



Федеральное государственное бюджетное учреждение науки

**ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ
ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭКОЛОГИИ СЕВЕРА**

КОЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА

Российской академии наук

(ИППЭС КНЦ РАН)

184209 г. Апатиты, Мурманской обл.

ул. Академгородок, 14А

тел. № (815 55) 6-10-93, 7-95-94

факс: (815 55) 7-49-64, 7-64-25

e-mail: masloboev@ksc.ru

от 14.09.2016г. № 17551-2113/204

на №

от

ОКПО 05430194

ОГРН 1025100511963

ИНН/КПП 5101100226/511801001

«Утверждаю»

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

д.т.н. В.А. Маслобоев



ОТЗЫВ

ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертацию Базовой Марии Михайловны «Геохимические закономерности формирования вод малых озер Кольского региона в условиях аэротехногенного загрязнения», представленной на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.09 – геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых

Диссертационная работа М.М. Базовой посвящена актуальной проблеме, объединяющей современные направления геохимии окружающей среды, гидрохимии, геоэкологии, географии и экологии – исследованию геохимических особенностей миграции элементов в природных водах Кольского Севера в зависимости от уровня загрязнения водосбора токсичными и кислотообразующими веществами и ландшафтно-геохимических условий формирования вод. Актуальность темы диссертационного исследования не вызывает сомнения, потому что Мурманская область обладает уникальными минерально-сырьевыми ресурсами, на территории области находятся крупнейшие в стране горнодобывающие, горно-перерабатывающие и горно-металлургические предприятия, выбрасывающие в атмосферу десятки тысяч тонн оксидов серы, тысячи тонн тяжелых металлов, извлекающие на поверхность земли миллионы тонн горных пород в год, в том числе вскрышных пород и продуктов переработки минерального сырья. Но в то же время, наряду с интенсивным загрязнением, область расположена в суровых климатических условиях, здесь широко развиты кислые по составу магматические породы, имеющие незначительную буферную емкость к кислотным осадкам, поэтому проблема оценки современно-

го состояния пресноводных экосистем и прогноза их изменения этого арктического региона страны стоит очень остро.

Автором диссертационной работы проведен большой комплекс исследований на высоком научном уровне. Дана характеристика особенностей химического состава вод Кольского региона в зависимости от геохимического состава горных пород и ландшафтных особенностей. Установлено, что большая часть озер сохраняет буферные свойства вод, их расположение приурочено к породам, способным к нейтрализации кислотных выпадений. Наиболее подверженными закислению являются озера, водосборы которых сложены уязвимыми к кислотным выпадениям породами гранито-гнейсовых формаций. Детально исследованы особенности распределения и водная миграция элементов в зависимости от ландшафтных, геохимических особенностей региона и удаленности от аэротехногенного источника загрязнения. На основе факторного анализа выявлено, что в закисленных озерах увеличилась подвижность тяжелых металлов, которые активно вовлекаются кислотными осадками в транспортные потоки с водосборов. Установлено, что под влиянием кислотных выпадений воды озер щелочных формаций обогащаются элементами в большей степени, чем озера, приуроченные к гранитным формациям, несмотря на низкие pH в последних. На основе проведенных экспериментальных работ получены новые данные о высокой миграционной активности элементов, как в кислой, так и в нейтральной среде. По 14 элементам рассчитан интегральный индекс токсичности вод (по ГОСТ), характеризующий суммарное воздействие группы металлов, имеющих один и тот же показатель вредности (токсикологический). Показано, что наиболее высокий индекс токсичности формируется вблизи распространения дымовых выбросов производств.

Успех диссертационной работы во многом зависел от широты подхода автора, где исследовано 97 озер Мурманской области в различных ландшафтных зонах. В отобранных по единой методике пробах озерных вод определены основные гидрохимические показатели, а также концентрации более 60 элементов современными высокоточными методами аналитической химии (атомной абсорбции и индуктивно связанной плазмы) в лицензированных лабораториях. Для оценки влияния различных факторов в процессах формирования химического состава вод использовались методы математической статистики – факторный и корреляционный анализы. Для оценки вклада горных пород, слагающих водосборы озер, в поступление элементов в водоемы при различных кислотных нагрузках, проведены экспериментальные исследования выщелачивания элементов, для чего были выбраны два типа горных пород: кислых (серебрянские и териберские граниты) и щелочных (фойяит Хибинского массива и уртит Ловозерского массива).

Диссертация М.М. Базовой состоит из введения, пяти глав, разбитых на параграфы,

заклучения и приложений. Общий объем диссертации составляет 189 страниц, включая 23 рисунка, 32 таблицы. Список литературы включает 156 источников, в т.ч. 68 иностранных.

Конкретные задачи исследований разбиты на 4 основных блоков, отражающих разные аспекты решаемых проблем. Основная идея работы сведена к 4 защищаемым положениям. Достаточно аргументировано теоретическое значение, научная новизна и практическая значимость проведенных исследований. Результаты апробированы и представлены на научных конференциях. Основные результаты по теме диссертации изложены в 13 публикациях, из них 6 – в изданиях, рекомендованных ВАК (одна публикация находится в печати).

Во **введении**, обоснована актуальность тематики, сформулирована цель работы, перечислены задачи исследований, показана необходимость оценки современного состояния пресноводных водоемов Арктической зоны России, раскрыта научная новизна и практическая значимость работы, отражен личный вклад автора.

Основное содержание работы начинается с первой главы **«Формирование химического состава вод в современных условиях антропогенной нагрузки (литературный обзор)»**, где проведен анализ литературных источников по проблеме влияния антропогенной нагрузки на формирование химического состава водных объектов. Проведенный анализ публикаций по теме диссертационной работы показал важную роль кислотных осадков, которые изменяют геохимические циклы элементов, как на водосборе, так и в водоеме. Приведена общая, климатическая, геологическая, гидрологическая и гидрогеологическая характеристика региона, описан почвенный и растительный покров, оценен уровень антропогенной нагрузки, отмечена уникальность минерально-сырьевой базы региона.

Во второй главе **«Характеристика объектов. Материалы и методы»** изложена информационная основа результатов двадцатилетних исследований химического состава озер Мурманской области, дана характеристика объектам исследований, приведен перечень определяемых компонентов химического состава озерных вод, изложены методы проведения химико-аналитических определений и экспериментальных исследований влияния геохимического состава подстилающих пород на качество вод озер Мурманской области. Изложено обоснование применения методов математической статистики для выявления факторов, влияющих на гидрохимию озер и отклики на изменение антропогенной нагрузки.

В третьей главе **«Пространственно-временная изменчивость формирования химического состава природных вод Кольского Севера в условиях изменяющихся антропогенных нагрузок»** дается обоснование выделения 7 районов на исследуемой терри-

тории по геохимическим и ландшафтным показателям с учетом преобладающих типов горных пород и интенсивности аэротехногенного загрязнения. Было выделено 6 групп озер по гидрохимическому составу в соответствии с классификацией О.А. Алекина по преобладающим главным ионам и соотношению между ними. Приводится геологическое и гидрохимическое описание озер каждого выделенного района с определением класса и группы химического состава воды озер. Описывается динамика основных показателей, содержания тяжелых металлов, биогенных элементов и органического вещества, водородного показателя за 20-летний период гидрохимического мониторинга озер Мурманской области.

В четвертой главе **«Геохимические факторы, определяющие поступления элементов в природные воды»** для каждого выделенного района определены основные факторы, влияющие на формирование гидрохимического состава озер Мурманской области, среди которых выделяются выпадение техногенных сульфатов, источниками которых, в первую очередь, являются горно-металлургические предприятия области; геохимический состав подстилающих озера коренных горных пород; органические кислоты, поступающие из болот и лесных массивов. Определено сопряженное поступление ряда элементов в водные системы Мурманской области для чего проводился корреляционный анализ. Проведена оценка миграционной активности элементов в воде озер в зависимости от геохимических особенностей горных пород региона для чего рассматривалось соотношение содержание элементов в воде озер и горных породах. Оценено влияние процесса закисления на миграцию микроэлементов в воде озер, и сделан вывод, что вне зависимости от природы закисления (естественное или техногенное), оно усиливает миграционную активность элементов. По интегральному индексу токсичности вод сделана оценка токсичности озерных вод региона, и выявлено, что особую токсичную опасность представляет вода озер, испытывающих основную техногенную нагрузку, т.е. в местах расположения горно-металлургических предприятий.

В пятой главе **«Экспериментальное подтверждение геохимических особенностей выщелачивания элементов»** описаны результаты экспериментов по интенсивности выщелачивания элементов в нейтральной и кислой среде из специально отобранных для этого кислых и щелочных коренных горных пород Мурманской области. В результате экспериментов подтверждена основная идея диссертационной работы, что при взаимодействии пород с кислой средой повышается миграционная активность металлов.

В **заключении** изложены основные выводы диссертационной работы Базовой М.М.

Необходимо отметить большой объем материала по гидрохимическим показателям озер Мурманской области. Диссертация Базовой М.М. представляет собой стройную за-

вершенную научную работу. Интересен методологический подход по выполнению экспериментов по интенсивности выщелачивания элементов в нейтральной и кислой среде из специально отобранных для этого кислых и щелочных коренных горных пород. Заключение и выводы Марины Михайловны, как естественника, основаны на большом объеме материалов широкого охвата – географического, геологического, гидрохимического, геохимического и экологического направлений. Автором целенаправленно представлен огромный объем материала, чтобы показать и его обилие, и донести методологическое новшество в определении факторов формирования химического состава поверхностных вод Мурманской области. Научные положения и выводы обоснованы репрезентативным фактическим материалом. Решение поставленных задач выполнено с привлечением современных методов исследований, используемых в гидрохимии, геохимии, географии и экологии. Достоверность научных положений подтверждается большим фактическим материалом, корректной обработкой данных на основе различных методов анализа данных.

Публикации автора говорят о его большом личном вкладе в разработку научной проблемы, а также о том, что представленная работа имеет несомненную научную значимость. Результаты исследований имеют практическое значение, о чем говорят 13 публикаций, 6 из которых в изданиях, рекомендованных ВАК.

Вместе с тем, необходимо сделать несколько замечаний, имеющих, главным образом, редакционный характер:

1. В списке литературы нет некоторых публикаций, на которые автор ссылается в тексте диссертации (например, Salomons, 1995; Garcia et al., 2005, 2007 и др.).
2. The Norwegian Institute for Water Research (NIVA) переводится как «Норвежский институт водных исследований», а не «...ресурсов» как указано на стр. 43.
3. В списке литературы работа «ICP-Water report: Acidification of surface water in Europe and North America: Trends, biological recovery and heavy metals. - NIVA-report water. - 2007. - 115 р.» повторяется 2 раза (№№ 115 и 118 в списке литературы).
4. Что значит «озера щелочных формаций» (стр. 8)?
5. Автор пишет (стр. 12): «Отклонение от среднего значения (содержания химического элемента для конкретного типа пород или региона, *прим. рецензента*) в большую сторону свидетельствует о тенденции к рассеиванию элемента, в меньшую – о концентрации». Разве не наоборот?
6. Часто в тексте встречаются повторы, вплоть до целых абзацев, например, первый абзац на стр. 40 и последний абзац на стр. 41, второй абзац на стр. 40 и второй абзац стр. 42.
7. Нет расшифровки уравнения регрессии на стр. 25.
8. Автор пишет (стр. 27): «Общая площадь Мурманской области составляет 1144.9

тыс.км²». Это больше четверти площади Европейской территории России?

9. Автор пишет (стр. 32): «...реки (Мурманской области, *прим. рецензента*) принадлежат бассейнам Баренцева и Белого морей...». Крайний юго-запад Мурманской области принадлежит бассейну Балтийского моря (ряд рек текут в сторону Финляндии и впадают в Ботнический залив).
10. Автор использует сквозную нумерацию рисунков и таблиц в диссертации, но одни из них помещены непосредственно в тексте, а другие в примечания. Чем это обосновано?
11. Автор пишет (стр. 58): «Преобладающими типами геологической структуры являются граниты, плагиограниты, тоналиты...». Граниты, плагиограниты, тоналиты являются горными породами, слагающими геологические структуры.
12. Автор пишет (стр. 71): «...накопленные на водосборе сульфаты за предшествующий сокращению более чем 50-летний (80-летний, *прим. рецензента*) период интенсивного функционирования горно-промышленных комплексов продолжают мигрировать в озера, поддерживая их высокие концентрации в воде». Сульфаты хорошо растворимы, быстро вымываются из бедных солями почв Мурманской области. Где могут накапливаться сульфаты на водосборах озер?
13. Можно ли территорию Мурманской области, удаленную более чем на 100 км от комбинатов, называть фоновой (стр. 84) в случае с сульфатами? Сернистый газ, в отличие от тяжелых металлов, распространяется на гораздо большие расстояния, что может усиливать процессы закисления в удаленных от комбинатов озерах. Автор и сам пишет (стр. 85): «...малые озера тундровой зоны (удаленной от комбинатов на большие расстояния, *прим. рецензента*) наиболее уязвимы к аэротехногенному закислению».
14. Стр. 87 «Ниже представлена схема реакции разложения органических веществ гумусовой природы...». Но схема так и не представлена.
15. Что значит «условно-фоновые элементы» (табл. 13, стр. 94)?
16. В списке литературы нужно исправить инициалы автора «Даувальтер В.А.» (публикация № 22) на «Даувальтер М.В.».
17. В приложении следовало бы поместить список исследуемых озер с их морфометрическими показателями по выделенным районам. Эти показатели можно было бы использовать при проведении факторного анализа, чтобы выяснить, как влияет площадь озера и водосбора (а также их соотношение, т.е. удельный водосбор), глубина озер на формирование химического состава воды озер.
18. Автор совершенно не рассматривает донные отложения как источник поступления основных ионов, в том числе и сульфатов, тяжелых металлов и других элементов в водную толщу при изменении физико-химических условий, о которых пишет автор,

произошедших за последние 20 лет мониторинга. Информацию о химическом составе донных отложений можно было бы взять в экологических каталогах озер Мурманской области, изданных в последние годы Институтом проблем промышленной экологии Севера КНЦ РАН.

19. За 80-летний период деятельности горно-металлургического комплекса Мурманской области в звеньях окружающей среды (главным образом в наземных экосистемах – в почвах и растениях) накопилось огромное количество тяжелых металлов и других сопутствующих элементов, которое после отмирания растений и разложения органических остатков со склоновым стоком, почвенными и подземными водами в виде органических и неорганических соединений постепенно поступает в водотоки и водоемы. Необходимо было бы учесть этот фактор, при формировании гидрохимического состава водоемов, особенно в условиях снижения антропогенной нагрузки в последние четверть века.

В заключение отметим, что высказанные замечания, имеющие, главным образом, редакционный характер, нисколько не снижают научное и практическое значение работы по проблемам геохимии окружающей среды, геоэкологии, географии и экологии и, судя по представленной диссертации и автореферату, актуальности темы, научной новизне и практической значимости диссертационная работа Базовой Марии Михайловны "Геохимические закономерности формирования вод малых озер Кольского региона в условиях аэротехногенного загрязнения", отвечает требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения искомой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.09 – геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых.

Диссертация и отзыв рассмотрены, а отзыв утвержден на семинаре лаборатории водных экосистем ИППЭС КНЦ РАН от 12 сентября 2016 года, протокол № 1.

Главный научный сотрудник
лаборатории водных экосистем,
доктор географических наук,
профессор

В.А. Даувальтер

Даувальтер Владимир Андреевич, доктор географических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории водных экосистем Института проблем промышленной экологии Севера Кольского научного центра, Российской академии наук, адрес: Академгородок, 14а, г. Апатиты, Мурманской обл., 184209, Телефон: +7 81555 79774, Факс: +7 81555 74964, E-mail: vladimir@inep.ksc.ru