

РАДИАЦИОННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЗАТОПЛЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ БЫВШЕЙ МЕЛИОРАТИВНОЙ СЕТИ БЛИЖНЕЙ ЗОНЫ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС

Марченко Ю.Д., Ненашев Р.А.

Государственное природоохранное научно-исследовательское учреждение «Полесский государственный радиационно-экологический заповедник», г. Хойники, Республика Беларусь, umd66@yandex.ru

In the following article the results of analyses of cesium-137 and strontium-90's content in the water, flooded areas' ground sedimentation which are situated in former reclamation project nearby Chernobyl NPP are represented. Also the estimation of radionuclides biological accessibility to the different biota representatives is given.

Введение

Мелиоративные системы, расположенные на территории зоны отчуждения Чернобыльской АЭС, входят в систему бассейнов р. Уж и его притоков, рек Несвич и Сахан и других, более мелких. Для предотвращения радиоактивного загрязнения р. Припять в 1986 – 1987 годах был выполнен комплекс водоохранных мероприятий. Проведено залужение водоохраной зоны водотоков, закрытие затворных заграждений, устройство шандорных заграждений, отсыпка перемычек на каналах, обвалование действующих водотоков. Тем не менее, несмотря на то, что в перечисленные мероприятия были вложены немалые средства, их роль в задержании выноса радионуклидов с загрязнённых территорий оказалась незначительной, фильтрующие плотины быстро заиливались и превращались в глухие. Это приводило к подтапливанию значительных по площади прилегающих территорий с высоким содержанием радиоактивных веществ в почвах, способствовало повышению растворимости и переходу обменных форм изотопов цезия и стронция в воду.

Кроме того, многие гектары осушенных земель подверглись вторичному заболачиванию. В результате поднялся уровень грунтовых вод, и на пойменных землях нарушился водный баланс, что привело к деградации как лесных массивов, так и почв.

Радиоэкологические мониторинговые исследования состояния мелиоративных систем показали, что после прекращения в послеаварийный период эксплуатации водохозяйственных объектов русла открытой осушительной и водопроводящей сети в сильной степени заросли болотной растительностью, а бермы и откосы деревьями и кустарниками. В результате деятельности животных (постройка бобровых плотин, протаптывание троп к водопою зубрами, лосями, кабанам и т.д.) каналы завалены деревьями, во многих местах образовались заторы, что увеличивает шероховатость русла. После перекрытия магистральных каналов плотинами образовались разливы, которые затопили целые мелиосистемы в районе бывшего населенного пункта Борщевка и Погонное.

В настоящее время экологические проблемы аквальных ландшафтов территории Полесского государственного радиационно-экологического заповедника достигли крупных масштабов и способны существенно влиять на состояние окружающей среды и на биоту, поэтому их изучение является одним

из важнейших направлений радиозэкологического мониторинга. Проводимые мониторинговые исследования и наблюдения на данной территории являются научной основой природопользования и охраны окружающей среды. Комплексный мониторинг природной среды позволяет иметь объективные данные и следить за экологической обстановкой, эволюцией и деградацией природных комплексов, проявлением экстремальных процессов [1].

Объекты и методы исследования

Объектами исследования выступают компоненты водных природно-территориальных комплексов ближней зоны аварии на Чернобыльской АЭС: вода, донные отложения, почва территорий водосбора, доминирующие виды высших водных растений, моллюсков, рыбы. В работе использованы радиозэкологические и биологические методы, альфа-, бета- и гамма-спектрометрия. Радиозэкологический мониторинг компонентов наземных и водных экосистем предусматривает наблюдение и контроль за радиационной обстановкой, содержанием и перераспределением радионуклидов (^{137}Cs и ^{90}Sr) в водных и наземных экосистемах для оценки и прогноза общей радиозэкологической обстановки.

Результаты и их обсуждение

Для оценки уровня радиоактивного загрязнения территории водосбора проведено измерение мощности эквивалентной дозы γ -излучения (МД) на расстоянии 5 – 10 м от уреза воды вдоль береговой линии Борщевского затопления. Средняя величина МД на поверхности почвы составила 1,3 мк³/ч, коэффициент вариабельности измеренных значений равен 38 %. Концентрация ^{137}Cs и ^{90}Sr в воде водоема колеблется в пределах 2–4 и 4–6 Бк/л соответственно, тем не менее, эта величина может изменяться в зависимости от сезона года, то есть значительно повышаться в период половодий и паводков, когда происходит активный смыв почвенного слоя с береговой линии [2].

Анализ содержания радионуклидов в донных отложениях Борщевского затопления показал, что плотность загрязнения ^{137}Cs и ^{90}Sr 20-см слоя донных отложений существенно меньше, чем средний показатель для почв территории водосбора (таблица – 1).

Таблица 1 – Среднее содержание ^{137}Cs и ^{90}Sr в донных отложениях затопления и почве прилегающей территории, кБк/м²

Объект исследований	^{137}Cs	^{90}Sr
Донные отложения	891±161	121±34
Почва территории водосбора	2937±208	581±86

Наблюдаемые отличия, вероятно, обусловлены продолжающимися процессами перераспределения мобильных форм радионуклидов между донными отложениями и водной массой.

В формировании донных отложений затоплений следует отметить некоторые особенности по сравнению с другими водоемами заповедника. Прежде всего, это время их образования. Если в реках озерах и каналах слой осадков существовал до аварии на ЧАЭС, то в затоплениях, которые явились следствием перекрытия мелиоративных каналов, большая часть донных отложений появилась после аварии над залитыми лугами и залежными землями. Таким образом, если в других водоемах радионуклиды попадали в осадки при седиментации, сорбции и других вторичных процессах, то в затоплениях радионуклиды находились изначально на дне водоемов.

Сравнительная оценка биологической доступности радионуклидов проводилась путем анализа содержания ^{137}Cs и ^{90}Sr у двух представителей высшей водной растительности: тростника обыкновенного (Cane) (*Phragmites australis* Cav.) и рогоза узколистного (Reedmace) (*Typha angustifolia* L.), брюхоногих моллюсков – прудовика обыкновенного (*Lymnaea stagnalis* L.), катушки (*Planorbidae*), а также трех видов рыб: карася серебряного (crucian) (*Carassius gibelio* L.), окуня (perch) (*Perca fluviatilis* L.), щуки (pike) (*Esox lucius* L.). Перечисленные виды являются типичными для акватории Борщевского затопления.

Анализ данных по накоплению радионуклидов гидробионтами показал, что несмотря на значительную вариабельность данных, в целом радиоактивное загрязнение ^{137}Cs водных растений и моллюсков (суммарное количество в мягких тканях и раковине) находится на невысоком уровне (таблица – 2). Тем не менее, накопление этого радионуклида в мышечной ткани рыб превышает нормативные требования РДУ-99 (370 Бк/кг) в 4 – 8 раз.

Таблица 2 – Содержание ^{137}Cs и ^{90}Sr в гидробионтах, Бк/кг сырой массы

Вид образца	Содержание, Бк/кг сырой массы		Коэффициент накопления	
	^{137}Cs	^{90}Sr	^{137}Cs	^{90}Sr
Тростник обыкновенный	206±22	210±73	76±8	42±15
Рогоз узколистный	80±27	1825±483	30±10	365±97
Прудовик	93±12	8440±1419	34±4	1688±284
Катушка	145±22	2667±293	54±8	533±59
Карась серебряный	1737±36	<100	643±13	<20
Окунь	1693±121	<100	627±45	<20
Щука	2994±423	<100	1109±157	<20

Накопление ^{90}Sr , как правило, превышает накопление ^{137}Cs у обследованных представителей макрофитов и брюхоногих моллюсков. Наиболее активным концентратором ^{90}Sr является прудовик, в тканях и раковине которого соотношение $^{137}\text{Cs}/^{90}\text{Sr}$ составляет в среднем 1/90. Наряду с этим загрязнение ^{90}Sr мышечной ткани рыб зачастую не превышает 20 Бк/кг.

В таблице – 2 показаны значения коэффициентов накопления (K_n) ^{137}Cs и ^{90}Sr биотой, рассчитанные относительно содержания радионуклидов в воде. Следует отметить, что расчет коэффициентов накопления относительно загрязнения донных отложений нецелесообразен из-за того, что в настоящее время значительная доля радионуклидов в отложениях ассоциирована с топливными частицами [3] и недоступна для гидробионтов.

Результаты расчетов показали, что величины K_n ^{137}Cs и ^{90}Sr не зависят от конкретного места изъятия гидробионтов и различаются только исходя из особенностей биологического поглощения радионуклидов отдельными видами растений или животных. В целом, наибольшие значения K_n ^{137}Cs характерны для представителей ихтиофауны, причем максимума величина K_n достигает у хищных видов рыб (щука). Это подтверждают исследования, проводимые нами ранее [4, 5]. Относительно величин K_n ^{90}Sr можно отметить повышенную аккумуляцию этого радионуклида брюхоногими моллюсками и некоторыми представителями макрофитов (рогоз узколистный).

Заключение

Проведенные исследования показали, что, несмотря на невысокую концентрацию ^{137}Cs и ^{90}Sr в водах каналов и затоплений мелиоративной сети белорусского сектора ближней зоны Чернобыльской АЭС, в настоящее время наблюдаются значительные уровни накопления этих радионуклидов как донными отложениями, так и водными организмами. Тем не менее, распределение ^{137}Cs и ^{90}Sr по биотическим компонентам исследованных водных экосистем имеет различный характер и определяется, прежде всего, степенью их биодоступности. В целом, наибольшее накопление ^{137}Cs свойственно хищным видам рыб (как животным-консументам 2 порядка). Максимумы накопления ^{90}Sr , как правило, наблюдаются у различных представителей высшей водной растительности и бентоса. Существенное влияние на накопление ^{90}Sr и ^{137}Cs водной биотой оказывает доля их мобильных форм в почве водосборных территорий и донных отложениях. Особенностью радиоактивного загрязнения водоемов ближней зоны аварии на ЧАЭС является то, что удельная активность донных отложений обусловлена главным образом наличием в них топливных частиц. Процесс окисления и разрушения этих частиц в водной среде протекает в анаэробных условиях придонных слоев и характеризуется невысокой скоростью, по сравнению с аналогичными процессами в почве наземных экосистем. Очевидно, что со временем вторичное загрязнение радионуклидами компонентов водных экосистем зоны отчуждения за счет постепенного разрушения топливных частиц будет только увеличиваться. В этом аспекте особенно уязвимыми будут замкнутые, бессточные водоемы, какими являются перекрытые дамбами каналы и затопления бывшей мелиоративной сети ближней зоны Чернобыльской АЭС.

Список литературы

1. Схема водохозяйственных мероприятий в зоне отчуждения Чернобыльской АЭС на территории Республики Беларусь: отчет БЕЛГИПРОВОДХОЗ. – Минск, 1995. – С. 20.
2. Марченко, Ю.Д. Радиоактивное загрязнение Борщевского затопления / Ю.Д. Марченко, В.Л. Борисенко // Трансграничное сотрудничество в области экологической безопасности и охраны окружающей среды: материалы II-ой Межд. науч.-практ. конф. (г. Гомель, 23 ноября 2012 года). – Гомель: БелГУТ, 2012. – С. 87–90.
3. Забродский, В.Н. Степень деструкции топливных частиц чернобыльского происхождения на территории ПГРЭЗ / В.Н. Забродский, Ю.И. Бондарь, В.Н. Калинин // Радиация и Чернобыль: наука и практика: материалы Междунар. науч. конф., 13–14 Октября. 2011. – Гомель: ИРБ НАН РБ, 2011. – С. 51–56.
4. Марченко, Ю.Д. Загрязнение ^{137}Cs рыб водоемов ближней зоны Чернобыльской АЭС / Ю.Д. Марченко, Р.А. Ненашев // Экологическая культура и охрана окружающей среды: I Дорофеевские чтения: Межд. науч.-практ. конф. – Витебск: УО ВГУ им. П.М. Машерова, 2013. – С. 283–284.
5. Ненашев, Р.А. Особенности накопления ^{137}Cs различными видами рыб водоемов зоны отчуждения Чернобыльской АЭС / Р.А. Ненашев, Ю.Д. Марченко, С.А. Калиниченко // Экологическая культура и охрана окружающей среды: I Дорофеевские чтения: Межд. науч.-практ. конф. – Витебск: УО ВГУ им. П.М. Машерова, 2013. – С. 287–288.