

**Использование некоторых результатов долгосрочного
радиоэкологического мониторинга водных систем Беларуси в
преподавании курсов «основы экологии и радиационной
безопасности», «радиационная безопасность», «радиобиология»**

На протяжении многих лет на различных факультетах БГПУ осуществляется преподавание следующих дисциплин: основы экологии и радиационной безопасности, радиационная безопасность, радиобиология. В связи с тем, что в программы названных курсов входит тема «Последствия аварии на Чернобыльской АЭС для воздушной, наземной и водной среды, а также для здоровья населения», возникает необходимость привлечения большого количества фактологического материала. Поскольку автор статьи за годы работы в Институте радиобиологии НАН Беларуси накопил большое количество материала по последствиям загрязнения водных систем Беларуси радионуклидами Чернобыльского происхождения, возможно использование данных долгосрочного мониторинга (более десяти лет) в ходе преподавания названных курсов. В первую очередь в ходе курса и в рамках темы представляют интерес результаты мониторинга для наиболее загрязненного региона Беларуси – Гомельской области и его главной водной артерии – реки Припять. Среди исследованных водных систем бассейна Припяти в пределах Гомельской области наиболее критической по целому комплексу параметров (активности воды по цезию-137 и стронцию-90, активности почв водосборов, по удельным активностям анализируемых радионуклидов для водной растительности) является экосистема р. Несвич. Наряду с водами р. Брагинка и в меньшей степени р. Словечна, она продолжает оставаться и в настоящее время значительным поставщиком радионуклидов в экосистему р. Припять, хотя в последнее время объемы выносов радиополлютантов перечисленными реками значительно уменьшились по сравнению с первыми годами после аварии на ЧАЭС.

Уже в первые дни после аварии содержание радионуклидов в воде перечисленных рек бассейна Припяти достигало 5,5 Бк/л по ^{90}Sr и 233 Бк/л по ^{137}Cs . До пуска в эксплуатацию ЧАЭС содержание ^{90}Sr составляло $3,33 \times 10^{-3} - 1,8 \times 10^{-2}$ Бк/л, а $^{137}\text{Cs} - 7,4 \times 10^{-4} - 3,7 \times 10^{-3}$ Бк/л [1]. За период наблюдений радиоэкологическая ситуация в целом характеризовалась уменьшением плотности поверхностного загрязнения водосборов, что может быть обусловлено распадом радионуклидов, смывом и миграцией как по поверхности, так и в глубину грунта (горизонтальная и вертикальная миграции). Однако в низких местах,

заливаемых весенними талыми водами и в период обильных дождей по профилю водосбора наблюдается периодическое возрастание содержания радионуклидов в почвах, а причиной этого может быть привнесение их с прилегающих площадей водосбора потоками воды с последующим смывом в реки в течение определенного времени. Такое явление отмечено в отношении ^{90}Sr и характерно для площадок наблюдения на реках Брагинка (у д. Гдень), Словечна (у д. Кузьмичи), Несвич (у д. Посудово).

Основное количество радионуклидов, главным образом цезия-137 и стронция-90, выпало на территории Беларуси в 30-километровой зоне от ЧАЭС на площадях водосборов малых рек Припятского бассейна. Загрязнение водосборов малых рек бассейна Припяти вне 30-км зоны меньше по плотности загрязнения, однако в ближней зоне аварии загрязнение обусловлено топливной компонентой, а в дальней – конденсационной, которая является менее устойчивой в процессах выщелачивания радионуклидов цезия и стронция. Реки Несвич, Брагинка и Словечна протекают по самым загрязненным территориям Гомельской области, и являются основными поставщиками радионуклидов в воду р. Припять. Так, почвы водосбора р. Несвич имеют следующие показатели загрязненности: по ^{137}Cs – до $1,6 \times 10^6$ Бк/кг и $3,8 \times 10^4$ Бк/кг по ^{90}Sr

Удельная активность ^{137}Cs проб речной воды, как правило, не превышала РДУ, за исключение воды р. Несвич у д. Кулажин (время отбора – сентябрь 1988г.), когда наблюдали удельную активность воды по ^{137}Cs , равную 59 Бк/л, что в 3,2 раза превышает РДУ-90 и в 5,9 раз – РДУ-99.

Содержание ^{90}Sr в фильтрованной воде рек Брагинка и Несвич, бассейна Припяти, дренирующих наиболее загрязненные районы Гомельской области, часто превышало (1988, 1990, 1991-1996 гг.) контрольный уровень – 0,37 Бк/л. В то же время в воде р. Словечна содержание ^{90}Sr превышало РДУ в редких случаях (1996г, июнь, д. Белый Берег; 1994г., июль, д. Кузьмичи). Обнаруженное явление, когда содержание ^{90}Sr в поверхностной воде рек, протекающих в практически одинаковой загрязненной зоне, значительно различается в разных пунктах наблюдения, можно объяснить сложностью процессов самоочищения, происходящих в воде по ходу течения реки. Так, в р. Брагинка среднегодовой сброс воды $3 \text{ м}^3/\text{с}$, в р. Несвич – $1,6$, в р. Словечна – $13,7 \text{ м}^3/\text{с}$. Это означает, что поступившие в р. Словечна радионуклиды разбавляются в 4,6-8,6 раз большим количеством воды, чем в реках Брагинка и Несвич, при практически равных плотностях поверхностного

загрязнения их водосборов. Максимальные концентрации ^{137}Cs и ^{90}Sr в основном приходятся на позднеосенний и весенний периоды. Однако во время большого подъема воды может происходить уменьшение содержания радионуклидов в воде из-за ее разбавления. В период летней межени концентрация радионуклидов в воде может превосходить их осенние и весенние значения из-за отсутствия эффекта разбавления.

Следует отметить, что на всех контролируемых участках, находящихся в зоне максимального загрязнения, концентрации ^{90}Sr в поверхностной воде, особенно в осенне-весенний период, часто превосходили концентрации ^{137}Cs в поверхностной воде, что, по-видимому, связано с особенностями форм существования этих разных по растворимости и миграционным свойствам радионуклидов. Кроме того, в позднеосенний период, когда происходит отмирание водной растительности, в первую очередь отмечается увеличение соединений ^{90}Sr в поверхностной воде.

Данные многолетних наблюдений показывают, что уровень загрязнения ^{137}Cs и ^{90}Sr донных отложений на 2-6 порядков выше уровня загрязнения воды. Поскольку загрязненные донные отложения постоянно мигрируют по течению водотоков и перемешиваются с влекомыми водой наносами, установить точные показатели активностей донных отложений рек затруднительно. Однако установлено, что наибольший вклад в суммарную активность донных отложений обычно вносит ^{137}Cs (иногда до 90%). Но такая закономерность наблюдается не на всех полигонах наблюдений, и зависит от места локализации объекта по стоку реки и от места расположения пятна максимального загрязнения данными радионуклидами. Так, на р. Несвич у д. Кулажин вклад ^{137}Cs в суммарную активность донных отложений бывает и меньше 50%. Согласно «Комплексной экологической классификации качества поверхностных вод суши» [2], в радиоэкологическом плане вода р. Несвич по Cs-137 чаще соответствует показателям 4а – умеренно загрязненная, а иногда и показателю 4б – сильно загрязненная. Примерно таким же разрядам качества (4а – умеренно загрязненная и 4б- сильно загрязненная) соответствует вода р. Несвич в отношении Sr-90. Вода р. Брагинка в основном соответствует показателям 4а (умеренно загрязненная) как по цезию-137, так и по стронцию-90. В меньшей степени перечисленными радионуклидами загрязнены воды р.Словечна. Так, по цезию-137 вода чаще всего соответствует разряду 3б – слабо загрязненная, и очень редко – разряду 4а (умеренно загрязненная), а по Sr-90 – чаще всего слабо

загрязненная (3б). Вода собственно р. Припять у д. Красноселье по цезию-137 и стронцию-90 относится чаще всего к умеренно загрязненной (4а).

Таким образом, наиболее критической по целому комплексу параметров (активности воды по цезию-137 и стронцию-90, активности почв водосборов, по удельным активностям анализируемых радионуклидов для водной растительности) является экосистема р. Несвич. Наряду с водами р. Брагинка и в меньшей степени р. Словечна, она продолжает оставаться и в настоящее время значительным поставщиком радионуклидов в экосистему р. Припять, хотя в последнее время объемы выносов радиополлютантов перечисленными реками значительно уменьшились по сравнению с первыми годами после аварии на ЧАЭС.

Литература

1. Кудельский А.В., Шпаков О.Н., Бузо В.Ф., Будейко Н.Л. // О радиоактивном загрязнении природных вод и водной миграции радионуклидов на Юго-Востоке Белоруссии. Докл. АН БССР. Геохимия. 1990. Т.34, № 11. С. 1039-1042.
2. Комплексная экологическая классификация качества поверхностных вод суши / О.П. Окснюк, В.Н. Жукинский, Л.П. Брагинский и др. // Гидробиол. журн. – 1993.- Т.29., № 4. – С.62-76.