

СОВРЕМЕННАЯ РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА НА РЕКЕ ТЕЧА

Н.Н. Казачёнок, И. Я. Попова, В.А. Костюченко, В.С. Мельников,

Г.В. Полянчикова, Ю.П. Тихова, К.Г. Коновалов, А.И. Копелов

*ФГБУН «Уральский научно-практический центр радиационной медицины» ФМБА России,
г. Челябинск, Россия*

В период с 1949 по 1956 гг. в реку Теча через систему прудов-отстойников сбрасывали жидкие отходы радиохимического производства ПО «Маяк». В 1956 и 1964 гг. верховье реки Теча было перекрыто каскадом водоемов (завершает каскад непроточный водоем В-11), а сток с водосборной территории р. Течи был направлен в обход каскада по специально сооруженным левобережному и правобережному каналам (ЛБК и ПБК). В 2008-2009 гг. проведена реконструкция плотины В-11.

В 2000-2012 гг. анализировали содержание радионуклидов в воде р. Теча (на всем протяжении русла), водоема В-11, и обводных каналов, предположительно являющихся в настоящее время основным источником загрязнения речной воды.

После реконструкции плотины активность ^{90}Sr в фильтрате плотины не уменьшилась, несмотря на некоторое снижение активности в воде В-11. Активность ^{90}Sr на выходе ПБК увеличилась. Активность ^{90}Sr и ^3H в воде ПБК и фильтрата в 2011 г. и 2012 г. была несколько ниже, чем в 2010, а в воде ЛБК – значительно выше. Как следствие, повысился уровень загрязнения воды в районе Асанова моста. Несмотря на большой разброс сезонных колебаний, можно констатировать, что загрязнение воды ^{90}Sr и ^3H за последние годы значительно повысилось, а загрязнение ^{137}Cs несколько снизилось.

Вода р. Течи наиболее загрязнена в верхнем течении до деревни Муслюмово (≈ 54 км от плотины В-11). В период с 2000 г. по 2012 г. удельная активность ^{90}Sr в воде на этом участке колебалась от 1,6 Бк/л до 60,0 Бк/л, (в среднем $17,1 \pm 2,2$ Бк/л). Активность ^{137}Cs колебалась от 0,06 Бк/л до 11,5 Бк/л ($1,0 \pm 0,4$ Бк/л), активность ^3H – от 11,2 Бк/л до 451 Бк/л (240 ± 33 Бк/л), активность $^{239,240}\text{Pu}$ не превышала 0,096 Бк/л, в среднем – $0,019 \pm 0,02$ Бк/л. Таким образом, в верхнем течении реки только ^{90}Sr постоянно и значительно превышает уровень вмешательства. В большинстве измерений загрязнение воды радионуклидами снижалось на участке от Асанова моста до Нового моста ($\approx 5,5$ км и ≈ 16 км от плотины В-11), где в Течу впадает р. Зюзелга (≈ 9 км от плотины В-11), содержание радионуклидов в воде которой близко к фоновому (активность ^{90}Sr $0,12 \pm 0,05$ Бк/л, ^3H – $10,0 \pm 2,0$ Бк/л). Расчет коэффициентов вариации однако позволяет предполагать, что содержание ^{90}Sr в воде на данном участке в меньшей степени зависит от места отбора, чем от погодных условий и, соответственно, водности реки. Действительно, средняя активность ^{90}Sr в воде у Асанова моста в 2000-2012 гг. составила $18,7 \pm 4,6$ Бк/л, у Нового моста – $15,6 \pm 3,4$ Бк/л, у Надырова моста – $14,4 \pm 4,4$ Бк/л, у д. Муслюмово – $17,0 \pm 3,9$ Бк/л. То есть, хотя наблюдается тенденция снижения загрязнения воды, но различия не являются статистически значимыми.

Снижение активности радионуклидов наблюдали также после впадения крупных притоков. Однако наиболее значительно снижается активность всех исследованных радионуклидов на участке от н.п. Муслюмово до н.п. Бродокалмак (≈ 91 км от плотины В-11), где нет крупных притоков. Снижение активности ^3H скорее всего не связано с сорбцией донными грунтами. По-видимому, ^{137}Cs и ^{90}Sr также мало сорбируются, так как дно здесь преимущественно каменистое либо песчаное. Вероятно, разбавление происходит за счет выхода грунтовых вод и мелких ручьев, пересыхающих в засушливый период.

Активность ^{90}Sr в воде в верхнем течении как правило, увеличивалась в годы с наибольшим количеством осадков. Это объясняется тем, что во влажные годы подъем уровня воды в водоемах ТКВ приводил к увеличению фильтрации радионуклидов в обводные каналы и через плотину В-11, и это увеличение не было скомпенсировано разбавлением менее загрязненной водой с водосборной территории. В 2010 г., 2011 г. и в 2012 г., после реконструкции плотины, наблюдалась обратная зависимость.

Удельные активности ^{90}Sr и ^3H в воде взаимосвязаны. В верхнем течении реки в 40 пробах 2009-2012 гг. коэффициент корреляции между ними составил 0,759. В среднем за этот период в верхнем течении активность ^3H превышала активность ^{90}Sr в $11,2 \pm 1,2$ раза. В нижнем течении это соотношение несколько снижается и составляет $9,3 \pm 1,6$ раз.

Активность ^{137}Cs и $^{239,240}\text{Pu}$ в воде повышается на заболоченном участке от Асанова моста до Надырова моста (≈ 22 км от плотины В-11), несмотря, на разбавление из р. Зюзелги. Далее по руслу реки активность $^{239,240}\text{Pu}$ резко падает, активность ^{137}Cs изменяется синхронно с активностью ^{90}Sr .

В пробах поверхностной воды из Асановских болот активность ^{90}Sr в разных точках отбора колебалась от 4,2 Бк/л до 81,3 Бк/л (в среднем 37 ± 13 Бк/л). В Муслюмовских болотах – от 6,9 Бк/л до 25,3 Бк/л (14 ± 13 Бк/л).

Пойменная почва наиболее загрязнена в Асановских болотах. В отдельных пробах активность ^{137}Cs достигает $3\text{-}8\cdot 10^6$ Бк/кг, ^{90}Sr – $1\cdot 10^5$ Бк/кг, $^{239,240}\text{Pu}$ – $1\cdot 10^4$ Бк/кг. В донных отложениях и в постоянно увлажненных болотных и прибрежной дерновой почвах ^{90}Sr хорошо мигрирует и аккумулируется на различных глубинах. ^{137}Cs и $^{239,240}\text{Pu}$ в болотной почве мигрировали до 100 см, но наибольшее их количество содержится в слое 20-40 см. В дерновой почве они в основном остались в поверхностном слое. Горизонтальное и вертикальное распределение ^{137}Cs и $^{239,240}\text{Pu}$ в почве сходно. Для 352 проб, отобранных на разных участках и на разной глубине, коэффициент корреляции между активностями этих радионуклидов составил 0,87. Для донных отложений – 0,69 (176 проб). Это позволяет ориентировочно оценивать уровень загрязнения $^{239,240}\text{Pu}$ по результатам γ -спектрометрического определения ^{137}Cs . Коэффициенты корреляции между активностями ^{137}Cs и ^{90}Sr , ^{90}Sr и $^{239,240}\text{Pu}$ также статистически значимы, но невысоки.

В пробах травы, отобранных с 2006 по 2012 гг. в затопляемой пойме верхнего течения реки содержание ^{90}Sr колебалось от 25 Бк/кг до 1380 Бк/кг (в среднем – 446 ± 32 Бк/кг) на сухой вес. Активность ^{137}Cs – от 23 Бк/кг до 4673 Бк/кг (1192 ± 534 Бк/кг).