

**ОТЗЫВ**  
официального оппонента  
к.г.н., с.н.с. Онищук Натальи Анатольевны  
на диссертационную работу Долгих Петра Геннадьевича  
**«Геоэкологические особенности химического состава вод и донных отложений Усть-Илимского водохранилища»**,  
представленную на соискание кандидата геолого-минералогических наук по  
специальности 1.6.21 – Геоэкология

**Актуальность:** происходящее в современный период усиление антропогенного воздействия на окружающую среду вызывает необходимость изучения состояния водохранилищ, так как они являются источником питьевой воды и средой для обитания гидробионтов.

**Цели и задачи исследования:** выявить основные факторы, определяющие химический состав вод и донных отложений Усть-Илимского водохранилища на участках в разной степени, подверженных антропогенной нагрузке.

Были поставлены 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.** По результатам испытаний большого числа отобранных проб впервые был получен микроэлементный состав донных отложений Усть-Илимского водохранилища. Изучены формы нахождения потенциально токсичных элементов в донных отложениях Усть-Илимского водохранилища. Показано, что нахождение элементов в подвижных и потенциально подвижных формах в донных отложениях Усть-Илимского водохранилища определяет их роль как вторичного источника загрязнения водной среды.

Дана пространственно-временная динамика гидрохимического состава вод Усть-Илимского водохранилища и р. Вихорева, выделены природные и антропогенные источники поступления загрязняющих веществ. Показано, что микроэлементы антропогенного происхождения поступают в Усть-Илимское водохранилище, в основном, со сточными водами предприятий промышленной зоны г. Братск в р. Вихорева. Выявлено, что техногенное поступление имеет более протяженные потоки рассеяния элементов, чем природное.

**Практическая значимость.** Результаты работы могут быть применены для водопользователей и государственных органов власти при планировании эффективных мер по минимизации негативных экологических последствий для сохранения Усть-Илимского водохранилища.

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, приложения. Объем работы составляет 152 страницы текста. Включая 18 таблиц и 22 рисунка. Список литературы включает 201 наименование. Результаты исследования изложены в полном объеме.

В **первой главе** по литературным данным отражено современное состояние изученности химического состава вод и донных отложений каскада Ангарских водохранилищ. Уделено особое внимание антропогенной эмиссии в водные системы микроэлементов, как приоритетных загрязняющих веществ, включенных в группу наиболее опасных тяжелых металлов. Рассмотрены экологические проблемы, возникающим при создании водохранилищ в мире и в регионе исследования.

Во **второй главе** дана краткая физико-географическая характеристика района исследования. Приведено описание основных промышленных объектов Братской промышленной зоны, расположенной в бассейне водохранилища и оказывающей непосредственное влияние на его эколого-геохимическое состояние. Представлены методы испытаний и применяемые приборы, дана характеристика станций отбора проб.

В **третьей главе** приводятся результаты исследования поверхностных вод р. Вихорева и Усть-Илимского водохранилища. Рассматривается ионный и элементный состав, дана классификация качества вод р. Вихорева и Усть-Илимского водохранилища. Показано, что р. Вихорева испытывает высокую антропогенную нагрузку от поступающих сточных вод Братского промышленного комплекса и является основным источником загрязнения Усть-Илимского водохранилища. По концентрациям биогенных компонентов и кислорода установлено, что качество вод р. Вихорева неудовлетворительное для существования гидробионтов.

По результатам факторного анализа выделены группы элементов характеризующие сточные воды Братского промышленного комплекса. Доказано, что основное загрязнение от Братского промышленного комплекса испытывает Усть-Вихоревский залив Усть-илимского водохранилища.

Распределение биогенных компонентов и микроэлементов в воде Усть-Илимского водохранилища отличается неоднородностью, как во временном, так и пространственном аспекте. Доказано, что снижение антропогенной нагрузки на воды р. Вихорева в последние годы не происходит.

В четвертой главе рассматриваются исследования донных отложений Усть-Илимского водохранилища. В основном составе донных отложений доминирует терригенный материал алюмосиликатного состава. Выделяются участки с повышенными ассоциациями элементов основного состава: д. Дубынино ( $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{TiO}_2$ ), вход в зал. Усть-Вихоревский ( $\text{MgO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ), Ершовское расширение ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ). До максимальных концентраций возрастает S в 5 км ниже впадения Илимской части.

По накоплению микроэлементов в донных отложениях Усть-Илимского водохранилища выделены две зоны, для которых характерны ассоциации микроэлементов с повышенными, относительно условно фоновых, концентрациями. Дана оценка совместных источников поступления и миграционных особенностей поведения элементов, проведен кластерный анализ. Выделено две группы элементов, к первой группе относятся наиболее токсичные тяжелые металлы ( $\text{Cd}$ ,  $\text{Pb}$ ,  $\text{Hg}$ ) и  $\text{As}$ , накопление в донных отложениях которых, в большей степени, отражает деятельность человека. Ко второй – элементы группы железа ( $\text{Fe}$ ,  $\text{Co}$ ,  $\text{Ni}$ ),  $\text{Al}$  и  $\text{Zn}$ .

По результатам фракционного анализа элементов в донных отложениях показано, что в геохимических условиях среды Усть-Илимского водохранилища наиболее подвижными являются  $\text{Cd}$  и  $\text{Mn}$ , потенциально подвижными –  $\text{Hg}$ ,  $\text{Zn}$  и  $\text{Cu}$ , закрепленными –  $\text{Pb}$ ,  $\text{Ni}$ ,  $\text{Al}$ ,  $\text{Cr}$ ,  $\text{As}$ ,  $\text{Co}$  и  $\text{Fe}$ . Высокая доля подвижных и потенциально подвижных форм элементов определяет роль донных отложений водохранилища, как вторичного источника загрязнения водной среды.

#### **Замечания:**

1. Во второй главе и в приложении 1 указано, что в пробах воды определяли фосфат-ион, однако прописана методика ПНД Ф 14.1:2.106-97 для определения массовой концентрации общего фосфора, который обозначается как  $\text{Р}_{\text{общ}}$ . и определение выполняется другим способом. Непонятно, что определялось в пробах воды.

2. В работе на стр. 49 автор ссылается на требования рыбохозяйственного назначения РФ, но ссылка не на российские нормативно-правовые документы, а на статью (Li et al., 2017).

3. На рис 3.11, 3.13 и 5 приводятся результаты исследования ионного и элементного состава в 2004 и 2017 годах, пробы воды отбирались в 2004-2005 и 2014, 2017. Непонятно почему не рассматриваются 2005 и 2014 года. На этих же рисунках заштрихованы две области в обозначениях нет расшифровки.

4. В таблицах и рисунках указаны километры судового хода более правильно было бы указывать расстояние от Братской ГЭС.

5. В разделе степень достоверности и апробации работы указывается, что достоверность результатов обеспечивается получением согласованных результатов при анализе стандартных образцов. Так как, аналитические работы выполнены в Испытательном центре, вероятнее всего, достоверность результатов обеспечивается так же участием в межлабораторных сличительных испытаниях.

6. В заключении к главе 3 указано, что концентрации Mn, Cu, Zn превышают ПДК, но не указано питьевого или рыбохозяйственного назначения.

Сделанные замечания не снижают уровень проведенных исследований, обобщен и систематизирован большой объем данных по химическому составу вод и донных отложений Усть-Илимского водохранилища. Диссертационная работа базируется на фактическом материале. Проведено комплексное исследование не только поверхностной воды Усть-Илимского водохранилища, но и донных отложений. Данные для формулировки защищаемых положений получены на современном аналитическом оборудовании и выполнены высоко квалифицированными сотрудниками. Соискатель проявил себя как специалист высокого уровня выполнил поставленные цели и задачи. Положения, выносимые на защиту соискателем, хорошо обоснованы и доказаны.

Основные положения диссертационной работы изложены в 5 статьях в зарубежных и российских журналах из списка ВАК. Основные положения диссертационной работы представлены на конференциях IX Сибирской конференции молодых учёных по наукам о земле (г. Новосибирск, 2018 г.); VII Всероссийской научно-практической конференции «Современные проблемы водохранилищ и их водосборов» (г. Пермь, 2019 г.); V Всероссийской молодежной научной конференции по геологии и геофизике (г. Улан-Удэ, 2019 г.); Всероссийской конференции молодых учёных «Современные направления развития геохимии» (г. Иркутск, 2018 г., 2022 г. и 2023 г.); V Международной научной конференции «Ресурсы, окружающая среда и региональное устойчивое развитие в Северо-Вост. Азии» (г. Иркутск, 2022 г.).

Представленная диссертационная работа **«Геоэкологические особенности химического состава вод и донных отложений Усть-Илимского водохранилища»** соответствует требованиям и критериям Постановления Российской Федерации от 24 сентября 2013 года №842 «Положение о порядке присуждения ученых степеней» (в редакции от 25 января 2024 года), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор – Долгих Павел Геннадьевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата геоло-минералогических наук по специальности 1.6.21 Геоэкология.

Старший научный сотрудник Федерального государственного  
бюджетного учреждения науки

Лимнологического института Сибирского отделения  
Российской академии наук,

Кандидат географических наук

664033, Иркутск, ул. Улан-Баторская, 3

e-mail: [onischuk@lin.irk.ru](mailto:onischuk@lin.irk.ru), тел. 89501379261

Онищук Н.А.

Я, Онищук Н.А., даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

04 июня 2024 г.

Подпись Онищук Н.А. заверяю:

И.о. Директора ЛИИ СО РАН, д.х.н.



Анненков В.В.