

УТВЕРЖДАЮ
Директор Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Институт природных ресурсов, экологии и криологии
Сибирского отделения Российской академии наук (ИПРЭК СО РАН)

к.г.н. Михеев И.Е.

14 мая 2024 г.



**Отзыв
ведущей организации**

о диссертационной работе Долгих Павла Геннадьевича «Геоэкологические особенности химического состава вод и донных отложений Усть-Илимского водохранилища», представленной на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.21. – Геоэкология

Актуальность: проблема изменения химического состава вод в процессе их эксплуатации приобретает в последнее время все большее значение в связи с увеличением на них техногенной нагрузки. Особый интерес в этом плане представляют водохранилища и гидравлически связанные с ними поверхностные и подземные воды, поскольку они аккумулируют огромное количество специфических элементов (нефтепродукты, фенолы АПАВ и др.) и тяжелых металлов. В этой связи на базе полученных характеристик должны быть выделены основные геохимические типы вод, установлены содержания нормируемых компонентов, изучены гидрогеохимические поля рассеивания этих компонентов с анализом причинной обусловленности их пространственно-временной изменчивости.

Научным достижением данной работы является применение современных методов исследования, позволяющих выделить основные источники загрязнения вод, установить ареолы рассеяния загрязняющих веществ и определить формы нахождения потенциально токсичных элементов в донных отложениях Усть-Илимского водохранилища.

Достоверность результатов исследований обеспечена представительностью данных анализа многочисленных объектов с использованием современных методов исследований, включая химический, петрохимический анализы и метод последовательного выщелачивания донных осадков с целью определения форм нахождения химических элементов в осадках водохранилища. Исследования проводились при непосредственном участии автора, результаты работ прошли всестороннюю апробацию на всероссийских и международных совещаниях, симпозиумах и конференциях. По теме диссертации опубликовано 3 научных работы в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК при Министерстве науки и высшего образования РФ.

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы, включающего 201 наименование и приложения. Материал работы изложен на 152 страницах, включая 18 таблиц и 22 рисунка.

Во **Введении** диссертант кратко описывает актуальность проблемы, ставит цель, обозначает задачи и объекты исследования, выделяет новизну работы и выносимые диссертантом на защиту положения, предлагает практическое применение полученных результатов, указывает на связь работы с научными программами и научно-исследовательскими темами, обозначает личный вклад, приводит список опубликованных работ и выносит благодарности коллегам.

В **главе 1** «Геоэкологические проблемы водохранилищ» диссертант подробно проводит обзор научной литературы, затрагивающей аналогичные проблемы, приводит примеры экологических последствий, возникающих после зарегулирования рек, среди которых загрязнение токсичными элементами вод и донных осадков водохранилищ, а также обитающих в них гидробионтов.

В **главе 2** «Объект и методы исследования» автор описывает природные условия рассматриваемого региона. Особое внимание уделяет геологии, климату, ландшафтам, гидрологии рассматриваемого региона. Подробно описываются методы сбора, обработки и анализа фактического материала. При выполнении диссертационного исследования были использованы полевые и современные лабораторные и аналитические методы, включающие отбор, пробоподготовку проб воды и донных отложений, а также статистический анализ, полученных данных.

В **главе 3** «Природные и антропогенные источники, влияющие на гидрохимический состав Усть-Илимского водохранилища» анализируются данные, полученные на объектах река Вихорева и Усть-Вихоревский залив Усть-Илимского водохранилища. Диссертант приходит к выводу, что загрязняющие вещества, переносимые водами реки Вихорева в Усть-Вихоревский залив, оказывают воздействие на химический состав вод русловой части Усть-Илимского водохранилища. В большей степени, поток загрязненных вод прослеживается вдоль левого берега водоема. Помимо вод реки Вихорева, влияние на их химический состав оказывают загрязняющие вещества, поступающие с территории Братской промышленной зоны. Автором установлен также природный источник веществ, поступающий в водохранилище, за счет разгрузки в него подземных вод. В большей степени, это отмечено в Илимской части водохранилища и верхнем бьефе Усть-Илимской ГЭС, в придонных водах которых концентрации главных ионов и микроэлементов выше, чем в техногенных источниках.

Автор утверждает, что качество воды в реке Вихорева, Усть-Вихоревском заливе и в придонных горизонтах нижней части Усть-Илимского водохранилища по содержанию биогенных элементов не соответствует ПДК. Сравнение концентраций потенциально опасных микроэлементов с нормативами качества показало, что в воде русловой части Усть-Илимского водохранилища, также как реки Вихорева и Усть-Вихоревского залива, зафиксированы концентрации Mn, Cu и Zn, превышающие ПДК. По сравнению с условно фоновыми значениями, концентрации большинства микроэлементов в воде всех частей Усть-Илимского водохранилища также повышены. Результаты, представленные в этой главе, легли в основу 1 и 2 защищаемые положения.

В главе 4 «Донные отложения, как показатель антропогенной нагрузки на Усть-Илимское водохранилище» проведен анализ распределения химических элементов, входящих в состав разных минеральных и органических образований. В результате автору удалось выделить наиболее характерные участки водоема, отличающиеся по степени техногенной нагрузки. Рассчитанные автором индексы, используемые для расчета аккумуляции химических элементов донными отложениями, показали, что наиболее опасными элементами техногенного происхождения для Усть-Илимского водохранилища являются Cd и Hg, поступающие с водой реки Вихорева. Анализ форм нахождения элементов позволил диссертанту прийти к выводу, что обменный комплекс и органическое вещество являются главными формами, определяющими повышенную подвижность элементов в отложениях Усть-Илимского водохранилища. Высокая миграционная способность выделенных подвижных и потенциально подвижных элементов возрастает в донных отложениях зоны максимального воздействия техногенеза, что указывает на высокую вероятность вторичного загрязнения водной среды. Полученные результаты резюмируются 3 защищаемым положением.

В Заключение диссертант в сжатой форме подводит итог выполненным исследованиям, акцентируя внимание на главных результатах, которые имеют реальную перспективу их реализации при решении экологических задач.

Необходимо отметить, что **в доказательство трех защищаемых положений** приводится большой фактический материал, последовательно изложенный в главах диссертации. Бесспорно, что все защищаемые положения обоснованы, подтверждены большим материалом, собранным, в том числе, в результате экспедиционных исследований при непосредственном участии диссертанта.

Замечания

1. В разделе «Содержание» пропущена глава 3.

2. В главе 2 рассмотрены физико-географические условия, геология, стратиграфия, тектоника, гидрография района, но по какой-то причине не рассматривается гидрогеологическое строение, лишь один абзац с кратким описанием гидрогеохимических особенностей. Тогда как подземные воды следует рассматривать как один из основных источников формирования химического состав вод придонного слоя водохранилища. С. 31-32 – классификация подземных вод устарела (ссылка на источник 1975 г.), в настоящее время она не используется.

3. Часто вместо *химический состав вод* пишется *гидрохимический состав вод*. Нет такого понятия.

4. С. 46 – Предложенная автором в качестве критерия изменения концентраций элементов техногенного происхождения *формула расчета коэффициента кратности разбавления* таковой не является (Экология, 2004, см. стр. 10-11). Приведенная формула ($R = C/C_{\text{ф}}$, где C – концентрация элемента в пробе, $C_{\text{ф}}$ – фоновая концентрация элемента) является выражением коэффициента концентрации K_c , который рассчитывается как отношение содержания элемента в исследуемом объекте C к среднему фоновому его содержанию $C_{\text{ф}}$: $K_c = C/C_{\text{ф}}$ (Геохимия..., 1990, см. стр.82-83). Этот коэффициент использован автором ниже для донных отложений как коэффициент концентраций K_K .

5. Стр. 69 – в тексте: «... *концентраций минеральных форм азота, фосфора, кремния и кислорода в воде I, II, III и IV русловых частей Усть-Илимского водохранилища представлены на рисунке 3.6 и в таблице 3.6.*». Участки русла есть в таблице, но на рис. 3.6 отсутствуют, они показаны на рисунках 2.2, 2.4.

6. Стр. 79 – в тексте: «*Для определения качества вод в Усть-Илимском водохранилище и р. Вихорева использована экологическая классификация качества поверхностных вод суши (Жукинский и др., 1981)*». Однако, в разделе «Объект и методы исследования» о применении этой классификации не говорится.

7. По нашему мнению, более наглядно распределение загрязнителей в акватории водохранилища можно было показать с помощью картосхем потоков рассеяния, хотя бы так, как это сделано на рис. 3.8 и 3.9 (стр.81). Описание в тексте воспринимается очень сложно.

8. Стр. 88 – в тексте: «... *водоносный горизонт представлен сульфатными щелочноземельными водами, а в начале Воробьевского расширения – гидрокарбонатными щелочноземельными, в катионном составе которых преобладает натрий*». Относительно классификации подземных вод говорилось в пункте 2, что-же касается натрия, то это щелочной металл. Более того, следовало бы в работе по всем объектам и на всем временном отрезке наблюдения привести химические типы рассматриваемых вод.

9. Стр. 111 – Рис. 4.1, в подрисуночной надписи нет объяснения относительно красной линии на диаграммах. Судя по всему, это фоновое значение концентраций элементов в донных отложениях, на что указывает текст в конце стр. 112.

10. Стр. 112 – в тексте: «*В месте впадения р. Вихорева в Усть-Вихоревский залив гидродинамические параметры способствуют осаждению взвешенного материала ...*». Какие именно параметры (мощность, глубина, ширина потока, его скорость, направление движения, уклон дна...)? Хорошо бы расшифровать...

11. Стр. 115 – Рис. 4.2. *Дендрограмма корреляционного анализа микроэлементного состава донных отложений Усть-Илимского водохранилища.* На наш взгляд это дендрограмма кластерного анализа, а не просто корреляционного.

12. Стр. 67 – «Помимо кислородного режима и режима главных ионов, впервые определен микроэлементный...». Что обозначает выражение «режим главных ионов»? Термины «режим» и «мониторинг» не относятся к эпизодическим наблюдениям.

13. Часто встречаются по тексту несогласованные предложения, неправильные окончания слов, слитные слова, грамматические ошибки.

Сделанные замечания не снижают ценность проведенных исследований. В целом работа носит законченный характер. С поставленными задачами диссертант справился. Результаты исследования имеют практическое применение. Основные положения диссертации опубликованы. Содержание автореферата соответствует основным положениям диссертационной работы, представленной к защите. По объёму работы, её теоретическому и практическому уровням, актуальности, новизне и значимости результатов 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», а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.21. – Геоэкология.

Главный научный сотрудник лаборатории геоэкологии и гидрогеохимии
ФГБУН Института природных ресурсов,
экологии и криологии СО РАН,
доктор геолого-минералогических наук
Борзенко Светлана Владимировна
672014 г. Чита, ул. Недорезова, 16а

(3022) 206613

e-mail: svb_64@mail.ru

Научный сотрудник лаборатории геоэкологии и гидрогеохимии
ФГБУН Института природных ресурсов,
экологии и криологии СО РАН,
кандидат геолого-минералогических наук

Чечель Лариса Павловна

672014 г. Чита, ул. Недорезова, 16а

(3022) 206613

e-mail: lpchechel@mail.ru

Мы, Борзенко С.В. и Чечель Л.П., авторы отзыва, даем согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

14 мая 2024 г.

Подпись Борзенко С.В. и Чечель Л.П. авторов отзыва, заверяю

Отзыв заслушан на заседании ученого совета Института 14 мая 2024 г. (Протокол № 3).

