

УТВЕРЖДАЮ
Директор Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института проблем промышленной экологии Севера Кольского научного центра Российской академии наук

д.т.н. В.А. Маслобоев



26 октября 2015 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института проблем промышленной экологии Севера Кольского научного центра Российской академии наук
(полное официальное название организации в соответствии с Уставом)

Диссертация «ФОРМИРОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННО ИЗМЕНЕННЫХ ВОД КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА»
(название диссертации)

выполнена в лаборатории «Экологической информатики и математического моделирования» Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института проблем промышленной экологии Севера Кольского научного центра Российской академии наук
(наименование учебного или научного структурного подразделения)

В период подготовки диссертации соискатель Мазухина Светлана Ивановна
(фамилия, имя, отчество - при наличии (полностью))

работала в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте проблем промышленной экологии Севера Кольского научного центра Российской академии наук
(полное официальное название организации в соответствии с Уставом,

в лаборатории «Экологической информатики и математического моделирования»
в должности заведующего лабораторией
(наименование учебного или научного структурного подразделения, должность)

В 1973 г. окончила Саратовский ордена Трудового Красного Знамени государственный университет им. Н.Г. Чернышевского
(наименование образовательного учреждения высшего профессионального образования)

по специальности «Прикладная математика»

По итогам обсуждения принято следующее Заключение:

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ученого совета Федерального государственного бюджетного учреждения науки КНЦ РАН по диссертационной работе «ФОРМИРОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННО ИЗМЕНЕННЫХ ВОД КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА» на соискание ученой степени доктора технических наук. Специальность: 25.00.27 – Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия.

1. **Актуальность работы.** Физико-химические взаимодействия в системе «человек-природа» оказывают определяющее влияние на состояние гидросферы суши, что предопределяет важность и актуальность исследования формирования природных вод и их трансформацию в техногенно-измененные воды не только для районов Крайнего Севера, но и других регионов России.

Использование поверхностных и подземных вод Хибинского массива (Кольский полуостров) для питьевого и технического водоснабжения г. Кировска началось сразу с освоения Хибин. Основной постоянно действующий водозабор «Центральный» снабжает питьевой водой население г. Кировска с 1977 года. В результате систематических определений алюминия в подземных водах водозабора (1985-1988 гг.) установлено, что практически во всех эксплуатационных скважинах водозабора содержание алюминия превышает значения ПДК (0,5 мг/л). Разброс содержания алюминия в воде одной и той же скважине составляет от 0.05 до 1.48 мг/л, такой же разброс наблюдается во всех 11 скважинах водозабора. Комплекс работ, выполненный сотрудниками Мурманской геологоразведочной экспедиции (МГРЭ) в долинах приозерных низменностей озер Малый и Большой Вудъяврв 1991–1998 гг., не позволил установить закономерность изменения химического состава подземных вод при условии изменения водоотбора и, главное, выявить причину природного некондиционного качества подземных вод по Al и pH. Сложившаяся ситуация указывает на необходимость проведения более детального исследования процессов формирования и взаимодействия поверхностных и подземных вод, в том числе с применением методов физико-химического моделирования.

Разработка полезных ископаемых на Кольском полуострове привела к созданию огромного количества отходов в результате деятельности горнопромышленного комплекса. В данной работе уделено внимание отходам обогащения медно-никелевого производства и апатит-нефелиновых руд. Складирование и хранение этих отходов имеют два аспекта: экологический и экономический. Согласно исследованиям академика В.А. Чантурия, интенсивность воздействия горной промышленности на природную среду по сравнению с другими отраслями оценивается как самая высокая (Чантурия и др., 2007).

Горнопромышленный комплекс является крупнейшим источником промышленных отходов при экспоненциальном росте загрязнения окружающей среды (Чантурия, Корюкин, 1998). Реализация концепции рационального недропользования предполагает широкое вовлечение в разработку техногенных месторождений. Сульфидсодержащие отходы горнопромышленного комплекса с одной стороны содержат значительные запасы ценных компонентов и, с другой стороны, наносят ущерб окружающей среде. Многочисленные работы по изучению процессов, протекающих при хранении сульфидсодержащих отходов, позволили сделать заключение, что самый радикальный способ снижения нагрузки на окружающую среду их переработка, которая при ее технической сложности имеет два несомненных положительных эффекта: сокращение расходов первичных ресурсов и снижение нагрузки на окружающую среду.

Актуальность работы обусловлена необходимостью создания методологической основы для решения задач прогнозирования формирования химического состава вод, изменения свойств отходов горнорудной промышленности в процессе их хранения и защиты вод в условиях техногенной нагрузки.

2. Цель работы. Основной целью работы является исследование процессов формирования химического состава как природных, так и формирующихся под воздействием антропогенного загрязнения вод, и разработка современных методов очистки промышленных стоков. Для достижения поставленной цели потребовалось обобщение и дополнение имеющихся данных аналитических и лабораторных исследований на качественно новом уровне с применением современного средства моделирования физико-химических процессов.

Основные задачи. В задачи работы входило:

1. исследовать с помощью термодинамического (физико-химического) моделирования формирование химического состава вод в рамках системы «вода-порода», выяснить причину некондиционности вод Хибинского массива;
2. исследовать химический состав техногенных вод хвостохранилищ и оценить их воздействие на химический состав поверхностных и подземных вод, находящихся в зоне влияния хвостохранилищ;
3. дать количественную оценку влияния деятельности горнопромышленного производства на загрязнение химического состава поверхностных вод;
4. оценить адекватности моделей природных вод в режиме неопределенности;
5. обосновать использование искусственных геохимических барьеров на основе местного сырья.

3. Научная новизна работы определяется следующими положениями:

- на основе количественного анализа процесса формирования природных поверхностных и подземных вод впервые выполнена детализация влияния основных факторов и приведена численная оценка конкретных физико-химических параметров в пределах Хибинского щелочного массива. Показано, что степень взаимодействия «вода-порода» и температура оказывают влияние на изменение окислительно-восстановительных условий, которые способствуют увеличению значений рН, концентраций HCO_3^- , фтора, алюминия;

- впервые исследованы процессы в выведенном из эксплуатации и действующих хвостохранилищах и дана пространственно-временная **оценка эволюции техногенной системы и прогноз влияния** хвостов обогащения апатит-нефелиновых руд на окружающую среду. Показано, что в хвостохранилище происходит процесс выветривания, наличие высокого содержания органического вещества (остатки флотореагентов) приводит к формированию восстановительных условий, образованию метастабильных соединений, содержащие органические соединения. Наличие фтора, хлора и их соединений с Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Sr^{2+} , образование органических соединений, переход в раствор Mn^{2+} , Fe^{2+} увеличивает подвижность компонентов, что способствует выносу элементов из хвостохранилищ. Наличие метастабильных соединений, содержащих органические соединения, может существенным образом влиять на физико-химическое взаимодействие в системе «водный раствор - порода-углерод», участвуя в процессах растворения, переноса и отложения петрогенных элементов кальция, магния, натрия;

- впервые предложен новый подход к исследованию вод в пространстве и во времени с помощью резервуарной модели «техногенные стоки-озеро», которая адекватно отражает изменение физико-химических параметров водоемов в зависимости от химического состава вод, стока и объема стока во времени;

- впервые теоретически обоснована и экспериментально подтверждена возможность и эффективность очистки стоков с одновременным селективным осаждением цветных металлов и железа хвостов обогащения медно-никелевых руд на геохимических барьерах разного типа;

- показана устойчивость разработанных моделей в режиме неопределенности, что подтверждает правильность расчетов и основанных на них заключений и рекомендаций.

4. Теоретическая и практическая значимость. Теоретическая значимость работы определяется созданием методологической основы для решения задач прогнозирования формирования химического состава вод, изменения свойств отходов горнорудной промышленности в процессе их хранения и защиты вод в условиях техногенной нагрузки.

Результаты исследований служат основой количественного анализа современного состояния природных вод, реконструкции и прогноза последствий антропогенеза или изменения природных факторов. Используются для прогноза формирования химического состава вод в пределах Хибинского массива, исследования стоков с хвостохранилищ и оценки их отрицательного воздействия на окружающую среду, определения эффективности очистки стоков на различных геохимических барьерах на объектах АО «Апатит». Разработанные модели могут использоваться в центрах мониторинга окружающей среды для восстановления газового состава вод с целью повышения достоверности данных химического анализа, а также для прогноза экологической ситуации на аналогичных, но менее изученных объектах. Предложенная технологическая схема послыной очистки стоков, содержащих медь, никель, железо с селективным осаждением металлов, может быть использована для организации мероприятий по водоочистке и водоподготовке, доизвлечения цветных металлов и защиты окружающей среды (патент № 2502869 от 27.12.2013).

5. Основные положения, выносимые на защиту:

1. Методология прогноза формирования химического состава природных вод Хибинского массива, что позволило в рамках системы «вода-порода» выяснить причины некондиционности вод Хибинского массива.
2. Методология изучения процессов в выведенном из эксплуатации и действующих хвостохранилищах, направленная на пространственно-временную **оценку эволюции техногенной системы и прогноз влияния сточных вод с хвостохранилищ на химический состав поверхностных и подземных вод.**
3. Методология оценки влияния сточных вод горнорудной промышленности на водные объекты в рамках системы «стоки-озеро», что дает качественную картину функционирования водного объекта в рамках последовательной смены событий - в пространстве и в реальных единицах времени.
4. Технология послыного очищения сточных вод с хвостохранилища медно-никелевых руд с выделением селективных концентратов цветных металлов

6. Личный вклад автора состоит в постановке цели и задач исследований, определении путей их исследования, разработке системы научно обоснованных прогнозных оценок изменения физико-химического состава природных вод и трансформации их в техногенно-измененные воды при различных сценариях загрязнения, в проведении расчетов, обобщении результатов исследований и разработке рекомендаций, формулировании выводов и обосновании защищаемых положений. Основная часть научных публикаций, выполненных в соавторстве, написана автором.

7. Апробация работы и публикации. Основные результаты исследования автора по теме диссертации опубликованы более чем в 100 научных работах, из них более 20 статей в центральных и реферируемых журналах, доложены и обсуждены более чем на 15 российских и международных конференциях различного уровня, в том числе: «Экологические проблемы Севера Европейской части России» (Апатиты, 1996), конференции «Химия и химическая технология в освоении природных ресурсов Кольского полуострова» (Апатиты, 1998), Всероссийском совещании и выездной научной сессии «Антропогенное воздействие на природу Севера и его экологические последствия» (Апатиты, 1998), Интернациональной секции «Математические методы в геологии» (Прага, 1999), второй международной конференции «Ресурсовоспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр» (Москва, 2003), международной конференции «Экологическое состояние континентальных водоемов Арктической зоны в связи с промышленным освоением северных территорий» (Архангельск, 2005), международном симпозиуме «Будущее гидрогеологии: современные тенденции и перспективы» (Санкт-Петербург, 2007), Всероссийской научной конференции с международным участием «Научные основы химии и переработки комплексного сырья и синтеза на его основе функциональных материалов» (Апатиты, 2008), Всероссийской научной конференции с международным участием «Экологические проблемы северных регионов и пути их решения» (Апатиты, 2008), Международной конференции «Современные экологические проблемы Севера (к 100-летию со дня рождения О.И. Семенова-Тян-Шанского)» (Апатиты, 2006), международном совещании «Современные методы комплексной переработки руд и нетрадиционного минерального сырья (Плаксинские чтения)» (Апатиты, 2007), Международном симпозиуме «Будущее гидрогеологии: современные тенденции и перспективы» (Санкт-Петербург, 2007), Международном совещании «Инновационные процессы в технологиях комплексной экологической безопасной переработки минерального и нетрадиционного сырья», (Новосибирск, 2009), III Всероссийской научной конференции с международным участием «Экологические проблемы и пути их решения», (Апатиты, 2010), European Geosciences Union General Assembly 2011 (Vienna, 2011), IV Всероссийской научной конференции с международным участием, (Москва, ИВП РАН, 2015). Результаты исследований вошли в отчетный доклад Президиума Российской Академии Наук в 2012 г. Предложенный способ очистки сточных вод, по которому получен патент (№ 2502869 от 27.12.2013), может быть с успехом применен для предотвращения загрязнения водной среды тяжелыми металлами.

8. Публикации по теме диссертации

Монографии

1. **Мазухина С.И.** Формирование поверхностных и подземных вод Хибинского горного массива. Апатиты. Изд. Кольского научного центра РАН, 2012. 173 с.

Личный вклад заключается в постановке проблемы, разработки различных сценариев загрязнения, разработке имитационных моделей, проведении компьютерных экспериментов, интерпретации результатов, написании работы.

2. **Мазухина С.И.,** Сандимиров С.С. Применение физико-химического моделирования для решения экологических задач Кольского Севера. Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 2005. 106 с.

Личный вклад заключается в обобщении геохимической, экспериментальной и термодинамической информации о составе природных и сточных вод и минералов исследуемого района, разработки моделей, написании работы.

Статьи в центральных журналах

3. **Мазухина С.И.,** Калабин Г.В., Каржавин В.К., Карпов И.К. Физико-химическое моделирование процесса выщелачивания нефелина под воздействием кислых атмосферных осадков // Геоэкология, 1997. Т. 5. С. 96-101.

Личный вклад заключается в разработке моделей выщелачивании нефелина, проведении расчетов, написании статьи.

4. **Мазухина С.И.,** Моисеенко Т.И. Физико-химическое моделирование закисления вод в реках // Геоэкология, 1998, № 1. С. 125-130.

Личный вклад заключается в создании термодинамических моделей вод рек на основании аналитических данных, проведении расчетов, написании статьи.

5. 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.

Личный вклад заключается в постановке исследования процессов загрязнения оз. Имандра методом резервуарной динамики, в подготовке исходных данных.

6. **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.

Личный вклад заключается в исследовании процессов эвтрофирования методом углеродного титрования, проведении расчетов, написании статьи.

7. Калабин Г.В., **Мазухина С.И.**, Малиновский Д.Н., Сандимиров С.С. Исследование процессов выветривания минеральных отходов добычи и переработки апатито-нефелиновых руд // Геоэкология, 2000, № 1. С. 85-90.

Личный вклад заключается в изучении процессов выветривания методом физико-химического моделирования, разработке резервуарных моделей, написании работы.

8. Дудкин О.Б., **Мазухина С.И.** Гипергенные процессы как основа технологических разработок по консервации песков хвостохранилищ // Обогащение руд, 2001, N 4. С. 36.

Личный вклад заключается в разработке моделей, расчетах, написании части работы, относящейся к физико-химическому моделированию.

9. Дудкин О.Б., **Мазухина С.И.** Углеродные газы как одна из причин выделения соды в щелочных породах хибинского массива // Докл. РАН, 2001, т. 380, N 4. С. 532-535.

Личный вклад заключается в разработке различных сценариев содообразования в породах Хибинского массива, контролируемых прямыми наблюдениями, интерпретации результатов, написание части работы, относящейся к физико-химическому моделированию.

10. Макаров В.Н, **Мазухина С.И.**, Макаров Д.В., Васильева Т.И, Кременецкая И.П. Применение кальцита и доломита для очистки технологических растворов от тяжелых металлов и железа // ЖНХ, 2001, т. 46 N 11. С. 1813-1821.

Личный вклад заключается в разработке моделей, расчетах, написании части работы, относящейся к физико-химическому моделированию.

11. Макаров В.Н., **Мазухина С.И.**, Васильева Т.П., Кременецкая И.П, Корытная О.И. Оптимизация очистки природных вод от ионов никеля и меди с помощью карбонатной муки // ЖПХ, 2001, т.74. вып. 12. С. 1985-1990.

Личный вклад заключается в разработке моделей, расчетах, написании части работы, относящейся к физико-химическому моделированию.

12. 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, N 6. С. 683-688.

Личный вклад заключается в разработке моделей, расчетах, написании части работы, относящейся к физико-химическому моделированию.

13. **Мазухина С.И.**, Сандимиров С.С. Влияние техногенных стоков на физико-химические характеристики пресноводного водоема // Вестник МГТУ, 2002, т 5, № 2. С. 253-260.

Личный вклад заключается в разработке моделей, расчетах, написании части работы, относящейся к физико-химическому моделированию.

14. **Мазухина С.И.**, Сандимиров С.С. Моделирование влияния техногенных стоков на озеро Имандра (Кольский полуостров) // Метеорология и гидрология, 2003, № 1. С. 83-91.

Личный вклад заключается в разработке моделей, расчетах, написании части работы, относящейся к физико-химическому моделированию.

15. **Мазухина С.И.**, Сандимиров С.С., Королева И.М. Оценка воздействия техногенных стоков на пресный водоем // Экологическая химия, 2003, N 12 (2). С. 97-104.

Личный вклад заключается в разработке моделей, расчетах, написании части работы, относящейся к физико-химическому моделированию.

16. Калинин В.Т., Макаров В.Н, **Мазухина С.И.**, Макаров Д.В., Маслобоев В.А. Исследование гипергенных процессов в хвостах обогащения сульфидных медно-никелевых руд //Химия в интересах устойчивого развития, 2005, № 13. С. 515-519.

Личный вклад заключается в разработке моделей, расчетах, интерпретации результатов, написании части работы, относящейся к физико-химическому моделированию.

17. **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.

Личный вклад заключается в разработке моделей для определения форм миграции химических элементов в чистых природных водах (оз. Гольцовое, ручьях), формирующихся в Хибинском массиве, определении новообразованных минералов, которыми насыщены чистые воды, написании работы.

18. **Мазухина С.И.**, Нестерова А.А., Нестеров Д.П., Макаров Д.В., Маслобоев В.А. Экспериментальное исследование и термодинамическое моделирование гипергенных процессов в хвостах обогащения апатит-нефелиновых руд // Химия в интересах устойчивого развития. 2007. Т. 15. С. 447-455.

Личный вклад заключается в разработке моделей, расчетах, интерпретации результатов, написании части работы, относящейся к физико-химическому моделированию.

19. Макаров Д.В., **Мазухина С.И.**, Нестерова А.А., Нестеров Д.П., Меньшиков Ю.П., Зоренко И.В., Маслобоев В.А. Моделирование взаимодействия искусственных геохимических барьеров с раствором сульфата никеля // Химия в интересах устойчивого развития, 2009, т. 17. С. 283-288.

Личный вклад заключается в разработке моделей, расчетах, написании части работы, относящейся к физико-химическому моделированию.

20. **Мазухина С.И.**, Маслобоев В.А., Чудненко К.В., Бычинский В.А., Сандимиров С.С. Исследование состояния оз. Большой Вудъявр после экологической катастрофы 1930-х годов методами физико-химического моделирования // Химия в интересах устойчивого развития. 2009. Т. 17. С. 51-59.

Личный вклад заключается в постановке проблемы, воссоздании химии стоков от производств 1930-х гг., оценке изменения основных катионов в результате антропогенного воздействия, воссоздании химии оз. Большой Вудъявр до экологической катастрофы, разработке моделей позволяющих получить качественную картину природного водоема в режиме последовательной смены событий, написании работы.

21. **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.

Личный вклад заключается в разработке моделей позволивших реконструировать ионный состав природных вод и стоков, оценить современное состояние оз. Б. Вудъявр, написании части работы, относящейся к физико-химическому моделированию.

22. Кременецкая И.П., Корытная О.П., Васильева Т.Н., Беляевский А.Т., Кадырова Г.И., **Мазухина С.И.** Физико-химическое моделирование открытых систем кальцит (доломит) // ЖПХ, 2009, Т. 82. Вып. 10. С. 1693-1699.

Личный вклад заключается в разработке моделей, расчетах, написании части работы, относящейся к физико-химическому моделированию.

23. **Мазухина С.И.**, Маслобоев В.А., Чудненко К.В., Бычинский В.А., Светлов А.В. Условия формирования природных поверхностных и подземных вод Кольского Севера (на примере Хибинского массива) // Вестник МГТУ, т. 13, № 4/1, 2010. С. 816-825.

Личный вклад заключается в разработке моделей, расчетах, написании части работы, относящейся к физико-химическому моделированию (на основании данных 2001 г.).

24. Макаров Д.В., Нестеров Д.П., Меньшиков Ю.П., Зоренко И.В., Нестерова А.А., **Мазухина С.И.**, Маслобоев В.А. Исследование взаимодействия искусственного геохимического барьера с растворами сульфатов никеля и меди // Инженерная экология. 2010. № 6. С. 46-53.

Личный вклад заключается в разработке моделей, расчетах, написании части работы, относящейся к физико-химическому моделированию.

25. 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.

Личный вклад заключается в разработке моделей, расчетах, написании части работы, относящейся к физико-химическому моделированию.

26. Мазухина С.И. Применение термодинамического моделирования в решении гидрологических проблем Кольского Севера // Ученые записки РГГУ, 2016, № 42. С. 33-54.

Личный вклад заключается в написании работы

Тематические сборники, статьи в тематических сборниках

27. Мазухина С.И. Применение метода физико-химического моделирования мегасистем к исследованию технокомплексов // Эколого-географические проблемы Кольского Севера. Апатиты, Изд. КНЦ РАН, 1999. С. 120-125.

Личный вклад заключается в обосновании применения физико-химического моделирования в изучении техногенных систем (хвостохранилищ), написании работы.

28. Мазухина С.И., Малиновский Д.Н. Физико-химическое моделирование процессов взаимодействия природных и техногенных систем на примере хвостохранилища АО «Апатит» // Эколого-географические проблемы Кольского Севера. Апатиты, Изд. КНЦ РАН, 1999. С. 125-134.

Личный вклад заключается в разработке резервуарных моделей с целью изучения процессов, происходящих в хвостохранилищах в пространстве и во времени, расчетах, написании части работы, относящейся к физико-химическому моделированию.

29. Мазухина С.И., Маслобоев В.А. Физико-химическое моделирование геосистем в условиях неопределенности входной информации // Формирование основ современной стратегии природопользования в Евро-Арктическом регионе. Апатиты, КНЦ РАН, 2005. С. 383-395.

Личный вклад заключается в постановке проблемы исследования влияния погрешностей химического состава системы, связанного с неточностью аналитических данных, расчетах, интерпретации данных, написании работы.

30. Мазухина С.И. Роль физико-химического моделирования в изучении природных вод. Реконструкция. Прогноз // Будущее гидрогеологии: современные тенденции и перспективы. СПб: СПбГУ, 2008. С. 164-173.

Личный вклад заключается в оценке трансформации оз. Большой Вудъяв, на основании данных 1939 г., написании работы.

31. Мазухина С.И., Чудненко К.В., Бычинский В.А., Маслобоев В.А. Физико-химическое моделирование взаимодействия «нефть-природные воды» // Будущее гидрогеологии. Современные тенденции и перспективы. Коллективная монография,

изданная по материалам международного симпозиума. Санкт-Петербург, СПбГУ, 2008. С. 173-182.

Личный вклад заключается в участии при разработке моделей, расчетах, интерпретации результатов, написании работы, подготовке доклада.

32. Чантурия В.А., Макаров Д.В., Маслобоев В.А., **Мазухина С.И.**, Нестерова А.А., Васильева Т.Н., Нестеров Д.П., Лащук В.В. Геоэкологическое обоснование переработки сульфидсодержащих отходов горнопромышленного комплекса // Геоэкологические проблемы переработки природного и техногенного сырья. Апатиты: Вектор, 2007. С. 20-32.

Тезисы докладов

33. **Мазухина С.И.**, Сандимиров С.С. Изучение взаимодействия природных и геотехногенных систем с помощью физико-химического моделирования // Химия и химическая технология в освоении природных ресурсов Кольского полуострова. Тезисы докладов научной конференции (22-24 сентября 1998 г.). Апатиты, Изд. КНЦ РАН, 1998. С. 139-141.

Личный вклад заключается в разработке моделей, расчетах, написании части работы, относящейся к физико-химическому моделированию.

34. Макаров В.Н., Кременецкая И.П., **Мазухина С.И.** Сорбция меди и никеля кальцитом и сунгулитом. Сборник научных докладов VII Международной конференции «Экология и развитие Северо-Запада России» 2-7 августа 2002 г. Международная академия наук экологии, безопасности человека и природы. Санкт-Петербург, 2002. С. 315-321.

Личный вклад заключается в разработке моделей, расчетах, написании части работы, относящейся к физико-химическому моделированию.

35. **Мазухина С.И.**, Денисов Д.Б., Вандыш О.И., Маслобоев В.А. Комплексное исследование влияния антропогенного воздействия на водные экосистемы (Хибинский горный массив) // Современные экологические проблемы Севера (к 100 летию со дня рождения О.И. Семенова-Тян-Шанского). Материалы Международной конференции. Апатиты: КНЦ РАН, 2006. Ч. 1. С. 188-191.

Личный вклад заключается в разработке моделей, расчетах, написании части работы, относящейся к физико-химическому моделированию.

36. **Мазухина С.И.**, Маслобоев В.А., Чудненко К.В., Бычинский В.А. Необходимость экологизации процессов обогащения руд // Научные основы химии и технологии переработки комплексного сырья и синтеза на его основе функциональных материалов. Всероссийская научная конференция с международным участием.

Материалы научной конференции. Часть 2. Апатиты 8-11 апреля 2008 г., Апатиты, 2008, Изд-во Кольского научного центра. С. 174-177.

Личный вклад заключается в разработке моделей, расчетах, написании части работы, относящейся к физико-химическому моделированию.

37. **Мазухина С.И.**, Нестеров Д.П., Маслобоев В.А., Нестерова А.А., Макаров Д.В. Влияние времени хранения хвостов обогащения апатит-нефелиновых руд и рекультивации хвостохранилищ на гипергенез минералов / //Иновационные процессы в технологиях комплексной экологической безопасной переработки минерального и нетрадиционного сырья. Материалы международного совещания. Новосибирск, 2009. С. 111-114.

Личный вклад заключается в разработке моделей, расчетах, написании части работы, относящейся к физико-химическому моделированию.

38. **Мазухина С.И.** Роль физико-химического моделирования в изучении природных вод. Реконструкция. Прогноз // Будущее гидрогеологии. Современные тенденции и перспективы. Международный симпозиум: тезисы докладов, Санкт-Петербург, 2007. С. 99-100.

Личный вклад заключается в оценки трансформации оз. Большой Вудъяв, на основании данных 1939 г., написании тезисов, подготовке доклада.

39. **Мазухина С.И.**, Чудненко К.В., Бычинский В.А., Маслобоев В.А. Физико-химическое моделирование взаимодействия «нефть-природные воды» // Будущее гидрогеологии. Современные тенденции и перспективы. Международный симпозиум: тезисы докладов, Санкт-Петербург, 2007. С. 98-99.

Личный вклад заключается в участии при разработке моделей, расчетах, интерпретации результатов, написании работы, подготовке доклада.

40. Макаров Д.В., Нестерова А.А., Васильева Т.Н., Суворова О.В., Нестеров Д.П., **Мазухина С.И.**, Маслобоев В.А. Геоэкологические исследования хвостов обогащения апатит-нефелиновых руд // Современные экологические проблемы Севера (к столетию со дня рождения О.И. Семенова-Тян-Шанского) Материалы международной конференции. Часть 2 Апатиты: Изд. Кольского научного центра РАН, 2006. С. 25-28.

Личный вклад заключается в разработке моделей, расчетах, написании части работы, относящейся к физико-химическому моделированию.

41. Чудненко К.В., Бычинский В.А., **Мазухина С.И.**, Маслобоев В.А. Моделирование физико-химических превращений в мегасистеме вода-углеводороды-порода минимизацией термодинамических потенциалов // Современные экологические

проблемы Севера (к столетию со дня рождения О.И. Семенова-Тян-Шанского) Материалы международной конференции. Часть 2 Апатиты: Изд. Кольского научного центра РАН, 2006. С. 120-123.

Личный вклад заключается в написании тезисов.

- 42 Чудненко К.В., Бычинский В.А., **Мазухина С.И.**, Маслобоев В.А., Сандимиров С.С. Процессы деградации органического вещества в природных водах // Экологические проблемы северных регионов и пути их решения. Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием. Апатиты, 14-16 октября 2008 г. Апатиты: КНЦ РАН. 2008. Ч. 1. С. 36-40.

Личный вклад заключается в участии при разработке моделей, расчетах, интерпретации результатов, написании работы, подготовке доклада.

43. **Мазухина С.И.**, Нестерова А.А., Нестеров Д.П., Лашук В.В., Макаров Д.В., Маслобоев В.А. Исследование гипергенеза минералов хвостов обогащения апатит-нефелиновых руд // Материалы Международного совещания «Современные методы комплексной переработки руд и нетрадиционного минерального сырья (Плаксинские чтения)» Апатиты, 2007. Ч. 1. С. 211-215.

Личный вклад заключается в разработке моделей, расчетах, интерпретации результатов, написании работы, подготовке доклада.

44. **Мазухина С.И.** Изучение формирования качества вод, подвергнутых антропогенному воздействию. The mining Příbram symposium 1997 The international section on mathematical methods in Geology and The VI-th international symposium application of mathematical methods and computers in Mining, Geology and Metallurgy Proceedings volume, ME 4 The application of mathematical methods and computers in Hydrogeology Editor: Dr. Vaclav Nemeč Prague, Oktober 1997. P. 1-7.

Личный вклад заключается в разработке моделей, расчетах, написании работы.

45. **Mazukhina S.I.**, Malinovsky D.N. Physico-chemical modeling of water chemistry in zones affected by tailings of nepheline concentrate // Global changes and the Barents Sea Region Proceedings of the First International Basis Research Conference St. Peterburg, Russia, February 22-25, 1998. P. 441.

Личный вклад заключается в разработке моделей, расчетах, интерпретации результатов, написании работы.

46. **Mazukhina S.I.**, Malinovsky D.N., Kalabin G.V. Physico-chemical modelling of water-solid interactions in tailings of Nepheline concentrate // “Annales Geophysicae”, Supplement of Vol. 16, 1998. 42 p.

Личный вклад заключается в разработке моделей, расчетах, интерпретации результатов, написании работы.

47. **Mazukhina S.I.**, Malinovsky D.N., Kalabin G.V. Modeling of water chemistry in zones affected by tailings of nepheline concentrate // Issues In Environmental Pollution, J. of Conf. Abstract, Denver, 1998. 98 p.

Личный вклад заключается в участии при разработке моделей, расчетах, интерпретации результатов, написании работы.

48. **Мазухина С.И.** Оценка влияния техногенных систем, образованных горно-обогатительными производствами на экологическую безопасность пресноводных объектов // International section mathematical methods in geology. Editir Vaclav Nemes, October 4-8, 1999. Prague MB13 (6 л).

Личный вклад заключается в разработке моделей, расчетах, написании работы.

49. Макаров В.Н., **Мазухина С.И.**, Кременецкая И.П. Математическое моделирование процессов взаимодействия медь и никель содержащих растворов с карбонатом кальция // International section mathematical methods in geology. Editir Vaclav Nemes, October 4-8, 1999. Prague, Proceedings volume, MB11.

Личный вклад заключается в разработке моделей, расчетах, написании части работы, относящейся к физико-химическому моделированию.

50. **Mazukhina S.I.**, Denisov D.B. Reconstruction of water ionic-composition, forming within Khibiny massif // Physics of auroral phenomena // 29-th Annual Seminar, Abstracts, 27-3 march, RAN KSC PGI, Apatity, 2006. P. 89.

Личный вклад заключается в участии при разработке моделей, расчетах, интерпретации результатов, написании работы.

51. **Mazukhina S.I.**, Denisov D.B. Reconstruction of ionic composition of natural waters, formed within the Khibiny massif // Physics of auroral phenomena, Proceedings of 29th Annual Seminar 27 february-3 march 2006, 2007. P. 301-304.

Личный вклад заключается в участии при разработке моделей, расчетах, интерпретации результатов, написании тезисов.

52. **Svetlana Mazukhina**, Vladimir Masloboev, Konstantin Chudnenko, Valerii Bychinsky , Anton Svetlov, and Sergey Muravyev. Interaction of surface and subsurface waters in the system“water-rock-atmosphere-carbon” (an example of the Khibiny mountainsmassif)//Geophysical Research Abstracts Vol. 13, EGU2011-349, 2011. EGU General Assembly 2011 (Vienna, 2011).

Личный вклад заключается в участии при разработке моделей, расчетах, интерпретации результатов, написании работы, подготовке доклада.

53. Vladimir Masloboev, Dmitry Makarov, Dmitry Nesterov, **Svetlana Mazukhina** and Sergey Muravyov. Artificial geochemical barriers for directed formation of technogenic deposits and environment protection // Geophysical Research Abstracts Vol. 13, EGU2011-403, 2011 EGU General Assembly 2011 (Vienna, 2011)

Личный вклад заключается в разработке моделей, расчетах, написании части работы, относящейся к физико-химическому моделированию.

ЗАРУБЕЖНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ

Статьи в периодических изданиях и журналах

54. **Svetlana Mazukhina**, Vladimir Masloboev, Konstantin Chudnenko, Valerii Bychinsky, Anton Svetlov, and Sergey Muravyev Monitoring and physical-chemical modeling of conditions of natural surface and underground waters forming in the Kola North // Journal: Journal of Environmental Science and Health, Part A, Volume: 47, Issue: 05. Pp. 657-668.

Личный вклад автора состоял в расчетах, относящихся к процессам формирования химического состава вод в пределах Хибинского массива (осень 2010), сопоставлении с данными 2001 г, написании работы.

55. V. Chanturiya, V. Masloboev, D. Makarov, **S. Mazukhina**, D. Nesterov, Yu. Men'shikov Artificial geochemical barriers for additional recovery of non-ferrous metals and reduction of ecological hazard from the mining industry waste // Journal of Environmental Science and Health, Part A. 2011. V. 46. N 13. P. 1579-1587.

Личный вклад заключается в разработке моделей, расчетах, написании части работы, относящейся к физико-химическому моделированию.

8. Достоверность результатов

Результаты исследований базируются на фундаментальных законах термодинамики. Достоверность результатов обеспечена применением комплекса современных методов анализа в аккредитованных лабораториях (ОАО КГИЛЦ, ИППЭС КНЦ РАН, ИХТРЭМС КНЦ РАН), использованием физико-химических исследований (ИКС, РФА, ДТА). Результаты термодинамического исследования химического состава природных вод с учетом погрешности входной аналитической информации показали устойчивость исследуемых систем и стабильность получаемого в решениях доминирующего набора фаз, что является подтверждением правильности расчетов и основанных на них заключений и рекомендаций. Построенные физико-химические модели отражают основные закономерности природных и техногенных процессов и хорошо согласуются с данными мониторинга химического состава природных и антропогенно-измененных вод, минерального состава Хибинского массива и лабораторных экспериментов

9. Общая оценка работы

Диссертационная работа «ФОРМИРОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННО ИЗМЕНЕННЫХ ВОД КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА» является законченным научным трудом. Работа выполнена на высоком научном уровне, содержит новые научные результаты и имеет практическое значение. По цели, задачам и основным положениям, выносимым на защиту, а также практической значимости диссертационная работа С.И. Мазухиной соответствует специальности 25.00.27 – Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия и отвечает всем требованиям, предъявляемым к квалификационным работам на соискание ученой степени доктора технических наук.

Диссертация «ФОРМИРОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННО ИЗМЕНЕННЫХ ВОД КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА»

(название диссертации)

Мазухиной Светланы Ивановны

(фамилия, имя, отчество - при наличии)

рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата доктора технических наук по специальности

(отрасль науки)

25.00.27 – Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия

(шифр(ы) и наименование специальности(ей) научных работников)

Заключение принято на заседании Ученого совета Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института проблем промышленной экологии Севера Кольского научного центра Российской академии наук

(наименование структурного подразделения организации)

Присутствовало на заседании 14 чел. Результаты голосования: «за» - 14 чел., «против» - нет, «воздержалось» - нет, Протокол № 9 от «20» октября 2015 г.



(подпись лица, оформившего Заключение)

(Вандыш О.И., к.б.н., доцент, ученый секретарь Института)

(фамилия, имя, отчество - при наличии, ученая степень, ученое звание, наименование структурного подразделения, должность)