

ОТЗЫВ

официального оппонента

д.г.-м.н., в.н.с. Мазухиной Светланы Ивановны

на диссертационную работу Долгих Петра Геннадьевича

«Геоэкологические особенности химического состава вододонных отложений Усть-Илимского водохранилища»,

представленную на соискание степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.21–Геоэкология

Актуальность исследований Долгих П.Г. не нуждается в подробной аргументации, поскольку посвящена сохранению уникальной пресноводной Байкало-Ангарской системы, неразрывной частью которой является Усть-Илимское водохранилище.

Цель и задачи исследования.

Цель исследования: выявить основные факторы, определяющие химический состав вод и донных отложений Усть-Илимского водохранилища на участках в разной степени подверженных антропогенной нагрузке. В связи с этим решались следующие задачи:

1. Изучить концентрации главных ионов, биогенных компонентов и микроэлементов в воде р. Вихорева, которая является приемником сточных вод промышленной зоны г. Братск, и Усть-Вихоревском заливе Усть-Илимского водохранилища. Выделить элементы, которые являются показателями антропогенной эмиссии и определяют трансформацию состава вод р. Вихорева и Усть-Илимского водохранилища.

2. По результатам мониторинговых исследований гидрохимического состава изучить пространственно-временное распределение главных ионов, биогенных компонентов и микроэлементов в воде русловой части Усть-Илимского водохранилища. Установить особенности и закономерности накопления элементов в воде водохранилища, выделить природные и антропогенные факторы формирования гидрохимического состава.

3. Изучить химический состав донных отложений Усть-Илимского водохранилища. Провести зонирование акватории Усть-Илимского водохранилища по особенностям накопления элементов в донных отложениях и степени антропогенного воздействия. Для определения мобильности потенциально опасных микроэлементов определить формы их нахождения в донных отложениях.

Научная новизна. На основе многолетних работ и широкомасштабного мониторинга:

- установлен химический состав вод р. Вихорева и Усть-Илимского водохранилища, включая главные ионы, биогенные компоненты и микроэлементный состав;

- выявлены природные и антропогенные источники поступления элементов, а именно- микроэлементы антропогенного происхождения поступают в Усть-Илимское водохранилище, в основном, со сточными водами, сбрасываемыми предприятиями промышленной зоны г. Братск в р. Вихорева. Привнос элементов природного генезиса связан, в первую очередь, с поступлением грунтовых вод в ложе водохранилища:

- впервые определен химический состав донных отложений для Усть-Илимского водохранилища.

- показано, что поливалентные элементы в донных отложениях могут быть источниками вторичного загрязнения водной среды.

Практическое значение. Полученные результаты послужат научной основой организации геоэкологического мониторинга природно-техногенных систем, обеспечению их экологической безопасности, разработке средств контроля состояния окружающей среды.

Результаты работы будут актуальны для водопользователей и государственных органов при разработке эффективных мер по минимизации негативных экологических преобразований в уникальной пресноводной Байкало-Ангарской системе.

Содержание работы:

Во введении обоснована актуальность работы, определены цель и задачи исследования, сформулированы основные защищаемые положения, научная новизна и практическая значимость исследования, показан фактический материал, методы исследования, личный вклад автора, достоверность результатов и апробация работы.

В **первой главе** приведены общие сведения о водохранилищах, вызвавшие ряд экологических проблем, которые не были известны до того, как их массовое строительство произошло в Европе, Северной Америке, СССР и Китае. Ангарский каскад водохранилищ (Иркутское, Братское, Усть-Илимское и Богучанское) является одним из самых крупных в мире комплексных водных объектов искусственного происхождения. Глава весьма информативна и даёт представление о необходимости изучения экосистемы Усть-Илимского водохранилища, подвергнутой антропогенной нагрузке и которой до сих пор не уделялось достаточно внимания.

Во **второй главе** дана общая характеристика особенности геологического строения и истории развития территории Усть-Илимского района, гидрологическая характеристика рек, входящих в состав крупнейшего бассейна р. Енисей, впадающего в Карское море. Представлены гидрогеохимические особенности подземных вод района Усть-Илимского водохранилища.

Автор даёт характеристику основным промышленным объектам, оказывающим непосредственное влияние на эколого-геохимическое состояние водохранилища. Представлена карта-схема отбора проб 5-ти участков водохранилища в связи с различием гидрологических параметров и степени нагрузки на водохранилище. Представлены материалы и методы исследования. Следует отметить иллюстрации, выполненные на хорошем уровне и дающие представление о районе исследования.

В **третьей главе** представлены природные и антропогенные источники, влияющие на гидрохимический состав Усть-Илимского водохранилища, и формулируются первое и второе защищаемые положения.

Первое защищаемое положение относится к выявлению приоритетных загрязнителей, поступающих со сточными водами промышленной зоны г. Братска и далее в Усть-Илимское водохранилище. На основании литературных данных, результатов мониторинга, сопоставлении их с р. Вихорева (выше г. Братска) и корреляционного анализа показано, что именно р. Вихорева является основным источником поступления элементов антропогенного происхождения, куда поступают стоки деревообрабатывающей промышленности и других предприятий (г. Братск). После поступления сточных вод увеличивается концентрация главных ионов, в основном SO_4^{2-} , Cl^- , Na^+ , K^+ , биогенных компонентов – NH_4^+ , PO_4^- , органического углерода, микроэлементов – Cr , Mn , Co , Pb . Также резко снижается концентрация O_2 , дефицит которого наблюдается на всем протяжении реки и отмечается значительное увеличение концентрации $\text{C}_{\text{орг}}$ в воде р. Вихорева вплоть до устья реки. Чрезвычайно низкие концентрации O_2 , определенные в воде реки, создают неблагоприятные условия для местной флоры и фауны. Изменение концентраций главных ионов в р. Вихорева и Вихоревского залива свидетельствуют о создании геохимического барьера, когда резко меняется геохимическая обстановка.

Помимо антропогенного фактора, на формирование режима главных ионов и

микроэлементов в воде р. Вихорева большое влияние оказывает субаквальная разгрузка подземных вод, влияющая на концентрацию, в основном, HCO_3^- , SO_4^{2-} , Al, Fe и Hg.

Второе защищаемое положение посвящено нахождению участков по акватории Усть-Илимского водохранилища с повышенными концентрациями главных ионов, биогенных компонентов и микроэлементов. В связи с различием гидрологических параметров и степени антропогенной нагрузки в пределах русловой части Усть-Илимского водохранилища выделено пять участков: I участок – от плотины Братской ГЭС до пос. Дубынино (40 км), II участок – от пос. Дубынино до пос. Седаново (60 км), III участок – от пос. Седаново до устья Илимской части (155 км), IV участок – от устья Илимской части до плотины Усть-Илимской ГЭС (35 км) и V участок – Илимская часть (рис. 1 автореферат).

Поступление загрязненных вод р. Вихорева оказывает воздействие на гидрохимический состав Усть-Вихоревского залива: весь Вихоревский залив и устьевая часть Бурдойского залива (II участок). В поверхностных водах заливов зафиксированы концентрации кислорода удовлетворительные для обитания гидробионтов, в придонных водах Вихоревского залива – концентрации кислорода значительно ниже установленных нормативов. Уменьшение концентраций главных ионов и микроэлементов, поступающих с р. Вихорева, в воде Усть-Вихоревского залива связано, в первую очередь, с разбавлением высокозагрязненных вод реки водами русловой части Усть-Илимского водохранилища. При этом, распределение главных ионов и микроэлементов в водной толще залива неоднородно. Концентрации главных ионов в поверхностных водах выше, чем в придонных. Увеличение концентраций микроэлементов, в основном Mn, Fe, Al, Pb и Co, в придонных водах, по сравнению с поверхностными, указывает на вторичное загрязнение экосистемы залива, связанное с долговременной аккумуляцией в донных отложениях веществ антропогенного происхождения.

Вторым по значимости источником загрязнения Усть-Илимского водохранилища являются диффузное поступление загрязняющих веществ со всей территории г. Братск, влияние которых определено в воде прибрежных территорий верхней части I участка водохранилища.

Совместное повышение концентраций главных ионов и микроэлементов в воде III, IV и V участков водохранилища может свидетельствовать об их поступлении с подземными водами. Однако, влияние этих природных источников локально и, вследствие нивелирования большими объемами вод Усть-Илимского водохранилища, отражается только на химическом составе придонных горизонтов. Положение доказано анализом литературных данных и обширным фактическим материалом.

Третье защищаемое положение (Глава 4) посвящено исследованию химического состава донных осадков Усть-Илимского водохранилища в разных участках водоема, отличающихся по степени антропогенной нагрузки. С помощью корреляционного анализа выделена группа токсичных металлов, накопление которых в донных отложениях водохранилища в большей степени отражает антропогенную деятельность. Определены мобильные и потенциально мобильные формы элементов. По результатам исследования выделена зона Усть-Вихоревского залива (II участок) – элементы техногенного происхождения выводятся из водной среды и накапливаются в донных отложениях (геохимический барьер). Положение доказано фактическим материалом, фракционным, кластерным корреляционным анализом и обобщением полученных результатов.

Достоверность сделанных в диссертации выводов определяется большим фактическим материалом, современными аналитическими методами, примененными в работе,

квалификацией автора при обработке аналитических данных, тщательностью проводимых исследований и грамотным анализом литературных данных. Диссертация производит очень хорошее впечатление интересной научной работы, внесшей большой вклад в понимание современного состояния и сохранению уникальной пресноводной Байкало-Ангарской системы (Усть-Илимского водохранилища).

Замечания:

1. В приложении к диссертации было бы уместно привести полные данные гидрохимического анализа воды и донных отложений по точкам отбора проб, но скорее это относится к пожеланиям.

2. Полученный и структурированный автором фактический материал открывает широкие перспективы для дальнейшего развития темы с применением современных геохимических методов, позволяющих не только оценивать текущее состояние, но и давать прогнозную оценку взаимодействия природных и техногенных систем. В частности, автору стоит обратить внимание на метод физико-химического моделирования (ПК «Селектор»). В последние три десятилетия, благодаря использованию термодинамического моделирования, достигнуто более глубокое понимание и объяснение процессов, которые связаны с физико-химическим взаимодействием в основополагающей для земной коры системе «вода - порода - газ - органическое вещество». Фактически работа Долгих П.Г направлена на исследование системы «вода – порода – органическое вещество» в открытых и закрытых по отношению к атмосфере условиях.

3. К одному из наиболее важных результатов этой области науки относится формулирование (Helgesonetal, 1993) и развитие (PriceandDeWitt, 2001) концепции гидролитического диспропорционирования органического вещества - «hydrolytic disproportionation of organic matter» (HDOM). Гидролитическое диспропорционирование - это химическое взаимодействие органического вещества с водой, в процессе которого вода является одновременно и окислителем, и восстановителем с образованием органических компонентов различной степени окисления углерода на пути к полному термодинамическому равновесию с конечными продуктами CH_4 , CO_2 , $\text{C}_{(\text{ТВ})}$.

Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

Работа апробирована на ряде всероссийских конференциях. По теме диссертации опубликовано 13 работ, из них 3 статьи в российских изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ, 2 статьи Wos/Scopus, 8 - тезисах и материалах научных конференций. Это достаточно для подтверждения квалификации, т.е. результаты работы достаточно широко освещены и апробированы.

Диссертация соответствует паспорту специальности 1.6.21. «Геоэкология» в пунктах:

12. Оценка состояния водного режима территорий и геоэкологические последствия его изменения в связи с изменениями климатических параметров. Геоэкологический анализ влияния регулирования речного стока на водные, прибрежно-водные и наземные экосистемы и обоснование путей сохранения и восстановления водных и наземных экосистем.

13. Геоэкологические аспекты водохозяйственного проектирования. Изучение влияния гидротехнического строительства на изменение состояния водных и наземных экосистем. Разработка научно-методических основ экологического обоснования выбора места для строительства водохранилищ и снижения их негативного влияния на водные экосистемы.

14. Научные основы организации геоэкологического мониторинга природно-технических систем и обеспечение их экологической безопасности, разработка средств контроля состояния окружающей среды.

Диссертационная работа П.Г.Долгих удовлетворяет требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям и может рассматриваться как завершённая научно-квалификационная работа, в которой содержится решение актуальной научной задачи, имеющей существенное значение для геоэкологии, а её автор достоин присуждения степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.21. «Геоэкология».

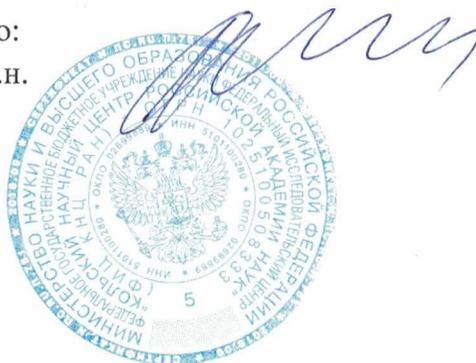
Ведущий научный сотрудник Института проблем промышленной экологии Севера – обособленного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук»,

доктор геолого- минералогических наук
184209, Апатиты, Мурманской обл., Академгородок 14а
[e-mail:simazukhina@mail.ru](mailto:simazukhina@mail.ru), тел. 8-921-280-2243.

Мазухина С.И.

Я, Мазухина С.И., даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.
15 мая 2024 г.

Подпись Мазухиной С.И. заверяю:
Директор ИППЭС КНЦ РАН, д.т.н.



Макаров Д.В.