

В диссертационный совет МГУ 014.6
Московского Государственного Университета
имени М.В. Ломоносова
119991, Москва, ГСП-1, Ленинские горы, д.1
стр.10 ауд.308

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Сафонова Алексея Владимировича

**«Биогеохимический *in situ* барьер в загрязненных подземных водах на
предприятиях ядерно-топливного цикла»»,**

представленной на соискание ученой степени доктора химических наук
по специальности 1.4.13 Радиохимия (химические науки)

В диссертации А.В. Сафонова «Биогеохимический *in situ* барьер в загрязненных подземных водах на предприятиях ядерно-топливного цикла» проведены исследования возможности создания геохимического барьера, препятствующего бесконтрольному распространению радиоактивных отходов из мест их длительного хранения. Эта проблема подразумевает сочетание знаний, находящихся на стыке даже не трех, а гораздо большего количества наук: радиационной химии, гидрогеологии, микробиологии, химической термодинамики, экологической химии, минералогии, почвоведения и др.

Учитывая многоплановость возникающих проблем, принципиальную сложность и высокую степень разброса результатов измерений, неизбежно сопровождающую природные и особенно биологические объекты, проведенное исследование относится к высшей категории сложности, и его успешное завершение заслуживает самой высокой оценки.

Необходимо особенно подчеркнуть изящество подхода, который не только не противодействует природным процессам, обычно имеющим диссипативный характер, но использует их для защиты от бесконтрольного размывания хранилищ жидких РАО. Глубокое понимание сути и механизмов, происходящих в почвах и в жидких растворах превращений, позволило направить их по пути самоорганизации, что встречается нечасто. Для сравнения можно сказать, что альтернативное решение проблемы «в лоб», т.е. путем построения искусственных рукотворных барьеров, потребовало бы материальных затрат в сотни и даже тысячи раз больших.

В диссертации описывается разработка новых методов формирования биогеохимических барьеров и их практическая реализация на различных объектах ЯТЦ, содержащих потенциальные источники возможного радиационного воздействия на работников, население и окружающую среду. В работе подробно описывается использование разработанных подходов для решения конкретных задач.

Большой интерес представляют практически важные результаты подбора оптимальных составов растворов для нагнетания в подземные воды, позволяющие активировать аборигенную микрофлору, сформулировать основные этапы

формирования биогеохимического барьера в зависимости от типа загрязнения. Проведены полевые исследования, позволяющие оценить эффективность метода, что стало фундаментальной базой для *in situ* очистки подземных вод вблизи предприятий ЯТЦ путем создания комплексного биогеохимического барьера.

Изучение автореферата позволяет сделать вывод, что тематика исследований, представленных в диссертационной работе А.В. Сафонова, научный уровень, сложность и количество задач, решаемых посредством указанных подходов, однозначно указывают на актуальность темы диссертации. Значительная часть диссертационной работы посвящена описанию разработанных методов создания барьеров распространения РАО, их применение представляет интерес как с технологической, так и с природоохранной точек зрения.

Среди решенных в диссертации задач следует отметить, в первую очередь:

- Определение типа и уровня комплексного загрязнения, необходимое для формирования биогеохимического барьера в верхних водоносных горизонтах.
- Выявление наиболее перспективных таксономических групп микроорганизмов, пригодных для формирования барьера *in situ*, ограничивающего движение подземных вод.
- Экспериментально подобраны оптимальные условия и состав добавок активации микрофлоры (в том числе с использованием отходов пищевой промышленности); проведены натурные испытания на 4-х предприятиях ЯТЦ.
- Определены доминирующие аутигенные минеральные фазы, формирующие биогеохимический барьер, при изменении геохимических и геологических условий. Проведена оценка эффективности иммобилизации урана и некоторых других радионуклидов создаваемым биогеохимическим барьером.
- Разработаны практические рекомендации по созданию биогеохимических барьеров *in situ* в различных геохимических условиях.

Разумеется, работа не лишена недостатков, среди которых можно отметить неудовлетворительное внимание к качеству иллюстративно-вспомогательного материала – рисунков и таблиц. Так в таблице №3 из шести показателей содержания радионуклидов пять значений для среднезагрязненной зоны превышают аналогичные показатели для высокозагрязненной зоны. И этот вызывающий удивление факт оставлен без обсуждения и каких-либо комментариев.

Еще один пример неудачного представления данных это рисунок 23. Формально, показанная на диаграмме ломаная линия выглядит как график некой зависимости с пятью пиками и таким же количеством впадин. На самом деле по оси абсцисс отложен не количественный показатель, а всего лишь названия глинистых материалов, порядок перечисления которых может быть произвольным и выбранный автором вариант мне представляется неудачным. В итоге диаграмма получилась не просто неинформативной, а даже навязывающей ложное представление о некоей периодичности всплесков и спадов скорости потребления минеральных компонентов.

По-видимому, подобные недочеты являются неизбежным следствием описания исключительно сложных по природе объектов, и общая оценка работы остается высокой.

Диссертация представляет собой законченный научный труд, который может быть рассмотрен как крупное научное достижение в области совершенствования методов очистки шламовых хранилищ РАО и их применения к физико-химическим и экологическим задачам. Тематика диссертации соответствует специальности 1.4.13 Радиохимия (химические науки). Диссертационная работа Сафонова Алексея Владимировича «Биогеохимический *in situ* барьер в загрязненных подземных водах на предприятиях ядерно-топливного цикла» полностью соответствует требованиям Положения о присуждении ученых степеней (постановление Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842) и «Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова», предъявляемым к докторским диссертациям а ее автор Сафонов Алексей Владимирович заслуживает присвоения ученой степени доктора химических наук.

Травин Сергей Олегович

Доктор химических наук

Заведующий лабораторией 0153

Федерального Исследовательского Центра Химической Физики им. Н.Н. Семенова
Российской Академии Наук (ФИЦ ХФ им. Н.Н. Семенова РАН)

119991, г. Москва, ул. Косыгина, д.4

+7(985)643-56-05

« 19 » мар 2025 г.