

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ДАЛЬНЕВОСТОЧНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
ТИХООКЕАНСКИЙ ИНСТИТУТ ГЕОГРАФИИ

На правах рукописи

Юрченко Светлана Григорьевна

МИГРАЦИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ВОДНЫХ
ОБЪЕКТАХ С РАЗЛИЧНОЙ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКОЙ
(юг Дальнего Востока России)

25.00.36 - геоэкология

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата географических наук

Владивосток
2004

Работа выполнена в лаборатории геохимии
Тихоокеанского института географии ДВО РАН

Научный руководитель: доктор географических наук Чудаева В.А.

Официальные оппоненты:

доктор биологических наук Костенков Н.М.

кандидат географических наук Токарчук Т.Н.

Ведущая организация:

Институт Водных и Экологических Проблем ДВО РАН,

г. Хабаровск

Защита состоится «22» октября 2004 г. в 13 часов на заседании диссертационного совета Д 005.016.01 в Тихоокеанском институте географии Дальневосточного отделения Российской Академии Наук по адресу: 690041, г. Владивосток, ул. Радио, 7.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ТИГ ДВО РАН.

Автореферат разослан «17» сентября 2004 г.

Отзывы в двух экземплярах, заверенные печатью учреждения, просьба присылать по адресу: 690041, г. Владивосток, ул. Радио, 7. Факс: 8(4232)31-21-59. Ученому секретарю диссертационного совета.

Ученый секретарь
диссертационного совета



Скрыльник Г.П.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность. Хозяйственная деятельность человека ведет к существенным преобразованиям экологического состояния природной среды, прежде всего, гидросферы и атмосферы.

Одной из серьезных проблем в настоящее время является загрязнение малых рек, принимающих в себя основные объемы сбрасываемых сточных вод и оказывающих огромное влияние на формирование качества воды в более крупных водных объектах. Именно малые реки испытывают наиболее интенсивное антропогенное воздействие и для них характерно наиболее яркое проявление основных черт техногенного загрязнения.

На Дальнем Востоке с огромными малоосвоенными территориями можно говорить об умеренном уровне загрязнения природных вод. Но в районах с развитой промышленностью при фактическом отсутствии или неэффективности очистки промышленных и бытовых сточных вод наблюдается порой катастрофическое положение с состоянием водных объектов.

Цель работы - выявить особенности переноса химических элементов в водных объектах отдельных территорий юга Дальнего Востока с различной степенью и разным типом антропогенной нагрузки. Сравнить особенности миграции элементов в антропогенных и природно-аномальных условиях.

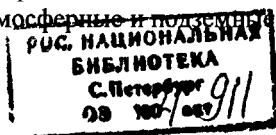
Для достижения поставленной цели предполагалось решить следующие задачи:

1. Провести комплексное исследование химического состава водных объектов на различных антропогенно-измененных территориях юга Дальнего Востока (селитебные и преимущественно промышленные территории).

2. Установить уровни содержания химических элементов в незагрязненных или мало загрязненных водах, наиболее близко расположенных к участкам опробованных антропогенно-измененных территорий.

3. Сравнить распределение и уровни содержания микроэлементов в водах в антропогенных и природно-аномальных условиях.

Объектом исследования были, прежде всего, речные, меньше - атмосферные и подземные воды на территориях, где источники загрязнения различны по характеру и по степени воздействия. Это водотоки г. Владивостока, Хабаровска, Усурийска, где велико влияние коммунально-бытовых и промышленных стоков (в г. Владивостоке рассмотрены также атмосферные и подземные воды);



р. Рудная испытывает преимущественное влияние горнорудного производства; р. Абрамовка и оз.Павловское находятся под влиянием стоков с Павловского угольного разреза; водотоки Курильских островов испытывают сильное влияние активной вулканической и гидротермальной деятельности.

Основные защищаемые положения:

1. Для юга Дальнего Востока в районах с повышенной антропогенной нагрузкой наряду с заметным нарастанием содержания основных ионов, биогенных веществ и микроэлементов в поверхностных водах наблюдается и изменение в них соотношений элементов, как следствие нарушения общих закономерностей в распределении химических компонентов.

2. Наиболее характерными показателями антропогенных процессов в условиях городской среды наряду с суммарным показателем загрязнения по тяжелым металлам (СПЗ) являются отношения суммарного азота и фосфора к кремнию (N/Si и P/Si). Для горнодобывающих районов последние не характерны; здесь возрастают содержание сульфатов и микроэлементов.

3. В атмосферных осадках, выпадающих в пределах освоенных территорий юга Приморского края, заметно проявляется локальное антропогенное загрязнение тяжелыми металлами (Cd, Ni, Pb, Cu, Mn), в то время как в дождях Курильских островов высокие содержания этих микроэлементов являются следствием вулканической активности территории.

Научная новизна работы

Впервые, по единой методике, проведено сравнительное исследование водных объектов на территории городов Дальнего Востока: Владивостока, Уссурийска и Хабаровска по широкому спектру макро и микроэлементов, в том числе во взвеси.

Наряду с существующими показателями, предложены показатели загрязнения (N/Si и P/Si), наиболее ярко характеризующие биогенную нагрузку на водотоки юга Дальнего Востока и суммарный показатель, отражающий изменение микроэлементного состава вод в растворе и взвеси.

Проведено сопоставление уровней микроэлементов в водных объектах на антропогенно-измененных территориях Дальнего Востока, с их природно-аномальными уровнями в пределах Курильских островов.

Исходные материалы. В работе использованы результаты химического анализа проб снега, дождя, поверхностных и подземных вод, отобранных на территории Приморского,

Хабаровского края и Курильских о-вов. Фактический материал собран в период с 1999 по 2003 гг. Было отобрано 210 проб поверхностных водотоков, 50 проб атмосферных выпадений, 56 проб грунтовых вод, 28 проб сточных вод гг. Владивостока и Уссурийска и 44 пробы вод на территории, прилегающей к Павловскому угольному разрезу.

Практическая значимость. Результаты работы могут найти применение в Природоохранных органах при решении вопросов, связанных с контролем среды и предотвращением загрязнения поверхностных водотоков. Кроме того, они могут быть использованы для экологической оценки территорий и нормирования содержания химических элементов в водных объектах.

Апробация работы: Материалы диссертации докладывались на Региональной научно-практической конференции «к Всемирным дням Воды и Метеорологии» (Владивосток, 2001, 2003); на XIV Всероссийской молодежной конференции «Географические идеи и концепции как инструмент познания окружающего мира» (Иркутск, 2001); на 1-ой Молодежной конференции - конкурсе ТИГ ДВО РАН по проблемам географических и геоэкологических исследований на Дальнем Востоке (Владивосток, 2002); на конференции «Города Дальнего Востока: Экология и жизнь человека» (Хабаровск, 2003); на совещании «Гидрогеология и геохимия вод складчатых областей Сибири и Дальнего Востока» (Владивосток, 2003); на 2-ой региональной школе-семинаре молодых ученых, аспирантов и студентов «Анализ современного состояния и перспективы развития регионов Дальнего Востока» (Биробиджан, 2003).

Публикации. По теме диссертации опубликовано и принято в печать 22 работы.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, шести глав, заключения и основных выводов, объемом 166 страниц, включая 81 рисунок, 56 таблиц. Список литературы включает 216 наименований.

Решающую роль в работе сыграли постоянные консультации и помощь со стороны руководителя диссертации, д.г.н. В.А. Чудаевой. При написании настоящей работы автор пользовался консультациями сотрудников лаборатории геохимии ТИГ ДВО РАН и лаборатории океанического литогенеза и рудообразования ДВГИ ДВО РАН, прежде всего, д.г.-м.н. О.В. Чудаева, которым выражает глубокую признательность. Кроме того, автор благодарит

В.П. Шестеркина и коллектив сотрудников ИВЭП за полезные обсуждения результатов работы. Автор также выражает свою благодарность Г.А. Власовой, В.И. Киселеву и В.Ф. Заниной за помощь в выполнении анализов.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении дана общая характеристика работы, обоснована актуальность темы, сформулированы цель, задачи, защищаемые положения, отражены научная новизна и практическая значимость полученных результатов.

В первой главе проведен литературный обзор, посвященный изучению воздействия урбанизированных территорий на химический состав вод, прежде всего, территории юга Дальнего Востока. Рассмотрены различные оценки состояния водных объектов. Рассматривается их применимость в различных условиях. В частности, для получения объективной информации необходимо использование фоновых концентраций загрязняющих веществ в зависимости от их региональных и временных вариаций. Такой подход и был использован в данной работе.

Во второй главе приведены методы, использованные в представленной работе. Используемые аналитические приемы при изучении химического состава водных объектов являются, в основном, стандартными (Алекин, 1973; Унифицированные методы..., 1973; Руководство..., 1977). Растворенные формы микроэлементов определялись методом экстракции с последующим аналитическим окончанием на ААС. Элементы во взвеси определялись методом разложения фильтров с взвесью в смеси сильных кислот с аналитическим окончанием на ААС. Некоторый объем анализов был получен с помощью ICP-MS и ICP-OES. В целом, работа основана на 12166 элементо-определений. Для хранения и графической обработки материала применялись программы Excel, CoralDraw, SigmaPlot.

В третьей главе дана эколого-геохимическая оценка малых водотоков г. Владивосток, Уссурийск и Хабаровск.

Помимо поверхностных водотоков анализировался состав атмосферных выпадений и подземные воды на территории п-ова Муравьева-Амурского. Результаты анализов показали высокую степень загрязнения атмосферы г. Владивостока, прежде всего, в зимний период, в основном, от локальных источников загрязнения. При сравнительно низкой минерализации (менее 50 мг/л), отмечается неравномерное распределение сульфатов в снеговых

водах. Максимальное значение сульфатов отмечено в районах бухты Тихая и Советском районе (на территории которых расположены ТЭЦ и котельные), где также отмечаются максимальные содержания биогенных веществ и микроэлементов, что связано с загрязнением снежного покрова выбросами от промышленных объектов и автотранспорта.

Среди азотных форм в снеговых водах на территории города преобладает аммонийная форма, тогда как в пригородной зоне - нитратная. Эти результаты согласуются с данными В.П. Шестеркина (2000) и А.Г Новороцкой (2002) соответственно по Вохряню и г. Хабаровску.

В свежевыпавшем снеге на территории города пылевая нагрузка значительно выше, чем в пригородной зоне, и соответственно содержание микроэлементов, как в растворе, так и во взвеси заметно выше (рис.1).

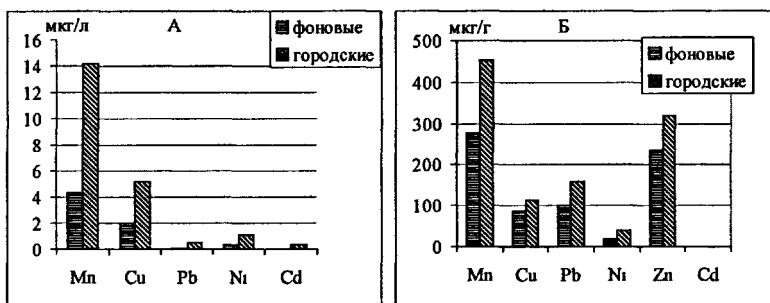


Рис.1. Соотношение содержания микроэлементов в снеговых водах города и пригорода (А -раствор; Б- взвесь).

Исследования показали, что в результате комплексного хозяйственно-бытового и промышленного воздействия заметно меняется основной химический состав поверхностных вод и соотношение основных ионов (рис.2).

Большую нагрузку на городские водотоки накладывают хозяйственно-бытовые сбросы, определяющие высокое содержание в воде биогенных элементов: уровни их содержания в малых водотоках гг. Владивосток и Уссурийск заметно возрастает по сравнению со створами, расположенными вне влияния городских территорий. Река Березовая, протекающая на территории г. Хабаровска также несет повышенное количество биогенных веществ, особенно после поступления хозяйственно-бытовых стоков г. Хабаровска. В малых реках исследуемых городов

возрастает и становится преобладающей формой аммонийный азот (N-NH_4^+).

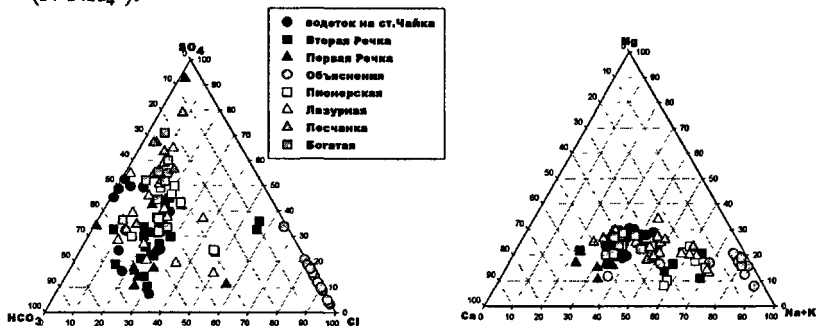


Рис.2. Соотношение основных ионов в реках д-ова Муравьева-Амурского (экв%).

Уровни содержания разных форм азота в грунтовых водах Владивостока находятся в пределах допустимых ГОСТом содержания, хотя и в этих водах нередко наблюдается повышение содержания общего азота по сравнению с грунтовыми водами в пригородной зоне, что связано, прежде всего, с хозяйственно-бытовыми источниками частного сектора.

Специфической особенностью загрязнения вод хозяйственно-бытовыми стоками является резкое изменение соотношения биогенных веществ в загрязненных водах. В частности, рассчитанные соотношения $\text{N/Si} \cdot 1000$ увеличивается с десятков в условно чистых водотоках (вне активного влияния городов), до тысяч - в водах высокой степени загрязнения. В сточных водах, сбрасываемых в водотоки, эти отношения достигают 1000-8000.

Значительные изменения наблюдаются в микроэлементном составе вод городских территорий. В частности, в водотоках г. Владивостока отмечается заметное повышение содержания исследованных нами микроэлементов (Cu , Ni , Cd , Mn , Fe) в растворенной форме, по сравнению с их содержанием в водах «условно чистых» рек (местный фон). Кроме того, в отдельных реках, содержания возрастают от верхнего течения к устью (рис.3).

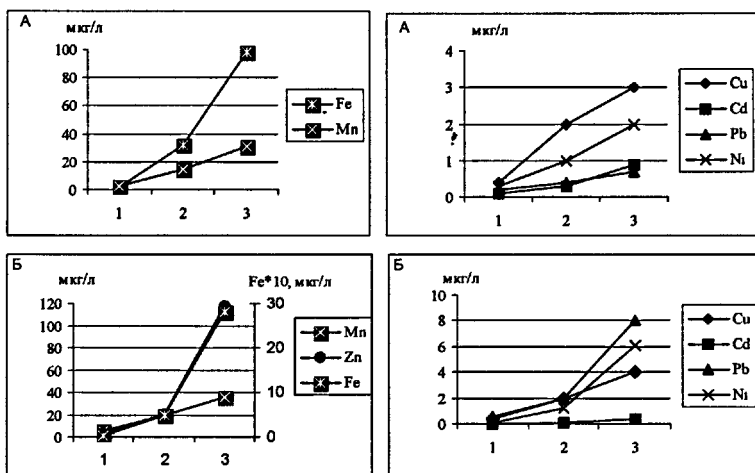


Рис. 3. Пространственное изменение микроэлементов в реке Вторая Речка (средние значения): А-растворенная форма, Б — взвешенная форма; 1-верховье, 2-среднее течение, 3—устье.

Исследование содержания микроэлементов во взвешенных веществах позволяют судить о том, что в реках, протекающих в городской черте, происходит накопление микроэлементов (Pb, Cd, Ni) не только в растворе, но и во взвешенном веществе речной воды.

Для оценки степени загрязненности вод п-ова Муравьева-Амурского тяжелыми металлами, автор предлагает комплексный показатель «суммарный показатель загрязнения» вод, который представляет собой безразмерную величину, складывающуюся из отношений всех значений элементов к фоновому значению, причем как в растворенной, так и взвешенной форме ($СПЗ = \sum C_i / C_{\phi}$, где C_i - концентрация микроэлементов в городских водотоках, C_{ϕ} - концентрация микроэлементов в фоновых водах). При расчете СПЗ на основе общего содержания элементов (включая растворенную и взвешенную формы) превышение содержания микроэлементов по отношению к «фону» еще более контрастно. В водотоках средней степени загрязнения СПЗ <70. В реках очень высокой степени загрязнения СПЗ достигает 400.

Пример г. Владивостока показал, что, помимо загрязнения микроэлементами поверхностных вод, не исключается и некоторое загрязнение микроэлементами подземных грунтовых вод в

пределах городской застройки, хотя заметную роль, вероятно, играет и состав вмещающих пород.

Исследование уровней микроэлементов в подземных водах г. Владивостока показало, что во всех точках наблюдения концентрация элементов в период опробования не превышала установленного ГОСТа для питьевых вод, хотя содержание некоторых микроэлементов в подземных водах на территории города выше по сравнению с водами пригородной территории.

В целом, состояние подземных вод в пределах городской застройки, в соответствии с классификацией В.М. Гольдберга и С. Газда (1984), можно классифицировать как начальный этап загрязнения.

Таким образом, городские агломерации накладывают заметный отпечаток на состав вод протекающих здесь малых водотоков, подземных вод, атмосферных выпадений, изменяя как уровни содержания, так и формы миграции, а также соотношения отдельных компонентов.

В четвертой главе отражена гидрохимическая ситуация в реках юго-восточной части Приморья (за исключением г. Владивостока и его окрестностей).

Залив Петра Великого (западное и восточное побережье): Водотоки восточного водосбора испытывают более заметную антропогенную нагрузку в сравнении с западной частью. Последний район по гидрохимическому состоянию поверхностных вод на момент исследования, за исключением р. Туманной, нельзя отнести к загрязненным.

Река Раздольная - одна из наиболее крупных рек южного Приморья, берущая начало в Китае и впадающая в залив Петра Великого, Амурского залива. Наибольшее загрязнение р. Раздольной отмечается в районе г. Уссурийска, который загрязняет реку Раздольную как путем ливневого стока с городской территории, так и непосредственно сбросом недостаточно очищенных вод с очистных сооружений, а также благодаря выносу притоков р. Раздольная - р. Раковка и р. Комаровка, протекающих непосредственно в городской черте.

Повышенные содержания азота и фосфора в сточных водах заметно повышают уровни биогенных компонентов в речной воде непосредственно ниже сброса с последующим значительным снижением содержания к устью реки.

Отмечается и возрастание содержания микроэлементов (Mn, Cu, Cd, Pb, Ni) в растворе и взвеси.

Континентальный западный водосборный бассейн Японского моря (Восточный Сихотэ-Алинь): для этого водосбора характерны небольшие водотоки ($S=2-4$ тыс. км²).

Литературные и авторские данные свидетельствуют о том, что эти воды нейтральные, гидрокарбонатно-кальциевые, с низкой минерализацией. С севера на юг происходит увеличение содержания неорганических биогенных компонентов и тяжелых металлов, отражающее повышенную антропогенную нагрузку на реки южной части Приморья.

Протекающая здесь река Рудная является примером, на котором хорошо прослеживается влияние характерной для Приморья горнорудной промышленности на состав речных вод. Литературные данные (Елпатьевский и др., 1976; Чудаева, 1976, 1979, 2002; Игнатова, Чудаева, 1983; Елпатьевский, 2000; Качур и др., 2001; и др.) свидетельствуют о том, что горнорудное производство носит определяющий характер в формировании стока химических элементов. Авторские данные последних лет указывают на то, что горнорудное производство, несмотря на снижение объема добычи и переработки сырья, все еще оказывает заметное влияние на содержание тяжелых металлов как в растворенной, так и взвешенной форме, что демонстрируется в работе цифровым и графическим материалом. Биогенные вещества (соединения неорганического азота и фосфора) не являются основным показателем загрязнения вод данной реки.

В пятой главе описывается влияние Павловского угольного разреза на состояние вод прилегающей территории.

Для ряда крупных угольных месторождений Мира многими авторами установлено влияние угледобычи на состояние природной среды, в первую очередь, на поверхностные и подземные воды.

В нашем случае установлено, что в озере Павловском, которое является природным отстойником сточных вод до их поступления в речные воды (в р. Абрамовку), содержание растворенных микроэлементов практически соответствуют сточным водам, сбрасываемым с отстойников. Вместе с тем, говорить о значительном влиянии угольных разработок на химический состав р. Абрамовка нет оснований. Отмечается лишь небольшое увеличение содержания сульфатов, кальция, магния и некоторых микроэлементов из числа рассматриваемых в данной работе.

В шестой главе проведен сравнительный анализ водных объектов в пределах природно-аномальных территорий (на примере Курильских островов).

На основании проведенных исследований можно говорить о том, что, активная вулcano-гидротермальная деятельность в пределах изученной части островов Курильской гряды оказывает заметное влияние на химический состав вод водотоков, а именно:

- Состав вод изменяется, в основном, от нейтральных к кислым - в отличие от рек Приморья, где состав вод, в основном, нейтральный и слабощелочной. Воды в Курильских реках активных областей в основном сульфатно-натриевые с высоким содержанием микроэлементов в сравнении с фоновыми водотоками вне влияния вулканов. Соотношение микроэлементов в поверхностных водах меняется в зависимости от типа вод и химических особенностей ближайших гидротермальных проявлений. В отличие от рек Приморья, в которых основные микроэлементы (**Fe, Mn, Cd, Ni**) переносятся, преимущественно во взвеси, преобладающей формой переноса элементов в водах аномальных природных территорий Курильских о-вов в основном является растворенная.

- Дождевые воды в районе Курильских островов содержат большое количество микроэлементов, концентрация которых превышает их содержание в дождях г. Владивостока, как в растворенной форме, так и в виде твердых частиц. Источником микроэлементов является, прежде всего, фумарольная деятельность сравнительно близко расположенных вулканов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обобщая все проведенные исследования в соответствии с основными защищаемыми положениями можно сказать следующее

1. А) В результате комплексного хозяйственно-бытового и промышленного воздействия заметно меняется химический состав поверхностных вод. В частности, на основании данных по содержанию макрокомпонентов в водах юга Дальнего Востока, водотоки, протекающие в пределах урбанизированной территории, становятся в основном **SO₄-Na** в сравнении с **HCO₃-Ca** составом фоновых водотоков, а также более минерализованными (с 30-50 до 200 и выше мг/л).

Горнодобывающая промышленность также оказывает влияние на состав речного стока. Это влияние проявляется в изменении уровня и соотношения основных ионов, а также в увеличении

содержания микроэлементов при относительно низком содержании биогенных веществ.

Б) В пределах городов максимальная нагрузка по биогенным элементам определяется коммунально-бытовыми стоками. Это следует из результатов, полученных по городам Владивосток, Хабаровск и Уссурийск.

На основании анализа 27 проб сточных вод, сбрасываемых в малые водотоки г. Владивостока и р. Раздольную (г. Уссурийск), можно говорить о том, что суммарное содержание неорганических форм азота в сточных водах может достигать 50 мг/л, а фосфора - 18 мг/л. Максимальное содержание этих элементов найдено в сточных водах г. Владивостока.

В водотоках городов юга Дальнего Востока концентрация неорганических биогенных веществ высокая относительно «фона» (табл. 1).

Таблица 1.

Содержание неорганических биогенных веществ в водотоках городов юга Дальнего Востока мг/л.

Расположение водотоков	ΣN неорг	ΣP	Si
Владивосток	0,4-4,1	0,02-0,6	3,8-4,8
пригород г. Владивостока (фон)	0,1-0,7	0,01-0,03	3,0-7,7
Уссурийск	0,4-1,2	0,02-0,6	3,2-5,1
Хабаровск	0,1-3,3	0,01-0,6	3,0-4,9
Водосбор залива Петра Великого	0,1-0,2	0,02-0,08	3,0-6,2
Дальнегорский район (р.Рудная)	0,11-0,55	0,01-0,08	2,1-6,5
Павловский угольный разрез: а) стоки	0,05-0,93	0,02-0,3	3,0-9,0
б) озеро Павловское	0,18-0,49	0,02-0,3	2,0-7,6
в) река Абрамовка	0,13-0,32	0,02-0,6	1,0-3,0
Западный водосбор Японского моря	0,1-1,0	0,003-0,044	3,8-4,8

Наряду с общим увеличением содержания неорганических биогенных элементов в пределах городских территорий (гг. Владивосток, Хабаровск, Уссурийск), изменяется соотношение форм азота в водотоках с различной степенью антропогенной нагрузки. Если в фоновых водах п-ова Муравьева-Амурского доминирует нитратная форма, то для всех исследуемых рек южной части полуострова основной формой соединения азота является аммонийная (рис.4).

В водах озера Павловское, куда попадают сточные воды угольного разреза, преобладающей формой содержания азота является нитратная (за исключением места опробования, куда дополнительно впадают стоки с животноводческой фермы), в то время, как в речной воде р.Абрамовки преобладает форма NH_4^- .

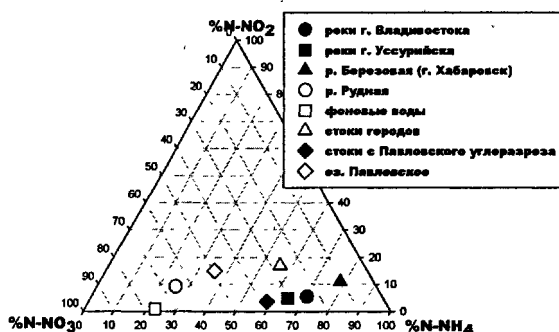


Рис.4. Усредненные данные по соотношению неорганических форм азота в водах юга Дальнего Востока.

Содержание биогенных веществ в озере Павловском не превышает содержание этих элементов в оз. Васьяковском (п. Смычка), принятом в качестве озерного «фона».

В) Значительные изменения наблюдаются в микроэлементном составе водотоков, протекающих на урбанизированных территориях, в сравнении с «условно фоновыми» реками.

В частности, в водотоках городов Владивосток, Хабаровск и Уссурийск отмечается заметное повышение содержания Cu , Mn , Cd как в растворенной, так и взвешенной форме по отношению к содержанию этих микроэлементов в фоновых водах (табл.2, 3).

В водах оз. Павловское, питающемся в значительной мере за счет отстойников и стоков Павловского углеразреза, содержание микроэлементов практически соответствует их концентрации в сточных водах (табл.2, 3).

Несмотря на высокие содержания элементов в растворе в районах юга Дальнего Востока они не превышают, а часто даже значительно ниже, чем в природно-аномальных условиях, как показало сравнительное изучение содержания растворенных микроэлементов в кислых водах Курильских островов (табл.2).

При оценке степени загрязнения водотоков необходимо учитывать и взвешенные вещества, которые переносят большое количество микроэлементов (табл.4).

Таблица 2. Содержание растворенных форм микроэлементов в водах юга Дальнего Востока (мкг/л).

Расположение водотоков	Fe	Cu	Cd	Mn	Pb	Ni
г. Владивосток	4,7-32,1	0,5-2,75	0,05-1,3	0,36-14,7	0,15-2,5	0,31-2,2
Фоновые воды г.Вл-ка	4,4	0,4	0,04	0,09	0,07	0,2
г. Уссурийск	5,0-141	0,7-1,5	0,11-0,3	0,6-2,6	0,4-0,75	0,7-1,3
г. Хабаровск (р. Березовая)	5,0-62,4	0,4-4,3	0,02-0,06	1,1-48,3	<0,2	0,54-4,5
Дальнегорский район (река Рудная)	1,0-17	0,12-3,52	0,1-0,35	0,1-2,67	0,24-0,54	0,15-1,2
Павловского угольного разреза: а) стоки	2,2-16,3	0,23-2,19	0,05-1,73	2,0-596	0,33-0,9	0,86-20,2
б) оз. Павловское	2,0-31	0,62-2,64	0,18-0,52	0,98-64,1	0,65-0,82	2,1-9,1
в) р. Абрамовка	10-162	0,4-5,4	0,02-0,14	1,6-3,2	0,1-0,9	0,8-2,1
Водосбор Амурского и Уссурийского заливов	2,2-157	0,3-6,9	0,01-1,7	0,1-13,4	0,05-0,98	0,01-1,7
Восточный Сихотэ-Алинь	1-43,4	0,05-0,4	0,01-0,56	0,05-4,9	0,05-0,24	0,05-0,6
Курильские о-ва (р-ны с вулканно- гидротермальной активностью)		1,5-20	0,01-4,2	70-3208	0,1-77,9	0,1-11,1

Таблица 3. Содержание взвешенных форм микроэлементов в водах юга Дальнего Востока, мкг/л.

Расположение водотоков	Fe*10 ³	Zn	Cu	Cd	Mn	Pb	Ni
г.Владивосток	1,4-61,4	6,3-22,6	0,7-2,9	0,013-0,17	19-199	1,2-32,6	0,6-3,0
Фоновые воды г.Вл-ка	0,01-0,6	1,3	0,1	0,01	1,6	0,2	0,28
г. Хабаровск (р.Березовая)		1,3-13,8	0,36-17,6	0,03-0,09	1,76-80	0,03-0,09	0,5-4,5
г. Уссурийск	1,3-15,6	0,5-9,7	0,2-1,4	0,001-0,05	8,2-673	0,3-2,2	0,2-1,7
Дальнегорский район (река Рудная)	0,2-0,3	7,9-33,7	0,4-1,8	0,02-0,9	16,3-40,6	0,7-12,5	0,13-0,28

Продолжение таблицы 3.

Расположение водотоков	Fe*10 ³	Zn	Cu	Cd	Mn	Pb	Ni
Павловский угольный разрез: а) стоки	0,001-0,5	3-50	2-10	0,02-0,15	50-1500	0,6-3,1	1-4
б) р.Абрамовка	0,21-0,67	1,5-2,0	0,3	0,02	2,5-8,4	0,5-1,1	2,3
в) Озеро Павловское	0,009-0,031	2-6	0,2	0,02	12-150	0,2-1,1	2
Восточный Сихотэ-Алинь	0,01-0,5	0,4-6,6	0,01-0,3	0,01-0,015	0,5-11,4	0,1-0,7	0,06-0,4

Таблица 4. Средние содержания микроэлементов во взвеси в водах юга Дальнего Востока (10⁻³%; Fe - %).

Расположение водотоков	Fe,	Zn	Cu	Cd	Mn	Pb	Ni
г. Владивосток	4,2	92,5	7,1	0,48	691,4	10,7	7,9
г. Уссурийск	2,6	13,8	2,1	0,04	151,8	3,0	1,9
г.Хабаровск (р. Березовая)	3,9	28,4	3,5	0,4	484,5	6,9	4,0
Дальнегорский район (река Рудная)	3,4	298	13,7	2,2	485	59,1	2,8
Павловский угольный разрез: а) стоки	3,3	252,5	1,43	36,4	182,5	1,1	13,8
б) оз. Павловское	1,5	142	9,2	24,4	47,8	0,6	7,3
в) р.Абрамовка	3,31	198,7	12,8	33,7	61,7	1,2	10,1
Водосбор Амурского и Уссурийского заливов	5,8	23,2	2,6	0,2	146	4,1	4,4
Восточный Сихотэ-Алинь	4,84	54	1,6	0,7	117,5	9,2	6,7
Кларк в литосфере (Виноградов, 1962)	4,65	8,3	4,7	0,01	100	1,6	5,8
Среднее для рек мира (Гордеев, Лисицын, 1978)	5,1	3,1	8,3	0,07	100	14,7	8,4

Zn, Cd, Mn, Pb, Ni содержатся во взвеси в количествах, превышающих кларковые содержания в литосфере (табл. 4). В тоже время в твердом веществе зафиксировано повышенное содержание **Zn, Cd, Mn, Cu** в сравнении со средними данными для рек Мира, обобщенные В.В. Гордеевым, А.П. Лисицыным (1978).

Соотношение элементов в растворе, в основном, **Fe, Mn, Cu>Ni, Pb, Cd**. Во взвешенном веществе соотношение тяжелых металлов отличается от их соотношения в растворе и, в основном, соответствуют ряду **Fe>Mn>Zn>Pb>Cu, Ni>Cd**.

2. Как следует из вышесказанного, специфической особенностью загрязнения вод хозяйственно-бытовыми стоками является резкое изменение содержания биогенных веществ и соотношения форм азота в загрязненных водах, при этом содержание кремния мало меняется в водотоках с разной антропогенной нагрузкой.

Для оценки интенсивности антропогенной нагрузки на водотоки были рассчитаны соотношения **N/Si*1000** и **P/Si*1000**. Эти соотношения увеличиваются с десятков в условно чистых водах, до сотен в водах средней степени загрязнения и до тысяч в водах высокой степени загрязнения (табл. 5).

Таблица.5.

Отношения форм азота и фосфора к кремнию в водах юга Дальнего Востока

Место отбора	N/Si*1000	P/Si*1000
Водотоки г. Владивостока	450-7000	112-781
Фоновые воды (пригород Вл-ка)	24-60	3-10
Водотоки г. Уссурийска	110-328	12-118
р. Березовая (Хабаровск)	47-2650	26-231
Река Рудная	15-60	1,5-19
водотоки о. Парамушир (Курилы)	3-80	-
Стоки с Павловского угольного разреза	40-100	9-94
оз. Павловское	80-94	24-100
Грунтовые воды (г.Владивосток)	190-885	20-50

Данные соотношения позволяют дифференцировать водные объекты по степени их загрязнения биогенными элементами и поэтому они могут быть предложены в качестве одного из показателей биогенной нагрузки на водотоки.

3. Литературные и авторские данные по химическому составу атмосферных выпадений на исследуемой территории позволяют говорить о том, что наряду с хлоридно-натриевым составом

наблюдается и гидрокарбонатно-натриевый, а также смешанный состав вод.

Сульфатно-хлоридный натриевый состав атмосферных выпадений на Курильских островах обусловлен повышенным содержанием серы в вулканических выбросах.

На основании литературных данных по микроэлементному составу атмосферных осадков на территории Приморского края (Качур, 1976; Елпатьевский, 1976; 1993; Кондратьев, 2000; Чудаева, 2002), а также авторских данных можно сказать, что в южной части Приморского края происходит увеличение Cd, Cu, Ni, что отражает повышенную антропогенную нагрузку на данной территории.

В дождевых водах о-вов Курильской гряды нами найдены аномально высокие содержания микроэлементов, сопоставимые или намного превышающие уровни в атмосферных водах юга Дальнего Востока (табл.6).

Таблица.6.

Уровни содержания растворенных микроэлементов в дождевых водах(мкг/л).

	г. Владивосток	о.Парамушир, о.Кунашир
Cu	0,3-14,6	69-132
Cd	0,3-0,7	1,4-9,4
Mn	0,4-1,5	9-23
Pb	0,1-0,2	0,7-0,9
Ni	0,2-2,5	3-14

ВЫВОДЫ

Исследование распределения химических элементов в водных объектах юга Дальнего Востока показало следующее:

1. В условиях антропогенно-измененных территорий юга Дальнего Востока, наряду с различной степенью увеличения минерализации поверхностных вод имеет место и изменение соотношения ионов основного химического состава.
2. Характерным показателем антропогенного воздействия, как на водотоки, так и на подземные воды, в условиях городов Дальнего Востока, является группа неорганических биогенных веществ внутри которой происходит изменение соотношения форм, прежде всего азотных.
3. Содержание тяжелых металлов в водотоках, протекающих в городской среде, многократно превышает их значения в «условно чистых» водотоках как в растворенных, так и во взвешенных

формах. Предложенный суммарный показатель загрязнения (СПЗ), в рассмотренных водах, достигает 400.

4. Характерными показателями в условиях урбанизированных территорий юга Дальнего Востока являются как суммарный показатель загрязнения (СПЗ), учитывающий уровни тяжелых металлов в воде и взвеси, так и отношения суммарного N/Si и P/Si, успешно характеризующие биогенную нагрузку на водотоки.

5. Состояние подземных вод в пределах городской застройки (г. Владивосток), на основании полученного аналитического материала, в соответствии с классификацией В.М. Гольдберга и С. Газда (1984), можно классифицировать как начальный этап загрязнения.

6. Несмотря на то, что в сточных водах Павловского угольного разреза отмечено высокое содержание микроэлементов, их влияние на протекающую рядом реку Абрамовку невелико; высокое содержание микроэлементов характерны лишь для озера Павловское, являющееся приемником сточных вод. Биогенные составляющие для этого типа загрязнения не характерны.

7. В условиях активной вулканно-гидротермальной деятельности, оказывающей заметное влияние на общий химический состав поверхностных вод, происходит увеличение содержания микроэлементов, значительно превышающие уровни их наибольшего антропогенного загрязнения на юге Дальнего Востока. Происходит также изменение соотношения растворенных и взвешенных форм микроэлементов.

8. Атмосферные выпадения на рассмотренной территории Дальнего Востока находятся, в значительной степени, под воздействием локальных источников как природного, так и антропогенного характера.

Список работ по теме диссертации

1. **Юрченко С.Г., Чудаева В.А.** Распределение химических компонентов в водах п-ова Муравьева-Амурского. Деп. в ВИНТИ 20.10.00 № 2677-В00. 2000.41с.
2. **Юрченко С.Г., Чудаева В.А.** Анализ современного состояния водотоков полуострова Муравьева - Амурского // Тезисы Второй Региональной научно-практической конференции «К Всемирным дням Воды и Метеорологии». Владивосток. ДВГУ. 2001.С.53-54.
3. **Юрченко С.Г.** Распределение химических компонентов в основных водотоках п-ова Муравьева-Амурского, юг

- Приморского края // Тезисы XIV Всероссийской молодежной конференции «Географические идеи и концепции как инструмент познания окружающего мира». Иркутск: Изд-во ИГ СО РАН, 2001. С.67.
4. **Юрченко С.Г.** Современное состояние рек п-ова Муравьева-Амурского // Тезисы Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов-2002». Москва, 2002. с.60.
 5. **Юрченко С.Г.** Распределение тяжелых металлов в водотоках полуострова Муравьева-Амурского. Деп.ВИНИТИ 21.10.02, № 1785-В2002.2002. 16с.
 6. **Юрченко С.Г.** Динамика биогенных веществ в водах полуострова Муравьева-Амурского. Деп.ВИНИТИ 21.10.02, № 1784-В2002.2002. 13с.
 7. Чудаева В.А., **Юрченко С.Г.** Гидрохимическое состояние р. Раздольная (Приморье) // Тезисы Международной конф. «Экологические проблемы бассейнов крупных рек - 3». Тольятти: изд. ИВЭБ РАН, 2003. С.310.
 8. Чудаева В.А., **Юрченко С.Г.** Состояние поверхностных вод городов юга Дальнего Востока как показатель уровня антропогенного воздействия // «Города Дальнего Востока: Экология и жизнь человека»: (Дружининские чтения, Вып.1). Владивосток-Хабаровск: ДВО РАН, 2003. С.170-174.
 9. **Юрченко С.Г.**, Чудаева В.А., Чудаев О.В. Специфика состава атмосферных выпадений в районе г. Владивостока // «Города Дальнего Востока: Экология и жизнь человека»: (Дружининские чтения, Вып.1). Владивосток-Хабаровск: ДВО РАН. 2003. С.185-187.
 10. Чудаева В.А., **Юрченко С.Г.** Уровни содержания химических элементов в поверхностных водах антропогенно измененных территорий юга Дальнего Востока // Четвертая региональная научно-практическая конференция «К Всемирным дням Воды и Метеорологии». Владивосток: изд. ДВГУ. 2003. С. 55-57.
 11. **Юрченко С.Г.** Гидрохимические особенности территории г. Владивостока // Материалы второй Всероссийской научной конференции «Проблемы природопользования в районах со сложной экологической ситуацией». Тюмень: Изд. Тюменского государственного университета, 2003. с.39-40
 12. Чудаева В.А., Чудаев О.В., **Юрченко С.Г.** Некоторые данные о составе окружающих вод гидротермально-активных областей Курильской гряды // Материалы совещания «Гидрогеология и

- геохимия складчатых областей Сибири и Дальнего Востока». Владивосток: Дальнаука, 2003. С. 118-126.
13. Чудаева В.А., Чудаев О.В., **Юрченко С.Г.** Некоторые предварительные результаты исследований воздействия Павловского угольного разреза на окружающие природные воды // *Материалы региональной научно-практической конференции «Вклад науки и высшего образования в устойчивое развитие Дальнего Востока»*. Владивосток: изд. ВГУЭС. 2003. с. 255-262.
 14. Чудаева В.А., **Юрченко С.Г.** Распределение и динамика биогенных веществ в малых реках п-ова Муравьева-Амурского // *Материалы региональной научно-практической конференции «Вклад науки и высшего образования в устойчивое развитие Дальнего Востока»*. Владивосток: изд. ВГУЭС. 2003. с.250-254.
 15. Chudaev O.V., Chudaeva V.A., **Yurchenko C.G.** Chemical composition of waters of the Pavlovsky coal quarry (Far East Russia) and surrounding areas // *Environments of Urban and Surrounding Territories // 2003. P.168-172.*
 16. **Юрченко С.Г.** Критерии оценки загрязнения вод полуострова Муравьева-Амурского по биогенным компонентам // *Материалы 2-ой региональной школы-семинара молодых ученых, аспирантов и студентов «Анализ современного состояния и перспективы развития регионов Дальнего Востока»*. Биробиджан: изд. ИКАРП ДВО РАН-БГПИ, 2003. С.77-81.
 17. **Юрченко С.Г.**, Чудаева В.А. Химический состав снеговых вод г, Владивостока // *Материалы Пятой региональной научно-практической конференции «К Всемирным дням Воды и Метеорологии»*. Владивосток: изд. ДВГУ. 2004.
 18. Чудаева В.А., Чудаев О.В., **Юрченко С.Г.** Состав вод природно-аномальных районов Дальнего Востока // *Материалы Пятой региональной научно-практической конференции «К Всемирным дням Воды и Метеорологии»*. Владивосток: изд. ДВГУ. 2004.
 19. **Юрченко С.Г.** Оценка состояния основных водотоков полуострова Муравьева-Амурского по их микроэлементному составу // *Материалы Первой Молодежной конференции - конкурса ТИГ ДВО РАН по проблемам географических и геоэкологических исследований на Дальнем Востоке*. Владивосток: Дальнаука. 2004. с.97-104.

20. Шестеркин В.П., Чудаева В.А., Шестеркина Н.М., **Юрченко С.Г.** Особенности миграции химических элементов в воде Амур в летнюю межень 2002 г. // Биохимические и гидрологические исследования техногенных экосистем. Вып.14. Владивосток: Дальнаука. 2004. с.163-171.
21. Чудаева В.А., **Юрченко С.Г.** Сравнительное исследование химического состава вод водотоков в природно-аномальных и антропогенно-измененных условиях // Материалы «XII научного совещания географов Сибири и Дальнего Востока». Владивосток. Дальнаука. 2004.
22. Чудаева В.А., **Юрченко С.Г.** Особенности распределения химических элементов в водотоках г. Уссурийска // VI международная конференция студентов и аспирантов «Интеллектуальный потенциал вузов на развитие производительных сил на Дальнем Востоке». ВГУЭС. 2004. кнЛ.с.193-196.

Светлана Григорьевна ЮРЧЕНКО

**МИГРАЦИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В
ВОДНЫХ ОБЪЕКТАХ С РАЗЛИЧНОЙ АНТРОПОГЕННОЙ
НАГРУЗКОЙ (ЮГ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА РОССИИ)**

АВТОРЕФЕРАТ

Изд. лиц. ИД № 05497 от 01.08.2001 г. Подписано к печати 07.09.2004 г.

Формат 60x84/16. Печать офсетная.

Усл. п. л. 1,44. Уч.-изд. л. 1,29. Тираж 120 экз. Заказ 133

Отпечатано в типографии ФГУП Издательство "Дальнаука" ДВО РАН
690041, г. Владивосток, ул. Радио, 7

22775

3

g d d