

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу  
Богуславского Анатолия Евгеньевича **«Поведение урана и сопутствующих элементов в зоне воздействия хранилищ низкоактивных отходов предприятий ядерно-топливного цикла»**, представленную на соискание учёной степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 1.6.4 – «Минералогия, кристаллография. Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых».

Диссертация А.Е. Богуславского «Поведение урана и сопутствующих элементов в зоне воздействия хранилищ низкоактивных отходов предприятий ядерно-топливного цикла» состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы из 467 наименования и приложения. Работа посвящена комплексному изучению существующих хранилищ низкоуровневых радиоактивных отходов на трех крупных предприятиях Росатома в Сибири: ПАО «Новосибирский завод химконцентратов»; АО «Ангарский электролизный химический комбинат»; Электрохимический завод АО ПО «ЭХЗ» в г. Зеленогорске. Проведено изучение геологического и гидрогеологического строения территорий, вмещающих хранилища радиоактивных отходов; изучен химический и минеральный состав отходов, миграция загрязняющих компонентов, геохимические барьеры и иммобилизационные характеристики пород, вмещающих хранилища РАО, а также предложены мероприятия по усилению защитных характеристик сформированных техноприродных систем с использованием инженерных, геохимических и микробиологических подходов.

Актуальность темы диссертации определяется изучением важных с экологической точки зрения промышленных объектов, таких как хранилища низкоуровневых радиоактивных отходов, понимание процессов долговременного существования и взаимодействия которых с окружающей средой важно в решении проблемы безопасного размещения радиоактивных отходов. Полученные в результате выполнения работы научные результаты будут способствовать не только решению задач в сфере охраны окружающей среды и природопользования, но и решению глобальной проблемы устойчивого развития биосферы.

Обоснованность и достоверность научных положений обеспечивается использованием современных методов и аналитических методик. Хочется отметить мультидисциплинарность выполненной работы, в которой использованы геологические, геохимические и ландшафтно-геохимические, минералогические, гидрогеологические и биохимические методы исследования. В ходе работы было изучено около 3000 образцов твердых фаз, отобранных в более 60 скважинах, в том

числе в 15 скважинах, пробуренных через отложения РАО, и 500 проб грунтовых и поверхностных вод. Состав воды и твердых проб изучался в аттестованных лабораториях пяти институтов Сибирского отделения РАН (ИПА СО РАН, ИНГиГ СО РАН, ИГМ СО РАН, ИНХ СО РАН, ИЯФ СО РАН), в Томском политехническом университете, в ИФХЭ РАН (Москва) а также в лабораториях Электрохимического завода (ЭХЗ), Новосибирского завода химконцентратов и ПГО «Березовгеология. Данная комплексная аналитическая основа указывает на высокую достоверность полученных результатов. Работа базируется также на обзоре геохимических аномалий на участках выветривания природных урановых месторождений и обзору воздействия предприятий ЯТЦ на окружающую среду в разных странах.

Достоверность выводов подтверждается апробацией работы: наличием публикаций в рецензируемых журналах и материалах конференций. Данные, приведенные в диссертации, изложены в 60 научных публикациях, в том числе, основные результаты исследования и выводы, отвечающие защищаемым положениям, приведены в 20 статьях в журналах, рекомендованных ВАК.

Надо отметить новизну и перспективность полученных результатов, поскольку для трех хранилищ низкоуровневых радиоактивных отходов крупных предприятий Росатома впервые проведено комплексное научное исследование, которое позволило получить всестороннюю информацию о геологическом, гидрогеологическом, геохимическом строении участков размещения НАО и прилегающих территорий; охарактеризовать вещественный состав депонирующих сред; реконструировать условия и механизмы выщелачивания, переноса и накопления урана и других загрязняющих соединений на различных типах геохимических барьеров.

Впервые показана принципиальная возможность очистки грунтовых вод от сульфата, нитрата и уранила активацией микробных сообществ непосредственно в водоносном горизонте.

Впервые выявлены закономерности формирования ореолов радиоактивных загрязнений на участках хранения НАО и построены термодинамические модели миграции урана.

Научная и практическая значимость работы. Созданные геолого-геохимические модели для трех шламохранилищ НАО предприятий ЯТЦ могут быть использованы при прогнозировании ситуации на других предприятиях России и мира. Помимо научного прогноза по результатам работы были предложены мероприятия по усилению защитных характеристик техноприродных систем. Полученные в работе

данные были использованы при проектировании новых объектов и корректировке существующих проектов, а также разработке проектов консервации (1 и 2 секция шламохранилища Новосибирского завода химконцентратов). Под руководством А.Е. Богуславского выполнено 5 НИР по договорным работам (и 11 при его участии), поддержано 5 грантов РФФИ и РНФ (2 под его руководством).

Большое количество приведенного в работе фактического материала высокого качества, хорошая интерпретация данных, использование экспериментальных данных и результатов моделирования без сомнения является личным вкладом автора в развитие экологической геохимии и минералогии, геохимического мониторинга окружающей среды, а также в решение вопросов экологической безопасности при захоронении радиоактивных отходов.

В то же время можно сделать ряд замечаний, которые касаются в основном оформления работы.

1) В тексте диссертации встречаются опечатки, пропуски слов, а также, повторы. Например, стр. 92 – последний абзац и он же на стр. 93 первый. Но основная проблема – это проблема с пунктуацией. Отсутствие запятых иногда просто затрудняет понимание текста.

2) Не все подразделы диссертации внесены в Оглавление. Также резюме лучше было бы делать в конце каждой главы, а не в конце отдельных разделов, а то на одну главу приходится по несколько резюме.

3) При достаточно большом объеме работы (364 страницы) некоторые разделы диссертации можно было не приводить, например, раздел 2 «Перераспределение естественных радиоактивных элементов в природных ландшафтах на юге Западной Сибири». Поскольку эти данные все опубликованы, можно было их в тексте использовать со ссылками.

4) В Главе 3 хорошо было бы привести общую карту (геологическую, физико-географическую или с природными ландшафтами) с расположением всех изучаемых объектов.

5) Сравнение с природными урановыми рудопроявлениями кажется не вполне логичным, поскольку в природных рудопроявлениях урановые минералы даже б-валентного урана находятся в породе и не так доступны для грунтовых и поверхностных вод, как уран в хранилищах РАО. Об этом говорит тот факт, что в природных рудопроявлениях в обнажениях пород на поверхности сохраняются и

древние (по крайней мере, палеозойские) водные минералы урана (например, в Лицевском урановорудном районе Кольского п-ова).

Несмотря на эти мелкие замечания, в целом, диссертация Анатолия Евгеньевича Богуславского «Поведение урана и сопутствующих элементов в зоне воздействия хранилищ низкоактивных отходов предприятий ядерно-топливного цикла» представляет собой законченное исследование с удачным сочетанием научных и практических выводов. Разработанная автором комплексная геолого-геохимическая модель процессов, протекающих на участках размещения низкоактивных отходов предприятий ядерного топливного цикла можно квалифицировать как научное достижение, которое будет способствовать решению проблемы безопасного размещения радиоактивных отходов и их долговременной консервации.

По объему фактического материала, используемым подходам и методам, а также качеству полученных результатов диссертация соответствует требованиям пункта 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного Правительством Российской Федерации № 842 от 24.09.2013. Автореферат полностью отражает содержание диссертации. 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

Заведующая лабораторией геологии докембрия Геологического института – обособленного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра "Кольский научный центр Российской академии наук", доктор геолого-минералогических наук по специальности 25.00.09 – геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых.

17 апреля 2024 года

184209, г. Апатиты, Мурманской области, ул. Ферсмана, д. 14, ГИ КНЦ РАН

Моб. тел.: +79210427983

E-mail: t.kaulina@ksc.ru

Каулина Татьяна Владимировна

Я, Каулина Татьяна Владимировна, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

ПОДПИСЬ  
ПО МЕСТУ РАБОТЫ  
ПОМОЩНИК ДИРЕКТОРА  
ГИ КНЦ РАН

Т.И. Ю.Г.  
04 30241

