

ОТЗЫВ

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

Диссертационная работа А.К. Рожковой посвящена актуальной теме установления путей миграции актинидов в компонентах пресноводных экосистем и оценки радиоемкости водоемов В-4 и В-17 на промышленной площадке крупнейшего ядерного объекта ФГУП «ПО «Маяк». Исследуемые автором водоемы являются уникальными по химическому и радионуклидному составу. Подобные работы в мире проводятся очень редко. Большинство исследований поведения актинидов в пресноводных системах основаны на модельных экспериментах. Напротив, в данном случае диссертант представляет экспериментальные результаты исследования реальных экосистем.

Рожковой Александрой Константиновной была решена очень сложная химическая и радиоэкологическая задача одновременного выделения и разделения актинидов из водных объектах на фоне высокого содержания продуктов деления, прежде всего, ^{137}Cs и ^{90}Sr . Созданная методика позволила диссертанту впервые установить актинидный состав биотических и абиотических компонентов экосистем водоемов В-4 и В-17. Полученные данные чрезвычайно важны для подготовки программы долговременной реабилитации радиоактивно-загрязненных водоемов по всему миру. Автор усовершенствовал модель радиоемкости с точки зрения особенностей водоемов и физико-химических свойств актинидов.

Представленная для оппонирования работа включает в себя введение, обзор литературы, экспериментальную часть, результаты и обсуждения, заключение, выводы, благодарности и список литературы. Представлена на 123

страницах, включает в себя 35 рисунков и 17 таблиц. Список цитируемой литературы включает в себя 215 источников.

Во введении сформулированы основные пункты исследования: актуальность темы исследования, научная новизна, цель, положения, выносимые на защиту, практическая значимость, теоретическая значимость, личный вклад автора, апробация результатов и публикации.

Обзор литературы хорошо структурирован и содержит разделы, посвященные химии актинидов, методам их детектирования. Подробно описаны различные методики пробоподготовки и подготовки счетных образцов для альфа-спектрометрии. Подробно изучены открытые архивные материалы по самим объектам исследования, водоемам В-4 и В-17 ПО «Маяк». Также в литературном обзоре автор разбирает возможные радиэкологические коэффициенты, которые используются для оценки радиационной нагрузки на объекты окружающей среды. **В экспериментальной части** подробно описаны методики пробоподготовки, разделения и выделения актинидов из природных проб различного состава. Для донных осадков водоемов проведено последовательное выщелачивание изотопов Am, Pu, и U. Представлены дополнительные методы исследования, такие как цифровая и альфа-трековая автордиография, оптическая и электронная микроскопия.

Обсуждение результатов состоит из трех глав, посвященных определению радиоемкости экосистем водоемов В-4 и В-17 по отношению к актинидам.

В первой главе описана разработка методики выделения актинидов из проб различного состава. В исследуемых образцах большой проблемой является высокое радионуклидное загрязнение цезием и стронцием. В качестве очистки от мешающих солей выбрана методика соосаждения с фосфатом кальция. Для дальнейшего разделения актинидов были выбраны экстракционно-хроматографические смолы TEVA-TRU. TEVA является отличным экстрагентом для четырехвалентных актинидов, таких как Pu и Th. TRU является универсальным экстрагентом как для урана, так и для америция. Итоговые выходы выбранной методики на модельных растворах составили 93 ± 7 % для изотопов U; 41 ± 4 % для Am и 91 ± 9 % для Pu. Для разработанной методики были

рассчитаны показатели расширенной неопределенности, правильности, повторяемости и воспроизводимости. Разработанная методика была внедрена в экспериментальном отделе ФГБУН УНПЦ РМ ФМБА России, что подтверждено актом о внедрении от 06.06.2022.

Во второй главе проведен анализ удельных активностей широкого спектра актинидов - ^{241}Am , ^{244}Cm , $^{238,239,240,241}\text{Pu}$, ^{237}Np и $^{234,238}\text{U}$ в абиотических компонентах водоемов В-4 и В-17 ПО «Маяк» и описано их распределение между биотическими и абиотическими компонентами водоемов. Определены физико-химические формы актинидов в воде водоема В-17. Сделаны выводы о валентном состоянии урана и плутония. Определено пространственное распределение актинидов по водоему на основании удельных активностей донных осадков в разных точках отбора. Определена неоднородность присутствия актинидов в водоемах В-4 и В-17. Пространственного распределения актинидов по донным отложениям водоемов ранее опубликовано не было, ни для В-4, ни для В-17. Подробно исследованы формы нахождения актинидов в донных осадках. Исследование проводилось по методу Tessier. Процентное распределение последовательного выщелачивания америция показало отличие во фракциях, связанных с карбонатами и органическим веществом, что может быть объяснено разным составом донных отложений. Поведение плутония в окружающей среде и изменение его форм является результатом одновременно нескольких происходящих процессов - сорбции в сочетании с реакциями восстановления на границе вода-минеральная часть или в растворе за счет реакции осаждения. Распределение урана в двух водоемах достаточно схоже, явное отличие наблюдается во фракции связанной с органическим веществом и нерастворимом остатке.

В третьей главе дана радиоэкологическая оценка воздействия актинидов на объекты окружающей среды. Радиоэкологическая оценка выполнялась с использованием коэффициента распределения (K_d) и коэффициента отношения концентраций (ОК). Кроме того, автор использовал неразрушающие виды анализа, такие как оптическая и растровая электронная микроскопия, авто- и альфа-трековая радиография. Проведена оценка мощности доз с помощью программного продукта Erica Tool. В понятие радиоемкости введены такие

коэффициенты как ω – доля радионуклида в нерастворимой форме, k – коэффициент, учитывающий миграцию в подземные воды. Выведено определение понятия радиоемкости – количество радиоактивных веществ, которое может поглотить водоем, учитывая его размеры и физико-химическую форму радионуклидов без поправки на перенос биомассой. Проведена сравнительная оценка водоемов В-4 и В-17 с учетом всех параметров. В результате определено, что по отношению к америцию и плутонию при данных уровнях загрязнения водоемы 4 и 17 будут работать как «хранилища» и дезактиваторы, а вероятность распространения за пределы водоемов низка. Для урана и кюрия, наоборот, возможна миграция в подземный водоносный горизонт.

Сформулированные выводы согласуются с поставленными в работе задачами, являются достоверными и обоснованными ввиду неоднократного воспроизведения полученных результатов и привлечения литературных данных для объяснения наблюдаемых закономерностей.

По материалу диссертации было опубликовано 27 публикаций. Автореферат соответствует основному содержанию диссертации.

По тексту диссертации можно сделать следующие замечания: (1) на взгляд оппонента, мало внимания в работе уделено анализу органического вещества в абиотических компонентах пресноводных экосистем. Это касается прежде всего его состава. Такие данные могли бы сильно усилить понимание процессов взаимодействия актинидов с объектами окружающей среды; (2) необходимо было сделать рентгенофазовый анализ донных осадков для понимания точного состава минералов, их слагающих; в работе не описаны методы отбора проб.

Заключение

На основании изложенного диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 1.4.13 – «Радиохимия» (по химическим наукам), 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.

Таким образом, соискатель Рожкова Александра Константиновна, заслуживает присуждения учёной степени кандидата химических наук по специальности 1.4.13 – «радиохимия».

Официальный оппонент:

советник генерального директора ФГУП «ПО «Маяк»

доктор химических наук,
член. корр. РАН

Тананаев Иван Гундарович



Дата подписания:

Контактные данные:

Специальность, по которой официальным оппонентом защищена диссертация:
02.00.14 – «Радиохимия»

Адрес места работы:

456784, Россия, г. Озерск Челябинской области, ул. Ленина, д. 31

ФГУП ПО «Маяк»

Тел.: +7 (35130) 3-38-26; e-mail: mayak@po-mayak.ru