

**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 КАНДИДАТА НАУК.

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 5 октября 2017 г., № 5.

О присуждении Филимоновой Людмиле Михайловне, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата геолого-минералогических наук.

Диссертация «Исследование геоэкологических особенностей снегового покрова в зоне влияния алюминиевого завода с использованием метода физико-химического моделирования» по специальности 25.00.36 – геоэкология принята к защите 22.06.2017 г., 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, д. 1А, приказ № 194/нк от 22 апреля 2013 г. Соискатель Филимонова Людмила Михайловна, 1982 года рождения, в 2011 году окончила Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Иркутский государственный университет», в 2014 году окончила обучение в аспирантуре Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института геохимии им. А.П. Виноградова Сибирского отделения Российской академии наук, работает младшим научным сотрудником в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте геохимии им. А.П. Виноградова Сибирского отделения Российской академии наук. Диссертация выполнена в лаборатории геохимии окружающей среды и физико-химического моделирования Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института геохимии им. А.П. Виноградова Сибирского отделения Российской академии наук.

**Научный руководитель** – кандидат геолого-минералогических наук, Бычинский Валерий Алексеевич, Федеральное государственное бюджетное

учреждение науки Институт геохимии им. А.П. Виноградова Сибирского отделения Российской академии, старший научный сотрудник лаборатории геохимия окружающей среды и физико-химического моделирования

**Официальные оппоненты:**

1. Давыдова Нина Даниловна, доктор географических наук, ведущий научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт географии им. В.Б. Сочавы Сибирского отделения Российской академии наук, ведущий научный сотрудник лаборатории геохимии ландшафтов и географии почв.

2. Таловская Анна Валерьевна, кандидат геолого-минералогических наук, доцент, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский томский политехнический университет», доцент кафедры геоэкологии и геохимии, дали положительные отзывы о диссертации.

**Ведущая организация** - Федеральное государственное автономное учреждение высшего образования «Дальневосточный федеральный университет», г. Владивосток, в своем положительном заключении, подписанном Реутовым Владимиром Алексеевичем, кандидат химических наук, заведующий Базовой кафедрой химических и ресурсосберегающих технологий Школы естественных наук ДВФУ, и Зверевой Валентиной Павловной, доктор геолого-минералогических наук, профессор Базовой кафедры химических и ресурсосберегающих технологий школы естественных наук ДВФУ указала, что соискатель установил элементы-индикаторы газопылевых выбросов в Иркутско-Шелеховском промышленном районе и выявил их физико-химические свойства, что позволило объяснить особенности преобразования продуктов техногенеза, поступающих в атмосферу. Следовательно, данные о формах существования компонентов в снеговой воде и твердом осадке как исходно присутствующих в выбросах, так и образовавшихся в процессе их взаимодействия не только обладают необходимой новизной, но и требуемой для диссертационных работ актуальностью. Научная новизна и практическая значимость работы весомы и не вызывают сомнения.

Соискатель имеет 12 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 10 работ, общим объемом 3 печатных листа, из них опубликованных в рецензируемых научных изданиях 5 работ.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации: 1) Филимонова Л.М., Паршин А.В., Бычинский В.А. Оценка атмосферного загрязнения методами геохимической съемки снегового покрова в районе алюминиевого производства // Метеорология и гидрология. – 2015. – № 7–2. – С. 75–84. 2) Головных Н.В., Бычинский В.А., Глазунов О.М., Филимонова Л.М. Геоэкологические исследования загрязненности почв в зоне влияния алюминиевого завода // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. – 2014. – С. 224–232. 3) Головных Н.В., Бычинский В.А. Филимонова Л.М. Моделирование и сокращение потерь фторсодержащих компонентов в производстве алюминия // Химическая технология. – 2016. – № 2. – С. 65–73. 4) Филимонова Л.М. Оценка атмосферного загрязнения методами геохимической съемки снегового покрова в районе алюминиевого производства // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 7–2. – С.47–49. 5) Головных Н.В., Бычинский В.А., Филимонова Л.М., Чудненко К.В. Оптимизация рециклинга фторсодержащих соединений в производстве алюминия // Цветная металлургия. – 2016. – С. 64–69.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

**Отзывы без замечаний** – 5: 1) д.г.-м.н., профессор, академик РАН и МАНЭБ А.Ю. Гаев (ОГУ, г. Оренбург) 2) д.г.-м.н. О.В. Дударев ( ДВО РАН, г. Владивосток) 3) д.г.-м.н. Г.А. Леонова (ИГМ СО РАН, г. Новосибирск) 4) к.х.н. О.Н. Королева (УрО РАН, г. Миасс) 5) к.х.н. А.В. Мухетдинова ( «Центр инноваций» ОАО СУАЛ ПМ», Иркутск)

**Отзывы с замечаниями** – 4: 1) к.г.-м.н. В.А. Абрамова (ИПРЭК СО РАН, г. Чита): Соискателем проведен большой и серьезный объем работ с применением разных методов исследования, на основании которых сформулированы основные положения, выносимые на защиту. Работа комплексная. Однако это не нашло отражение в названии диссертации, которое на мой взгляд, в данной формулировке слишком ограничено. Не указаны конкретные меры по снижению техногенной нагрузки вблизи источников загрязнения, выделенных по

результатам геоинформационного анализа, что было бы весьма важно для практических рекомендаций. 2) д.г.н. Е.В. Безрукова (ИГХ СО РАН, г. Иркутск): Из данных, приведенных в работе, трудно сделать вывод об основном источнике поступления в окружающую среду бериллия; ассоциации химических элементов, которые соискатель связывает с газопылевыми выбросами электростанций, требуют приведения данных о составе углей, сжигаемых на Ново-Иркутской ТЭС; выводы, сделанные на основе исследований сельскохозяйственных территорий, требуют приведения данных по химическому составу удобрений, иначе источник ртути и других компонентов может не считаться однозначно установленным. Отмечается некоторая неточность в оформлении карт и графиков. 3) д.г.-м.н. В.Е. Глотов (СВКНИИ ДВО РАН, г. Магадан) Формулировка третьего защищаемого положения вызывает критические замечания. Так, по содержанию автореферата нельзя определить четко различия в терминах «снеговая» и «талая» вода. В гидрологии талая вода – это вода от таяния снежного покрова, формирующая половодья. Общеупотребительный термин «снеговая» вода – это вода, получаемая при оттаивании пробы снега в любой емкости. Автор диссертации приводит данные о физико-химических свойствах снеговой воды. Нет анализов талых вод. По этой причине вывод главы 4 (стр.15) «Результаты физико-химического моделирования процессов взаимодействия твердых аэрозолей и снеговых вод показывают, что поступившие с газопылевыми выбросами стронций, фтор, кадмий, свинец растворяются и постепенно выносятся из почв». Каким образом токсичные микроэлементы попадают в почвы? Автор диссертации считает синонимами «снеговая вода» и «талая вода». Считаю, что нельзя делать выводы о миграции химических элементов, которые выносятся из почвы талой водой, опираясь на данные лабораторного моделирования без знания изменения содержаний изучаемых компонентов в природных водах. Приведенная автором последовательность относительного роста содержания ионов в снеговой воде  $SO_4^{2-} \rightarrow Cl^- \rightarrow F^- \rightarrow Ca^{2+} \rightarrow Mg^{2+} \rightarrow Na^+$  не соответствует утверждению (стр. 12) об изменениях химического состава атмосферных осадков в Иркутско-Шелеховском промышленном районе. В положении № 3 утверждается, что «В твердом осадке накапливаются новообразованные минеральные фазы: гиббсит, каолинит,

манганит, фторапатит...» Можно ли судить о том, что в снежном покрове происходит реакция образования новых минеральных фаз? Есть ли доказательства? 4) к.т.н. С.В.Фомичев (ИОНХ РАН, г. Москва): Общепринят и понятен термин «минеральный состав» горных пород, а термин «минеральный состав снежного покрова» требует пояснений. Практическую значимость следовало бы конкретизировать на примере изученного региона; При оформлении автореферата не все рекомендации ВАК учтены (поля, отступы, нумерация страниц и т.п.).

Выбор официальных оппонентов обосновывается тем, что д.г.н. Данилова Н.Д. и к.г.-м.н. Таловская А.В. являются ведущими российскими специалистами в области геоэкологии, изучающими химический состав пылеаэрозольных эмиссий предприятий теплоэнергетики и цветной металлургии, что подтверждается их многочисленными научными публикациями, в том числе статьями в рецензируемой российской и зарубежной печати и монографиями. Выбор ведущей организации Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Дальневосточный федеральный университет» обоснован ведущими научными позициями его коллектива в изучении геоэкологической обстановке промышленных районов, и разработке средств снижения техногенной опасности. «Дальневосточный федеральный университет» имеет большой опыт применения физико-химического моделирования. Научные труды университета широко известны в России и за рубежом в научных кругах.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

**Разработаны** компьютерные средства изучения геоэкологической обстановки крупных промышленных центров, основанных на современных ГИС-технологиях и физико-химических моделях.

**Предложен** способ комплексной оценки состояния экосистемы, и тем самым определены зоны максимальной техногенной нагрузки.

**Доказано**, что основные элементы выбросов алюминиевых производств (F, Al, Be, Na, As), присутствующие в водном растворе и минеральных фазах, не

представляют серьезной экологической опасности для территорий, удаленных от источника загрязнения более чем на 5 км. Оценка пространственного распределения техногенной нагрузки показала, что большую опасность представляют выбросы топливно-энергетического комплекса, предприятия стройиндустрии и автотранспорта. Вследствие этого возникли устойчиво существующие локальные геохимические аномалии, позволившие установить главные источники загрязнения.

**Введены** новые понятия, такие как суммарный показатель загрязнения для Шелеховского промышленного района. В отличие от используемых ранее показателей  $Z_C$  и  $Z_P$  данный показатель определяется с учетом степени взаимодействия твердого осадка со снеговой водой. Это позволило дать количественную оценку максимально возможной опасности техногенных пылевых аэрозолей, определив количество потенциально токсичных элементов, которые способны перейти в доступные для живых организмов формы в процессе таяния снега.

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что доказана** возможность с высокой точностью исследовать процессы преобразования природных и техногенных аэрозолей в окружающей среде с помощью термодинамического моделирования. Показано что с помощью физико-химических моделей можно определять не только формы существования элементов-загрязнителей в растворе и твердых фазах, но прогнозировать отдаленные последствия таких процессов, показав какие химические элементы будут накапливаться в почвах а какие выноситься из них.

**Применительно к проблематике диссертации и** разработке компьютерных средств изучения геоэкологической обстановки крупных промышленных центров результативно использован комплексный подход основанный на согласованном применении современных ГИС-технологий и физико-химических моделей воздействия на окружающую среду газопылевых выбросов. Особенно важно то, что для пылевых аэрозолей впервые согласованы результаты химического и минералогического анализов.

**Изложены** новые подходы к изучению техногенно-нагруженных районов с использованием компьютерных средств и физико-химических моделей, что позволило установить основные закономерности миграции токсичных элементов. **Раскрыта** необходимость изучения последствий воздействия на окружающую среду выбросов загрязняющих веществ крупнейших предприятий Иркутского промышленного центра – Иркутского алюминиевого завода, и Ново-Иркутской ТЭЦ, составляющих мощный промышленный узел. Для этого было необходимо дать количественное описание распределения химических элементов в снеговом покрове, и определить геохимические ассоциации элементов, характеризующие различные типы газопылевых выбросов. Все это делает обязательным разработку адекватной физико-химической модели преобразования газопылевых выбросов, с целью определения форм существования элементов-загрязнителей в растворе и твердых фазах.

**Изучены** процессы формирования основных минеральных фаз. Результаты физико-химического моделирования показывают, что поступившие с газопылевыми выбросами Sr, F, Cd, Pb постепенно выносятся из почв, а Ni, Cu, Mn, Cr накапливаются в труднорастворимых формах. В твердом осадке накапливаются новообразованные минеральные фазы: гиббсит, каолинит, манганит, фторапатит,  $Zn_2SiO_4$ ,  $Be(OH)_2$ ,  $As_2O_5$ ,  $Cu(OH)_2$ , партриджит,  $CrO_2$ ,  $CaF_2$ , на завершающих – Ni-амезит, касситерит. Следовательно, преобразование аэрозолей в зоне непосредственного воздействия алюминиевого завода отличается от процессов, протекающих на фоновых территориях, поскольку здесь основные токсичные элементы накапливаются в водном растворе. Твердые аэрозоли на фоновых участках представлены каолинитом, мусковитом, карбонатами терригенного происхождения.

**Проведена модернизация** ГИС-анализа позволившая, установить закономерности поведения поллютантов в снеговом покрове. Пространственное распределение техногенной нагрузки показывает, что наибольшую опасность представляют выбросы топливно-энергетического комплекса и алюминиевого завода. Совершенствования физико-химического моделирования позволило

существенно расширить список микроэлементов, присутствующих в снеговых водах, и определить формы их существования.

**Значение** полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что результаты исследований позволили разработать эффективный способ распознавания техногенных аномалий, не обнаруживающихся обычными методами. Это позволило дать количественную оценку экологического состояния зоны воздействия алюминиевого завода. Высокая чувствительность представленного способа позволит своевременно выполнить природоохранные мероприятия. Материалы диссертационной работы используются для создания методических учебных программ для проведения практических работ по курсу «Геоэкология» для студентов ИГУ.

**Определены** современные возможности использования программного комплекса «Селектор-С» в качестве инструмента долговременного прогноза последствий воздействия газопылевых выбросов алюминиевых производств. Конечным результатом моделирования являются качественное и количественное распределение минеральных фаз в зонах техногенных аномалий с учетом степени взаимодействия выбросов промышленных производств с атмосферными осадками.

**Сформирована** физико-химическая модель преобразования газопылевых выбросов и определены формы существования элементов-загрязнителей в растворе и твердой фазе снегового покрова.

**Представлены** предложения о новом способе расчета величин локального фона для широкого круга элементов, что позволяет выделять зоны с аномальными содержаниями элементов-загрязнителей, не обнаруживаемые при использовании других критериев расчета фоновых содержаний. Предложено оценивать степень загрязненности снеговых вод не по валовому содержанию, как это делалось ранее, а по содержанию преобладающих форм этих элементов в растворе.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

**для экспериментальных работ:** достоверность результатов подтверждается детальным изучением 174 проб снегового покрова, для которых определены минеральный, макро- и микроэлементные составы. Исследования

проведены с помощью аттестованных аналитических методик и с контролем качества аналитических данных на основе использования международных стандартных образцов;

**теория построена** на результатах согласования аналитических данных с результатами физико-химического моделирования, достоверность которого подтверждается использованием надежных термодинамических данных зависимых компонентов, публикацией результатов исследования в рецензируемых журналах и их обсуждением на российских и международных конференциях;

**Идея диссертационной работы базируется** на представлениях о том, что термодинамические модели в сочетании с современными геоинформационными системами позволяют получить новые, недоступные другим методам, данные об ореолах техногенного загрязнения и детально согласовать химико-аналитические данные с результатами определения минерального состава твердых аэрозолей.

**Использованы** новые химико-аналитические данные и литературные сведения по изучению снегового покрова в зоне влияния алюминиевых заводов и теплоэнергетических комплексов;

**Установлено** соответствие полученных аналитических данных по элементному и минералогическому составу снегового покрова с результатами предшествующих исследований;

**Использованы** представительные выборки проб позволившие получить статистически достоверные данные о составе пылевых аэрозолей в районе исследования (обработано 174 пробы снегового покрова). Надежность полученных результатов обосновывается тем, что работа выполнена с помощью современных аналитических методов, результаты которых согласованы с помощью методов физико-химического моделирования и проконтролированы технологическими данными по газопылеочистке.

**Личный вклад соискателя состоит** в участии в полевых работах 2011–2014 гг., в ходе которых им были получены новые материалы и коллекции проб снегового покрова. Соискателем самостоятельно освоены современные методы физико-химического моделирования и разработаны новые модели, описывающие

