

ОТЗЫВ

официального оппонента Уткина С.С. на диссертацию Богуславского А.Е.
«ПОВЕДЕНИЕ УРАНА И СОПУТСТВУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ЗОНЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ
ХРАНИЛИЩ НИЗКОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ ПРЕДПРИЯТИЙ ЯДЕРНО-
ТОПЛИВНОГО ЦИКЛА»,

представленную на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 1.6.4 – «Минералогия, кристаллография. Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых»

Цель работы Анатолия Евгеньевича сформулирована как построение геохимической модели процессов, протекающих на участках размещения низкоактивных радиоактивных отходов (НАО) предприятий ядерного топливного цикла (ЯТЦ) с целью прогноза прямых и косвенных последствий долговременного взаимодействия шламохранилищ с окружающей средой. Для достижения поставленной цели изучалось геологическое строение вмещающих пород рассматриваемых объектов, химический и минеральный состав отходов, пути миграции загрязняющих компонентов, геохимические барьеры и сформированные на них геохимические аномалии.

Научная новизна работы обусловлена получением следующих результатов:

1. Проведено сравнение участков хранения НАО, на каждом выявлены механизмы выщелачивания, переноса и накопления урана и других загрязняющих веществ.
2. Экспериментально определены иммобилизационные характеристики вмещающих пород, в которых размещаются хранилища РАО.
3. Определены формы нахождения радионуклидов в шламохранилищах и вмещающих грунтах, в долговременных экспериментах проведена оценка устойчивости сформированных геохимических барьеров.
4. Показана принципиальная возможность очистки грунтовых вод комплексного состава от сульфата, нитрата и уранила-иона активацией микробных сообществ в результате закачки питательных растворов в водоносный горизонт. Данный подход представляется перспективным для очистки загрязненной части горизонтов биохимическим методом
5. Для трех предприятий Госкорпорации «Росатом» (ПАО «Новосибирский завод химконцентратов», АО «Ангарский электролизный химический комбинат» и АО «ПО Электрохимический завод») предложены мероприятия по усилению защитных характеристик сформированных природно-техногенных систем с использованием инженерных, геохимических и микробиологических подходов.

Актуальность и полезность работы не вызывают сомнений.

Обоснованность и достоверность диссертационного исследования выглядят достоверными как с точки зрения использованных методов обработки данных, так и полученных результатов.

Диссертационная работа оформлена традиционно, состоит из введения, 5 глав, заключения и списка литературы из 476 наименований; объем диссертации составляет 364 страницы, включая 80 таблиц и 97 рисунков. По материалам работы подготовлены 20 публикаций статей в изданиях входящих в перечень ВАК, а также в изданиях, индексируемых WoS и Scopus.

Содержание диссертации соответствует автореферату.

Работа проведена на стыке наук, включает в себя учет широчайшего комплекса процессов – как геохимических, так и биологических.

По итогам анализа работы возникли следующие вопросы и замечания, в том числе дискуссионного характера:

1. Содержание работы более предметно в сравнении с её названием. Едва ли это критично, но необходимо отфиксировать, что три рассмотренных комбината не исчерпывают проблему уран-содержащих НАО всех предприятий ЯТЦ Росатома.
2. В тексте диссертации присутствует небрежность оформления, опечатки («*меторитная вода*» вместо «метеорная вода»), некоторые рисунки лишены указателей величин (рис. 35, 36 – в каких величинах концентрации урана и лития) и т.д.
3. Радиационные и токсикологические последствия оцениваются путем сравнения доз или концентраций загрязнителей в окружающей среде с соответствующими нормативными пределами. В работе отмечается, что «...*Рассмотрение реакции биосферы на протекающие процессы и аномалии выходит за рамки компетенции автора...*». При этом было бы полезно иметь интерпретацию полученных данных ближе к той форме, которая используется в моделях миграции (например, в виде потоков рассматриваемых загрязняющих веществ из ближней зоны хранилищ, полей гидравлических напоров грунтовых вод, коэффициентов межфазного распределения форм загрязнителя в грунте и т.п.). Представленные в работе данные являются полезными, но далеко не исчерпывающими параметрами для создания моделей миграции рассматриваемых загрязняющих веществ.
4. Применение термина «равновесные фазы» в тексте автореферата к фазам в контакте с раствором, например (стр. 30 автореферата) «*Согласно расчетам, равновесными с раствором являются следующие твердые фазы: FeOOH, CaCO₃, апатит.*», тут не совсем ясно, «равновесные с раствором фазы» указывает на факт достижения раствором равновесия с ними или на контакт раствора с этими фазами?
5. Формы нахождения урана определены на основе термодинамических моделей. Данные модели весьма чувствительны к полноте исходных данных о химическом и минералогическом составе исходных веществ и продуктов их взаимодействий, в связи с чем реальные формы урана и их соотношения могут значительно отличаться от полученных в упрощенных моделях.
6. Реальная радиационная опасность урана связана в основном с продуктами его распада. Целесообразно в дальнейшем сделать количественные оценки накопления дочерних нуклидов в хранилищах и ореолах распространения загрязнений.
7. В работе, по мнению рецензента, недостаточно внимания уделено изучению коллоидных форм урана, перенос которых может происходить существенно быстрее и дальше, чем соединений урана, полученных в термодинамических моделях.
8. Также, по мнению рецензента, один из рекомендованных в работе методов снижения миграционной способности урана - закачка в хранилища органических соединений типа молочной *сыворопки*, которая должна служить восстановителем при метаболизме присутствующего в грунте микробного сообщества - требует дополнительной проработки. Такая закачка при избытке донора электронов органического вещества сравнительно с акцептором электронов – рассматриваемыми загрязняющими веществами, не переработанной

микробиологическим сообществом - может иметь обратный эффект. Так, в общем случае присутствие органического вещества в ПЗРО обычно строго лимитируется, так как приводит к повышению пределов растворимости индивидуальных фаз радионуклидов за счет комплексообразования с органическими комплексонами и снижению сорбции загрязнителей.

Также интересно мнение Анатолия Евгеньевича, какой код моделирования лучше подходит для решения поставленных задач: код на основе минимизации энергии Гиббса или код на основе расчетов решения системы уравнений с константами равновесия?

Как уже было отмечено выше, эти вопросы носят рабочий характер и в целом не влияют на положительное впечатление от диссертации. Работа заслуживает высокой оценки, а ее автор, Богуславский Анатолий Евгеньевич, заслуживает присуждения ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 1.6.4 – «Минералогия, кристаллография. Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых».

Официальный оппонент:

Доктор технических наук,

заведующий отделением анализа долгосрочных рисков в сфере обеспечения ядерной и радиационной безопасности Института проблем безопасного развития атомной энергетики РАН _____

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем безопасного развития атомной энергетики Российской академии наук (ИБРАЭ РАН)
УТКИН Сергей Сергеевич

подпись

22.04.24 Дата подписания

Контактные данные:

тел.: +7(926)571-3221, e-mail: uss@ibrae.ac.ru

Специальность, по которой официальным оппонентом защищена диссертация:

05.14.03 - Ядерные энергетические установки, включая проектирование, эксплуатацию и вывод из эксплуатации

Адрес места работы:

115191, г. Москва, ул. Большая Тульская ул., д. 52,

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем безопасного развития атомной энергетики Российской академии наук (ИБРАЭ РАН),
Отделение анализа долгосрочных рисков в сфере обеспечения ядерной и радиационной безопасности

Тел.: +7-495-955-23-77; e-mail: uss@ibrae.ac.ru

Подпись сотрудника ИБРАЭ РАН Уткина С.С. удостоверяю:
руководитель/кадровый работник

22.04.24 дата

В.Е..Калантаров