

Отзыв официального оппонента
на диссертацию Рожковой Александры Константиновны на тему:
«Радиоемкость экосистем водоемов 4 и 17 Производственного
Объединения «Маяк» по отношению к актинидам» на соискание ученой
степени кандидата химических наук по специальности 1.4.13 –
«Радиохимия»

Актуальность избранной темы диссертационного исследования не вызывает сомнений. В настоящее время одной из приоритетных экологических задач является защиты окружающей среды и населения от антропогенного воздействия промышленных предприятий, предотвращение воздействия вредных факторов на здоровье населения.

В диссертационной работе Александры Константиновны Рожковой рассматривается область науки, изучающая химию радиоактивных элементов и веществ, выявляются закономерности их поведения в зависимости от физико-химических характеристик и сопутствующих им физико-химических процессов. В этом важном направлении подробно изучается актуальная тема по поведению радионуклидов в экосистемах водоёмов, которые выполняют роль водоемов-хранилищ или прудов отстойников, которые создавались в своё время для защиты окружающей среды от сбросов предприятий ядерного топливного цикла. Вопросы поведения радионуклидов в водных экосистемах являются основой для оценки и прогноза миграции в окружающую среду, и является важной и актуальной задачей, особенно для таких больших водных экосистем с большой техногенной нагрузкой, как экосистемы водоёмов ФГУП «ПО «Маяк».

Миграция актинидов в водоемах-хранилищах жидких радиоактивных отходов достаточно подробно рассматривалась для таких продуктов деления, как ^{137}Cs и ^{90}Sr . Актинидам уделяется гораздо меньше внимания из-за трудностей, связанными со сложностью идентификации альфа-излучающих радионуклидов. Производственное объединение «Маяк» является одним из

крупнейших предприятий атомной отрасли Российской Федерации. На территории нашей страны имеются аналогичные объекты, которые также нуждаются в детальном обследовании. Поэтому работа, выполненная на реальных образцах, отобранных из реальных экосистем водоёмов ФГУП «ПО «Маяк» является важной и актуальной, и может послужить основой для оценки и принятия решений на других площадках.

Объектами исследования в данной работе являются два реальных водоема разного предназначения – В-4 и В-17 ФГУП «ПО «Маяк».

Предметом исследования являются состояние и распределение актинидов в экосистемах водоемов для вычисления фактора радиоемкости.

Целью исследования является определение актинидного состава компонентов водоемов В-4 и В-17 для определения радиоемкости этих экосистем с учетом миграции актинидов.

Для достижения поставленной цели были поставлены и успешно решены следующие задачи: разработана методика выделения актинидов ($^{234,238}\text{U}$, $^{238, 239, 240}\text{Pu}$, $^{241,243}\text{Am}$, ^{244}Cm , ^{237}Np) из проб биотических и абиотических компонентов экосистемы пресноводного водоема; определены формы нахождения и оценка возможной миграции актинидов в исследуемых водоемах; определены значения отношения концентраций (ОК) и коэффициента распределения (Kd) для актинидов двух водоемов; рассчитаны значения мощности поглощенной дозы для биотических компонентов водоемов В-17 и В-4; рассчитан фактор радиоемкости с учетом накопления радионуклидов в донных отложениях и их миграции в подземные воды.

Научная новизна работы не вызывает сомнений. Разработана методика выделения актинидов из матрицы любого состава пресноводного водоема при высоком содержании продуктов деления (10^5 Бк/г). Впервые установлен актинидный состав ($^{234,238}\text{U}$, $^{238, 239, 240}\text{Pu}$, $^{241, 243}\text{Am}$, ^{244}Cm , ^{237}Np) компонентов водоемов В-4 и В-17.

Для этого разработаны методики химической пробоподготовки, разделения и выделения индивидуального радионуклида. Усовершенствована

модель радиоемкости, составлено уравнение, позволяющее рассчитать количественные характеристики водоемов, учитывающие особенности водоемов и физико-химические формы актинидов.

Практическая значимость работы состоит в следующем. Создана и внедрена в экспериментальном отделе ФГБУН УНПЦ РМ ФМБА России методика выделения актинидов из матрицы любого состава пресноводного водоема. Внедрение методики подтверждено актом внедрения экспериментального отдела ФГБУН УНПЦ РМ ФМБА России.

Полученные в работе значения ОК и K_d для компонентов экосистемы двух водоемов позволят усовершенствовать существующие расчетные модели прогнозирования загрязнения в случае проектных и запроектных аварий на предприятиях ЯТЦ. Усовершенствованная модель радиоемкости позволит сравнивать различные радиоактивно загрязненные пресноводные водоемы. Данные по формам актинидов в воде и донных осадках В-17 будут использованы при построении модели миграции актинидов за пределы водоема. Полученные коэффициенты отношения концентраций и распределения могут существенно расширить базу данных МАГАТЭ.

Личный вклад автора состоит в следующем. Проведен подробный критический обзор литературных данных; сделана постановка задач; определение удельных активностей в более чем 120 образцах; разработка и адаптация методики выделения актинидов из различных матриц; определение форм нахождения актинидов в донных осадках; радиоэкологическая оценка воздействия актинидов на объекты пресноводной экосистемы; определение ряда накопления по трофической цепи и отдельным органам представителей фауны пресноводных водоемов; обобщение и систематизация результатов, подготовка основных публикаций по выполненной работе.

Работа **структурирована** следующим образом: состоит из введения, обзора литературы, экспериментальной части, результатов и обсуждения, выводы, списка цитируемой литературы и приложения. Изложена на 123

страницах, содержит 35 рисунков и 17 таблиц, в списке использованной литературы 215 наименований.

В **обзоре литературы (первая глава)**, которая состоит из 5 разделов, описана химия актинидов, методы детектирования актинидов, существующие методики выделения актинидов из проб различного состава. Подробно изложены существующие методы вскрытия, что особенно важно для альфа-излучающих актинидов. Детально изложены накопленные знания о физико-химических свойствах и формах нахождения актинидов в различных компонентах экосистем. Сделано подробное описание формирования водных экосистем ФГУП «ПО «Маяк», и существующее состояние объектов исследования в настоящем. Приведены разные методологии радиоэкологической оценки водоемов и экосистем, конкретные цифры по предыдущим исследованиям. Подробно описана теория радиоемкости, её недостатки. Глава заканчивается выводами, на основании которых сформированы задачи исследования

Во **второй главе** работы (экспериментальная часть) содержится подробная характеристика объектов исследования. Проведена подробная характеристика экосистем, источников поступления радионуклидов и последовательность формирования донных отложений.

Дано описание методик пробоподготовки, разделения и выделения актинидов из природных проб разного состава. Проведено описание последовательного выщелачивания актинидов из донных осадков. Приведено подробное описание методов измерения содержания и пространственного распределения радионуклидов, используемых современных высокочувствительных неразрушающих методов анализа, таких как оптическая и растровая электронная микроскопия, авто- и альфа-трековая радиография.

Третья глава (результаты и обсуждение) посвящена радиоэкологической оценке воздействия актинидов на объекты окружающей среды. Описана предложенная соискателем методика выделения актинидов

из проб разного состава. Получены удельные активности образцов, которые являются очень важными данными для дальнейшей оценки экологического влияния этих водных объектов на окружающую среду.

Выявлено пространственное распределение радионуклидов по водоемам В-17 и В-4, также распределение их между биотической и аббиотической компонентами водоемов, а также получены формы их нахождения в донных осадках. Для радиоэкологической оценки состояния биотической составляющей водоемов использовались: коэффициент распределения (K_d), который позволил оценить перераспределения между фазами донный осадок-вода; коэффициент отношения концентраций (ОК) – отношение удельной активности радионуклидов в организме (Бк/кг) к их удельной активности в воде (Бк/л).. Проведена оценка мощности доз на гидробионты с использованием программного пакета Eгiса.

Достоверность полученных результатов, обоснованность выводов, сформулированных в диссертационной работе Рожковой А.К., подтверждаются большим количеством экспериментальных данных, а также грамотной их обработкой, использованием современных методов анализа, использование подходов МАГАТЭ. Полученные данные являются достоверными и обоснованными, подтверждены внедрением разработанной методики в реальное производство.

Диссертация структурирована, написана грамотно. Поставленные задачи выполнены, цель исследования достигнута. Выводы, основные положения и рекомендации достаточно хорошо обоснованы.

По материалам диссертации опубликовано 27 работ, в том числе 4 в международных рецензируемых журналах, 1 статья в российском рецензируемом журнале, 2 статьи в сборниках и 20 тезисов докладов на российских и международных конференциях. Рожкова А.К. является первым автором в большинстве указанных работ. Автореферат соответствует содержанию диссертации.

По работе можно сделать следующие замечания:

1. В работе описано, что отбирались пробы донных отложений в 9 точках. Обоснуйте их представительность, насколько полно они могут характеризовать радиоемкость всего объекта, как осуществляли аппроксимацию по глубине и по площади.

2. В работе большое внимание уделено перераспределению радионуклидов между разными фракциями донных отложений и поверхностной водой. Можно ли оказывать влияние на перераспределение актинидов между фазами экосистем таких больших водоемов, исходя из полученных данных, с точки зрения повышения радиоемкости?

3. Насколько допустимо использование показателя удельной эффективной активности для природных радионуклидов для строительных материалов, который рассчитывается только для ^{40}K , ^{226}Ra и ^{232}Th , обоснуйте.

4. Хотелось бы отметить, что в оформлении диссертационной работы есть некоторое несоответствие общепринятым требованиям. Введение не нумеруется, подписи под рисунками по центру, отступы между абзацами, как правило, не делают.

Вместе с тем, указанные замечания совсем не умаляют значимости диссертационного исследования.

На основании ознакомления с содержанием диссертации, автореферата, опубликованных автором работ можно сделать следующее заключение.

Диссертация Рожковой А.К является законченным научным исследованием, по своей актуальности, научной новизне, практической значимости полностью отвечает критериям и требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В.Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 1.4.13 – «Радиохимия», а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова, а также оформлена, согласно приложениям № 5, 6 Положения о диссертационном совете Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова.

7