

10. РАДИАЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ

В рамках НСМОС подразделения ГУ «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды» осуществляют радиационный мониторинг, включающий комплекс работ по проведению регулярных наблюдений по установленной сети пунктов [22] и перечню параметров, оценку радиационной обстановки и ее динамики.

Радиационный мониторинг атмосферного воздуха

В 2015 г. на территории Республики Беларусь функционировало 42 пункта радиационного мониторинга по измерению мощности дозы гамма-излучения (далее – МД), на которых измерение уровней МД проводилось ежедневно, включая выходные и праздничные дни.

На 24 пунктах наблюдений, расположенных на всей территории Республики Беларусь, контролировались радиоактивные выпадения из приземного слоя атмосферы (отбор проб производился с помощью горизонтальных планшетов). На 5 пунктах наблюдения (Мозырь, Нарочь, Пинск, Браслав и Мстиславль) ежедневно производился отбор проб для определения суммарной бета-активности естественных атмосферных выпадений, на 19 пунктах – один раз в 10 дней.

В семи городах Республики Беларусь (Браслав, Гомель, Минск, Могилев, Мозырь, Мстиславль, Пинск) производился отбор проб радиоактивных аэрозолей в приземном слое атмосферы с использованием фильтровентиляционных установок (далее – ФВУ). Из них: на 5-ти пунктах, расположенных в зонах воздействия атомных электростанций сопредельных государств, отбор проб проводится ежедневно; на 2-х пунктах (Минск, Могилев) – отбор проб проводится в дежурном режиме (1 раз в 10 дней).

Для оперативного выявления аварийных ситуаций пробы аэрозолей приземного слоя атмосферы анализировались на наличие «свежих» продуктов распада – короткоживущих радионуклидов, в первую очередь йода-131.

В 2015 году радиационная обстановка на территории республики оставалась стабильной, не выявлено ни одного случая превышения уровней МД над установившимися многолетними значениями.

Как и прежде, повышенные уровни МД зарегистрированы в пунктах наблюдений городов Брагин и Славгород, находящихся в зонах радиоактивного загрязнения. В 2015 году МД в г.Брагин изменялась от 0,48 до 0,63 мкЗв/ч, в г.Славгород от 0,17 до 0,25 мкЗв/ч.

В остальных пунктах наблюдений МД не превышала уровень естественного гамма-фона (до 0,20 мкЗв/ч). Среднегодовые значения суммарной бета-активности проб радиоактивных выпадений из атмосферы составили: г. Могилев – 0,9 Бк/м²сут, г. Костюковичи – 1,8 Бк/м²сут, г. Брагин – 0,9 Бк/м²сут, Горки – 1,2 Бк/м²сут, г. Славгород – 1,2 Бк/м²сут, Мозырь – 0,8 Бк/м²сут, г. Волковыск – 1,2 Бк/м²сут. Наибольшие среднемесячные уровни суммарной бета-активности 2015 года зарегистрированы в городах: Пружаны – 2,7 Бк/м²сут, Костюковичи – 2,9 Бк/м²сут и Житковичи – 2,1 Бк/м²сут в сентябре; Березинский заповедник – 2,1 Бк/м²сут в июле; Шарковщина – 2,6 Бк/м²сут в сентябре и январе; Гродно – 2,5 Бк/м²сут в ноябре; Минск – 2,7 Бк/м²сут в октябре и Могилев – 2,2 Бк/м²сут в марте.

Превышений контрольного уровня суммарной бета-активности для выпадений из атмосферы (110 Бк/м²сут) в 2015 году в пунктах наблюдения не зафиксировано.

Анализ результатов измерений суммарной бета-активности атмосферных аэрозолей в 2015 году показывает, что наибольшие среднемесячные уровни наблюдались в городах: Минск – $51,3 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, Гомель – $29,4 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, Могилев – $30 \cdot 10^{-5}$ в августе; Пинск – $19,42 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ в сентябре; Мозырь – $29,3 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ в декабре. Превышений контрольного уровня суммарной бета-активности для аэрозолей приземного слоя атмосферы ($3700 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) в 2015 году в контролируемых городах не зафиксировано. В таблице 10.1 представлены среднемесячные значения суммарной бета-активности и содержания цезия-137 в пробах радиоактивных аэрозолей приземного слоя атмосферы за 2015 г.

Таблица 10.1 – Среднемесячные значения суммарной бета-активности ($\Sigma\beta$) и содержания цезия-137 (^{137}Cs), в пробах радиоактивных аэрозолей приземного слоя атмосферы, 2015 г.

Месяц	Мозырь		Браслав		Гомель		Минск		Могилев		Мстиславль		Пинск	
	$1 \cdot 10^{-5} \text{ Бк/м}^3$													
	$\Sigma\beta$	^{137}Cs	$\Sigma\beta$	^{137}Cs	$\Sigma\beta$	^{137}Cs	$\Sigma\beta$	^{137}Cs	$\Sigma\beta$	^{137}Cs	$\Sigma\beta$	^{137}Cs	$\Sigma\beta$	^{137}Cs
01	28,5	2,99	8,2	0,12	19,5	1,08	11,7	1,36	17,3	0,88	11,8	0,48	11,8	0,89
02	23,1	4,22	6,2	0,16	15,7	1,54	25	1,15	20	0,52	10,7	0,38	12,4	1,41
03	27,8	3,54	9,4	0,21	22	2,43	20	1,02	21,3	2,45	11,9	0,52	12,4	1,85
04	14,4	1,52	6,4	0,06	25,1	2,36	24	1,99	18,3	0,55	9,9	0,4	13,5	0,98
05	23,1	5,97	6,3	0,07	27,3	3,56	14,4	1,27	18	0,78	11,2	0,79	12,1	0,95
06	25,7	2,07	10	0,06	24,2	3,72	18,7	1,32	15,7	0,34	11	0,51	10,7	0,53
07	21,7	1,52	7,8	0,03	19,3	1,2	27,7	2,54	21,3	0,22	9,7	0,38	12,6	0,49
08	33	13,14	9,9	0,92	29,4	5,11	51,3	3,24	30	1,1	11,9	0,87	16,3	2,98
09	28,5	2,59	10,5	0,14	23,4	1,12	20,7	1,59	24	1,24	11,4	0,28	19,4	1,14
10	28,1	3,98	8,1	0,23	27,9	2,4	37,7	1,75	25,7	1,02	8,8	0,46	14,1	2,28
11	26,1	3,08	5,6	0,1	17,6	1,4	14,7	0,89	10	1,57	7,7	0,42	14,7	1,35
12	29,3	-	5,1	-	12,9	-	11,7	-	11,3	-	6,7	-	13	-
ср	25,8	4,06	7,8	0,19	22	2,36	24,2	1,65	19,4	0,97	10,2	0,49	13,6	1,35

В 2015 году радиационная обстановка на территории республики оставалась стабильной. В пробах радиоактивных аэрозолей и выпадений из атмосферы, отобранных в зонах воздействия работающих АЭС, расположенных на территории сопредельных государств короткоживущих изотопов, в том числе йода-131, не обнаружено.

В 2015 г. продолжались регулярные измерения содержания свинца-210 в пробах атмосферного воздуха крупных промышленных городов. Содержание этого радионуклида определяется в месячных пробах радиоактивных аэрозолей, отобранных в гг. Минск, Могилев, Гомель, Мозырь, Браслав, Мстиславль, Пинск, а также в месячных пробах естественных выпадений из приземного слоя атмосферы, объединенных по территориальному признаку в зоны. Зона «Юго-Восток» включает населенные пункты Брагин, Мозырь, Василевичи, Гомель; зона «Восток» – населенные пункты Славгород, Костюковичи, Могилев, Мстиславль, Горки; зона «Центр» – город Минск, зона «Север» – населенные пункты Лынтупы, Верхнедвинск, Нарочь, Шарковщина, Витебск, зона «Запад» – населенные пункты Гродно, Волковыск, зона «Игналина» – населенные пункты Браслав, Дрисвяты.

Анализ данных по содержанию свинца-210 в пробах атмосферного воздуха свидетельствует, что объемная активность естественных радионуклидов в приземном слое атмосферы соответствовала средним многолетним значениям.

В 2015 году в связи с неблагоприятными метеорологическими условиями на радиоактивно загрязненных территориях было зафиксировано несколько крупных лесных пожаров как на территории Украины, так и на территории Республики Беларусь. Результаты наблюдений радиационного мониторинга на территории Брестской и Гомельской области в этот период показали, что в августе 2015 г. среднемесячное значение объемной активности цезия-137 в г. Мозырь составило $13,1 \cdot 10^{-5} \text{ Бк/м}^3$, что превысило фоновые значения ($2,0 \cdot 10^{-5} \text{ Бк/м}^3$) для этого пункта наблюдения в 6,5 раз. В Пинске среднемесячное значение объемной активности цезия-

137 составило $3,0 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ что превысило фоновые значения ($0,5 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) для этого пункта наблюдения в 6 раз. Однако следует отметить, что полученные значения объемной активности цезия-137 значительно ниже допустимого уровня содержания цезия-137 в воздухе, который согласно Гигиеническому нормативу «Критерии радиационного воздействия», утвержденному Постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь 28.12.2012 №213 составляет 27 Бк/м³.

Радиационный мониторинг поверхностных вод в 2015 г. проводился на 6 крупных и средних реках Беларуси, водосборы которых подверглись радиоактивному загрязнению в результате аварии на Чернобыльской АЭС: Днепр (г. Речица), Припять (г. Мозырь), Сож (г. Гомель), Ипуть (г. Добруш), Беседь (д. Светиловичи), Нижняя Брагинка (д. Гдень). Ежеквартально отбирались пробы воды с одновременным измерением расходов. В отобранных пробах определялось содержание цезия-137 и стронция-90.

Данные радиационного мониторинга свидетельствуют, что радиационная обстановка на водных объектах оставалась стабильной. Концентрации цезия-137 и стронция-90 в контролируемых реках, за исключением р.Нижняя Брагинка, были значительно ниже гигиенических нормативов для питьевой воды, предусмотренных Республиканскими допустимыми уровнями содержания радионуклидов в пищевых продуктах и питьевой воде (РДУ-99) (для цезия-137 – 10 Бк/л, для стронция-90 – 0,37 Бк/л), хотя в поверхностных водах большинства контролируемых рек объемная активность этих радионуклидов все еще выше уровней, наблюдавшихся до аварии на Чернобыльской АЭС.

В 2015 году содержание цезия-137 в р. Припять (г. Мозырь) находилось в пределах от 0,001 до 0,004 Бк/л; в р. Днепр (г. Речица) – от 0,002 до 0,041 Бк/л; в р. Сож (г. Гомель) – от 0,007 до 0,014 Бк/л; в р. Ипуть (г. Добруш) – от 0,004 до 0,028 Бк/л; в р. Беседь (д. Светиловичи) – от 0,003 до 0,018 Бк/л. На рисунке 10.1 представлены среднегодовые значения концентраций цезия-137 в поверхностных водах контролируемых рек за период 1987 – 2015 годы.

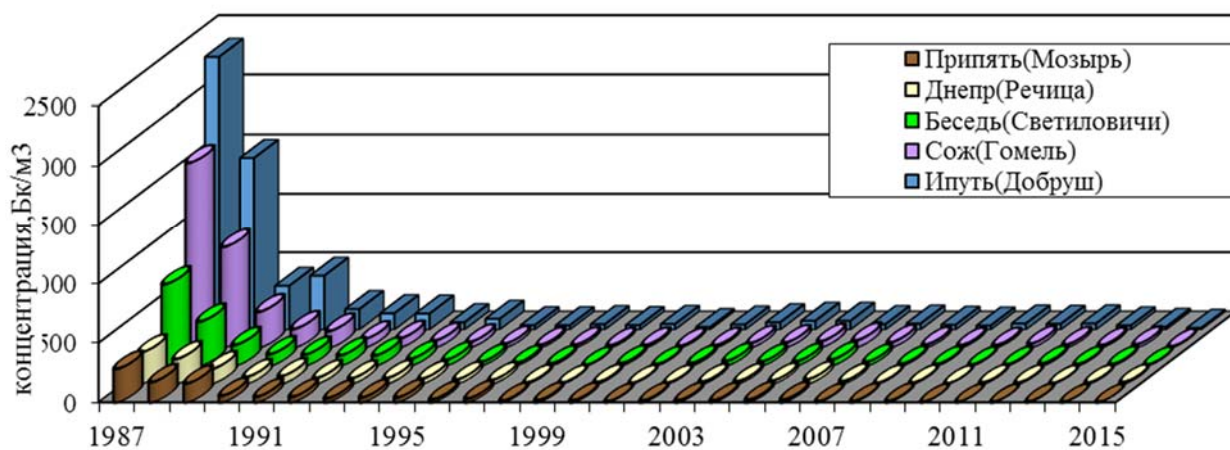


Рисунок 10.1 – Динамика среднегодовых концентраций цезия-137 в поверхностных водах рек Беларуси за период 1987 – 2015 годы

Содержание стронция-90 в 2015 году в р. Припять (г. Мозырь) находилось в пределах от 0,007 до 0,016 Бк/л; в р. Днепр (г. Речица) – от 0,008 до 0,015 Бк/л; в р. Сож (г. Гомель) – от 0,008 до 0,024 Бк/л; в р. Ипуть (г. Добруш) – от 0,022 до 0,026 Бк/л; в р. Беседь (д. Светиловичи) – от 0,025 до 0,063 Бк/л.

На рисунке 10.2 представлены среднегодовые концентрации стронция-90 в поверхностных водах контролируемых рек за период 1990 – 2015 годы.

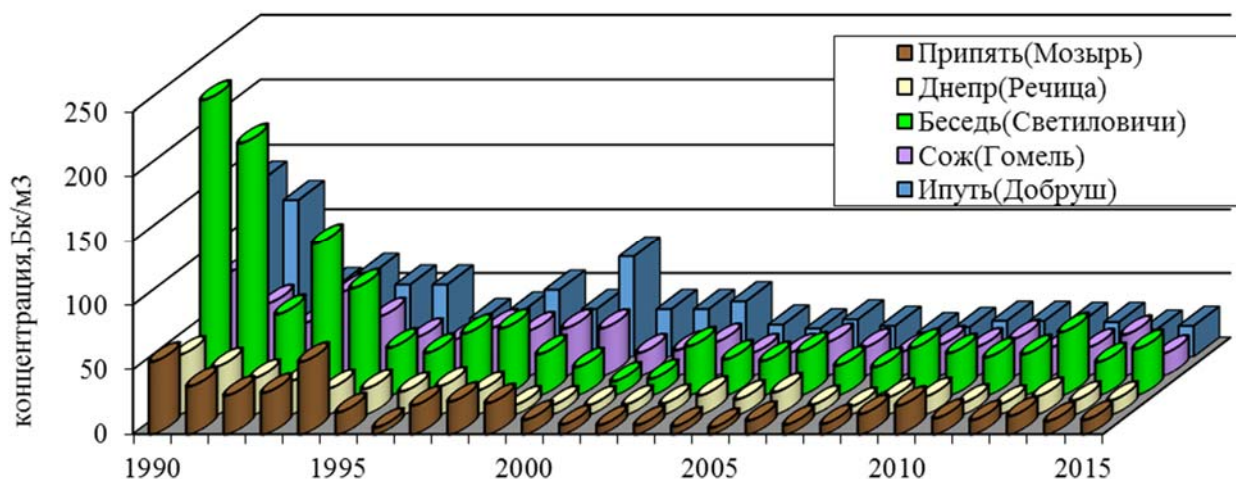


Рисунок 2.2 – Динамика среднегодовых концентраций стронция-90 в поверхностных водах рек Беларуси за период 1990 – 2015 годы

Как видно из рисунка 10.2, среднегодовые концентрации стронция-90 имеют тенденцию к снижению, однако периодически наблюдаются их всплески. Это объясняется тем, что концентрации этого радионуклида в поверхностных водах напрямую зависят от водности года, поскольку стронций-90 в почве находится в основном в ионообменной форме и его смыв талыми и дождевыми водами с водосбора происходит в растворенном состоянии, заметно усиливаясь во время паводков.

В 2015 г. диапазон изменения концентраций цезия-137 в р. Нижняя Брагинка (д. Гдень) составил 0,025 – 0,34 Бк/л; концентраций стронция-90 – 0,87 – 1,74 Бк/л. Таким образом, содержание цезия-137 в воде р. Нижняя Брагинка (д. Гдень) не превышало РДУ-99 по этому радионуклиду, в то время как содержание стронция-90 было в 2,4 – 4,7 раз выше допустимого уровня.

На рисунках 10.3, 10.4 представлены динамика среднегодовых концентраций цезия-137 и стронция-90 в поверхностных водах р.Нижняя Брагинка (д.Гдень) за период 1991 – 2015 годы.

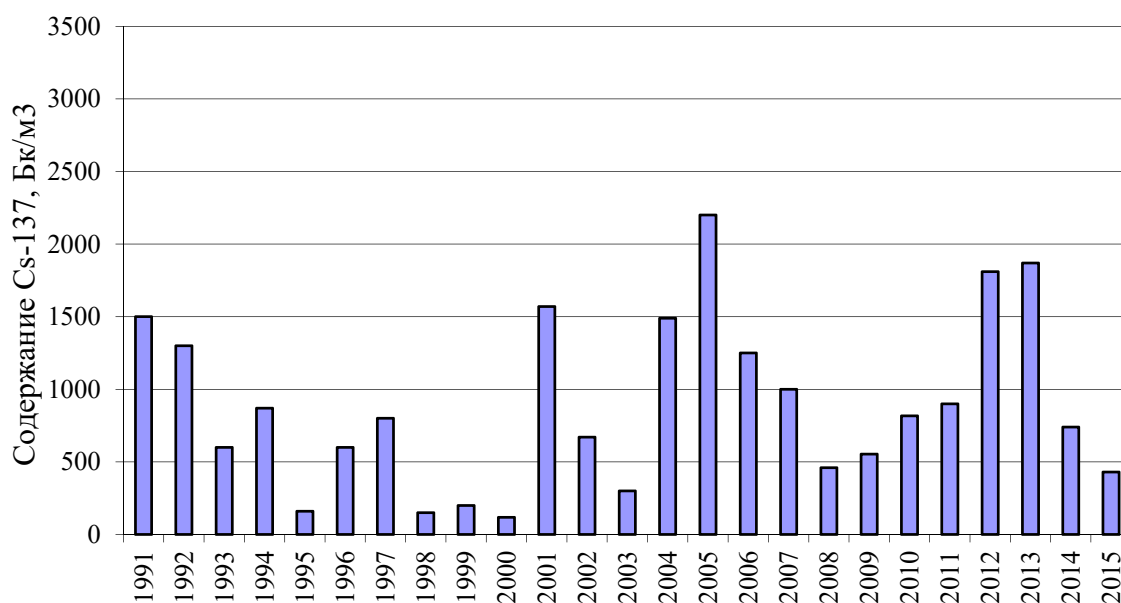


Рисунок 10.3 – Динамика среднегодовых концентраций цезия-137 в поверхностных водах р.Нижняя Брагинка (д.Гдень) за период 1991 – 2015 годы

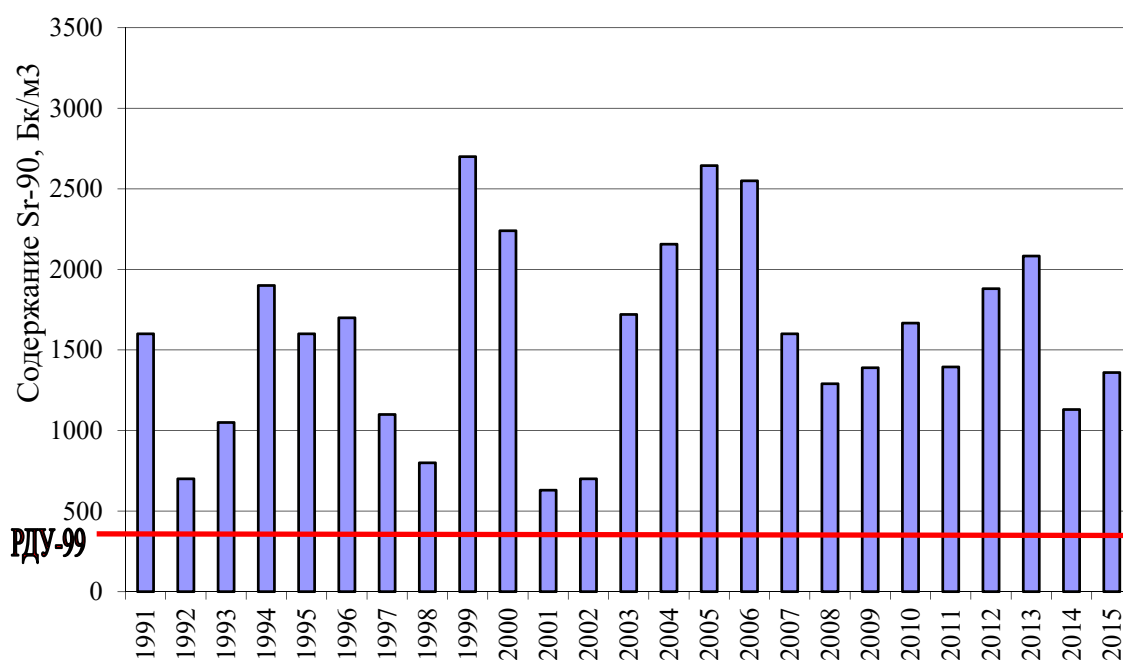


Рисунок 10.4 – Динамика среднегодовых концентраций стронция-90 в поверхностных водах р.Нижняя Брагинка (д.Гдень) за период 1991 – 2015 годы

Как видно из рисунков 10.3 и 10.4 в р. Нижняя Брагинка, водосбор которой частично находится на территории зоны отчуждения Чернобыльской АЭС, наблюдается более высокое содержание радионуклидов в воде по сравнению с другими контролируруемыми реками.

Оценка трансграничного переноса радионуклидов водным путем проводилась на реках Ипуть (г. Добруш), Беседь (д. Светиловичи) - граница Россия – Беларусь; Припять (д. Довляды), Нижняя Брагинка (д. Гдень) – граница Беларусь – Украина.

Трансграничный мониторинг водных объектов проводился на следующих пунктах наблюдений: оз. Дрисвяты (д. Дрисвяты) – зона воздействия Игналинской АЭС (Литва); р. Горынь (д. Речица), р. Стыр (д. Ладорож) – зона воздействия Ровенской АЭС, р. Припять (д. Довляды), р. Днепр (г. Лоев), р.Словечна (д. Скородное) – зона воздействия Чернобыльской АЭС (Украина); р. Сож (д. Косьюково) – зона воздействия Смоленской АЭС (Россия).

В 2015 году в пробах поверхностных вод, отобранных в зонах воздействия работающих атомных электростанций, расположенных на территориях сопредельных государств, «свежих» радиоактивных выпадений не обнаружено.

Радиационный мониторинг почв. Многолетние наблюдения за процессами вертикальной миграции радионуклидов чернобыльского происхождения проводятся на сети ландшафтно-геохимических полигонов (далее – ЛГХП), расположенных в типичных ландшафтно-геохимических условиях в зонах с различными уровнями загрязнения цезием-137 и стронцием-90. Это позволяет оценить динамику миграционных процессов в различных типах почв.

В 2015 году было проведено обследование 2 ЛГХП. Измерены уровни МД на поверхности почвы и на высоте 1м, выполнен послойный отбор почвы на глубину 30 см с шагом 1 см. Отбор проб на ЛГХП проводился в соответствии с Инструкцией о порядке проведения наблюдений за естественным радиационным фоном и радиоактивным загрязнением атмосферного воздуха, почвы, поверхностных и подземных вод на пунктах наблюдений радиационного мониторинга, утвержденной приказом Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь 18.07.2014 № 230-ОД.

Характеристика ЛГХП, которые были обследованы в 2015 году, приведена в таблиц 10.2. Каждый репер ЛГХП имеет географическую и топографическую привязку, полное описа-

ние ландшафтно-геохимических условий, дано полное название почвы в соответствии с принятой в Республике Беларусь классификацией.

Таблица 10.2 – Характеристика ЛГХП, обследованных в 2015 г.

Характеристики	ЛГХП	
	Вылево-3	Жуковец
Месторасположение	Гомельская обл., Добрушский р-н, Демьянковский п/с	Минская обл., Березинский р-н, Березинский с/с
Ландшафт	Рельеф ровный пониженный	Платообразное повышение
Растительность	Злаково-осоковое разнотравье	Сосняк с примесью мелколиственных пород
Почва	Аллювиальная дерново-глееватая с иллювиально-гумусовым горизонтом	Дерново-подзолистая, песчаная на рыхлых песках

Фактическое распределение активности цезия-137 (% от запаса в 30-ти см слое) по вертикальному профилю обследованных в 2015 году почв представлено на рисунке 10.5.

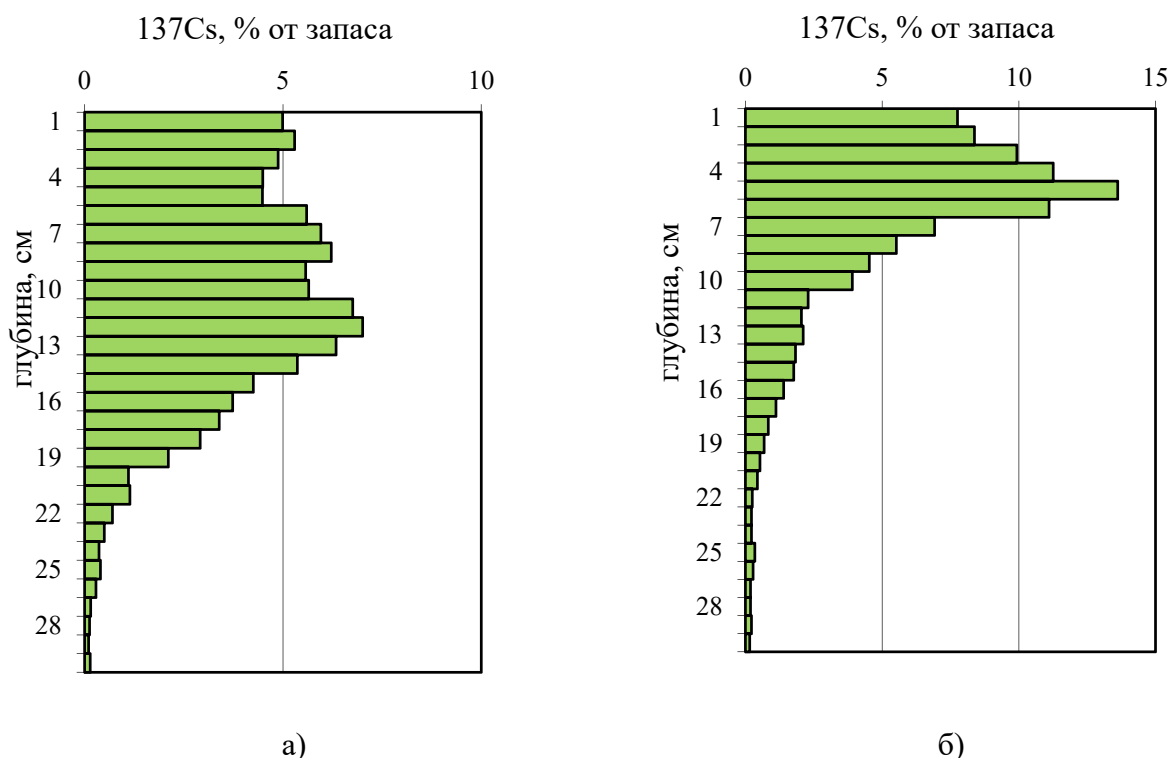


Рисунок 10.5 – Фактическое распределение цезия-137 (% от запаса в 30-ти см слое) по вертикальному профилю обследованных в 2015 году почв:

- а) аллювиальная дерново-глееватая с иллювиально-гумусовым горизонтом (ЛГХП Вылево-3);
- б) дерново-подзолистая, песчаная на рыхлых песках (ЛГХП Жуковец).

Как видно из рисунка 3.1, основной запас цезия-137 в аллювиальной дерново-глееватой с иллювиально-гумусовым горизонтом почве (ЛГХП Вылево-3) находится в верхнем 19-ти см слое, там сосредоточено 95 % от общего запаса этого радионуклида в 30 см слое почвы. Это обусловлено тем, что аллювиальные дерновые и дерново-глееватые почвы, характерные для прирусловой части поймы, периодически затопляются паводковыми водами, что сопровождается привнесом и отложением на поверхности почвы нового минерального материала (аллювиальный процесс).

Максимальное содержание цезия-137 в дерново-подзолистой, песчаной на рыхлых песках (ЛГХП Жуковец) наблюдается на глубине 5 см, а основной запас (95,5%) находится в верхнем 17-ти см слое почвы.

На рисунке 10.6. представлена динамика линейной скорости миграции цезия-137 по вертикальному профилю исследованных почв за период 1992-2015 гг.

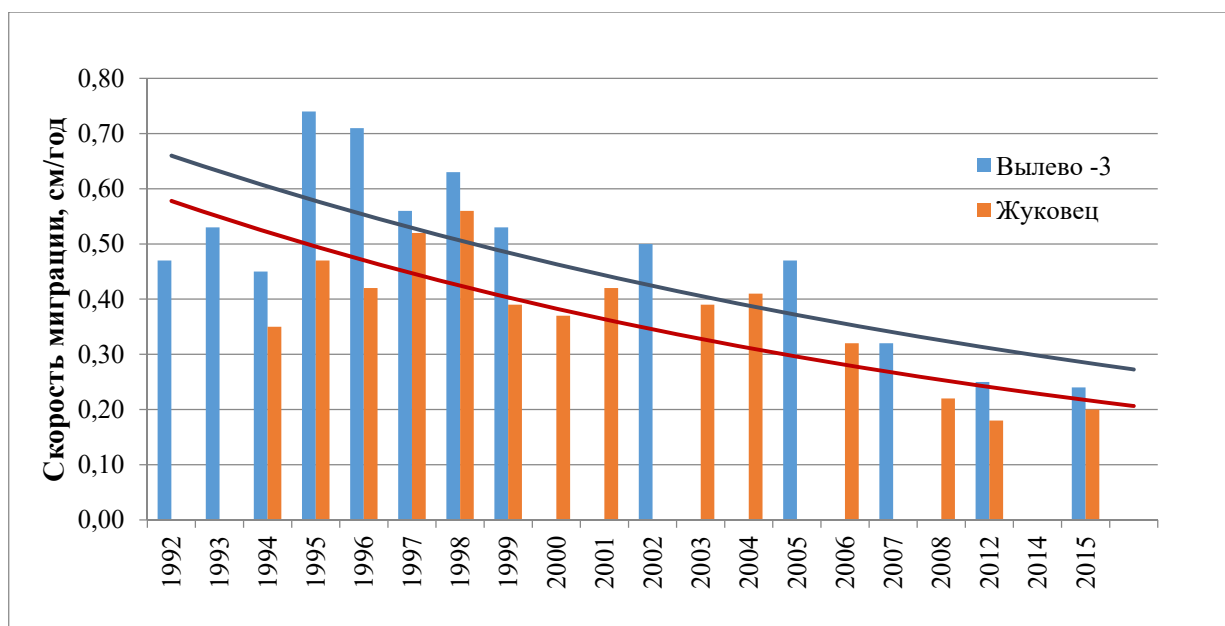


Рисунок 10.6 – Динамика линейной скорости миграции цезия-137 по вертикальному профилю исследованных почв за период 1992-2015 гг.

Как видно из рисунка 3.2, в исследованных почвах наблюдалась устойчивая тенденция к постепенному уменьшению линейной скорости вертикальной миграции цезия-137.

За период наблюдений 1992-2015 годов скорость миграции цезия-137 в аллювиальной дерново-глеевой с иллювиально-гумусовым горизонтом (ЛГХП Вылево-3) уменьшилась в три раза (с 0,74 см/год до 0,24 см/год); в дерново-подзолистой, песчаной на рыхлых песках – в 2,8 раза (с 0,56 см/год до 0,2 см/год). Таким образом, можно констатировать, что интенсивная линейная миграция цезия-137 в почве происходила в первые годы после аварии на ЧАЭС, затем интенсивность миграционных процессов снизилась.

Результаты, полученные в 2015 году при проведении радиационного мониторинга почв на сети ландшафтно-геохимических полигонов Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, подтверждают сделанные ранее выводы о том, что в настоящее время интенсивность миграционных процессов снизилась. В почвах произошло уменьшение линейной скорости миграции радионуклидов за счет существенного уменьшения доли радионуклидов, которая в составе коллоидных частиц мигрировала вглубь почвы с потоком влаги (конвективный перенос).

Основная часть радионуклидов, выпавших на поверхность почвы и вступивших во взаимодействие с почвенным поглощающим комплексом, находится в фиксированной форме, что не позволяет цезию-137 проникать вглубь почвенного профиля вместе с коллоидными частицами.

В настоящее время диффузия является основным механизмом, пространственного перераспределения радионуклидов по вертикальному профилю почв, который обуславливает линейную скорость миграции радионуклидов в различных типах почв в пределах 0,2-0,3 см/год.

Наличие геохимических барьеров (мощных слоев дернины, перегнойных горизонтов, прослойки глинистых минералов) обуславливает снижение интенсивности миграционных процессов. Основная доля ^{137}Cs находится в верхнем корнеобитаемом слое почвы.

Полученные данные свидетельствуют о необходимости учета изменения с течением времени скорости миграции ^{137}Cs в почве при прогнозировании его распределения по вертикальному профилю почв.

Выводы

1. Радиационная обстановка на территории республики оставалась стабильной: измерения МД, проведенные в 2015 г., не выявили ни одного случая превышения над установившимися многолетними значениями.

2. В пробах радиоактивных аэрозолей и выпадений из атмосферы, отобранных в зонах наблюдения работающих АЭС, расположенных на территории сопредельных государств, не обнаружено «свежих» радиоактивных выпадений – короткоживущих радионуклидов, в первую очередь – йода-131. Уровни суммарной бета-активности и содержание цезия-137 в атмосферном воздухе соответствовали установившимся многолетним значениям.

3. Как и прежде, уровни МД, превышающие доаварийные значения, зарегистрированы в пунктах наблюдений городов, находящихся в зонах радиоактивного загрязнения: Брагин и Славгород.

В остальных пунктах наблюдений МД не превышала уровень естественного радиационного фона (до 0,20 мкЗв/ч). Активности естественных радионуклидов в приземном слое атмосферы соответствовали средним многолетним значениям.

4. Повышенные значения объемной активности цезия-137 в атмосферных аэрозолях, зафиксированные в период лесных пожаров произошедших, как на территории Украины, так и на территории Республики Беларусь были значительно ниже допустимого уровня содержания цезия-137 в воздухе, который согласно Гигиеническому нормативу «Критерии радиационного воздействия», утвержденному Постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь 28.12.2012 №213 составляет 27 Бк/м³. Данное повышение активности цезия-137 в атмосферных аэрозолях практически не привело к увеличению дозы облучения населения.

5. Радиационная обстановка на обследованных водных объектах оставалась стабильной. Среднегодовые концентрации цезия-137 и стронция-90 в контролируемых реках Гомельской области (за исключением р. Нижняя Брагинка) были значительно ниже санитарно-гигиенических нормативов для питьевой воды, предусмотренных Республиканскими допустимыми уровнями содержания радионуклидов в пищевых продуктах и питьевой воде (РДУ-99), однако все еще превышают уровни, наблюдавшиеся до аварии на Чернобыльской АЭС.

6. В р. Нижняя Брагинка, водосбор которой частично находится на территории зоны отчуждения Чернобыльской АЭС, наблюдается более высокое содержание радионуклидов по сравнению с другими контролируемыми реками.

7. Наблюдения за радиоактивным загрязнением поверхностных вод на трансграничных участках рек, протекающих как по территории Беларуси, так и по территориям сопредельных государств, показали, что в пробах поверхностных вод, отобранных в зонах воздействия работающих атомных электростанций, «свежих» радиоактивных выпадений не обнаружено.

8. Результаты, полученные в 2015 году при проведении радиационного мониторинга почв, подтверждают, что в настоящее время интенсивность миграционных процессов снизилась. В аллювиальных почвах произошло уменьшение линейной скорости миграции радионуклидов.

9. В настоящее время диффузия является основным механизмом, пространственного перераспределения радионуклидов по вертикальному профилю почв, который обуславливает линейную скорость миграции радионуклидов в различных типах почв в пределах 0,2-0,3 см/год.

10. Наличие геохимических барьеров (мощных слоев дернины, перегнойных горизонтов, прослойки глинистых минералов) обуславливает снижение интенсивности миграционных процессов. Основная доля ^{137}Cs находится в верхнем корнеобитаемом слое почвы.

11. Полученные данные свидетельствуют о необходимости учета изменения с течением времени скорости миграции ^{137}Cs в почве при прогнозировании его распределения по вертикальному профилю почв.