

10. Радиационная ситуация

Радиоактивное загрязнение природной среды является наиболее серьезной экологической и социально-экономической проблемой страны.

Организованный в Беларуси после аварии на Чернобыльской АЭС радиационный мониторинг природной среды позволяет регулярно проводить оценку радиационной обстановки на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению, и прогнозировать изменение радиационно-экологического состояния природной среды в будущем с целью разработки рекомендаций по принятию управленческих решений.

По состоянию на 1 января 2009 г. площадь загрязнения Беларуси цезием-137 с уровнем выше 37 кБк/м² (1 Ки/км²) составляет 41,11 тыс. км², или 19,75% территории (табл. 10.1).

Загрязнение атмосферного воздуха

Основными показателями для оценки радиоактивного загрязнения атмосферного воздуха являются **мощность дозы гамма-излучения (МД)** и **суммарная бета-активность** естественных атмосферных выпадений.

В настоящее время на территории страны функционирует 55 дозиметрических постов, на которых ежедневно измеряются уровни МД, на 27 постах контролируются радиоактивные выпадения из приземного слоя атмосферы. На 21 дозиметрическом посту пробы для определения суммарной бета-активности отбираются ежедневно, 6 постов работают в дежурном режиме (отбор один раз в 10 дней).

В семи городах — Браславе, Гомеле, Минске, Могилеве, Мозыре, Мстиславле и Пинске — производится отбор проб радиоактивных аэрозолей в приземном слое атмосферы с использованием фильтровентиляционных установок. В Могилеве и Минске отбор проб проводится в дежурном режиме (1 раз в 10 дней), на остальных пунктах, расположенных в зонах влияния атомных электростанций сопредельных государств, — ежедневно.

В пробах радиоактивных аэрозолей ежедневно измеряются суммарная бета-активность и содержание короткоживущих радионуклидов, в первую очередь йода-131. Ежемесячно анализируется изотопный состав гамма-излучающих радионуклидов в месячных пробах радиоактивных аэрозолей,

Таблица 10.1

Площади загрязнения территории Республики Беларусь цезием-137 в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС по состоянию на 1 января 2009 г.

Область	Загрязнено территории всего		В том числе с уровнем загрязнения территории, тыс. км ²			
	тыс. км ²	% от общей площади	1–5 Ки/км ²	5–15 Ки/км ²	15–40 Ки/км ²	40 и более Ки/км ²
Брестская	3,55	10,82	3,38	0,17	—	—
Витебская	0,02	0,04	0,02	—	—	—
Гомельская	25,91	64,13	17,13	5,61	1,69	1,48
Гродненская	1,35	5,40	1,35	<0,01	—	—
Минская	1,44	3,53	1,44	<0,01	—	—
Могилевская	8,84	30,48	5,86	1,80	0,81	0,37
Республика Беларусь	41,11	19,75	29,18	7,58	2,50	1,85

а также в месячных пробах выпадений из атмосферы, объединенных в группы по территориальному признаку.

Вся информация об уровнях МД, величине суммарной бета-активности и содержанию гамма-излучающих радионуклидов в пробах атмосферного воздуха заносится в автоматизированный банк данных.

Анализ данных за период 2005–2009 гг. показал, что уровни МД, радиоактивность естественных выпадений и аэрозолей в воздухе на территории Беларуси соответствовали установившимся многолетним значениям. Радиационная обстановка на территории страны остается стабильной.

Уровни МД, превышающие доаварийные значения, регистрируются в городах, находящихся в зонах радиоактивного загрязнения — Брагине, Наровле, Славгороде, Хойниках,

Чечерске (табл. 10.2). В 2005–2009 гг. в областных городах среднегодовой уровень МД находился в пределах от 0,10 до 0,13 мкЗв/ч.

В остальных контролируемых населенных пунктах МД не превышала уровень естественного гамма-фона (до 0,20 мкЗв/ч).

В таблице 10.3 приведены среднегодовые значения суммарной бета-активности проб радиоактивных выпадений из атмосферы для некоторых городов Могилевской и Гомельской областей.

Наибольшие среднемесячные уровни суммарной бета-активности регистрируются в городах Могилевской и Гомельской областей (Могилеве, Наровле, Славгороде и Костюковичах).

В таблице 10.4 представлены среднегодовые значения суммарной бета-активности

Таблица 10.2

Максимальные значения МД в некоторых городах Беларуси за период 2005–2009 гг., мкЗв/ч

Город	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009* г.
Брагин	0,82	0,64	0,67	0,70	0,60
Наровля	0,70	0,64	0,59	0,58	0,52
Славгород	0,26	0,24	0,25	0,24	0,22
Хойники	0,29	0,27	0,24	0,26	0,24
Чечерск	0,30	0,26	0,25	0,25	0,26

* Приведены среднегодовые значения.

Таблица 10.3

Среднегодовые значения суммарной бета-активности проб радиоактивных выпадений из атмосферы в некоторых городах Беларуси за период 2005–2009 гг., Бк/м²сут.

Город	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.
Могилев	1,30	1,20	1,10	1,30	1,49
Наровля	0,60	0,70	0,60	0,70	0,69
Хойники	0,50	0,60	0,60	0,70	0,72
Брагин	0,40	0,60	0,60	0,60	0,65
Чечерск	0,60	0,50	0,50	0,60	0,59
Василевичи	0,50	0,50	0,50	0,60	0,57
Мозырь	0,40	0,40	0,60	0,50	0,48

Таблица 10.4

**Среднегодовое значение суммарной бета-активности ($\Sigma \beta$)
и содержания цезия-137 (^{137}Cs) в радиоактивных аэрозолях
приземного слоя атмосферы в 2006–2009 гг.**

Год	Мозырь		Браслав		Гомель		Минск		Могилев		Мстиславль		Пинск	
	1·10 ⁻⁵ Бк/м ³													
	Σ β	¹³⁷ Cs	Σ β	¹³⁷ Cs	Σ β	¹³⁷ Cs	Σ β	¹³⁷ Cs	Σ β	¹³⁷ Cs	Σ β	¹³⁷ Cs	Σ β	¹³⁷ Cs
2006	—	—	12,40	0,23	14,80	1,28	15,50	0,74	26,80	1,14	17,50	0,65	14,00	0,66
2007	17,80	2,40	9,30	0,24	11,60	1,19	13,80	1,18	21,90	1,19	14,60	1,01	29,10	1,45
2008	16,80	1,46	9,00	0,20	12,40	0,90	11,70	1,22	24,70	0,98	15,40	0,74	12,50	1,11
2009	15,40	1,46	11,40	0,20	14,30	0,90	17,00	1,22	24,80	0,98	18,20	0,74	13,70	1,11

и содержания цезия-137 в пробах радиоактивных аэрозолей приземного слоя атмосферы в 2006–2009 гг.

По результатам гамма-спектрометрического анализа в 2005–2009 г. в пробах аэрозолей идентифицировались следующие радионуклиды: цезий-137, калий-40, бериллий-7, свинец-210.

За период 2005–2009 гг. в пробах радиоактивных аэрозолей и выпадений из атмосферы не отмечено существенных изменений в поведении цезия-137 в атмосферном воздухе по сравнению с предыдущими годами.

По результатам гамма-спектрометрического анализа в 2005–2009 гг. в пробах аэрозолей также идентифицировались естественные радионуклиды калий-40, бериллий-7, свинец-210. Активности естественных радионуклидов в приземном слое атмосферы соответствуют средним многолетним значениям.

Контрольные уровни суммарной бета-активности, при превышении которых проводятся защитные мероприятия, составляют:

- для радиоактивных выпадений из атмосферы — $110 \text{ Бк/м}^2\text{сут.}$;
- для радиоактивных аэрозолей — $3700 \cdot 10^{-5} \text{ Бк/м}^3$.

Загрязнение поверхностных вод

Основными показателями для оценки радиоактивного загрязнения поверхностных вод являются **концентрация цезия-137 и стронция-90**.

Мониторинг радиоактивного загрязнения поверхностных вод проводится в Беларуси с 1987 года, что позволяет оценить

перенос радиоактивных веществ через трансграничные створы рек, протекающих по территории Беларуси, России и Украины.

В 2005–2009 гг. мониторинг проводился на 6 реках Беларуси, протекающих по территориям, загрязненным в результате аварии на Чернобыльской АЭС: Днепре (г. Речица), Припяти (г. Мозырь), Соже (г. Гомель), Ипути (г. Добруш), Беседи (д. Светиловичи), Нижней Брагинке (д. Гдень) и на оз. Дрисвяты (д. Дрисвяты).

Ежемесячно на основных контролируемых реках отбирались пробы воды с одновременным измерением расходов. На р. Нижней Брагинке отбор проводился 4 раза в год. Пробы воды анализировались на содержание цезия-137 и стронция-90. Относительная погрешность при измерении низких уровней активности цезия-137 в поверхностных водах составляла 25–30%.

Анализ радиоактивного загрязнения рек в 2005–2009 гг. показал, что радиационная обстановка на контролируемых водных объектах остается стабильной (рис. 10.1–10.2). За счет процессов водного переноса, седиментации взвесей на дне водоемов и естественного распада концентрации цезия-137 и стронция-90 в воде больших и средних рек значительно уменьшились. Однако для большинства контролируемых рек их активность выше доаварийных уровней.

Последние 5 лет среднегодовые концентрации цезия-137 и стронция-90 в воде рек в пределах Гомельской области были значительно ниже санитарно-гигиенических нормативов, предусмотренных Республиканскими допустимыми уровнями для питьевой воды

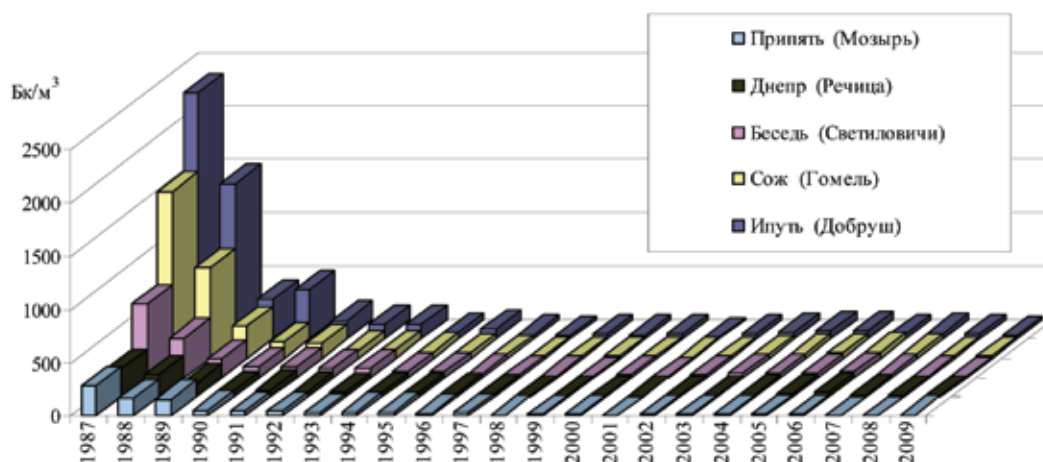


Рис.10.1. Изменение среднегодовых концентраций цезия-137 в водах рек Беларуси в 1987–2009 гг.

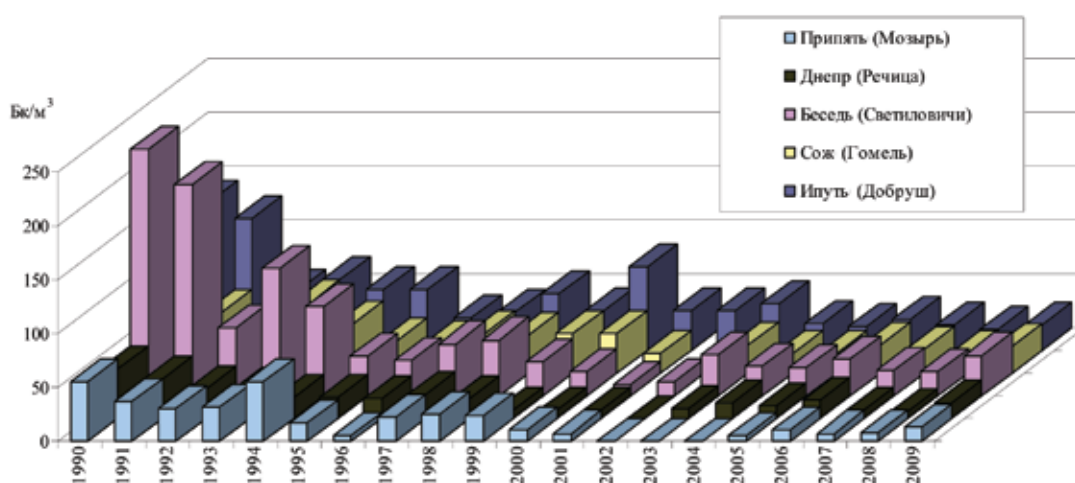


Рис. 10.2. Изменение среднегодовых концентраций стронция-90 в водах рек Беларуси в 1990–2009 гг.

(РДУ-99 для цезия-137 – 10 Бк/л и стронция-90 – 0,37 Бк/л).

Более высокое содержание радионуклидов наблюдается во время паводков в воде рек, водосборы которых полностью или частично находятся в 30-км зоне ЧАЭС. Так, увеличение активности стронция-90 в воде Нижней Брагинки (д. Гдень) отмечается в периоды весенних половодий и осенних паводков, когда в результате затопления загрязненных участков пойм происходит смыв этого радионуклида. За период 2005–2009 гг. зафиксированы превышения гигиенического норматива РДУ-99 для стронция-90 в 2–15 раз. Несмотря на то, что содержание цезия-137 приблизительно в 7–10 раз выше по сравнению с его содержанием в воде других контролируемых рек, превышение РДУ не наблюдается.

Вне зоны отчуждения Чернобыльской АЭС радиационная обстановка остается стабильной. Однако водные объекты, водосборы которых полностью или частично находятся в зоне отчуждения Чернобыльской АЭС, требуют проведения постоянных наблюдений.

Оценка переноса радиоактивного загрязнения через трансграничные створы проводится на реках Припяти, Ипути и Беседи. Начиная с 1991 г., наблюдается четкая тенденция к уменьшению выноса цезия-137 через створы рек Беларуси, протекающих по территории России и Беларуси. Основными факторами снижения содержания цезия-137 в воде рек является уменьшение количества его обменных форм в почвах водосборов, а также естественный распад. Если в первые несколько лет после аварии был отмечен

заметный трансграничный перенос реками Ипуть и Беседь, то в настоящее время он незначителен.

Как видно из *рисунка 10.3*, трансграничный перенос цезия-137 р. Припятью через створ «граница Беларусь—Украина» заметно уменьшился. Суммарный вынос радионуклида рекой за период 1987–2008 гг. составил 36,49 ТБк.

В целом, общий вынос цезия-137 Припятью через створ «граница Беларусь—Украина» за период 1987–2008 гг. составил порядка 0,75% от его запасов в зоне отчуждения ЧАЭС в пределах Беларуси.

В отличие от выноса цезия-137, вынос стронция-90 реками в большей степени зависит от водности года, поскольку его смыл с территории водосбора происходит

в растворимой форме. Несмотря на то, что среднегодовое содержание стронция-90 имеет тенденцию к снижению, периодически наблюдается подъем его концентраций в речных водах в результате его смыва талыми и дождевыми водами с водосбора. Так, суммарный вынос стронция-90 рекой за период 1987–2008 гг. составил 67,63 ТБк (расчет выноса за 1986–1999 гг. проводился по данным УкрНИГМИ, за 2000–2008 гг. — по данным РЦРКМ). Динамика среднегодового выноса стронция-90 рекой за рассматриваемый период представлена на *рисунке 10.4*.

Реки Ипуть и Беседь являются наиболее крупными притоками р. Сожа, которые протекают по Белорусско-Брянскому «цезиевому пятну» с уровнями загрязнения территории цезием-137 от 37,0 до 2220,0 кБк/м².

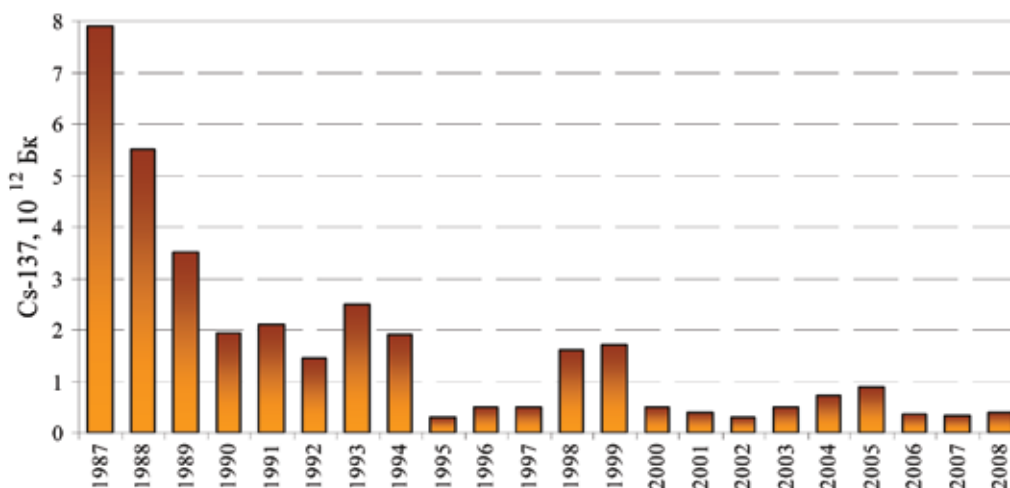


Рис. 10.3. Динамика среднегодового выноса цезия-137 р. Припятью через створ «граница Беларусь—Украина» в период 1987–2008 гг.

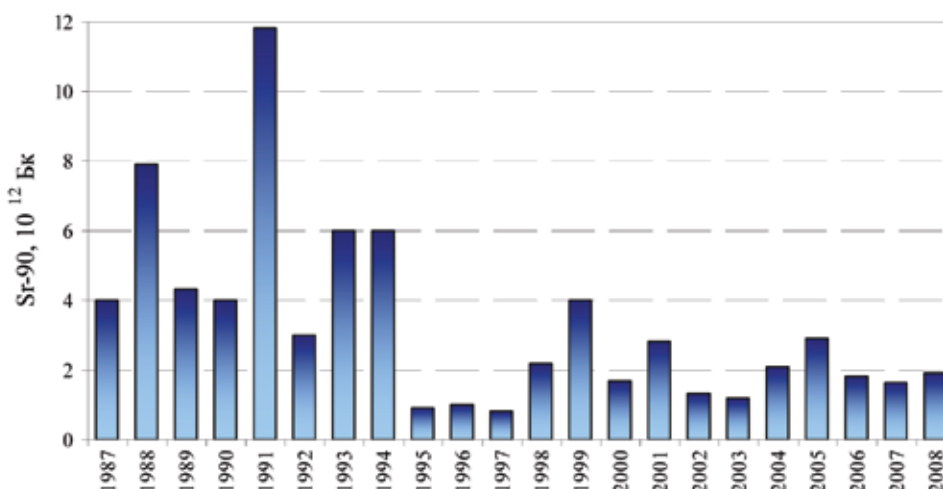


Рис. 10.4. Динамика среднегодового выноса стронция-90 р. Припятью через створ «граница Беларусь—Украина» в период 1987–2008 гг.

Постоянные наблюдения за содержанием радионуклидов в воде и донных отложениях этих рек проводятся на створах г. Добруш (р. Ипуть) и д. Светиловичи (р. Беседь).

Если в первые годы после аварии на ЧАЭС наблюдался заметный трансграничный перенос цезия-137 с водами р. Ипути (г. Добруш) и р. Беседи (д. Светиловичи), то в настоящее время он незначителен. Основным фактором снижения концентрации цезия-137 в воде указанных рек является значительное уменьшение смыва радионуклида с поверхности водосбора, связанное с уменьшением количества его обменных форм в почвах, а также его естественный распад.

Как видно из *рисунка 10.5*, в течение первых двух лет после аварии на ЧАЭС имел место значительный вынос цезия-137 через створ г. Добруш. В последующие годы он плавно снижался и в настоящее время его величина зависит от гидрологического режима реки.

В целом вынос цезия-137 трансграничными реками (Россия—Беларусь) во всех случаях составляет около 1% от его общих запасов на загрязненных территориях водосборов.

Загрязнение сельскохозяйственных земель

Основным показателем для оценки радиоактивного загрязнения сельскохозяйственных почв является **плотность загрязнения земель цезием-137 и стронцием-90**. Важность данных показателей обусловлена

тем, что в условиях Беларуси около 70% коллективной дозы формируется за счет поступления радионуклидов в организм с продуктами питания. Проблема снижения дозовых нагрузок на население была наиболее острой в течение первых десяти лет после аварии, но остается актуальной и в настоящее время. Основным критерием эффективности защитных мер является уменьшение поступления радионуклидов из почвы в пищевую цепочку и получение продукции с содержанием радионуклидов в пределах допустимых уровней, которые периодически пересматриваются. За послеаварийный период в Беларуси переход цезия-137 из почвы в сельскохозяйственную продукцию снизился более чем на порядок. По экспертной оценке, около половины этого снижения обусловлено проведением контрмер, другая половина приходится на природные факторы распада и фиксации почвой радионуклидов цезия.

В настоящее время радиационная обстановка на сельскохозяйственных землях Беларуси значительно улучшилась. Произошел распад короткоживущих радионуклидов. Концентрация долгоживущих радионуклидов цезия-137 и стронция-90 в почве уменьшилась примерно на 40% только по причине естественного распада. Наблюдается постепенное уменьшение площади используемых загрязненных земель с контролируемой минимальной плотностью загрязнения цезием-137 более 37 кБк/м² и

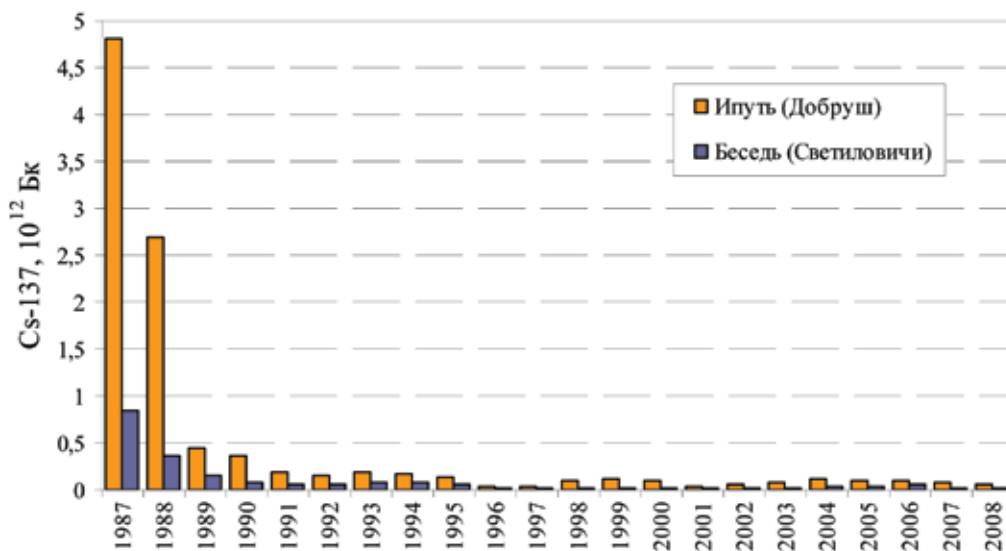


Рис. 10.5. Динамика выноса цезия-137 водами р. Ипути (г. Добруш) и р. Беседи (д. Светиловичи) в период 1987–2008 гг.

стронцием-90 более 5,5 кБк/м² вследствие естественного распада радионуклидов и перехода части земель в категорию незагрязненных (рис. 10.6).

За последние 18 лет в категорию незагрязненных перешли 424 тыс. га земель, ранее загрязненных цезием-137, а площадь загрязненных стронцием-90 земель уменьшилась на 295 тыс. га. Сельскохозяйственное производство по состоянию на 01.01.2010 ведется на 1014,2 тыс. га земель, загрязненных ¹³⁷Cs с плотностью 37–1480 кБк/м² (табл. 10.5).

В обрабатываемой дерново-подзолистой супесчаной почве около 90% валового запаса цезия-137 и 75% стронция-90 находится в пахотном горизонте 0–25 см. Наибольший переход радионуклидов из почвы в растительность отмечается на песчаных и торфяных почвах в естественных условиях, наименьший — на окультуренных землях. В целом, спустя 24 года после аварии основное количество радионуклидов цезия-137 и стронция-90 расположено в корнеобитаемом слое и интенсивно включается в биологический круговорот.

На необрабатываемых землях основное количество цезия-137 (70–85% от его валового содержания), а также стронция-90 (58–61%) сконцентрировано в верхней части 0–5 см корнеобитаемого слоя.

Основные массивы сельскохозяйственных угодий, загрязненных цезием-137,

сосредоточены в Гомельской (47,3% общей площади) и Могилевской (23,6%) областях. В Брестской, Гродненской и Минской областях доля загрязненных земель невелика и составляет соответственно 6,1%, 2,6 и 3,6%.

Загрязнение территории стронцием-90 имеет более локальный характер. Загрязнение почвы данным радионуклидом с плотностью более 6 кБк/м² выявлено на 10% общей площади страны. Максимальные уровни содержания стронция-90 в почве характерны для 30-км зоны ЧАЭС и достигают 1798 кБк/м² в Хойникском районе Гомельской области.

Земли, загрязненные стронцием-90, находятся в пределах зон, загрязненных цезием-137, что весьма затрудняет сельскохозяйственное производство. В таблице 10.6 приведено распределение площади сельскохозяйственных земель, загрязненных стронцием-90 с плотностью более 5,6 кБк/м² (более 0,15 Ки/км²).

Из общей площади земель, загрязненных стронцием-90, 331,0 тыс. га сельскохозяйственных угодий, включая 190,8 тыс. га пашни и многолетних насаждений, сосредоточены в Гомельской области. Здесь доля загрязненных пахотных и луговых почв составляет 27,2% от общей площади используемых сельскохозяйственных земель. В Могилевской области доля загрязненных стронцием-90 пахотных и луговых почв значительно ниже — соответственно 1,2 и 1,7%.

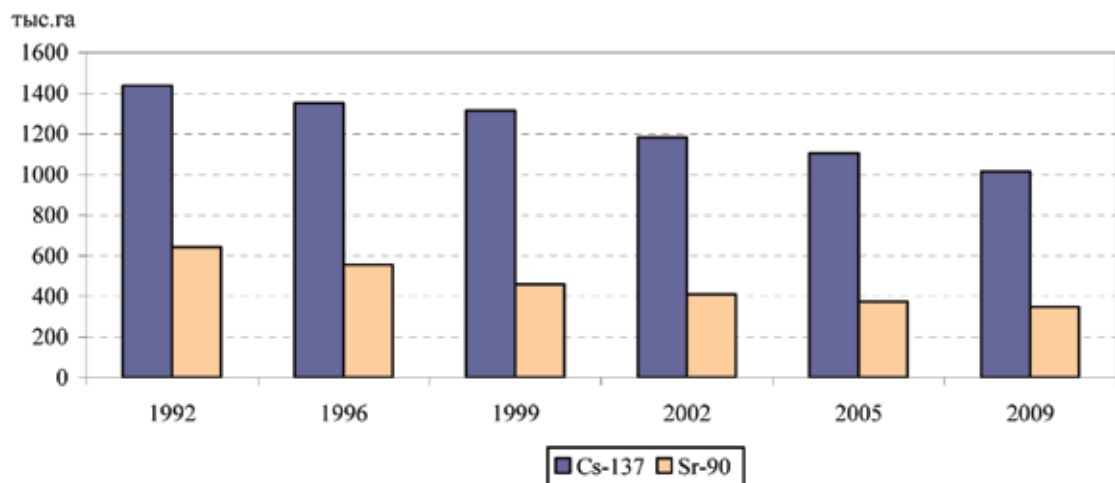


Рис. 10.6. Динамика площади используемых загрязненных земель Беларуси за период 1992–2009 гг. (цезием-137 с плотностью >37 кБк/м², стронцием-90 >5,5 кБк/м²)

Таблица 10.5

**Плотность загрязнения сельскохозяйственных земель Беларуси
цезием-137 в 2007–2009 гг.***

Год	Площадь тыс. га	Всего загрязнено >37 кБк/м² (>1,0 Ки/км²)		В % по зонам загрязнения, кБк/м² (Ки/км²)		
		тыс. га	%	37–184 (1,0–4,9)	185–554 (5,0–14,9)	555–1476 (15,0–39,9)
Сельскохозяйственные земли						
2007	7584,0	1026,6	13,5	77,0	20,0	3,0
2008	7634,8	1018,8	13,3	77,3	20,1	2,6
2009	7634,8	1014,2	13,3	77,8	19,5	2,7
Пашня						
2007	4657,1	596,6	13,0	76,5	21,0	2,5
2008	4696,1	596,6	12,6	77,0	21,0	2,0
2009	4696,1	595,6	12,6	77,3	20,2	2,5
Сенокосы и пастбища						
2007	2926,70	429,95	14,70	77,50	19,50	3,00
2008	2938,7	425,0	14,5	78,0	19,0	3,0
2009	2938,7	418,6	14,2	78,5	18,6	2,9

* По данным Минсельхозпрода Республики Беларусь.

Особо проблемными являются 347,9 тыс. га сельскохозяйственных земель с плотностью загрязнения стронцием-90 0,15–3,0 Ки/км², одновременно загрязненных цезием-137 с плотностью 5–40 Ки/км².

Загрязнение почвы изотопами плутония с уровнем более 0,37 кБк/м² обнаружено на 2% площади Беларуси. Эти территории находятся преимущественно в Гомельской области и Чериковском районе Могилевской области. Содержание плутония в почве более 3,7 кБк/м² характерно только для 30-км зоны. Полесский государственный радиационно-экологический заповедник (ПГРЗ) создан на территории площадью 2,162 тыс. км² белорусского сектора 30-км зоны ЧАЭС и прилегающих к ней землях, с которой было отселено население.

В 2007–2008 гг. было проведено детальное повторное радиологическое обследование земель ПГРЗ с шагом 1 км и построены карты загрязнения в масштабе 1:200 000.

Основная часть сельскохозяйственных земель, выведенных из пользования, вошла в зону отчуждения, а теперь входит в состав ПГРЗ. Основная территория зоны отчуждения не может быть возвращена в сельскохозяйственный оборот даже в отдаленной перспективе, вследствие высокой плотности загрязнения многими долгоживущими радионуклидами — цезием-137, стронцием-90, плутонием-238, 239, 240, 241, америцием-241. Часть земель, прилегающих к выселенным населенным пунктам, с меньшей плотностью загрязнения радионуклидами, вошла в зону отселения.

Меры по реабилитации загрязненных территорий

Меры по обеспечению в стране экологической безопасности в связи с радиоактивным загрязнением территории предусматриваются Государственной программой по преодолению последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС на 2001–2005 гг. и на период до 2010 г. Она

Таблица 10.6

**Плотность загрязнения сельскохозяйственных земель Беларуси
стронцием-90 в 2007–2009 гг.***

Год	Площадь, тыс. га	Всего загрязнено >5,6 кБк/м² (>0,15 Ки/км²)		В % по зонам загрязнения, кБк/м² (Ки/км²)		
		тыс. га	%	5,6–11,0 (0,15–0,30)	11,1–37,0 (0,31–1,00)	37,1–107,0 (1,01–2,99)
Сельскохозяйственные земли						
2007	7584,0	343,7	4,5	58,0	35,0	7,0
2008	7634,8	347,1	4,6	57,0	36,0	7,0
2009	7634,8	347,9	4,6	56,8	36,4	6,8
Пашня						
2007	4601,5	194,6	4,2	58,0	34,0	8,0
2008	4696,1	198,5	4,2	58,0	34,0	8,0
2009	4696,1	199,6	4,2	58,9	34,1	7,0
Сенокосы и пастбища						
2007	2926,7	149,1	5,1	57,0	37,0	6,0
2008	2938,7	148,6	5,1	55,0	38,5	6,5
2009	2938,7	148,3	5,0	54,1	39,4	6,4

*По данным Минсельхозпрода Республики Беларусь.

включает в себя следующие основные направления деятельности.

Первое направление касается дезактивации территории, утилизации и захоронения радиоактивных отходов. Дезактивацию социально значимых объектов — детских дошкольных учреждений, учебных заведений, учреждений здравоохранения — планировалось закончить в 2005 г. К 2010 г. предполагается завершить захоронение подворий и производственных строений.

Второе направление имеет отношение к ведению сельского хозяйства на загрязненных территориях. Защитные мероприятия в сельском хозяйстве представляют собой комплекс организационных, агротехнических, агрохимических и зооветеринарных мероприятий, направленных на получение продуктов питания и сырья, отвечающих санитарно-гигиеническим нормам по содержанию радионуклидов, обеспечение радиационной безопасности сельскохозяйственных работ.

Третье направление, связанное с защитными мерами в лесном хозяйстве, способствует усилению экологической роли леса как биогеохимического барьера, препятствующего выносу радионуклидов за пределы загрязненной территории, предотвращению гибели леса от пожаров, вредителей и болезней, обеспечению радиационной безопасности работающих в лесу, местного населения и потребителей продукции.

Четвертое направление, предусматривающее меры по реабилитации загрязненных территорий и содержанию зон отчуждения и отселения, включает в себя контроль за использованием отселенных территорий, за соблюдением противопожарной безопасности, охрану материальных ценностей, сохранность памятников истории, культуры и архитектуры, мест воинских захоронений и кладбищ, проведение работ по переводу радиационно опасных земель в сельскохозяйственное использование.