

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации *Долгих Павла Геннадьевича*
«Геоэкологические особенности химического состава вод и донных отложений Усть-Илимского водохранилища» на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.21 — «Геоэкология»

Диссертационная работа Долгих П.Г. основана на достаточно представительном фактическом материале: проанализированы 904 пробы поверхностной и придонной воды и 158 проб донных отложений Усть-Илимского водохранилища (третье водохранилище в каскаде Ангарских ГЭС). В работе приведены и обсуждаются новые данные по формам нахождения элементов и химическому составу донных отложений. На основе многолетних (2004–2017 гг.) мониторинговых исследований получен значительный массив данных по содержанию главных ионов, биогенных компонентов и микроэлементного состава поверхностной и придонной воды. Результаты, на которых основываются представленные выводы и защищаемые положения, получены с применением комплекса современных аналитических методов, с использованием современного аналитического оборудования: ИСП-МС (масс-спектрометр ELEMENT-2), атомно-абсорбционный анализатор Hg RA-915+ (метод «холодного пара»), ААС (спектрометр Perkin-Elmer-503) и т.д. Автором самостоятельно или при его непосредственном участии выполнен большой объем эколого-геохимических исследований, который позволил выявить приоритетные загрязнители поверхностных и придонных вод, а также донных отложений по акватории Усть-Илимского водохранилища. В частности, показан характер накопления и формы нахождения одного из опаснейших и токсичных загрязнителей — Hg. Так, ртуть в донных отложениях присутствует, прежде всего, в органической фракции (до 81,6 %), в прочносвязанной фракции (до 22,1 %) и твердом нерастворимом остатке (до 41,0 %), а доля Hg в водорастворимой и кислоторастворимой фракциях невелика.

Выполненная соискателем работа представляет собой законченное исследование, показавшее, что основным антропогенным источником загрязняющих веществ (SO_4^{2-} , Cl^- , Na^+ , K^+ , NH_4^+ , O_2 , Cr, Mn, Co, Pb, $\text{C}_{\text{орг}}$) для Усть-Илимского водохранилища являются сточные воды промышленной зоны г. Братск, поступающие в р. Вихорева, которые определяют техногенное воздействие на гидрохимический состав Усть-Вихоревского залива. В ходе проведенных исследований было установлено, что рост концентраций главных ионов и микроэлементов в воде может быть обусловлен и их поступлением с подземными водами, но влияние этих природных источников локально и отражается только на химическом составе придонных горизонтов. Были выделены участки водоема, отличающиеся по степени антропогенной нагрузки, где установлена техногенная зона Усть-Вихоревского залива, влияние которой распространяется и на русловую часть. В этой зоне элементы техногенного происхождения выводятся из водной среды и накапливаются в донных отложениях. Наиболее подвижными являются Cd, Mn, а потенциально подвижными — Hg, Zn, Cu, что определяет роль донных отложений как вторичного источника загрязнения водной среды.

Актуальность диссертационной работы определяется почти полным отсутствием современных комплексных исследований посвященных количественным характеристикам и поведению химических элементов в воде и донных отложениях Усть-Илимского водохранилища, в условиях возрастающей интенсивности деятельности предприятий г. Братск. Исследования современного периода акцентированы на определение концентраций загрязняющих веществ, специфичных для промышленной зоны г. Братск, в воде р. Вихорева и Усть-Вихоревском заливе — это сульфиды, сероводород, взвешенные и биогенные вещества, сульфаты, ионы хлора и натрия. По концентрациям микроэлементов в воде Усть-Илимского водохранилища опубликованы только средние данные для всего водоема. В литературе отсутствует информация о содержании

токсичных микроэлементов, обладающих высокой биодоступностью, а также данные по концентрации элементов в донных отложениях водохранилища. Поэтому данное исследование, направленное на сбор информации о количественных и качественных характеристиках, их пространственно-временных изменениях в воде и донных отложениях Усть-Илимского водохранилища, несомненно, решает актуальные геоэкологические задачи.

Научная новизна результатов несомненна и состоит в следующем:

— Впервые изучен химический состав донных отложений Усть-Илимского водохранилища и проведено зонирование акватории водохранилища по особенностям накопления элементов и степени антропогенного воздействия. Для определения мобильности потенциально опасных микроэлементов в донных отложениях были выявлены формы их нахождения, в том числе и для Hg;

— Представлена подробная характеристика поверхностных и придонных вод Усть-Илимского водохранилища, Усть-Вихоревского залива и р. Вихорева, включающая концентрации главных ионов, биогенных компонентов и микроэлементов. Выявлены элементы, которые являются показателями антропогенной эмиссии и определяют трансформацию состава вод Усть-Илимского водохранилища и р. Вихорева;

— По результатам мониторинговых исследований установлены особенности и закономерности накопления элементов в воде Усть-Илимского водохранилища, изучено пространственно-временное распределение главных ионов, биогенных компонентов и микроэлементов, выделены природные и антропогенные факторы формирования гидрхимического состава водохранилища.

Работа имеет важное практическое значение, т.к. полученные в ходе исследования данные могут послужить основой для планирования мониторинговых работ по минимизации негативных экологических преобразований, вызванных хозяйственной деятельностью человека, что позволит сохранить экосистему Усть-Илимское водохранилища, которое является частью уникальной Байкало-Ангарской системы. А новая информация о количественных и качественных характеристиках воды и донных отложений, поможет в решении задач по рациональному использованию и сохранению водных ресурсов Усть-Илимского водохранилища.

На основании выполненных соискателем исследований были дополнены знания о химическом составе вод р. Вихорева и поверхностных, придонных вод по акватории Усть-Вихоревского залива. Показано, что наиболее значимым источником загрязнения Усть-Илимского водохранилища являются сточные воды промышленной зоны г. Братск, поступающие в р. Вихорева, а поставщиком элементов антропогенного происхождения (Al, Mn, Zn, Cd, Pb, Mn) являются газопылевые выбросы и атмосферные осадки промышленной зоны г. Братск. Проведенные исследования показали, что в месте впадения р. Вихорева в Усть-Вихоревский залив гидродинамические параметры способствуют осаждению взвешенного материала и накоплению в донных отложениях элементов техногенного происхождения (Cd, Hg, Mn, Cu, Pb). При этом формы нахождения микроэлементов установили, что на легкообменную фракцию приходится 0,3–32 %, фракция легкоразрушающихся силикатов составляет 9–46 %, а остаточная фракция занимает 24–96 %. Проведенный кластерный корреляционный анализ позволил выделить две группы элементов — наиболее токсичные тяжелые металлы (Cd, Pb, Hg) и As, накопление которых в донных отложениях отражает деятельность человека, и элементы группы железа (Fe, Co, Ni), и Al, Zn. Выполненная соискателем работа представляет собой законченное исследование, которое позволило выявить основные факторы, обуславливающие особенности химического состава вод и донных отложений Усть-Илимского водохранилища. **Актуальность и важность решенных задач не вызывают сомнений.**

Достоверность результатов достигается использованием современных аналитических методов, а полученные в ходе исследования данные **опубликованы** в 3

статьях рецензируемых журналах из перечня ВАК, 2 статьяx WoS/Scopus и доложены на Всероссийских и международных конференциях.

К тексту автореферата имеются некоторые замечания:

В первом защищаемом положении не совсем понятно, какие ионы и элементы имеют природный, а какие техногенный генезис: «Повышенные концентрации HCO_3^- , SO_4^{2-} , Al, Fe, As и Hg в воде р. Вихорева имеют природный и техногенный генезис». Лучше это уточнить в защищаемом положении, т.к. это довольно важно. Или все из перечисленных ионов и элементов имеют и природный и техногенный генезис, то тогда нужно указать доля какого из факторов выше.

В разделе Научная новизна в предложениях «Выявлено, что микроэлементы антропогенного происхождения поступают в Усть-Илимское водохранилище...» и «Привнос элементов природного генезиса, связан, в первую очередь...», для ясности понимания, лучше указать в скобках элементы антропогенного и природного происхождения.

В Главе 2 на стр. 9 имеется опечатка «...который является модификацией методики, предложенной...», нужно — модификацией.

В Главе 4, в разделе Химический состав донных осадков не совсем понятно, что стало объектом исследования — неконсолидированный осадок или колонки донных отложений. Т.е. не указана мощность отобранных отложений. На всех опробованных участках она была одинакова? Это была усредненная проба или верхние 2, 5, или 10 см?

В разделе Формы нахождения микроэлементов не совсем понятно, куда делась фракция, связанная с сульфидами, т.к. при изучении форм нахождения элементов в донных отложениях использована методика Кузнецова и Шимко (1990), которая является модификацией метода Tessier с соавторами (1979), где органическая фракция также включает в себя и сульфиды. Сульфидная фракция выделялась как-то отдельно? или она входит в какую-то другую фракцию (из перечисленных в автореферате)? Потому что, например, Fe, Ni, Co могут входить в состав сульфидных минералов (пирит), а по Тессье — это как раз органическая фракция.

Однако, несмотря на имеющиеся замечания, диссертационная работа Долгих Павла Геннадьевича «Геоэкологические особенности химического состава вод и донных отложений Усть-илимского водохранилища» **соответствует критериям, установленным в пп. 9-11, 13 и 14 Постановления Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. N 842 «Положение о присуждении ученых степеней»** и может быть принята в диссертационный совет 24.1.053.01 ИГХ СО РАН к защите на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.21.

Мальцев Антон Евгеньевич
кандидат геолого-минералогических наук
старший научный сотрудник
Лаборатория геохимии радиоактивных элементов и экогеохимии (216)
Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН
630090, г. Новосибирск, пр. Академика Коптюга, 3
<https://www.igm.nsc.ru/>
maltsev@igm.nsc.ru
8 999 450-67-57

Я, Мальцев Антон Евгеньевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

«13» мая 2024 г



ЕОЛ УДОСТОВЕРЯЮ
ЗАВ. КАНЦЕЛЯРИЕЙ
ШАРОВА
Е.Е.
13.05.2024г.