

УДК [502.51(282):504.5:628.4.047]:519.673

Михайлюк Тимофей Валерьевич

Студент магистратуры

МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ, г. Минск, Республика Беларусь

Трифонов Александр Георгиевич

Заместитель генерального директора по научной работе,

доктор технических наук, доцент

Объединенный институт энергетических и ядерных исследований – Сосны,

г. Минск, Республика Беларусь

## **ОЦЕНКА УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД РЕКИ ВИЛИЯ В СЛУЧАЕ ВОЗНИКНОВЕНИЯ РАДИАЦИОННОЙ АВАРИИ НА БЕЛОРУССКОЙ АЭС**

**Аннотация:** В данной работе проводится анализ путей поступления, миграции и накопления радионуклидов в реке Вилия в случае возникновения радиационной аварии на Белорусской АЭС. Выполнено математическое моделирование переноса и рассеивания радиоактивной примеси в поверхностных водах и донных отложениях. Получены графики распределения концентрации радионуклидов спустя разные интервалы времени от момента внештатной ситуации. На основании полученных результатов проведена оценка уровня загрязнения реки Вилия.

**Ключевые слова:** радиационное загрязнение, миграция радионуклидов в поверхностных водах, математическое моделирование.

Для прогнозирования радиационного состояния водоемов в регионах расположения радиационно-опасных объектов как при их нормальной эксплуатации, так и при различных аварийных ситуациях проводят математическое моделирование динамики примесных веществ в гидросфере. Такого рода модели должны включать адекватное описание основных процессов переноса и перераспределения радионуклидов в гидросфере. Упрощения модели должны проводиться с учетом сохранения тех компонентов

экосистемы, которые участвуют в формировании дозовой нагрузки на население и отражают принципиальную картину миграции радионуклидов.

Основными источниками поступления радионуклидов в водные экосистемы в зоне влияния станции как при нормальной эксплуатации, так и в случае возникновения аварии являются сточные воды и аэрозольные выбросы АЭС в атмосферу, в последствии оседающие на водную поверхность. После попадания в поверхностные воды между биотическими и абиотическими компонентами водной среды, содержащими радионуклиды в растворимой, обменной и необменной формах, происходят процессы обмена: осаждения и взмучивания взвешенных макрочастиц, сорбции и десорбции радионуклидов. Общая постановка задачи распределения радиоактивных материалов в поверхностных водах сводится к определению пространственно-временных изменений концентраций радионуклидов с учетом условий их поступления и мгновенного взаимодействия с компонентами водных экосистем: водой, донными отложениями и гидробионтами.

В данной работе моделируемый объект представлен в виде цепочки последовательно расположенных гомогенных камер. Предполагается, что объемная (удельная) активность радионуклида (концентрация загрязняющего вещества) и другие параметры в каждой камере описываются средними для нее значениями. Так же определяются скорости переноса радионуклидов между камерами. Модель описывает процессы радиоактивного распада, сорбцию и десорбцию радионуклидов на взвесах, в гидробионте и донных отложениях, осаждение и взмучивание загрязненной взвеси, вынос радионуклидов за пределы водоема за счет проточности и технологических потерь, испарение, фильтрацию радионуклидов в дно и борта водоема, диффузионный перенос радионуклидов между слоем воды и донными отложениями.

В общем случае процессы миграции радионуклидов между камерами описываются уравнением сохранения массы примеси в движущемся потоке воды, уравнением количества движения воды в произвольном объеме, а также с помощью балансовых отношений для описания динамики накопления



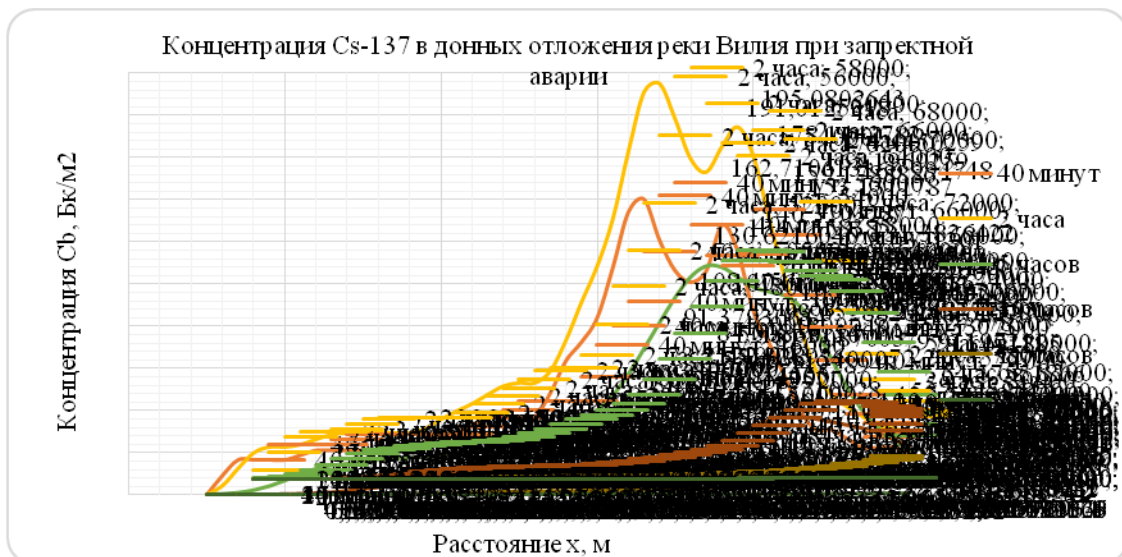


Рис.2. Пространственно-временное изменение концентрации Cs-137 в донных отложениях реки Вилия при запроектной аварии

На рисунках 1 и 2 показано изменение концентрации Cs-137 в воде и донных отложениях с течением времени. Пик радиоактивного загрязнения радионуклидами, который четко прослеживается на всех графиках, соответствует области с максимальной концентрацией выброса на поверхность реки Вилия. Со временем, за счет процессов сорбции и седиментации загрязненной взвеси, верхний подвижный слой донных отложений быстро накапливает активность, определяя в дальнейшем процессы обмена радиоактивной примеси между водой и нижележащими донными отложениями. Именно за счет этих процессов, как видно на рисунках, наблюдается уменьшение концентрации радионуклидов в поверхностных водах реки Вилия с течением времени. Также, за счет процесса переноса радиоактивного загрязнения воды речным потоком, с течением времени, наблюдается смещение пика концентрации радионуклидов по направлению течения реки.

Из анализа графиков распределения радиоактивного загрязнения воды и верхнего активного слоя донных отложений вдоль русла реки Вилия с течением времени, можно сделать вывод о том, что максимальный уровень радиоактивного загрязнения цезием-137 в воде наблюдается в первый час после выброса; в активном слое донных отложений пик радиоактивного загрязнения приходится на два часа после выброса, что объясняется процессами

перераспределения и накопления радионуклидов в водоеме, которые приводят к уменьшению концентрации растворенных в воде радионуклидов и, как следствие, к увеличению их концентрации в верхнем подвижном слое донных отложений. Расчеты показали, что спустя 10 часов после выброса максимальная концентрация радионуклидов в воде уменьшится в 10 раз, а спустя 24 часа – в 50 раз.

В основе мониторинга радиационного состояния данных водных объектов лежит система нормирования поступления радиоактивного материала при различных режимах работы станции. Критерием оценки радиационного качества поверхностных вод выступают значения референтных уровней и удельной активности радиоактивных материалов в исследуемом водном объекте. Для обеспечения условия радиационной безопасности необходимо выполнение соотношения:

$$\sum (A_i / PУ_i) \leq 1,$$

где  $A_i$  - удельная активность  $i$ -го радионуклида в воде;  $PУ_i$  - соответствующий референтный уровень для  $i$ -го радионуклида.

Таким образом, согласно действующим показателям и критериям, регламентирующим радиационное качество водных объектов спустя 24 ч после выброса соотношение  $\sum (A_i/PУ_i) \leq 1$  выполняется, а значит условие для обеспечения радиационной безопасности соблюдено.

Направлением дальнейших исследований будет проведение цикла расчетов по определению уровня загрязнения всей гидрографической сети реки Вилия и группы Свирских озёр с учетом сезонности при различных типах аварийных ситуаций на Белорусской АЭС.