

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 003.067.02 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ
ИНСТИТУТА ГЕОЛОГИИ И МИНЕРАЛОГИИ ИМ. В.С. СОБОЛЕВА
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК
аттестационное дело N _____
решение диссертационного совета от 17 декабря 2019г. N 02/3

о присуждении **Шемелиной Ольге Владимировне**, гражданке РФ, ученой степени кандидата геолого-минералогических наук.

Диссертация «Закономерности миграции урана в низкорadioактивных хранилищах отходов (на примере АО АЭХК)» по специальности 25.00.09 «Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых», принята к защите 14 октября 2019г., протокол 02/2, диссертационным советом Д 003.067.02 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института геологии и минералогии им. В.С.Соболева Сибирского отделения Российской академии наук (630090, г. Новосибирск, проспект академика Коптюга, д.3), приказ № 105/нк от 11.04.2012г.

Соискатель Шемелина Ольга Владимировна 1976 года рождения, в 2001 году окончила магистратуру геолого-геофизического факультета НГУ по направлению «геология». В 2013г. окончила очную аспирантуру при ФГБУН Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН по специальности 25.00.09 «Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых». С 2010 года и по настоящее время работает в лаборатории моделирования динамики эндогенных и техногенных систем (№ 213) ФГБУН Института геологии и минералогии им. В.С.Соболева СО РАН в должности сначала инженера, потом младшего научного сотрудника, сейчас - научного сотрудника.

Диссертация выполнена в лаборатории моделирования динамики эндогенных и техногенных систем (№ 213) ФГБУН Института геологии и минералогии им. В.С.Соболева СО РАН.

Научный руководитель - кандидат геолого-минералогических наук **Богуславский Анатолий Евгеньевич**, старший научный сотрудник, исполняющий обязанности заведующего лабораторией моделирования динамики эндогенных и техногенных систем (№ 213) ФГБУН Института геологии и минералогии им. В.С.Соболева СО РАН.

Официальные оппоненты: 1) **Птицын Алексей Борисович**, доктор геолого-минералогических наук, главный научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института природных ресурсов, экологии и криологии Сибирского отделения Российской академии наук (г. Чита); 2) **Рихванов Леонид Петрович**, доктор геолого-минералогических наук, профессор кафедры Геоэкологии и геохимии Томского политехнического университета (г. Томск), дали **положительные отзывы на диссертацию.**

Ведущая организация **Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физической химии и электрохимии имени А. Н. Фрумкина Российской академии**, г. Москва в своем положительном заключении,

подписанном зам.директора доктором химических наук С.А. Кулюхиным, старшим научным сотрудником кандидатом химических наук А.В. Сафоновым, ведущим научным сотрудником кандидатом геолого-минералогических наук К.В. Мартыновым, указала, что диссертационная работа в целом производит впечатление цельного самостоятельного исследования, основные научные положения, выводы, предложения и рекомендации достаточно логичны, значимы и аргументированы. Теоретические и практические разработки автора отличаются глубиной исследования. Впервые на примере реального объекта проведено моделирование механизмов выноса урана в условиях изменяющихся геохимических параметров и определены формы нахождения урана в окружающей среде. Большое внимание уделено техногенным процессам преобразования грунтов водоносных горизонтов и их роли в иммобилизации урана.

Соискатель имеет 13 опубликованных работ, все по теме диссертации, в том числе 4 работы, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, включенных в перечень ВАК:

1. Богуславский А.Е., Гаськова О.Л., **Шемелина О.В.** Миграция урана в грунтовых водах района шламохранилища Ангарского электролизного химического комбината // Химия в интересах устойчивого развития. – 2012. – Т. 20. - № 5. – С. 515-529

2. **Шемелина О.В.**, Богуславский А.Е., Колмогоров Ю.П. Определение содержания радиоактивных элементов в шламоотстойниках и вмещающих грунтах // Известия РАН. Серия физическая. - 2013. - Т. 77. - № 2. - С. 220-223.

3. Gaskova OL, Boguslavsky AE, **Shemelina OV** Uranium release from contaminated sludge materials and uptake by subsurface sediments: Experimental study and thermodynamic modeling // Applied geochemistry. - 2015. - V. 55. – P.152-159 DOI: 10.1016/j.apgeochem.2014.12.018

4. Boguslavskii A.E., Gas'kova O.L., **Shemelina O.V.** Geochemical model of the environmental impact of low-level radioactive sludge repositories in the course of their decommissioning // Radiochemistry. – 2016 – V. 58 (3) – P. 279-283 DOI:10.1134/S1066362216030164.

На диссертацию и автореферат поступило 6 отзывов (все положительные, из них один без замечаний) от: 1. В.В. Ларичкина, д.т.н., профессора, зав.кафедрой инженерных проблем экологии НГТУ и В.Ю. Александрова, к.х.н., с.н.с., доцента кафедры инженерных проблем экологии НГТУ; 2. А.И. Сурнина, к.г.-м.н., зав.лабораторией гидрогеологии нефтегазоносных провинций АО СНИИГГиМС; 3. К.А. Болдырева, к.т.н., с.н.с. лаборатории геомиграционного моделирования ФГБУН ИБРАЭ; 4. А.В. Шевченко, руководителя группы окр.среды АО АЭХК и М.М. Халявиной, инженера по ООС (эколога) 1 категории АО АЭХК; 5. С.Ю. Артамоновой, д.г.-м.н., с.н.с. ИГМ СО РАН; 6. А.В.Еделева, к.г.-м.н., с.н.с. ИНГГ СО РАН. В отзывах отмечено, что работа выполнена на высоком научно-практическом уровне и направлена на решение актуальной экологической проблемы – исследованию техно-природной системы, сложившейся в течение нескольких десятков лет на участке шламового поля ангарского электрохимического комбината. В исследованиях использован комплекс современных аналитических методов. В результате

соискателем выявлено: 1. изменение общего химического состава грунтовых вод под влиянием дренажных стоков из шламохранилищ (определены основные загрязнители грунтовых вод); 2. техногенное минералообразование в зоне влияния дренажных стоков (отложение гипса, преобразование смектитов); 3. накопление урана во вмещающих грунтах в зоне влияния дренажных стоков; 4. эффективность технологии нейтрализации отработанных пульп, подтвержденная численным моделированием. Защищаемые положения четко сформулированы и не вызывают возражений.

В отзывах был выделен ряд замечаний и предложений. Указано на отсутствие анализа экологического риска от соседства хранилища РАО и золоотвала ТЭЦ (Ларичкин В.В., Александров В.Ю.), недостаточность освещения проблемы изучения гидрогеохимических взаимодействий в геотехногенных системах (Артамонова С.Ю.) и отсутствие данных о равновесных составах растворов и твердых фаз (Птицын А.Б.). С точки зрения гидрогеологической терминологии рекомендовано воды, названные в работе пресными, называть незагрязненными (Сурнин А.И.). Заданы вопросы о подходе к термодинамическому моделированию и использованной базе данных (Болдырев К.А.), о возникновении дополнительных условий для концентрирования урана на некотором удалении от объекта и создании смеси для надежной иммобилизации урана в сформированной аномалии (Сафонов А.В.), о динамике по данным многолетнего мониторинга грунтовых вод (Еделев А.В.), а также рекомендовано учитывать в модельных расчетах образование коллоидных фаз урана (Сафонов А.В.). Замечено, что в работе не уделено должного внимания торий-урановому отношению на разных участках рассматриваемой площадки (Рихванов Л.П., Птицын А.Б.).

Выбор официальных оппонентов обосновывается тем, что Рихванов Л.П. и Птицын А.Б. являются высококвалифицированными компетентными специалистами в области геохимии радиоактивных элементов и проблем радиоэкологии. Оппоненты имеют ряд публикаций в соответствующей диссертационной сфере исследования и способны эффективно оценить данную работу.

Выбор ведущей организации (ФГБУН Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина РАН) обосновывается тем, что проводит фундаментальные и прикладные исследования по основному научному направлению «Химия и технология радиоактивных элементов, разработка эффективных экологически чистых и максимально безопасных технологических процессов переработки облученного ядерного топлива, радиоактивных отходов и материалов, радиоэкология, радиационно-химическая стойкость материалов, проблема биобезопасности». Специалисты института, сотрудники Лаборатории экологических проблем обращения с радиоактивными и токсичными отходами, к.г.-м.н. Мартынов К.В., к.х.н. Сафонов А.В. изучают поведение урана в условиях захоронения жидких радиоактивных отходов, барьерные свойства пород при миграции радионуклидов, сорбционные характеристики фильтрационных барьеров в водоносных горизонтах, загрязненных радионуклидами и могут объективно и аргументировано оценить научную значимость диссертационной работы.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований: 1) определены формы нахождения урана в твердой фазе

пульпы в шламохранилище АО АЭХК. В процентном отношении водорастворимые и обменные формы составляют 16,7%. На карбонатные формы приходится 81,5%, остальное составляют оксиды и гидроксиды Fe и Mn, органические формы и нерастворимые силикатные формы; 2) **охарактеризован** химический состав стока, проникающего из отстойников-хранилищ во вмещающие грунты. Основными компонентами высокоминерализованных щелочных растворов являются ионы натрия, нитраты и сульфаты, остальные анионы и катионы находятся в подчиненном положении; 3) **экспериментально показано**, что емкость поглощения урана пелитовой фракцией вмещающих грунтов при медленном взаимодействии с протекающим низкоминерализованным раствором достигает 12 мкг/г; 4) **оценены** формы нахождения урана, который осаждается и/или сорбируется на вмещающих грунтах. Легкорастворимые (обменные и водорастворимые) формы составляют около 50%. Доля труднорастворимых (карбонатных) форм составляет 8-27%. Нерастворимые формы, среди которых гидроксидная и органическая, составляют 20-42 %; 5) **доказано** наличие изменений в минеральном составе в грунтах под воздействием просачивающихся высокоминерализованных вод. Это образование гипса и различных солей в межзерновом пространстве зоны аэрации и метасоматические изменения в виде появления специфического «техногенного» иллита в зоне грунтовых вод, а также преобразование смешанно-слоистых минералов (ССМ) с преобладанием смектитовых пакетов в ССМ со значительным преобладанием иллитовых пакетов; 6) с помощью термодинамического и пространственного моделирования **прослежены** ореолы загрязнения и **сделан прогноз** миграционных путей урана, поступающего из хранилищ.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что доказаны следующие положения:

1. Состояние подземных вод в зоне влияния шламохранилищ урансодержащих низкорadioактивных отходов АО АЭХК обусловлено наличием инфильтрационного стока высокоминерализованных щелочных нитратных растворов. Главными компонентами стока являются ионы NO_3^- , SO_4^{2-} , Na^+ .
2. Инфильтрация высокоминерализованных растворов из шламохранилищ приводит к изменению свойств вмещающих грунтов – загипсованию, а также к преобразованию смектитов и смешаннослоистых минералов (ССМ) с преобладанием смектитовых пакетов в ССМ с преобладанием иллитовых пакетов. Концентрация урана в подстилающих грунтах в некоторых пунктах опробования превышает фон в 2-4 раза и достигает 6-11 г/т. Сорбированный на этих грунтах уран находится преимущественно в подвижной форме (до 50%).
3. При консервации хранилища ожидается постепенное исчезновение гидрохимической аномалии в подземных водах участка вследствие разбавления фоновыми грунтовыми водами: сдвиг pH в сторону нейтрального, снижение минерализации, основным ведущими ионами будут HCO_3^- и Ca^{2+} . В существующих геохимических условиях количество урана (всего около 4 тонн), которое может быть потенциально вынесено стоками из шламохранилищ, сопоставимо с объемами урана, мигрирующего в природе.

Применительно к проблематике диссертации результативно использован

комплекс современных методов исследования вещества, включая электронную микроскопию, рентгенофазовый анализ, рентгено-флюоресцентный анализ с использованием синхротронного излучения. В дополнение к анализу фактического полевого материала **экспериментально определены сорбционные свойства грунтов при повышенных концентрациях урана в стоках.** На основе лабораторного и компьютерного моделирования ситуаций «аварийного» распространения загрязнения **сделаны прогнозы** развития сложившейся техно-природной системы, **обоснованные термодинамическими расчетами с использованием пакета программ HCh.**

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что полученные данные позволяют проследить ореолы загрязнения, закономерности распределения ионов, концентрации которых превышают ПДК элементов в воде (Na^+ , SO_4^{2-} , NO_3^-), формы нахождения урана. На основе полученных характеристик участка шламового поля **сделан прогноз** дальнейших миграционных путей урана, поступающего из хранилища отходов. Данные, полученные при изучении процессов взаимодействия в системе отходы – грунтовые воды – вмещающие грунты, могут использоваться комбинатом в дальнейших разработках природоохранных и организационно-технических мероприятий при эксплуатации и консервации пунктов хранения радиоактивных материалов.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

Результаты работы получены на современном сертифицированном оборудовании для минералого-геохимических, геохимических и химических исследований: станция коллективного пользования СЦСТИ с помощью электрон-позитронного накопителя ВЭПП-3 (ЦКП ИЯФ СО РАН); гамма-спектрометрическая система, с использованием низкофоновых сцинтилляционных детекторов NaI(Tl) колодезного типа (ЦКП ИГМ СО РАН); дифрактометр ДРОН-3 (излучение CuK α) (ЦКП ИГМ СО РАН); дифрактометр ULTIMA-IV (Rigaku) (геол. факультет МГУ); растровый электронный микроскоп LEO 1450VP (Carl Zeiss) (геол. факультет МГУ) и сканирующий электронный микроскоп MIRA 3 LMU (Tescan Ltd) с системой микроанализа INCA Energy 450+ XMax 80 (Oxford Instruments Ltd) (ЦКП ИГМ СО РАН); фотоколориметр ПЭ-5300 ВИ «ЭкоХим» (ИГМ СО РАН); масс-спектрометр с индуктивно-связанной плазмой (ICP MS) высокого разрешения FINNIGAN MAT (Germany) с магнитным сектором и двойной фокусировкой (ЦКП ИНХ СО РАН).

Результаты исследований апробированы на российских и зарубежных конференциях и семинарах, а также опубликованы в научных журналах и изданиях, которые включены в перечень Российских рецензируемых научных журналов и изданий для опубликования основных научных результатов диссертации.

Установлена согласованность результатов исследования соискателя с данными опубликованных работ, проводившихся на различных предприятиях топливно-ядерного цикла и направленных на решение как локальных проблем, так и с целью создания и развития фундаментальных основ безопасного хранения и захоронения РАО [Жариков и др., 2013; Бондарева, 2015; Митев и др., 2018; Чернышова и др., 2018; Богуславский, 2013; Леонова и др., 2005; Карпенко и др., 2018; Мониц, 2013; Зубков и др., 2007; Самсонова и др., 2008; Александрова, 2008;

Кузьменкова и др., 2011; Величкин и др., 2008; Андреев и др., 2013; Мокров и др., 2018].

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии в полевых работах, в постановке задач, непосредственном участии в планировании, подготовке и проведении экспериментов, в обработке и интерпретации экспериментальных данных, выполнении расчетов и построении модельных ситуаций, а также формулировании выводов и подготовке основных публикаций по выполненной работе.

На заседании 17 декабря 2019 года диссертационный совет принял решение присудить Шемелиной О.В. ученую степень кандидата геолого-минералогических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 13 докторов наук по специальности 25.00.09, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за - 17, против - 0, недействительных бюллетеней - 1.

Председатель диссертационного совета,
Академик РАН



Handwritten signature of N.V. Sobolev

Н.В. Соболев

Ученый секретарь диссертационного совета
д.г.-м.н.

Handwritten signature of O.L. Gasykova

О.Л. Гаськова

«19» декабря 2019 г.