004 г. количество населенных пунктов на территории радиоактивного загрязнения уменьшилось на 211 с общим количеством населения 153,4 тыс.

человек. Данные изменения отражают снижение плотности загрязнения территории и уменьшение доз облучения населения.

Республиканским центром радиационного контроля и мониторинга окружающей среды Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды дан прогноз изменения количества населенных пунктов Республики Беларусь, плотность загрязнения которых ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr будет соответствовать значениям, определяющим отнесение их к зонам радиоактивного загрязнения [9].

На рисунке 2 приведены прогнозные данные на период до 2050 г. (с интервалом в 10 лет) изменения количества населенных пунктов Республики Беларусь, относящихся к зонам радиоактивного загрязнения по загрязнению ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr. К 2050 г. количество населенных пунктов, отнесение которых к зонам радиоактивного загрязнения будет определяться плотностью загрязнения ¹³⁷Cs, сократится в 2 раза, а количество населенных пунктов, отнесение которых будет определяться плотностью загрязнения ⁹⁰Sr, – в 3 раза.

Таблица 2

Зонирование территории радиоактивного загрязнения

Наименование зоны	СГЭД, мЗв/год	Плотность загрязнения, Ки/км ²		
		¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	²³⁸ , - ²³⁹ , - ²⁴⁰ Pu
Проживания с периодическим радиационным контролем	< 1	1–5	0,15–0,5	0,01–0,02
С правом на отселение	1–5	5–15	0,5–2,0	0,02–0,05
Последующего отселения	> 5	15–40	2,0–3,0	0,05–0,1
Первоочередного отселения	–	> 40	> 3,0	> 0,1
Эвакуации (отчуждения)	Территория вокруг Чернобыльской АЭС, с которой в 1986 г. эвакуировано население (30-километровая зона)			



Рис. 1. Динамика количества населенных пунктов, находящихся в зонах радиоактивного загрязнения, и проживающего в них населения

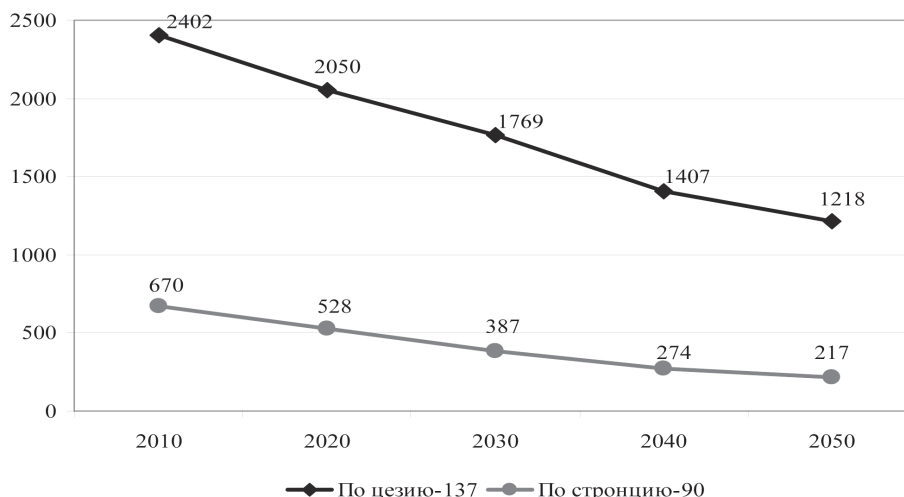


Рис. 2. Прогноз изменения количества населенных пунктов Республики Беларусь, плотность загрязнения которых ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr будет соответствовать значениям, определяющим отнесение их к зонам радиоактивного загрязнения

Нормирование содержания радионуклидов в пищевых продуктах

Гигиеническая регламентация содержания радионуклидов в пищевых продуктах, питьевой воде, сельскохозяйственном сырье – одна из основных краткосрочных и долгосрочных мер по радиационной защите населения после чернобыльской катастрофы.

Допустимые уровни содержания ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr изменялись в соответствии с годовыми квотами на внутреннее облучение и на разных этапах развития аварийной и послеаварийной ситуации в соответствии с улучшением радиационной обстановки, естественных процессов радиоактивного распада и закрепления радионуклидов в почвенном комплексе периодически пересматривались в сторону ужесточения [3].

На первых этапах после аварии действовали временные допустимые уровни содержания ¹³⁷Cs в пищевых продуктах и питьевой воде (ВДУ-86, ВДУ-88), принятые Министерством здравоохранения СССР. В 1990 г. в Беларуси разработаны национальные «Республиканские контрольные уровни содержания радионуклидов цезия и стронция в продуктах питания и питьевой воде (РКУ-90)». Нормативы РКУ-90, действовавшие на протяжении 1990–1992 гг., учитывали конкретные послеаварийные условия и были рассчитаны, чтобы за счет поступления радионуклидов с пищевыми продуктами доза внутреннего облучения критической группы населения не превышала 1,7 мЗв в год. В дальнейшем принимались республиканские допустимые уровни содержания ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в пищевых продуктах и питьевой воде (РДУ-92, РДУ-96, РДУ-99), которые обеспечивали не превышение годового дозового предела в 1 мЗв [6, 7].

В настоящее время на территории Республики Беларусь действует гигиенический норматив №10-117-99 «Республиканские допустимые уровни содержания радионуклидов ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в пищевых продуктах и питьевой воде (РДУ-99)», установленный Министерством здравоохранения в 1999 г., который регламентирует содержание ¹³⁷Cs в 20 группах пищевых продуктов, содержание ⁹⁰Sr – в 4 (табл. 3).

Таблица 3

Республиканские допустимые уровни содержания радионуклидов цезия и стронция в пищевых продуктах и питьевой воде (РДУ-99)*

н/п	Наименование продукта	Содержание радионуклида, Бк/кг, Бк/л	
		¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr
1.	Вода питьевая	10	0,37
2.	Молоко и цельномолочная продукция	100	3,7
3.	Молоко сгущенное и концентрированное	200	–
4.	Творог и творожные изделия	50	–
5.	Сыры сычужные и плавленые	50	–
6.	Масло коровье	100	–
7.	Мясо и мясные продукты, в том числе:		–
7.1.	Говядина, баранина и продукты из них	500	–
7.2.	Свинина, птица и продукты из них	180	–
8.	Картофель	80	3,7
9.	Хлеб и хлебобулочные изделия	40	3,7
10.	Мука, крупы, сахар	60	–
11.	Жиры растительные	40	–
12.	Жиры животные и маргарин	100	–
13.	Овощи и корнеплоды	100	–
14.	Фрукты	40	–
15.	Садовые ягоды	70	–
16.	Консервированные продукты из овощей, фруктов и ягод садовых	74	–
17.	Дикорастущие ягоды и консервированные продукты из них	185	–
18.	Грибы свежие	370	–
19.	Грибы сушеные	2500	–
20.	Специализированные продукты детского питания в готовом для потребления виде	37	1,85
21.	Прочие продукты питания	370	–

* – для продуктов питания, потребление которых составляет менее 10 кг/год на человека (специи, чай, мед), устанавливаются допустимые уровни, в 10 раз более высокие, чем установленные величины для прочих пищевых продуктов.

Расчет допустимых уровней радионуклидов в пищевых продуктах проводился с использованием общепринятого подхода, основанного на законодательно установленном пределе дозы облучения для населения – 1 мЗв/год, рационе питания жителей, вкладе основных компонентов рациона в поступление радионуклидов в организм, международных коэффициентов перехода от поступления к эффективной дозе внутреннего облучения. При разработке РДУ-99 использован рацион питания сельских жителей 1998 г., а дозы внутреннего облучения были рассчитаны при условии потребления в течение всего года продуктов с содержанием ^{137}Cs и ^{90}Sr на уровне нормативов. Дозы внутреннего облучения, которые может получить население при потреблении в течение всего года продуктов питания, загрязненных на уровне нормативов РДУ-99, рассчитаны по формуле:

$$E = \sum GL(A) \times M(A) \times e_{\text{ing}}(A),$$

где E – доза внутреннего облучения, мЗв в год; $GL(A)$ – допустимый уровень, Бк/кг; M – годовое потребление продукта, кг в год; e_{ing} – возраст-зависимый дозовый коэффициент (мЗв/Бк).

В соответствии с рекомендациями МАГАТЭ [16] для расчета дозы внутреннего облучения при употреблении продуктов питания, загрязненных ^{137}Cs и ^{90}Sr , использованы дозовые коэффициенты перехода от удельной активности радионуклида в продукте к дозе облучения (возраст-зависимый дозовый коэффициент) – ожидаемая эффективная доза на единицу перорального поступления. Критической группой при пероральном поступлении ^{137}Cs являются взрослые, а ^{90}Sr – дети 12–17 лет.

При обосновании допустимых уровней учитывалось, что загрязненная продукция не является импортируемой, а производится внутри страны, и потребление такой продукции составляет 100%, что наиболее характерно для территорий, загрязненных одновременно ^{137}Cs и ^{90}Sr .

После введения РДУ-99 дозы внутреннего облучения не должны были превышать 0,98 мЗв/год, в том числе за счет поступления ^{137}Cs – 0,9 мЗв/год, за счет поступления ^{90}Sr – 0,08 мЗв/год.

Динамика эффективных доз облучения населения

В первый год после аварии доминирующим фактором формирования эффективной дозы являлось внешнее облучение человека от осевших на почву и растительность радионуклидов. После 1986 г. и по настоящее время доза внутреннего облучения формируется главным образом за счет поступления ^{137}Cs в организм жителей с пищевыми продуктами. Вклад ^{90}Sr в дозу внутреннего облучения населения составляет единицы процентов. Вклад, обусловленный поступлением изотопов плутония ($^{238,239+240}\text{Pu}$) и ^{241}Am , составляет доли процентов [14].

Внутреннее облучение от радионуклидов, поступающих в организм с продуктами питания, связано в основном с потреблением молока и продукции леса (грибы, ягоды, мясо диких животных) [8, 11].

На рисунке 3 приведены данные динамики распределения населенных пунктов Республики Беларусь, расположенных в зонах радиоактивного загрязнения, в которых СГЭД облучения населения не превышает и превышает 1 мЗв за период с 1992 по 2010 г. По данным Министерства здравоохранения, в 1992 г. средняя годовая эффективная доза облучения населения превышала 1 мЗв в 1022 населенных пунктах, что составляло 29% от общего количества (3513) населенных пунктов, расположенных в зонах радиоактивного загрязнения. В 2004 г. средняя годовая эффективная доза облучения населения была выше 1 мЗв в 725 населенных пунктах из 2613, расположенных на территории радиоактивного загрязнения [4, 13].

Согласно КATALOGу средних годовых эффективных доз облучения жителей населенных пунктов Республики Беларусь, в 2010 г. средняя годовая эффективная доза облучения населения превышала 1 мЗв в 191 населенном пункте, что составляло 8% от общего количества (2402) населенных пунктов, расположенных в зонах радиоактивного загрязнения. В этих населенных пунктах проживало 48,1 тыс. человек, или 4,2% населения, проживающего на территории радиоактивного загрязнения [5].

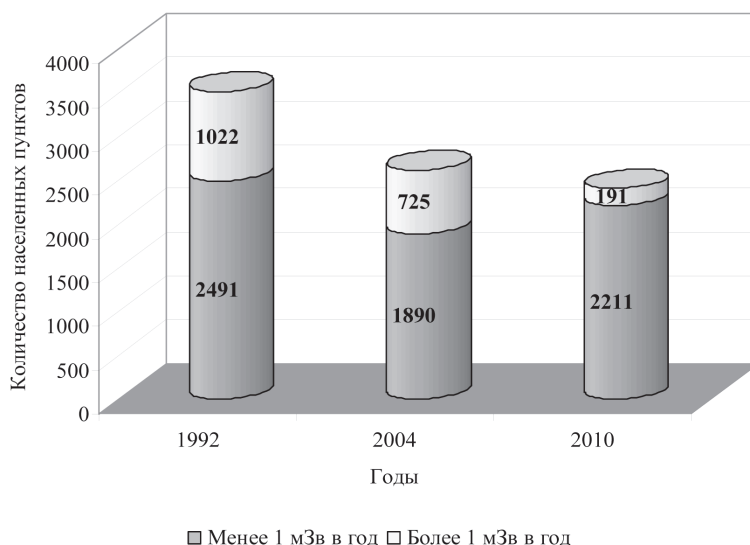


Рис. 3. Динамика распределения населенных пунктов по диапазонам средней годовой эффективной дозы облучения > 1 мЗв и < 1 мЗв

По состоянию на 2010 г. ни в одном из населенных пунктов годовая эффективная доза облучения не превысила 5 мЗв, тогда как в 2004 г. таких населенных пунктов было 3. Данные населенные пункты расположены на территории с плотностью загрязнения ^{137}Cs выше 555 кБк/м² (выше 15 Ки/км²). К дополнительным факторам формирования повышенных доз облучения в этих населенных пунктах можно отнести близость зоны отчуждения, источника загрязненной продукции леса и фуража для скота.

В таблице 4 приведены в разрезе областей данные распределения населенных пунктов Республики Беларусь, расположенных в зонах радиоактивного загрязнения, а также на территории, не относящейся к зонам радиоактивного загрязнения, по величине средней годовой эффективной дозы облучения населения.

Таблица 4

Распределение числа населенных пунктов в административных областях по величине средней годовой эффективной дозы облучения

Область	СГЭД, мЗв		Количество населенных пунктов	
	Интервал значений	Среднее значение	Единиц	% от общего количества
Брестская	≤ 0,50	0,37	103	70
	0,51–0,99	0,65	40	27
	≥ 1,00	1,28	5	3
Витебская	≤ 0,50	0,16	2	100
	0,51–0,99	–	–	–
	≥ 1,00	–	–	–
Гомельская	≤ 0,50	0,28	917	63
	0,51–0,99	0,68	386	27
	≥ 1,00	1,58	143	10
Гродненская	≤ 0,50	0,25	124	99
	0,51–0,99	0,55	1	1
	≥ 1,00	–	–	–
Минская	≤ 0,50	0,23	145	96
	0,51–0,99	0,69	6	4
	≥ 1,00	–	–	–
Могилевская	≤ 0,50	0,31	542	69
	0,51–0,99	0,67	196	25
	≥ 1,00	1,50	44	6
Всего по Беларуси	≤ 0,50	0,29	1833	69
	0,51–0,99	0,67	629	24
	≥ 1,00	1,56	193	7

В 1833 населенных пунктах (69% от общего их количества) СГЭД не превышает 0,5 мЗв. Средние значения ее колеблются от 0,16 по населенным пунктам Витебской области до 0,37 мЗв по населенным пунктам Брестской области. В 629 населенных пунктах, в основном в Гомельской (386 н.п.) и Могилевской (196 н.п.) областях, средняя годовая эффективная доза облучения жителей составляет 0,51–0,99 мЗв. Населенные пункты, в которых СГЭД достигает 1 мЗв и более, также сосредото-

чены преимущественно в районах Гомельской (143 н.п.) и Могилевской (44 н.п.) областей.

Заключение

Таким образом, за длительный период после аварии на Чернобыльской АЭС в результате естественных процессов радиоактивного распада радионуклидов и благодаря применению широкомасштабных мер радиационной защиты произошло значительное улучшение радиационной обстановки. Количество населенных пунктов на территории радиоактивного загрязнения сократилось в 1,5 раза, а количество проживающего там населения – в 1,9 раза. Существенно (примерно в 5,3 раза) уменьшилось количество населенных пунктов, где средняя годовая доза облучения населения превышает законодательно установленный предел – 1 мЗв. Ни в одном из населенных пунктов, расположенных на территории радиоактивного загрязнения, годовая эффективная доза облучения не превышает 5 мЗв.

Улучшение и стабилизация радиационной обстановки и снижение уровней облучения населения позволяют характеризовать нынешнюю послеаварийную ситуацию как ситуацию существующего облучения. В соответствии с документами МКРЗ и МАГАТЭ [15, 17] для радиационной защиты населения рекомендуется применять принципы обоснования вмешательства и оптимизации мер защиты и реабилитации.

Реализация на практике системы радиационной защиты населения при ситуации существующего облучения требует концептуального пересмотра сложившихся подходов к зонированию территорий радиоактивного загрязнения и нормированию содержания радионуклидов в пищевых продуктах, оптимизации системы радиационного контроля продуктов питания, продукции леса, сельскохозяйственного сырья и кормов, решения других вопросов.

Литература

1. Балонов, М.И. Критерии защиты населения и реабилитации территорий России в отдаленный период после чернобыльской аварии / М.И. Балонов, Л.И. Анисимова, Г.С. Перминова // Радиация и риск. – 1999. – №11. – С. 108–116.
2. Закон Республики Беларусь от 5 января 1998 г. № 122-З «О радиационной безопасности населения» // Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь. – 2008. – № 266. – 2/1537.
3. Ильин, Л.А. Радиационная защита населения при реагировании на чернобыльскую аварию / Л.А. Ильин [и др.] // Чернобыль 20 лет спустя. Стратегия восстановления и устойчивого развития пострадавших регионов. Часть I. 20 years after Chernobyl. Strategy for recovery and sustainable Development of the Affected regions. Part I: матер. международ. конф., 19–21 апр., 2006 г., Минск / Ком. по проблемам последствий катастрофы на Чернобыль. АЭС при Совете Министров Республики Беларусь. – Минск: Беларусь, 2006. – С. 72–86.
4. Каталог доз облучения жителей населенных пунктов Республики Беларусь. – Минск, 1992. – 94 с.
5. Каталог средних годовых эффективных доз облучения жителей населенных пунктов Республики Беларусь, утв. МЗ РБ 18.08.2009. – Гомель: ГУ «РНПЦ РМ и ЭЧ», 2009. – 86 с.
6. Кенигсберг, Я.Э. Гигиенические нормативы содержания цезия-137 и стронция-90 в продуктах питания: чернобыльский опыт Беларуси / Я.Э. Кенигсберг // Радиационная гигиена. – 2008. – Т.1, № 2. – С. 28–31.

7. Научные основы реабилитации сельскохозяйственных территорий, загрязненных в результате крупных радиационных аварий / под общ. ред. Н.Н. Цыбулько. – Минск: Институт радиологии, 2011. – 438 с.
8. Проблемы радиационной реабилитации загрязненных территорий. – Гомель: РНИУП «Институт радиологии», 2004. – 121 с.
9. Прогноз изменения радиационной обстановки в населенных пунктах, находящихся в зонах радиоактивного загрязнения. – Гомель: РНИУП «Институт радиологии», 2008. – 76 с.
10. Сборник нормативных правовых актов по вопросам преодоления последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС. – Минск: Институт радиологии, 2013. – 160 с.
11. Стратегии реабилитации сельских населенных пунктов, пострадавших после аварии на Чернобыльской АЭС / Рабочий документ: ТС проект RER/9/074 «Стратегии долгосрочных защитных мероприятий и мониторинг облучения населения сельских территорий, пострадавших после чернобыльской аварии. – Вена, 2007. – 75 с.
12. Факторы риска последствий Чернобыльской катастрофы / под общ. ред. А.Б. Чещевика. – Мн.: ИСПИ, 2001. – 321 с.
13. Чернобыль 20 лет спустя. Стратегия восстановления и устойчивого развития пострадавших регионов. Часть I. 20 year after Chernobyl. Strategy for recovery and sustainable Development of the Affected regions. Part I: матер. междуна-род. конф., 19-21 апр., 2006., Минск / Ком. по проблемам последствий катастрофы на Чернобыл. АЭС при Совете Министров Республики Беларусь. – Минск: Беларусь, 2006. – С. 158.
14. Четверть века после чернобыльской катастрофы: итоги и перспективы преодоления. Национальный доклад Республики Беларусь. – Минск: Департамент по ликвидации последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь, 2011. – 90 с.
15. IAEA Safety Standards. Radiation protection and safety of radiation sources: International Basic Safety Standards, General Safety Requirements, No. GSR, Part 3 (Interim). – Vienna: IAEA, 2011.
16. International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources: Safety Series №115, IAEA. – Vienna: IAEA, 1996.
17. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103 // Annals of the ICRP. – 2007. – V. 37, № 2-4. – 332 p.

Ja. E. Kenigsberg¹, N. N. Tsybulko²

Radiation protection of Belarus population of after the Chernobyl disaster

¹ Republican Scientifically-Practical Centre of Hygiene, Minsk, Belarus

² Department for the Liquidation of the Consequences of the Chernobyl NPP Accident of the Belarus Republic
Ministry of Emergency Situations, Minsk, Belarus

Abstract. The article describes the evolution of the formation of the conceptual approaches and regulation documents for the population radiation protection the after the Chernobyl disaster in Belarus. Zoning scheme showing Belarus contamination is given as well as the dynamics of the quantity of settlements located in the contaminated areas, and population living in them. The methodology of regulation of radionuclides content in the foodstuffs is stated. The data on the population effective exposure doses changing is given for the post-accident period.

Key words: radiation protection, exposure doses, regulation, permissible levels, foodstuffs.

Н.Н. Цыбулько
Тел.: (+375 17) 327-58-71
E-mail: Tsybulka@komchern.org.by

Поступила: 21.02.2014 г.