

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 003.059.01 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ
ИНСТИТУТА ГЕОХИМИИ им. А.П. ВИНОГРАДОВА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК**

ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 15.10.2019г. № 7

о присуждении Мазухиной Светлане Ивановне, гражданке Российской Федерации, ученой степени доктора геолого-минералогических наук.

Диссертация «Эволюция природных и антропогенных систем арктической зоны Российской Федерации в результате воздействия горнопромышленного производства: реконструкция, прогноз, способы защиты (на примере Кольского полуострова)» по специальности 25.00.36 – Геоэкология, принята к защите 10 июня 2019 года, протокол № 2, диссертационным советом Д 003.059.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института геохимии им. А.П. Виноградова Сибирского отделения Российской академии наук (664033, г. Иркутск, ул. Фаворского, 1а; приказ о создании от 15.03.2010 г. № 426-158).

Соискатель Мазухина Светлана Ивановна 1951 года рождения, диссертацию на соискание ученой степени кандидата химических наук «Физико-химическое моделирование процессов образования продуктов горения и взрыва и их взаимодействие с пылевой атмосферой» защитила в 1994 году, в диссертационном совете, созданном на базе Иркутского государственного университета (г. Иркутск). Работает ведущим научным сотрудником в Институте проблем промышленной экологии Севера - обособленном подразделении Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук».

Диссертация выполнена в лаборатории Экологической информатики и математического моделирования Института проблем промышленной экологии Севера – обособленного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук».

Научный консультант – доктор геолого-минералогических наук Чудненко Константин Вадимович, заведующий лабораторией геохимии окружающей среды и физико-химического моделирования Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт геохимии им. А.П. Виноградова Сибирского отделения Российской академии наук (г. Иркутск)

Официальные оппоненты:

Гаськова Ольга Лукинична, доктор геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории рудообразующих систем, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева Сибирского отделения Российской академии наук (г. Новосибирск);

Зелинская Елена Валентиновна, доктор технических наук, профессор Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет» г. Иркутск;

Чарыкова Марина Валентиновна, доктор геолого-минералогических наук, профессор, заведующая кафедрой геохимии Института наук о Земле Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет» (г. Санкт-Петербург), – дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Институт водных проблем Севера – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра "Карельский научный центр Российской академии наук" предоставила положительное заключение, утвержденное Филатовым Николаем Николаевичем, чл.-корр. РАН, д.г.н., директором ИВПС КарНЦ РАН; подписанное Слабуновым Александром Ивановичем, доктором геолого-минералогических наук, заслуженным геологом Российской Федерации, заведующим лабораторией геологии и геодинамики Института геологии КарНЦ РАН и Рыжаквым Александром Вадимовичем, старшим научным сотрудником лаборатории гидрохимии и гидрогеологии ИВПС КарНЦ РАН, кандидатом химиче-

ских наук, утвержденное на заседании Ученого совета ИВПС КарНЦ РАН (протокол № 6 от 25.09.2019 г.). В заключении отмечено, что С.И. Мазухиной получены значимые для науки и практики результаты, выдвинут ряд принципиальных научных положений, касающихся механизма геохимических процессов, происходящих в природно-техногенных гидрогеологических структурах и направленных на решение сложной научно-практической проблемы рационального природопользования, мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды, предотвращения и ликвидации ее загрязнения.

Соискателем опубликовано 2 монографии, 47 работ, из них 27 статей из списка ВАК, в том числе 22 статьи из базы цитирования Web of Sciences, 20 статей в научных сборниках.

Наиболее значимые работы: 1) Чудненко К. В., Карпов И. К., **Мазухина С. И.**, Бычинский В. А., Артименко М. В. Динамика мегасистем в геохимии: формирование базовых моделей процессов и алгоритмы имитации // Геология и геофизика. – 1999. – Т. 40, № 1. – С. 44–60. 2) **Мазухина С. И.**, Моисеенко Т. И. Моделирование поведения элементов химического состава вод в условиях комплексного загрязнения на примере озера Имандра // Водные ресурсы. – 2000, – Т. 27, № 5. – С. 538–542. 3) Дудкин О.Б., **Мазухина С.И.** Углеводородные газы как одна из причин выделения соды в щелочных породах Хибинского массива // ДАН. – 2001. – Т. 380, № 4. – С. 532–534. 4) Макаров В. Н., **Мазухина С. И.**, Макаров Д. В., Васильева Т. Н. Экспериментальное и термодинамическое исследование взаимодействия доломита с растворами сульфата железа (II) // Геохимия. – 2001. – № 6. – С. 683–688. 5) **Мазухина С. И.**, Сандимиров С. С. Моделирование влияния техногенных стоков на озеро Имандра (Кольский полуостров) // Метеорология и гидрология. – 2003. – № 1. – С. 83–91. 6) **Мазухина С. И.**, Денисов Д. Б., Маслобоев В. А. Реконструкция ионного состава природных вод, формирующихся в пределах Хибинского массива // Метеорология и гидрология. – 2007. – № 1. – С. 96–100. 7) **Мазухина С.И.**, Нестерова А. А., Нестеров Д. П., Макаров Д. В., Маслобоев В. А. Экспериментальное исследование и термодинамическое моделирование гипергенных процессов в хвостах обога-

щения апатит-нефелиновых руд // Химия в интересах устойчивого развития. – 2007. – Т. 15. – С. 447–455. 8) **Мазухина С. И.**, Маслобоев В. А., Чудненко К. В., Бычинский В. А., Сандимиров С. С. Исследование состояния озера Большой Вудъявр после экологической катастрофы 1930-х годов методами физико-химического моделирования // Химия в интересах устойчивого развития. – 2009. – Т. 17. – С. 51–59. 9) **Мазухина С. И.**, Денисов Д. Б., Вандыш О. И., Маслобоев В. А. Влияние антропогенного воздействия на водные экосистемы Хибинского горного массива // Водные ресурсы. – 2009. – Т. 36, № 1. – С. 102–116. 10) Калинин В. Т., **Мазухина С. И.**, Маслобоев В. А., Чудненко К. В., Максимова В. В. Особенности взаимодействия нефть-вода в морских и пресных водах // ДАН, -2013, том 449, № 5, с. 535–538 11) Калинин В. Т., **Мазухина С. И.**, Максимова В. В., Маслобоев В. А., Чудненко К. В. Физико-химические факторы некондиционности химического состава природных вод Хибинского массива // ДАН.– 2014. – Т. 458, № 5. – С. 551–554. 12) **Мазухина С. И.** Применение термодинамического моделирования в решении гидрологических проблем Кольского Севера // Ученые записки РГГМУ. – 2016. – № 42. – С. 33–54.

На диссертацию и автореферат поступило 15 отзывов:

Отзывы без замечаний - 7:

1. Д.г.-м.н. **Бортникова Светлана Борисовна** (ИНГГ СО РАН, г. Новосибирск)
2. К.г.-м.н. **Сизых Анатолий Иванович** (Иркутский государственный университет, г. Иркутск)
3. К.г.-м.н. **Шевченко Владимир Петрович** (Институт океанологии им. П.П. Шершова РАН, г. Москва)
4. Д.г.-м.н. **Копейкин Валерий Александрович** (Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта)
5. Д.г.н. **Малинин Валерий Николаевич** (РГГМУ, г. Санкт-Петербург)
6. Д.х.н. **Кремлева Татьяна Анатольевна** (ТГУ, г. Тюмень)
7. Д.ф.-м.н. **Путинцев Николай Михайлович** (Мурманский государственный технический университет, г. Мурманск)

Отзывы с замечаниями - 8:

1. Д.т.н. **Шабельская Нина Петровна** (Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова, г. Новочеркасск, Ростовской области)

В качестве небольших замечаний по тексту автореферата следует отметить наличие опечаток (например, стр. 13, 2-й абзац снизу- неверно написан символ 24-го элемента; рис. 3 (стр. 19) плохо читается).

2. **Д.х.н. Фомичев Сергей Викторович** (ИОНХ РАН, г. Москва).
1) Крайне скупо описана схема формирования многорезервуарной модели, которая, в основном, используется в работе. 2) Глава 4 посвящена реконструкции прошлой (30-е годы прошлого века) не заканчивается выводами и, на мой взгляд, выпадает из общей логики работы. 3) Малый масштаб и некоторая избыточность изображений карт-схем отбора проб и объем таблиц несколько затрудняет их восприятие.
3. **Д.т.н. Богданов Андрей Викторович, к.т.н. Кучор Ольга Леонидовна** (Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск).
1) На стр. 14 автореферата не совсем ясны действия автора по усреднению концентраций основных катионов и анионов, полученных в результате мониторинговых исследований 2001 и 2010 гг. Они сопоставимы? 2) В таблице 4 на стр. 26 автореферата не указано, какие данные относятся к результатам моделирования, а какие к результатам мониторинга. 3) На стр. 32 автореферата сказано, что современные исследования подтвердили правильность прогноза изменения химического состава вод губы Белая на период до 2001 г. При наличии работающей модели был ли выполнен автором прогноз изменения химического состава вод губы Белая на ближайший период времени?
4. **Д.г.-м.н. Зверева Валентина Павловна** (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Дальневосточный Геологический институт Дальневосточного отделения Российской академии наук ДВГИ ДВО РАН, г. Владивосток).
Положения, выносимые на защиту, автором диссертационной работы можно считать доказанными, но, к сожалению, в тексте отсутствует их конкретизация. Кроме того, в автореферате отсутствуют публикации после 2016 года.
5. **Д.х.н. Рыженко Борис Николаевич** (Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН, г. Москва).
На основании этой информации построена достаточно полная рабочая модель выполненного исследования, включающая 23 элемента, 295 растворимых форм, 76 газов, 390 твердых (минеральных) фаз и органических веществ. К сожалению, ни списка и ни даже литературных источников энергий Гиббса этих характеристик системы не приводится.
6. **Д.г.-м.н. Лехов Алексей Владимирович** (МГУ, геологический факультет им. Ломоносова, г. Москва).

1) Название работы предполагает разработку научных положений для огромной по площади Арктической зоны РФ, в то же время в качестве примера приводится часть Кольского полуострова, не имеющего мощного фактора основной этой зоны – сплошной многолетней мерзлоты. Островная мерзлота полуострова в работе никак не рассматривается. Температуры сред используемых исследования вполне положительны. Мне представляется такое название излишним преданием значимости своей работе. В ней вполне хватает содержания. 2) Основой работы является численное моделирование термодинамических равновесий в природной/антропогенной системе «вода – порода – атмосфера – углерод». Несколько странное название, возможно автор хотел углеродом обозначить органическое вещество. 3) В наборе независимых компонентов присутствуют 3 инертных газа, но нигде не сказано, зачем они нужны. 4) В моделируемой системе отсутствует описание обменного комплекса пород. Если для относительно стабильных природных вод это можно опустить, то для относительно прогнозных задач загрязнения это крайне необходимо. Часто ионный обмен является основным в трансформациях составов подземных вод. Но объяснений этому нет. 5). Рассматривая влияние «углерода» автор использует ацетатные комплексы (с. 6, с. 23, с. 24, с.26-27, с. 41). Другие соединения в тексте не фигурируют. Называются они почему-то метастабильными соединениями (с.6, с. 41). Тогда все ионные комплексы и молекулы тоже метастабильны. Но при наличии органических веществ в речных и подземных водах на подвижность металлов влияют комплексы с фульвокислотами. Обычно более устойчивые и повышающие свойства миграции металлов. Про них автор ничего не говорит. 6). Давно известно, что в подземных, а особенно в поверхностных водах существуют коллоидные формы переноса. Автор их также не учитывает в работе (этого нет в тексте диссертации). 7) Сверх краткое описание системы содержащей около полутора тысяч веществ. принуждает задать вопрос, как формировалась система. Просто по имеющейся базе термодинамических параметров? Или все-таки были причины, надо было учесть какие-то реакции и все 111 жидких углеводородов существуют и могут существовать в рассматриваемом объекте. Как и 390 «твердых фаз органических и минеральных веществ» с. 13). В чем различие минеральных и твердых фаз? 8). Несколько странным является формулировка размеров системы. Из каких соображений Ж/Т (1000 кг воды и 100 г. породы). Почему в системе открытой к атмосфере состав воздуха задается в килограммах. Если система открыта, то используется постоянство парциальных давлений газов. 9). Результаты, приведенные на рисунке 1, имеют странную тенденцию завышения модели относительно природных. Концентрации ионов водорода вообще на порядок больше. Это свидетельствует о дефекте формирования системы. Почему не приведены результаты более тщательного моделирования, или их нет? 10) По всей работе проходит степень взаимодействия и почему она является пространственно временной координатой?

7. Д.х.н. **Федосеева Валентина Ивановна** (Институт естественных наук ФГАОУ Северо-восточного федерального университета им. М.К. Аммосова, г. Якутск).

1) Можно ли с химической точки зрения отметить какие-либо корреляции между частями рисунка 3? 2) Чем обусловлен разный характер роста содержания алюминия на R1-R4? 3) Какие органические вещества повышают «подвижность» железа, марганца и других поливалентных ионов элементов? Проводились ли определения таких органических веществ, возможно, выборочно?

8. Д.г.н. **Субетго Дмитрий Александрович** (РГПУ им. А.И. Герцена, факультет географии, г. Санкт-Петербург)

1) К сожалению, в автореферате ничего не говорится об эволюции природных и антропогенных систем арктической зоны. Арктика упоминается только в название диссертации.

2) Целью диссертационной работы не является «исследование процессов...». Для докторской диссертации это может быть выявление закономерностей, особенностей формирования химического состава.

3) Из второго замечания вытекают замечания к положениям, которые выносятся на защиту. Отсутствует положение о выявлении особенностей эволюции природных и антропогенных систем арктической зоны. Есть ли особенности в протекании тех или иных антропогенных процессов в арктической зоне и вне ее? Применимы ли разработанные подходы в исследовании эволюции природных и антропогенно трансформированных вод для других природно-климатических зон?

4) Глава 2. Стр. 13. Хотелось бы получить объяснение, что такое 100 кг атмосферы в открытых условиях взаимодействия породе водными растворами.

5) Стр. 14. Какие твердые фазы образуются при взаимодействии водопорода в условиях тихих, спокойных участков рек? Какие физические критерии «тихих, спокойных участков»?

6) Неинформативен рис.2. Нужно было разместить карту района исследования.

7) Что за новая фаза «мезолит»? (стр. 19). Это же археологический термин? Опечатка?

8) Почему не все параметры проанализированы по сравнению с модельными значениями (табл. 3, стр. 23)? Проанализировано 13 параметров из 29.

Во всех отзывах работа характеризуется положительно, отрицательных отзывов нет. Имеются вопросы и критические замечания, которые сводятся к следующему: краткость описания модели и отсутствие термодинамических характеристик веществ, которые следовало бы привести в приложении; нет пояс-

нения понятия «метастабильности», применяемого в работе для ряда соединений; отсутствует описание ионно-обменного комплекса пород; не объяснены причины включения в модель благородных газов. Во всех отзывах отмечается, что работа С.И. Мазухиной актуальна, имеет научно-практическую значимость и соответствует требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней.

Выбор официальных оппонентов обосновывается тем, что д.г.-м.н. О.Л. Гаськова, д.т.н. Е.В. Зелинская и д.г.-м.н. М.В. Чарыкова являются ведущими учеными и компетентными специалистами в области гидрогеологии, геоэкологии, охраны поверхностных и подземных вод от загрязнения, а также в области разработки физико-химических основ гидрогеохимических процессов, термодинамического анализа минеральных равновесий, и компьютерного моделирования систем «вода–порода». Оппоненты имеют соответствующие публикации в журналах из Перечня ВАК.

Выбор ведущей организации обусловлен тем, что сотрудники Института водных проблем Севера – обособленного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра "Карельский научный центр Российской академии наук" работают по основным научным направлениям, близким к тематике представленной диссертации: изучение закономерностей формирования поверхностных и подземных вод; комплексная оценка водных ресурсов суши и разработка научных основ их рационального использования и управления; исследование экосистем Карелии с целью рационального использования биологических ресурсов, экологическая оценка антропогенного воздействия на наземные и водные экосистемы. Результаты работ этого института известны как в российских, так и международных научных кругах.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана новая научная идея фундаментального исследования геохимических особенностей состава и закономерностей формирования поверхностных и подземных вод природно-техногенных гидрогеологических структур в районах

влияния отходов горной промышленности, основанная на методах современной геохимии (моделировании, теории гидrolитического диспропорционирования), позволяющая объяснить основные закономерности формирования природных и техногенно- измененных вод;

предложены новый научный подход и оригинальная методология реконструкции, оценки и прогноза региональных геохимических особенностей функционирования водного объекта в пространстве и в реальных единицах времени, находящихся под влиянием отходов горной промышленности,

доказана перспективность использования предложенных в работе искусственных геохимических барьеров на основе местного сырья при решении сложной научно-практической проблемы рационального природопользования, формирования техногенных руд с целью предотвращения и ликвидации загрязнения окружающей среды.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны положения, вносящие значительный вклад в расширение представлений о процессах формирования химического состава поверхностных и подземных вод Хибинского массива, что позволило установить причины некондиционности подземных вод, являющимися основными источниками водоснабжения г. Кировска;

применительно к проблематике диссертации результативно использованы современные приемы обработки информации, включая физико-химическое моделирование, комплексные регионально-гидрогеологические подходы, обобщение исследовательского опыта по фундаментальным положениям о механизмах и факторах формирования химического состава поверхностных и подземных вод и по изучению представлений о системе «вода-порода»;

изложены принципиальные научные положения, касающиеся особенностей влияния сточных вод горнорудной промышленности на водные объекты: на основе исследования системы «сточные воды – озеро» удалось получить качественную картину функционирования водного объекта в рамках последовательной смены событий – в пространстве и в реальных единицах времени. Изучение

системы вода-порода позволило воссоздать природный состав вод оз. Большой Вудъявр, реконструировать состав сточных вод, поступающих в озеро в конце 1930-х гг., дать оценку гидрохимической обстановке, сложившейся во время экологической катастрофы в озерно-речной системе оз. Большой Вудъявр – р. Юкспорйок. Показано, что с поступлением промышленных сточных вод замедляется изменение химического состава природных вод (основных катионов и анионов, значений pH). Соразмерно поступающим сточным водам происходит накопление содержания твердых фаз. В исследуемых условиях (низкие температуры и открытость к атмосфере) значительная часть компонентов сточных вод либо переходит в осадок, либо поступает в газовую фазу.

обоснована и предложена методология очистки сточных вод, содержащих медь, железо, никель на искусственных геохимических барьерах — цементация меди из сернокислых растворов на железе, осаждение железа в равновесной системе «известь – раствор $\text{NiSO}_4\text{--FeSO}_4$ – атмосфера», осаждение никеля с помощью барьера – смеси серпофита и карбонатита. Это может быть использовано как для очистки техногенных вод, так и для формирования техногенных руд в геотехнологиях, и, как следствие, снижения техногенной нагрузки на окружающую среду.

Значение полученных соискателем результатов исследований для практики подтверждается их распространением на действующие предприятия, где важной задачей уже на предпроектной стадии является сохранение окружающей природной среды:

разработана методология гидрохимического прогноза последствий воздействия техногенных стоков, на окружающую среду, которую можно использовать для научно-обоснованных прогнозов изменения химического состава природных вод в зависимости от объема и химического состава стоков на объектах АО «Апатит».

представлены рекомендации к разработке технологии очистки сточных вод, основанные на комплексном научно-практическом подходе – использовании

геохимических барьеров созданных на основе местного сырья, внедрение которых поможет в разработке технологий освоения техногенных месторождений.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

теория построена на проверяемых данных и фактах. В основу работы положены результаты систематических многолетних гидрогеохимических и экологических исследований водных объектов, формирующихся в пределах Хибинского массива.

идея базируется на надежном фактическом материале, современных методиках сбора и приемах обработки информации, физико-химическом моделировании (минимизация энергии Гиббса), комплексных и регионально-гидрогеологические подходах, обобщении опыта по теоретическим положениям о механизмах и факторах формирования химического состава поверхностных и подземных вод, а также современных представлениях о системе «вода-порода»;

установлено, что научные положения, результаты исследований, выводы диссертации оригинальны и достаточно аргументированы. Результаты термодинамического исследования химического состава природных вод с учетом погрешности входной аналитической информации показали устойчивость получаемого в решениях набора доминирующих фаз, что является подтверждением достоверности расчетов и основанных на них заключениях и рекомендациях. Построенные физико-химические модели отражают основные закономерности природных и техногенных процессов и хорошо согласуются с данными мониторинга химического состава природных и антропогенно измененных вод, минеральным составом пород Хибинского массива и лабораторными экспериментами. Объективность научных положений подтверждена использованием современных расчетных методов и комплексностью выполненных исследований.

использованы современные аналитические методы сбора и обработки исходной информации, сертифицированное оборудование (ИКС, РФА, ДТА. и др.)

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии в сборе фактического материала, последующей его интерпретации с использованием современных методов и приемов физико-химического моделирования, в создании единой мультисистемы по современному химическому составу вод Балтийского щита. Все разделы диссертации выполнены автором лично. Основные положения авторских исследований опубликованы и докладывались на международных, всероссийских и региональных конгрессах, конференциях и симпозиумах.

Диссертация С.И. Мазухиной по актуальности, объему выполненных исследований, адекватности используемых методов, новизне результатов, их научно-теоретическому и практическому значению, соответствует требованиям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, ее следует рассматривать в качестве крупного научного обобщения, имеющего значение для прироста научного знания и, соответственно, для развития науки, которое вносит значительный вклад в решение прикладных проблем.

На заседании 15 октября 2019 года диссертационный совет принял решение присудить Мазухиной Светлане Ивановне ученую степень доктора геолого-минералогических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 20 человек (докторов наук 19 человек), из них 5 докторов наук по специальности 25.00.36 – Геоэкология, участвовавших в заседании, из 26 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 19, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Заместитель председателя
диссертационного совета, д.г.-м.н.



Антипин Виктор Сергеевич

Ученый секретарь
диссертационного совета
К.Г.-М.Н.



Канева Екатерина Владимировна

15.10.2019 г.

