

ОТЗЫВ

официального оппонента о диссертационной работе Гашкиной Натальи Анатольевны «Пространственно-временная изменчивость химического состава вод малых озер в современных условиях изменения окружающей среды», представленной на соискание ученой степени доктора географических наук по специальности 25.00.27 – гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия

Рецензируемая диссертационная работа посвящена изучению и анализу формирования химического состава вод малых озер Европейской части России в современных условиях глобальных изменений окружающей среды под воздействием антропогенной деятельности. Автором оцениваются пространственная и временная изменчивость химического состава вод, его зональные особенности, а также процессы, влияющие на качество воды, такие как acidification, антропогенное эвтрофирование, токсическое загрязнение и обогащение вод микроэлементами. Диссертационная работа изложена на 207 страницах, включает 34 рисунка и 42 таблицы. Работа состоит из введения, 6 глав, выводов, заключения и списка литературы из 194 библиографических ссылок, из них 118 на английском языке.

1. Актуальность темы диссертации

В качестве объекта исследований автором выбраны малые озера, химический состав вод которых (при отсутствии локальных источников загрязнения) четко отражает зональную и региональную специфику условий формирования, а также глобальные антропогенные преобразования состава вод под воздействием аэротехногенного загрязнения. Выявление долговременных тенденций изменения химического состава вод, обусловленных глобальными изменениями окружающей среды и климата, имеет чрезвычайно важное значение для прогноза состава вод в современных условиях. До настоящего времени в России не проводились масштабные территориальные исследования малых озер.

Поэтому актуальной проблемой исследований вод суши является изучение малых озер как индикаторов зональной специфики формирования химического состава вод, развития антропогенно-индуцированных процессов в водах суши различных природно-климатических зон, а также глобальных изменений окружающей среды, происходящих в современный период. Диссертационное исследование нацелено на изучение влияния аэротехногенного воздействия на химический состав вод. Изменение химического состава атмосферных осадков приводит к изменению геохимических особенностей водосборных систем и природного химического состава вод, что может обуславливать преобразования состава абиотической среды и биоты водных объектов в пределах больших территорий.

Актуальность темы также обусловлена необходимостью совершенствования водохозяйственного, гидрологического, экологического и геоэкологического мониторинга состояния водных объектов, водного законодательства и характера водопользования. Этому способствует принятие «Водной стратегии РФ на период до 2020 г», которая разработана в целях

водоресурсного обеспечения реализации концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года и определяет основные направления деятельности по развитию водохозяйственного комплекса России, обеспечивающего устойчивое водопользование, охрану водных объектов, защиту от негативного воздействия вод, а также по формированию и реализации конкурентных преимуществ Российской Федерации в водоресурсной сфере.

Таким образом, актуальность данного диссертационного исследования не вызывает сомнений, по существу работа имеет отношение к одной из важнейших задач человечества – сохранению для настоящего и будущего поколений людей водных ресурсов высокого качества. Все вышесказанное свидетельствует о высокой актуальности рецензируемой работы как гидрологического исследования.

2. Общая характеристика работы

Диссертация Н.А. Гашкиной – это оригинальное, обстоятельное, современное, масштабное исследование, нацеленное на выявление закономерностей пространственно-временной изменчивости химического состава вод малых озер Европейской части России в условиях изменений окружающей среды и ключевых процессов, на него влияющих в различных природно-климатических зонах.

Цель и задачи исследования

Цель работы – выявить закономерности пространственно-временной изменчивости химического состава вод малых озер Европейской части России в условиях изменений окружающей среды и ключевые процессы, на него влияющие в различных природно-климатических зонах.

Задачи исследования:

- выявить зональные особенности химического состава вод малых озер в современный период, дать оценку вклада основных факторов в его формирование в различных природно-климатических зонах;
- определить пространственные закономерности развития процессов закисления, эвтрофирования и обогащения вод микроэлементами и выявить антропогенное влияние на них в современных условиях;
- исследовать тенденции долговременных изменений химического состава вод под действием антропогенных и климатических факторов в последние десятилетия (на примере озер Кольского Севера).

Основные защищаемые положения.

1. В современных условиях антропогенные факторы сопутствуют зональным в формировании химического состава вод. На гумидной территории азональные факторы определяют широкий внутризональный диапазон химического состава вод, который связан с развитием таких процессов, как эвтрофирование, антропогенное закисление и органическое подкисление вод, на

аридной территории зональные факторы ограничивают диапазон варьирования показателей химического состава вод.

2. Критерием закисления вод озер на гумидной территории являются: природного – доминирование органического аниона, антропогенного – сульфатов в анионном составе. Антропогенное закисление обусловлено низкой буферной емкостью вод к высоким выпадениям кислотообразующих веществ.

3. Зональная структура территориального развития эвтрофирования определяется обеспеченностью гидробионтов и лимитированием их продуктивности биогенными элементами. Степень трофии озер характеризуется отношением органического углерода к общему фосфору (ТОС/ТР).

4. Превышения относительных концентраций таких элементов, как Mo, As, U, Bi, Sb, Cd, Ag, Se, Re, в сухом остатке вод озер над таковыми в различных типах пород доказывают антропогенный вклад в обогащение вод суши микроэлементами.

5. «Восстановление» химического состава вод озер после снижения антропогенной нагрузки идет с запаздыванием и деформациями их состава вследствие климатических изменений.

Научная новизна

В диссертации впервые:

1 - на обширном натурном материале, охватывающем Европейскую часть России, выявлены зональные особенности формирования химического состава вод и развития процессов закисления, эвтрофирования и обогащения вод микроэлементами в современный период;

2 - определена буферная емкость вод к кислотным выпадениям и показана уязвимость озер к закислению в широтном градиенте, предложены критерии оценки антропогенного и природного закисления. Доказано, что в первом случае сульфаты занимают доминирующее положение в ионной композиции, во втором макрокомпонентом вод для озер тайги с заболоченными водосборами является органический анион;

3 - сформировано авторское представление о территориальных особенностях эвтрофирования озер на основе анализа обеспеченности гидробионтов биогенными элементами, определяемой зональными и антропогенными факторами поступления зольных элементов с водосбора, и лимитирования их продуктивности на разных трофических ступенях в различных природно-климатических зонах;

4 - рассчитаны численные значения коэффициентов водной миграции большого количества элементов для поверхностных вод суши. Эти исследования дали понимание процессам обогащения вод суши такими опасными элементами, как Pb, Cd, Al, As и Se, происходящим под воздействием глобального рассеивания, выпадения из загрязненной атмосферы и кислотного выщелачивания.

5 - выявлены основные тенденции изменения химического состава вод за последние 15 лет на Кольском Севере под воздействием глобальных изменений климата и снижения антропогенных нагрузок.

Практическая ценность работы

Полученные автором новые результаты и знания о широтной зональности важны для инженерно-экологических изысканий при проектировании новых производств на территории Европейской части России и последующей реализации природоохранных мероприятий, в расчетах по предотвращению экологического ущерба водным ресурсам. Кроме того, полученные результаты являются не только основой для совершенствования расчетов нормативов качества вод с учетом региональной специфики формирования химического состава вод, но и банком данных современного фонового состояния озер Европейской территории России, а применяемая автором методология исследования может быть использована в практике фонового мониторинга больших территорий.

Практическая значимость работы заключается также в том, что теоретические положения и результаты исследования и работы могут быть использованы: при разработке перспективных и целевых программ устойчивого развития регионов РФ; формировании стратегических планов хозяйственного освоения отдельных территорий; в принятии управленческих решений администрациями хозяйственных предприятий, руководителями экологических и санитарно-эпидемиологических служб различных уровней; при разработке лекционных курсов и проведении практических занятий, учебных гидрологических практик по гидрохимии; в учебной и научной работе для специалистов, преподавателей, аспирантов и студентов, специализирующихся в области гидрометеорологии, географии, экологии, геоэкологии и других естественнонаучных отраслей знаний.

Работа носит комплексный характер и имеет продуманную структуру. Во **введении** обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы объект, цель и задачи, защищаемые положения, новизна и теоретическая значимость исследования, практическая значимость работы; конкретизированы личный вклад автора, приводятся сведения об апробации и внедрении результатов работы, даны структура и объем работы.

На первом этапе на основе многолетних исследований и обобщения имеющегося международного опыта диссертантом выработаны основные принципы выявления изменчивости химического состава вод (с.11-13), обоснован контроль качества гидрохимических данных (с.15-20).

На втором этапе (с.21-48) сформированы представления о зональных особенностях и вариабельности химического состава вод малых озер, не подверженных прямому антропогенному воздействию в современный период, проанализирован вклад основных факторов, определяющих химический состав вод в природно-климатических зонах. На основе факторного анализа ранжированы факторы и процессы по степени их воздействия на химический состав вод: 1) географическая зональность и сопряженная с ней антропогенная нагрузка; 2) региональные особенности (морское влияние, гумификация, засоление); 3) локальные факторы как природные (заболоченность), так и антропогенные (техногенное закисление). Анализ влияния факторов на процессы формирования химического состава вод малых водосборов, показал, что антропогенные факторы в глобальном и региональном масштабах, накладываясь

на природные процессы, оказывают существенное влияние на них, стимулируя процессы эвтрофирования, закисления, а также обогащения вод токсичными микроэлементами даже в тех случаях, когда водные системы не подвергаются воздействиям прямых стоков.

На третьем этапе (с.49-81) на основе литературных обобщений автором выявлены критерии природного и антропогенного закисления вод озер. Для понимания территориальных предпосылок развития закисления вод в широтном плане автором определена буферная емкость вод к кислотным выпадениям и показана уязвимость озер к ним, что обосновано и подтверждено расчетами кислотонейтрализующей способности вод, их сравнением с критическими нагрузками и выявлением их превышений. Приведенные автором материалы и выводы показали, что механизм кислотного закисления сложен и может определяться сочетанием нескольких факторов, наложением антропогенных факторов на природные условия формирования состава вод. Анализ зональных особенностей состава вод показал, что наибольшие предпосылки к развитию закисления при условии высокого уровня нагрузок кислотообразующих веществ существуют в гумидных зонах, охватывающих тундру и тайгу. Антропогенное закисление имеет место на Европейской территории России, частота встречаемости кислых озер повышается от южных к северным широтам, где уязвимость вод к кислотообразующим веществам высокая. Результаты исследования по распределению металлов в кислых водах подтвердили общую закономерность – нарастания большей части металлов при закислении вод. Автором выделены 3 класса миграционной активности металлов в водах различной цветности и рН: 1) активное выщелачивание и миграция в виде ионов в закисленных прозрачных водах; 2) преимущественная миграция в составе органических лигандов; 3) ограничение миграционной активности в кислых водах. Показано, что может иметь место феномен совместного влияния выщелачивания ионов и миграции в составе органических лигандов, этим автором объяснено распределение некоторых элементов в поверхностных водах суши.

Для водных систем Европейской части России автором показано, что в тундре процент озер, имеют повышенный потенциал к закислению (озера, в которых превышены критические нагрузки) - максимален – почти 60%. По мере движения к югу, в зоне тайги превышения критических нагрузок характерны только для 10% водоемов. В зонах смешанных и широколиственных лесов таковых не обнаружено.

На четвертом этапе (с.82-114) рассматриваются распределения биогенных веществ (органических и минеральных) в озерах и проблема эвтрофирования водоемов. Автором получены оценки распределения и соотношения биогенных элементов и органического вещества в озерах в широтном диапазоне, определены трофические статусы озер, выявлена лимитация продукционных процессов факторами среды и представлена классификация озер для различных природно-климатических зон. Территориальные закономерности развития эвтрофирования озер автором рассмотрены на двух уровнях: исследованы индикаторы поступления биогенных элементов с водосбора, представлена структура лимитирования продуктивности озер по основным биогенным элементам на разных ступенях трофии в различных природных зонах.

На пятом этапе (с.115-155) рассматривается распределение микроэлементов в поверхностных водах суши и особенности их водной миграции. Впервые рассчитанные для поверхностных вод коэффициенты миграции элементов не только дают понимание происходящим в современный период процессам обогащения вод большим спектром элементов, в том числе токсичных, но и указывают на высокую миграционную активность анионогенных элементов, например мышьяка, которому сейчас в научном мире уделяется даже больше внимания, чем ртути, кадмию и свинцу.

На шестом этапе рассматривается комплексное влияние антропогенной нагрузки и климата при анализе долговременных тенденций изменения химического состава вод озер Кольского полуострова. Анализ этих исследований позволил автору получить интереснейшие результаты по динамике, как основных загрязнителей, так и содержанию основных катионов, органических веществ и общего фосфора, а также кислотонейтрализующей способности вод, критическим нагрузкам и их превышений.

В последние два десятилетия снижение выбросов медно-никелевых комбинатов на Кольском полуострове привело по выводам автора к тому, что концентрации основных загрязняющих веществ (сульфаты, никель и медь) в озерах достигли фоновых значений только лишь на региональном уровне (более 80 км от источников выбросов). В воде озер произошло уменьшение содержания основных катионов как следствие истощения почв водосборов обменными основаниями, и рост буферных свойств вод обеспечивается только снижением нагрузки сильных кислот.

Влияние потепления климата на химический состав вод озер Кольского полуострова проявляется, во-первых, в увеличении органических кислот и снижении значений рН, нарастании содержания Cu, Al, Fe и Mn как следствие вовлечения их в транспортные потоки с водосбора, во-вторых, в росте содержания фосфора в водах озер и повышении их трофического статуса.

На заключительном этапе автором представлены 8 основных выводов (с.181-182) и подробное заключение, написанное в виде сплошного текста (с.183-190), список сокращений и условных обозначений (с.191-193), список литературы (с.194-207).

Работа в целом обладает многими достоинствами. Среди достоинств работы следует особо подчеркнуть ее значительный географический охват и зональный характер обобщений, что существенно отличает это исследование от большинства гидрохимических работ, посвященных либо одному объекту, либо региональной или бассейновой группе объектов. Данное обстоятельство позволило автору впервые на обширном натурном материале (исследовались более 300 малых озер на территории Европейской части России и порядка 100 озер на Кольском Севере), выявить зональные особенности, как формирования химического состава вод, так и развития процессов закисления, эвтрофирования и антропогенного эвтрофирования и изменения микроэлементного состава вод. Еще одним достоинством является масштабный охват мониторинговой информации и широкий диапазон изменчивости элементов гидрохимического режима и химического состава вод озер. На современном объемном материале для 6 природных зон показана нарастающая от тундры к степям специфика и степень различий в химическом составе воды водоемов.

3. Степень обоснованности научных положений и достоверности полученных результатов и выводов

Исследования изменений химического состава вод, связанных с выявлением влияния глобальных изменений окружающей среды и аэротехногенного загрязнения водосборов, достаточно сложны, поэтому важны не только высокая точность аналитических измерений, но и единые принципы и методы исследований и обработки данных. Опираясь на современный отечественный и зарубежный опыт, диссертант четко разработал схему исследования: единовременность и сезонная сопоставимость результатов (отбор проб проводился в период поздне-осеннее охлаждение вод); соответствие классов размерности водных объектов в исследованиях природному их распределению в регионе; исключение из исследований водных объектов, отражающих воздействие локальных антропогенных факторов; верификация аналитических методов и результатов определения химического состава вод при внутрилабораторном и внешнем контроле.

Количество озер (более 300 и из них около 100 на Кольском полуострове во временном ряду наблюдений), обследованных по корректной методологии, представляют собой значимую выборку, позволяющую прийти к достоверным статистически обоснованным результатам.

Выводы, сформулированные в диссертации, отвечают поставленным цели и задачам исследования и в достаточной степени отражают достижения соискателя.

4. Замечания по содержанию диссертации.

1. В тексте диссертации и автореферате отсутствуют: предмет исследования; соответствие работы паспорту специальности. Раздел «теоретическая значимость работы» объединен с «новизной исследования», но не раскрыт.

По мнению рецензента, предметами исследования в работе могут являться зональные особенности химического состава вод малых озер, факторы формирования химического состава вод в различных природно-климатических зонах; процессы закисления, эвтрофирования и обогащения вод микроэлементами и антропогенное влияние на них в современных условиях; долговременные изменения химического состава вод под действием антропогенных и климатических факторов.

Работа соответствует областям исследований 1, 4, 8 паспорта специальности 25.00.27 – гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия.

Теоретическая значимость полученных диссертантом научных результатов может состоять в глубоком научном обобщении природных (в том числе, зональных) процессов формирования химического состава вод и антропогенных преобразований их качества, а также в том, что предложенные автором методические решения получили единое концептуальное представление и предметное решение в виде последовательной реализации апробированных авторских подходов к выявлению закономерностей пространственно-временной изменчивости химического состава вод малых озер Европейской части России в

условиях изменений окружающей среды и ключевых процессов, на него влияющих в различных природно-климатических зонах.

2. Наиболее интересная для оппонирования - глава 4 «Распределение биогенных элементов и проблема эвтрофирования» (с.82-114). К сожалению, автор работы не знаком с монографией рецензента «Диагностика и моделирование водных экосистем, СПб, СПбГУ, 1995, 215 с. и его докторской диссертацией «Эколого-географическая оценка состояния внутренних водоемов. Докт. дисс. СПб, СПбГУ, 2000, 409 с. и другими публикациями оппонента, а также монографиями: Хендерсон-Селлерс Б., Маркленд Х.Р. Умирающие озера. Причины и контроль антропогенного эвтрофирования. / Пер. под ред. К.Я. Кондратьева. 1990, 279 с.; Н.И. Хрисанов, Г.К. Осипов «Управление эвтрофированием водоемов», 1993, 294 с; работами С.А. Кондратьева и соавторов (ИНОЗ РАН).

В связи с этим к автору возникает ряд вопросов: 1- в тексте отсутствуют определения понятий «эвтрофирование» и «антропогенное эвтрофирование», не назван основной критерий трофности водоемов; 2- в составе перечисленных основных лимитирующих факторов отсутствует освещенность; 3- трофность водоема оценивается по «осеннему» периоду функционирования водных экосистем; 4- не убедительно объясняется приоритетное изъятие нитратов как основной формы азота для первичного биосинтеза (не убедителен также рис.4.4), какие еще представления описаны в литературе?; 5- концентрации биогенов в воде (верхние и нижние) рассматриваются как индикаторы оптимального развития водорослей; 6- не рассматривается совместное действие факторов (упомянута только «Л-модель»); 7- не осознана необходимость интегрального оценивания трофности водоема по совокупности репрезентативных критериев.

Несмотря на обилие дискуссионных вопросов, раздел написан интересно, автором вынесены на обсуждение результаты обработки большого количества мониторинговых данных, предложены интересные решения.

3. По представленным в главе 5 (стр. 133-139) значениям элементного состава вод и рассчитанным коэффициентам миграции сложно понять, насколько они устойчивы при вариации химического состава вод озер.

Вышеперечисленные замечания не меняют общего хорошего впечатления от диссертации, носят в основном дискуссионный характер и вызваны интересом к работе.

5. Заключение

Диссертационная работа Гашкиной Н.А. является законченным научным исследованием, заслуга которого заключается в глубоком познании природных (в том числе, зональных) процессов формирования химического состава вод и антропогенных преобразований их качества и, безусловно, вносит важный вклад в развитие гидрохимии в России.

Основные материалы диссертации изложены в 35 научных работах, из которых 19 статей в рецензируемых российских и зарубежных журналах, рекомендованных ВАК, а также в 2 монографиях. Автореферат соответствует защищаемым положениям и в целом отражает содержание работы.

Выполненный автором труд, имеет высокое научное и практическое значение, и соответствует уровню диссертационной работы на соискание ученой

степени доктора наук. Приведенные в диссертации результаты являются новыми и в совокупности отражают многолетние исследования автора.

Достоверность результатов определяется достаточно большим количеством использованного материала наблюдений, обобщенных автором, опытом применения разработанных методов для практической реализации обозначенных задач. Публикации соответствуют заявленной теме исследования.

Диссертационная работа «Пространственно-временная изменчивость химического состава вод малых озер в современных условиях изменения окружающей среды» соответствует критериям Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 № 842; соответствует требованиям, предъявляемым ВАК РФ к докторским диссертациям и паспорту специальности 25.00.27, а соискательница, Гашкина Наталья Анатольевна, несомненно, заслуживает присуждения искомой степени доктора географических наук по специальности 25.00.27 – гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия.

Профессор кафедры Гидрологии суши,
Института наук о Земле
Санкт-Петербургского государственного
Университета, д.г.н., проф.

В.В.Дмитриев

15.09.2014



В.В. Дмитриев

1 А.Д. Селезнев

14