

## 10. РАДИАЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ

В рамках НСМОС подразделения ГУ «РЦРКМ» осуществляют радиационный мониторинг, включающий комплекс работ по проведению регулярных наблюдений по установленной сети пунктов (рисунок 10.1) и перечню параметров, оценку радиационной обстановки и ее динамики.



Рисунок 10.1 – Сеть пунктов наблюдений радиационного мониторинга атмосферного воздуха, поверхностных вод и почв (по состоянию на 01.01.2014 г.)

### Радиационный мониторинг атмосферного воздуха.

В 2013 г. на территории Республики Беларусь функционировало 55 пунктов наблюдений радиационного мониторинга по измерению мощности дозы гамма-излучения (далее – МД). На 27 пунктах, распределенных по территории Республики Беларусь, проведены наблюдения за радиоактивными выпадениями из приземного слоя атмосферы (отбор проб произведен с помощью горизонтальных планшетов), в том числе на 21 пункте наблюдений пробы для определения суммарной бета-активности естественных атмосферных выпадений были отобраны ежедневно, 6 пунктов работали в дежурном режиме (отбор проб проведен с периодичностью один раз в 10 дней).

В семи городах Республики Беларусь (Браслав, Гомель, Минск, Могилев, Мозырь, Мстиславль, Пинск) произведен отбор проб радиоактивных аэрозолей в приземном слое атмосферы с использованием фильтровентиляционных установок (далее – ФВУ). В гг. Могилев, Минск отбор проб проведен в дежурном режиме (1 раз в 10 дней), на остальных пунктах, расположенных в зонах влияния атомных электростанций сопредельных государств – ежедневно.

Радиационная обстановка на территории республики оставалась стабильной: измерения МД, проведенные в 2013 г., не выявили ни одного случая превышения над установленными многолетними значениями.

Как и прежде, повышенные уровни МД зарегистрированы в пунктах наблюдений городов, находящихся в зонах радиоактивного загрязнения: Брагин, Наровля, Хойники, Чечерск, Славгород.

Среднегодовые значения МД в 2013 г. составляли: в Брагине – 0,51 мкЗв/ч, в Наровле – 0,47 мкЗв/ч, в Хойниках – 0,24 мкЗв/ч, в Чечерске – 0,20 мкЗв/ч, в Славгороде - 0,20 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 – 1,5 Бк/м<sup>2</sup>сут, гг. Наровля – 0,7 Бк/м<sup>2</sup>сут, Хойники – 0,7 Бк/м<sup>2</sup>сут, гг. Брагин - 0,7 Бк/м<sup>2</sup>сут, Чечерск - 0,7 Бк/м<sup>2</sup>сут, Горки – 1,6 Бк/м<sup>2</sup>сут, Мозырь – 0,7 Бк/м<sup>2</sup>сут. Наибольшие среднемесячные уровни суммарной бета-активности зарегистрированы в ноябре 2013 года в городах: Могилев– 2,5 Бк/м<sup>2</sup>сут и Костюковичи – 5,4 Бк/м<sup>2</sup>сут; в сентябре в городах: Мстиславль – 2,1 Бк/м<sup>2</sup>сут и Славгород – 2,2 Бк/м<sup>2</sup>сут; в марте в г. Горки – 4,4 Бк/м<sup>2</sup>сут.

Анализ результатов измерений суммарной бета-активности атмосферных аэрозолей в 2013 году показывает, что наибольшие среднемесячные уровни наблюдались в декабре в Мозыре – 22,2·10<sup>-5</sup> Бк/м<sup>3</sup>, в феврале в Минске - 34·10<sup>-5</sup> Бк/м<sup>3</sup>, в марте в Могилеве – 37·10<sup>-5</sup> Бк/м<sup>3</sup>, в октябре в Пинске – 20,2·10<sup>-5</sup> Бк/м<sup>3</sup> (таблица 10.1).

Пороговые уровни суммарной бета-активности, при превышении которых проводят защитные мероприятия, составляют: для радиоактивных выпадений из атмосферы – 110 Бк/м<sup>2</sup>сут, для радиоактивных аэрозолей – 3 700·10<sup>-5</sup>Бк/м<sup>3</sup>.

Таблица 10.1 – Среднемесячные значения суммарной бета-активности ( $\Sigma \beta$ ) и содержания цезия-137 (<sup>137</sup>Cs) в радиоактивных аэрозолях приземного слоя атмосферы в 2013 г., 1·10<sup>-5</sup> Бк/м<sup>3</sup>

| Месяц     | Мозырь         |                   | Браслав        |                   | Гомель         |                   | Минск          |                   | Могилев        |                   | Мстиславль     |                   | Пинск          |                   |
|-----------|----------------|-------------------|----------------|-------------------|----------------|-------------------|----------------|-------------------|----------------|-------------------|----------------|-------------------|----------------|-------------------|
|           | $\Sigma \beta$ | <sup>137</sup> Cs |
| <b>01</b> | 18,2           | 2,31              | 11,5           | 0,13              | 10,8           | 0,96              | 9,7            | 1,79              | 18,3           | -                 | 18,8           | 0,36              | 11,2           | 1,58              |
| <b>02</b> | 18,6           | 1,55              | 16,1           | 0,14              | 15,9           | 0,77              | 34             | 0,87              | 34,7           | 0,8               | 18,6           | 0,52              | 17,0           | 1,2               |
| <b>03</b> | 18,6           | 1,81              | 10,6           | 0,13              | 10,4           | 1,04              | 21,3           | 5,2               | 37             | 0,72              | 13,6           | 0,38              | 10,8           | 1,19              |
| <b>04</b> | 17,9           | 2,13              | 8,3            | 3,14              | 12,8           | 2,21              | 13             | 5,14              | 14             | 0,55              | 13,1           | 0,86              | 10,7           | 0,94              |
| <b>05</b> | 19,8           | 4,96              | 9,7            | 0,21              | 11,9           | 1,27              | 25,3           | 1,48              | 14             | 0,55              | 11,5           | 0,55              | 11,2           | 1,29              |
| <b>06</b> | 16,2           | 1,32              | 10,7           | 0,06              | 13             | 0,98              | 19             | 1,89              | 19             | 0,24              | 11,9           | 0,17              | 12,2           | 0,57              |
| <b>07</b> | 16,8           | 1,64              | 9,2            | 0,04              | 10,9           | 0,66              | 17,7           | 1,26              | 15,7           | 0,17              | 9,9            | 0,1               | 11,2           | 0,4               |
| <b>08</b> | 18,4           | 0,41              | 9,8            | 0,09              | 12,3           | 1,04              | 28,3           | 0,81              | 17,7           | 0,18              | 12,4           | 0,17              | 15,0           | 0,35              |
| <b>09</b> | 17,9           | 1,32              | 10,5           | 0,09              | 8              | 0,87              | 31,7           | 1,09              | 12,3           | 0,06              | 11,0           | 0,11              | 12,8           | 0,53              |
| <b>10</b> | 20,6           | 2,09              | 11,5           | 0,06              | 11,8           | 1,31              | 21,3           | 1,32              | 24             | 0,72              | 16,2           | 0,61              | 20,2           | 0,73              |
| <b>11</b> | 21             | 1,57              | 9,2            | 0,05              | 19,3           | 0,61              | 11,3           | 1,18              | 17,3           | 0,51              | 14,0           | 0,45              | 12,3           | 1,05              |
| <b>12</b> | 22,2           | 2,58              | 11,4           | 0,07              | 16,3           | 0,8               | 21,7           | 1,66              | 14             | 0,73              | 14,7           | 0,43              | 14,3           | 1,11              |
| <b>ср</b> | <b>18,9</b>    | <b>1,97</b>       | <b>10,7</b>    | <b>0,35</b>       | <b>12,8</b>    | <b>1,04</b>       | <b>21,2</b>    | <b>1,97</b>       | <b>19,8</b>    | <b>0,48</b>       | <b>13,8</b>    | <b>0,39</b>       | <b>13,2</b>    | <b>0,91</b>       |

Наблюдения в рамках радиационного мониторинга поверхностных вод в 2013 г. проведены на 6 крупных и средних реках Беларуси, водосборы которых были подвержены 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), а также на трансграничном оз. Дрисвяты (д. Дрисвяты), которое являлось водоемом-охладителем Игналинской АЭС.

Ежемесячный отбор проб воды на основных реках был сопровожден одновременным измерением расходов. На р. Нижняя Брагинка отбор проведен ежеквартально. В отобранных пробах определено содержание цезия-137 и стронция-90.

Данные радиационного мониторинга свидетельствуют, что радиационная обстановка на водных объектах в 2013 г. оставалась стабильной. Концентрации цезия-137 и стронция-90 в обследованных 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 2013 г. содержание цезия-137 в р. Припять (г. Мозырь) находилось в пределах от 0,002 до 0,008 Бк/л; в р. Днепр (г. Речица) – от 0,003 до 0,034 Бк/л; в р. Сож (г. Гомель) – от 0,01 до 0,062 Бк/л; в р. Ипуть (г. Добруш) – от 0,024 до 0,167 Бк/л; в р. Беседь (д. Светиловичи) – от 0,007 до 0,077 Бк/л.

Содержание стронция-90 в р. Припять (г. Мозырь) находилось в пределах от 0,009 до 0,022 Бк/л; в р. Днепр (г. Речица) – от 0,007 до 0,024 Бк/л; в р. Сож (г. Гомель) – от 0,015 до 0,05 Бк/л; в р. Ипуть (г. Добруш) – от 0,019 до 0,039 Бк/л; в р. Беседь (д. Светиловичи) – от 0,027 до 0,208 Бк/л.

За многолетний период отмечена тенденция снижения содержания наблюдаемых загрязнителей (рисунки 10.2 и 10.3). Кратковременные возрастания концентраций стронция-90 обусловлены параметрами 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.

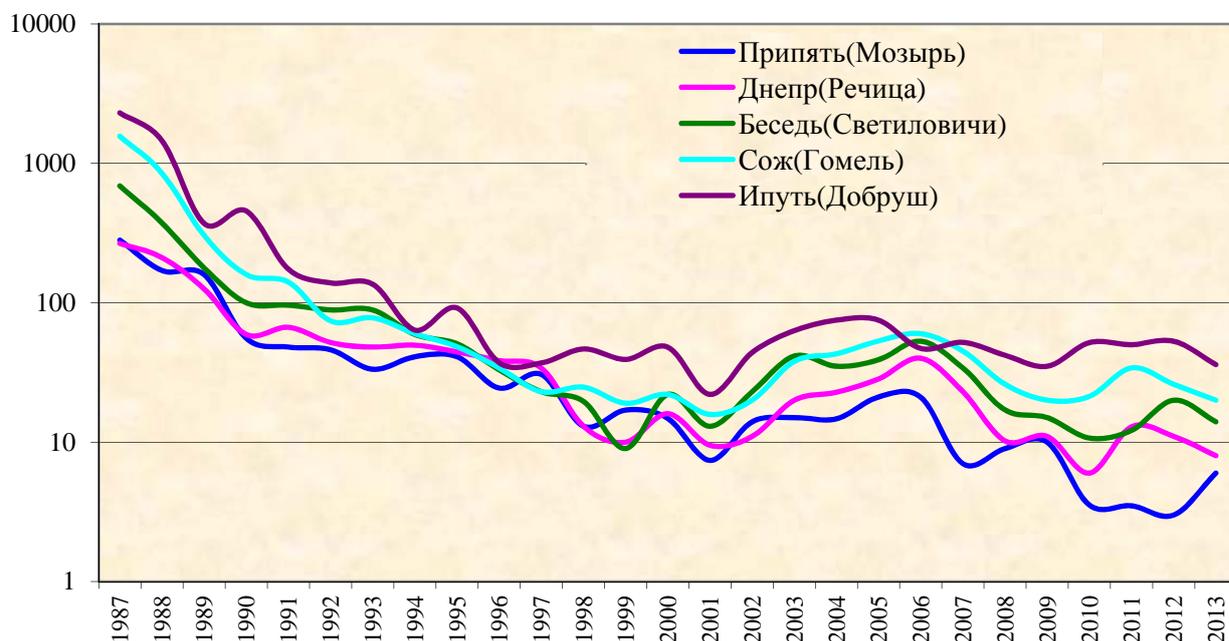


Рисунок 10.2 – Динамика среднегодовых концентраций цезия-137 в поверхностных водах рек Беларуси за период 1987 – 2013 гг., Бк/л

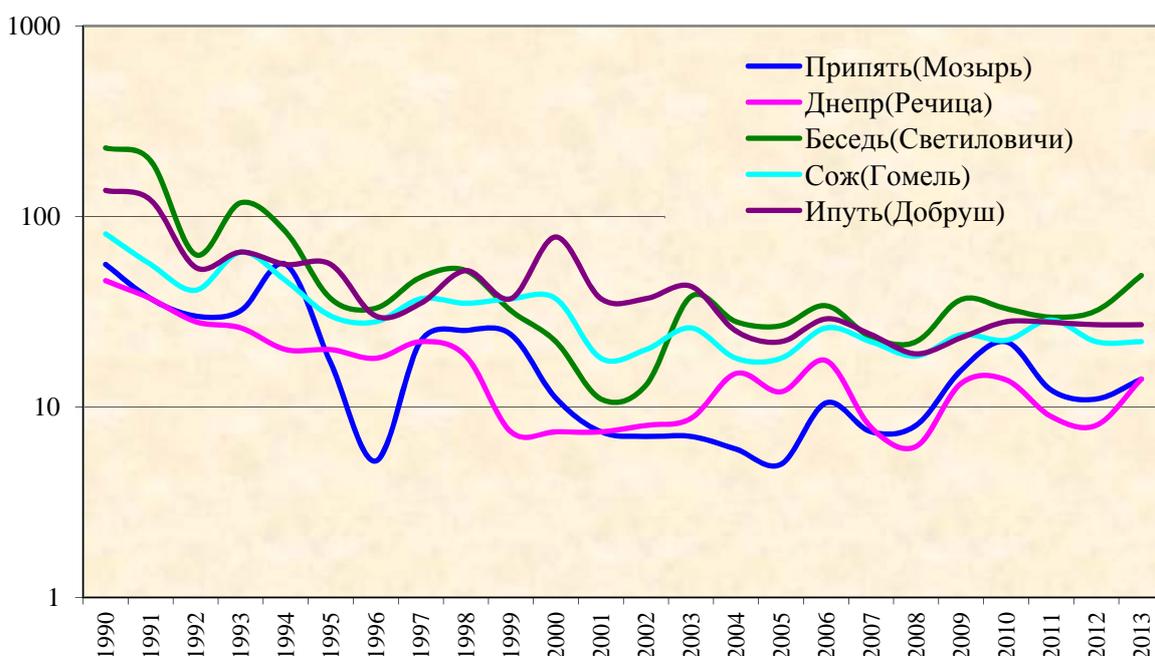


Рисунок 10.3 – Динамика среднегодовых концентраций стронция-90 в поверхностных водах рек Беларуси за период 1990 – 2013 гг., Бк/л

В р. Нижняя Брагинка, водосбор которой частично находится на территории зоны отчуждения Чернобыльской АЭС, наблюдается более высокое содержание радионуклидов по сравнению с другими исследуемыми реками. В 2013 г. диапазон изменения концентраций цезия-137 в р. Нижняя Брагинка (д. Гдень) составил 0,58 – 3,28 Бк/л; концентраций стронция-90 – 1,61 – 2,75 Бк/л. Таким образом, объемная активность цезия-137 в воде р. Нижняя Брагинка (д. Гдень) не превышала РДУ-99 по этому радионуклиду, в то время как объемная активность стронция-90 была в 4 – 7 раз выше допустимого уровня.

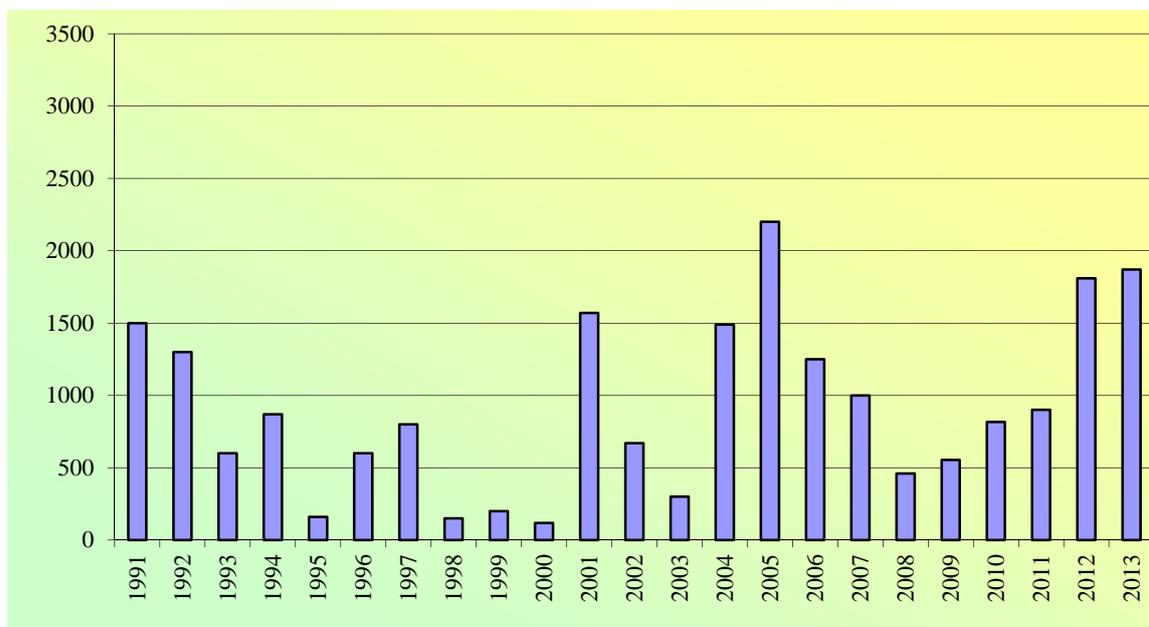


Рисунок 10.4 – Динамика среднегодовых концентраций цезия-137 в поверхностных водах р. Нижняя Брагинка (д. Гдень) за период 1991 – 2013 гг., Бк/л

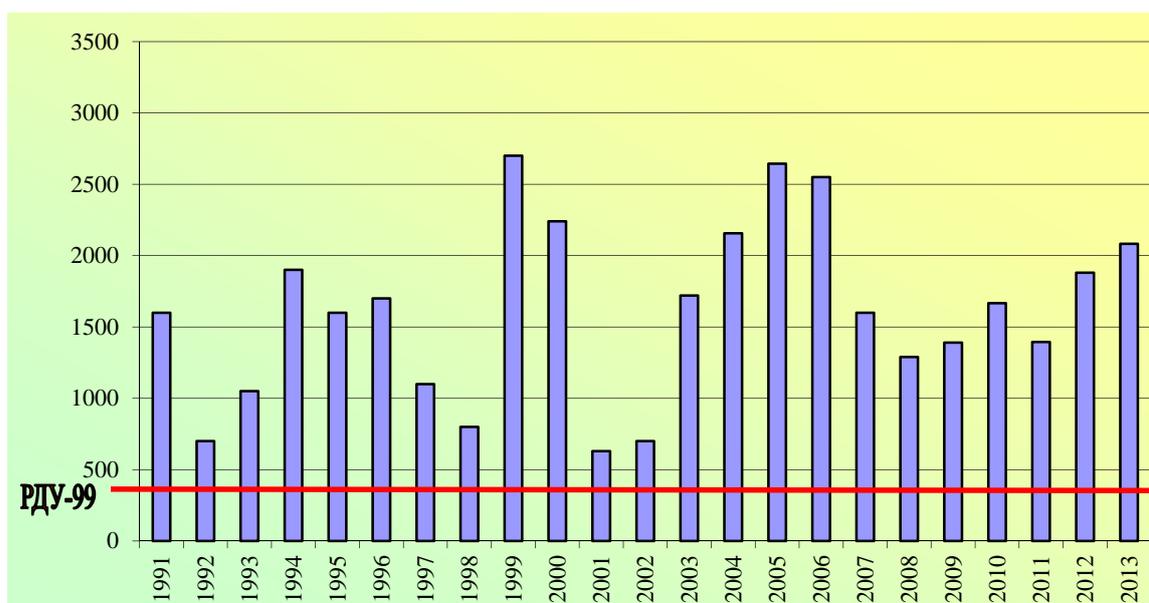


Рисунок 10.5 – Динамика среднегодовых концентраций стронция-90 в поверхностных водах р. Нижняя Брагинка (д. Гдень) за период 1991 – 2013 гг., Бк/л

Оценка трансграничного переноса радионуклидов водным путем проведена 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 также проведен на следующих пунктах наблюдений: оз. Дрисвяты (д. Дрисвяты) – зона влияния Игналинской АЭС (Литва); р. Горынь (д. Речица), р. Стыр (д. Ладорож) – зона влияния Ровенской АЭС, р. Припять (д. Довляды), р. Днепр (г. Лоев) – зона влияния Чернобыльской АЭС (Украина); р. Сож (д. Коськово) – зона влияния Смоленской АЭС (Россия).

В 2013 году в пробах поверхностных вод, отобранных в зонах наблюдения работающих атомных электростанций, расположенных на территориях сопредельных государств, «свежих» радиоактивных выпадений не обнаружено.

#### Радиационный мониторинг почвы.

Изучение процессов вертикальной миграции радионуклидов проводится 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 для обеспечения прогноза самоочищения почв в результате природных процессов.

В 2013 г. было проведено обследование двух ЛГХП: в Белоушском п/с Столинского р-на Брестской области (2 разреза) и в Дятловском с/с Дятловского р-на Гродненской области (1 разрез). Каждый репер ЛГХП имеет географическую и топографическую привязку, полное описание ландшафтно-геохимических условий. На каждом ЛГХП на сопряженных элементах рельефа заложены почвенные разрезы, дано полное название почвы в соответствии с принятой в Республике Беларусь классификацией.

Измерены уровни МД на поверхности почвы и на высоте 1 м, выполнен послойный отбор почвы на глубину 30 см. Отбор проб на ЛГХП проведен в соответствии с Инструкцией о порядке проведения подчиненными Министерству природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь организациями радиационного мониторинга, утвержденной постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 11.11.2008 № 98.

Максимальное содержание цезия-137 в аллювиальных дерново-глееватых почвах ЛГХП Белоуша отмечено на глубине 11 – 15 см (рисунок 10.6 а и 10.6 б), что обусловлено периодиче-

ским затоплением паводковыми водами прирусловой части поймы, которое сопровождается привносом и отложением на поверхности почвы нового минерального материала (аллювиальный процесс). Кроме того, на данные почвы оказывает влияние близкое залегание грунтовых вод.

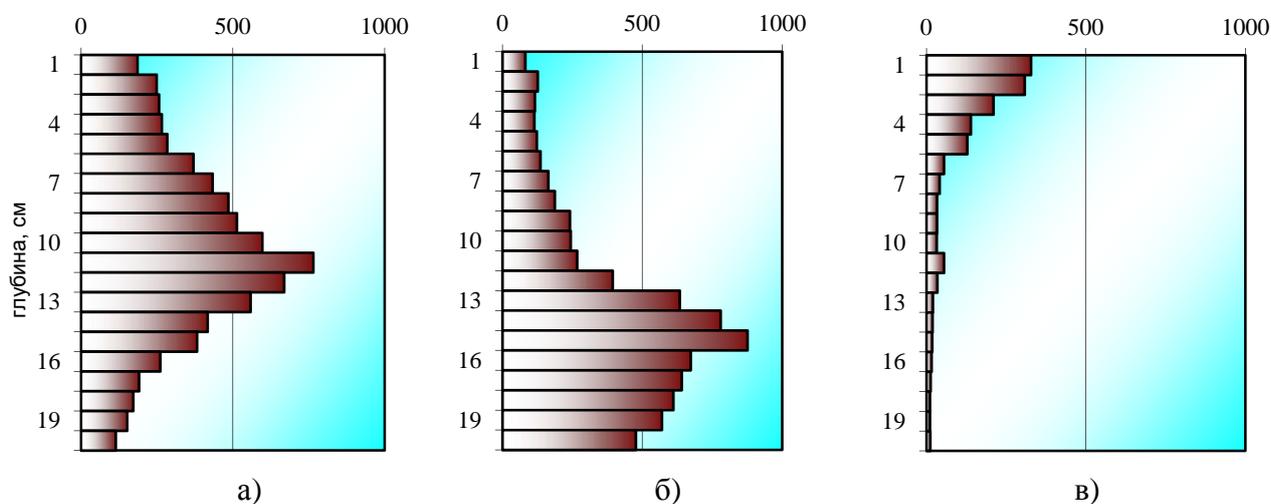


Рисунок 10.6 – Фактическое распределение цезия-137 по профилям обследованных в 2013 г. почв:

- а) аллювиальная дерново-глееватая, супесчаная на супесчаном и песчаном аллювии (ЛГХП Белоуша разрез-1, злаково-разнотравный влажный луг);
- б) аллювиальная дерново-глееватая суглинистая на легком суглинке, подстилаемом песками (ЛГХП Белоуша разрез-2, злаково-разнотравный влажный луг);
- в) аллювиальная дерново-глееватая, песчаная на рыхлых песках (ЛГХП Новоселки, злаково-осоковое разнотравье).

В свою очередь на ЛГХП Новоселки максимальное содержание цезия-137 наблюдается в верхних 4–5 см слоях почвы (рисунок 10.6 в), что объясняется тем, что данный ЛГХП не подвержен ежегодным подтоплениям паводковыми водами.

Исследованиями установлено, что в аллювиальной дерново-глееватой супесчаной на супесчаном и песчаном аллювии почве, а также в аллювиальной дерново-глееватой суглинистой на легком суглинке, подстилаемом песками, почве в период с 1993 г. по 2013 г. наблюдалась устойчивая тенденция к постепенному уменьшению скорости миграции цезия-137 вниз по профилю почвы (рисунок 10.7): с 2,45 см/год до 0,52 см/год и с 6,55 см/год до 1,16 см/год, соответственно. Одновременно в аллювиальной дерново-глееватой, песчаной на рыхлых песках почве за наблюдаемый период не произошло существенного изменения скорости миграции этого радионуклида: с 0,67 см/год до 0,17 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 2013 г. 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). В настоящее время диффузия является основным механизмом, который обуславливает пространственное перераспределение радионуклидов по вертикальному профилю почв.

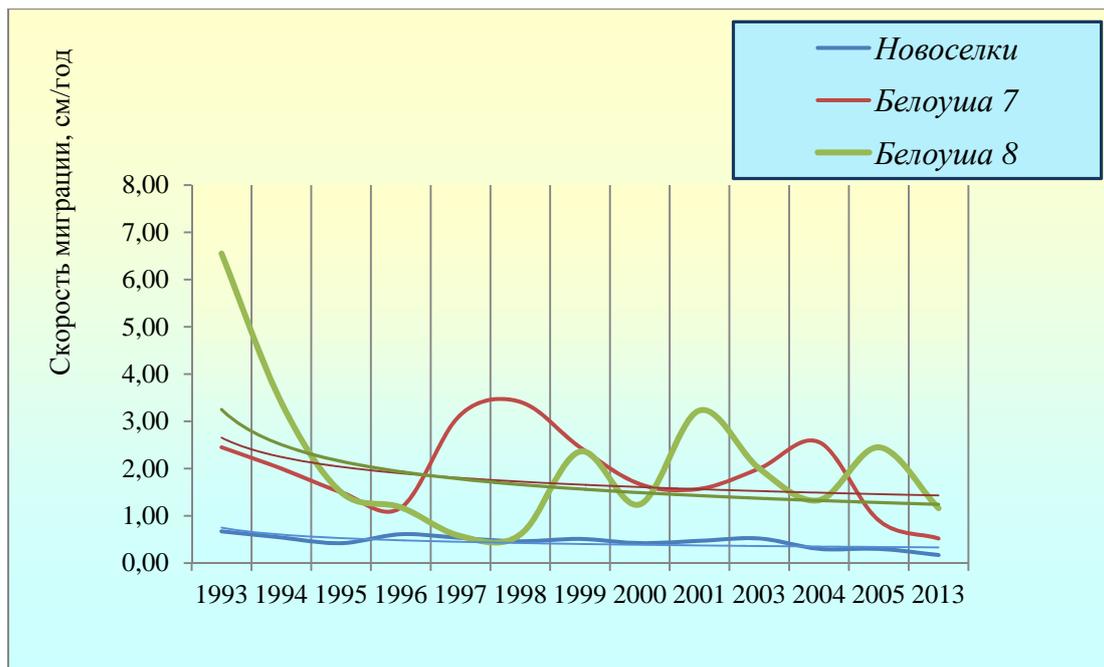


Рисунок 10.7 – Изменение скорости миграции цезия-137 в аллювиальных дерново-глееватых почвах различного гранулометрического состава за период 1993 – 2013 гг.

Почвенный поглощающий комплекс представляет собой многофазную многокомпонентную систему, которая достигла некоего метастабильного равновесия. По всей вероятности, в ближайшем будущем при отсутствии какого-либо внешнего воздействия линейная скорость миграции радионуклидов в различных типах почв будет находиться в пределах 0,20-0,35 см/год.

Наличие геохимических барьеров, фиксирующих радионуклиды и препятствующих их проникновению в более глубокие слои почвы, понижает интенсивность миграционных процессов.

#### **Выводы.**

В 2013 г. радиационная обстановка на территории республики оставалась стабильной: измерения МД, проведенные 2013 г., не выявили ни одного случая превышения над установившимися многолетними значениями. 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.

Повышенные уровни МД зарегистрированы в пунктах наблюдений радиационного мониторинга, находящихся на радиоактивно загрязненных территориях: г. Брагин, Наровля, Хойники, Чечерск, Славгород. На остальных пунктах наблюдений уровни МД сравнимы с доаварийными.

Активности естественных радионуклидов в приземном слое атмосферы соответствовали средним многолетним значениям.

Радиационная обстановка на обследованных водных объектах в 2013 г. оставалась стабильной. Среднегодовые концентрации цезия-137 и стронция-90 в наблюдаемых 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.

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.

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 наблюдения работающих атомных электростанций, «свежих» радиоактивных выпадений не обнаружено.

Результаты, полученные в 2013 г. при проведении радиационного мониторинга почв, подтверждают, что в настоящее время интенсивность миграционных процессов снизилась. В аллювиальных почвах произошло уменьшение линейной скорости миграции радионуклидов. Наличие геохимических барьеров, фиксирующих радионуклиды и препятствующих их проникновению в более глубокие слои почвы, понижает интенсивность миграционных процессов.