

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.053.01,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТА ГЕОХИМИИ
ИМ. А.П. ВИНОГРАДОВА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ
АКАДЕМИИ НАУК, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЁНОЙ
СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК**

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 19.06.2024 г. № 9

О присуждении Долгих Павлу Геннадьевичу учёной степени кандидата геолого-минералогических наук.

Диссертация «Геоэкологические особенности химического состава вод и донных отложений Усть-Илимского водохранилища», по специальности 1.6.21 – Геоэкология, принята к защите 15 апреля 2024 (протокол № 5) диссертационным советом 24.1.053.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института геохимии им. А.П. Виноградова Сибирского отделения Российской академии наук, 664033, г. Иркутск, ул. Фаворского, стр. 1А, согласно приказу Минобрнауки РФ № 93/нк от 26 января 2023 г.

Соискатель Долгих Павел Геннадьевич, 25 августа 1993 года рождения, в 2017 году окончил Иркутский государственный университет по направлению подготовки 05.04.06 – Экология и природопользование, присуждена степень Магистр. С 2017 по 2020 гг. прошел обучение в очной аспирантуре Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института геохимии им. А.П. Виноградова Сибирского отделения Российской академии наук (ИГХ СО РАН) по направлению подготовки 05.06.01 – Науки о Земле, направленность 25.00.36 – Геоэкология.

Работает младшим научным сотрудником в лаборатории экологической геохимии и эволюции геосистем Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института геохимии им. А.П. Виноградова Сибирского

отделения Российской академии наук. Диссертация выполнена в лаборатории экологической геохимии и эволюции геосистем ИГХ СО РАН.

Научный руководитель – кандидат биологических наук Пастухов Михаил Владимирович, старший научный сотрудник лаборатории экологической геохимии и эволюции геосистем ИГХ СО РАН.

Официальные оппоненты:

Мазухина Светлана Ивановна, доктор геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории междисциплинарных эколого-экономических исследований Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института проблем промышленной экологии Севера – обособленного подразделения Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук» (ИППЭС КНЦ РАН), г. Апатиты;

Онищук Наталья Анатольевна, кандидат географических наук, старший научный сотрудник лаборатории гидрохимии и химии атмосферы Федерального государственного бюджетного учреждения науки Лимнологического института Сибирского отделения Российской академии наук (ЛИН СО РАН), г. Иркутск, **дали положительные отзывы на диссертацию.**

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт природных ресурсов, экологии и криологии Сибирского отделения Российской академии наук (ИПРЭК СО РАН), г. Чита, в своем положительном отзыве, подписанном Михеевым Игорем Евгеньевичем, кандидатом географических наук, директором института природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, Борзенко Светланой Владимировной, доктором геолого-минералогических наук, главным научным сотрудником лаборатории геоэкологии и гидрогеохимии, Чечель Ларисой Павловной, кандидатом геолого-минералогических наук, научным сотрудником лаборатории геоэкологии и гидрогеохимии, указала, что представленная диссертационная работа Долгих П.Г. 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 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».

Соискатель имеет 21 опубликованную работу, в том числе по теме диссертации опубликовано 13 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 5 работ.

Недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах в диссертации отсутствуют; работы соискателя публиковались в таких рецензируемых изданиях, как Проблемы региональной экологии, Вода: химия и экология, Water, IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science, Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов, соискатель является первым автором в 1 публикации по теме диссертации в рецензируемых изданиях.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Полетаева В.И., Пастухов М.В., Бычинский В.А., Долгих П.Г. Биогенные элементы и кислородный режим Богучанского водохранилища в период его заполнения // Проблемы региональной экологии – 2016. – № 5. – С. 64-69.
2. Полетаева В.И., Долгих П.Г., Пастухов М.В. Особенности формирования гидрохимического режима Усть-Илимского водохранилища // Вода: химия и экология. – 2017. – № 10. – С. 11-17.
3. Poletaeva V.I., Pastukhov M.V., **Dolgikh P.G.** Geochemical characteristics of microelement distribution in surface sediments of Ust-Ilimsk Reservoir // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. – 2019. – V. 321: 012042.
4. Poletaeva, V.I., Pastukhov, M.V., **Dolgikh, P.G.** Trace Element Compositions and Water Quality Assessment in the Angara River Source (Baikal Region, Russia) // Water. – 2022. – V. 14: 3564.

5. Долгих П.Г., Полетаева В.И., Пастухов М.В. Условия формирования гидрохимического режима р. Вихорева и Усть-Вихоревского залива (Усть-Илимское водохранилище) // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2024. – Т. 335. – № 3. – С. 92-107.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

к.г.-м.н. **Мальцева Антона Евгеньевича**, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева Сибирское отделение Российской академии наук, г. Новосибирск; к.т.н. **Стефунько Марии Сергеевны**, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем комплексного освоения недр им. акад. Н.В. Мельникова Российской академии наук, г. Москва; д.т.н. **Тимофеевой Светланы Семеновны**, Институт недропользования Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет», г. Иркутск; к.х.н. **Дрогобужской Светланы Витальевны**, Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева – обособленного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук», г. Апатиты; к.г.н. **Юрченко Светланы Григорьевны**, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Тихоокеанский институт географии Дальневосточное отделение Российской академии наук, г. Владивосток; к.г.н. **Шестеркина Владимира Павловича**, Хабаровский федеральный научный центр Институт водных и экологических проблем Дальневосточное отделение Российской академии наук, г. Хабаровск; д.г.-м.н. **Солотчина Павла Анатольевича**, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева Сибирское отделение Российской академии наук, г. Новосибирск; д.г.-м.н. **Алексеева Сергея Владимировича** и д.г.-м.н. **Алексеевой Людмилы Павловны**, Федеральное государственное бюджетное

учреждение науки Институт земной коры Сибирское отделение Российской академии наук, г. Иркутск; д.х.н. **Раднаевой Ларисы Доржиевны**, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Байкальский институт природопользования Сибирское отделение Российской академии наук, г. Улан-Удэ; к.г.н. **Григорьевой Ирины Леонидовны**, Филиал Ивановская научно-исследовательская станция Институт водных проблем Российской академии наук, г. Конаково.

Во всех отзывах на автореферат дана положительная оценка работы, отрицательных отзывов нет. В них отмечается важное теоретическое и практическое значение проведенных экспериментальных работ, вносящих вклад в развитие науки. Отмечается, что автореферат написан грамотным, легко читаемым научным языком и свидетельствует о том, что автору удалось проявить исследовательские и аналитические способности при обобщении и интерпретации полученных результатов. В работе использован большой объем фактического материала, полученный современными аналитическими методами, позволяющий выделить антропогенные и природные источники поступления химических элементов в экосистему Усть-Илимского водохранилища. Впервые для водохранилища установлен химический состав донных отложений и выполнен фракционный анализ, показывающий их роль как вторичного источника загрязнения водной среды. Работа является законченным научным исследованием, защищаемые положения хорошо обоснованы, основные результаты исследования изложены в достаточном количестве публикаций и представлены на российских и международных конференциях. Отмечено, что диссертационная работа Долгих П.Г. выполнена на высоком научно-квалификационном уровне, соответствует паспорту специальности 1.6.21 – Геоэкология и критериям п.9-11, 13 и 14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней».

.В отзывах на автореферат имеются вопросы и критические замечания, которые сводятся к следующему: замечание из отзыва Мальцева А.Е.: в разделе «Формы нахождения микроэлементов» не понятно, куда делась фракция, связанная с сульфидами. Сульфидная фракция выделялась как-то отдельно или

она входит в какую-то другую фракцию (из перечисленных в автореферате)?; замечание из отзыва Тимофеевой С.С. и отзыва Роднаевой Л.Д.: следует отметить отсутствие карт распределения загрязнений в Усть-Илимском водохранилище, которые бы позволили видеть наиболее техногенно-нагруженные участки и принимать управленческие решения при эксплуатации водохранилища.

В отзыве на диссертацию от **ведущей организации** работа охарактеризована положительно, при этом указано в качестве критического замечание: в главе физико-географические условия необходимо было более подробно рассмотреть гидрогеологическое строение района исследований, более наглядно распределение загрязнителей в акватории водохранилища можно было показать с помощью картосхем потоков рассеяния.

В отзыве **официального оппонента Онищук Натальи Анатольевны** в качестве критического замечания указано: в разделе степень достоверности и апробация работы указывается, что достоверность результатов обеспечивается получением согласованных результатов при анализе стандартных образцов. Так как аналитические работы выполнены в Испытательном центре, достоверность результатов обеспечивается участием в межлабораторных сличительных испытаниях.

Выбор официальных оппонентов обосновывается тем, что д.г.-м.н. С.И. Мазухина является известным, высококвалифицированным специалистом в области геохимии вод и донных отложений антропогенно измененных водоемов и прогнозированию развития геоэкологического состояния пресноводных экосистем с применением физико-химического моделирования; к.г.н. Онищук Н.А. – известный специалист в области гидрохимии оз. Байкал и других водных экосистем Байкальского региона, а также химического состава атмосферных осадков. Высокая научная квалификация оппонентов подтверждается их многочисленными публикациями в высокорейтинговых российских и зарубежных изданиях. Выбор ведущей организации обоснован тем, что в лаборатории геоэкологии и гидрогеохимии Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института природных ресурсов, экологии и

криологии Сибирского отделения Российской академии работают высококвалифицированные широко известные специалисты в области геоэкологии и геохимии водных объектов, проводящие крупные комплексные исследования динамики химического состава озерных экосистем и подземных вод под воздействием техногенных и природных факторов. Это подтверждается публикациями коллектива в высокорейтинговых журналах и монографиях.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны принципы оценки современного геоэкологического состояния и техногенного воздействия загрязняющих веществ на экосистему Усть-Илимского водохранилища на основе комплексного изучения химического состава воды и донных отложений;

предложена методология проведения мониторинговых исследований крупной пресноводной экосистемы, находящейся под воздействием техногенных источников поступления потенциально токсичных элементов;

доказано, что приоритетными загрязнителями, поступающими со сточными водами промышленной зоны г. Братск в р. Вихорева и далее в Усть-Илимское водохранилище являются SO_4^{2-} , Cl^- , Na^+ , NH_4^+ , Cr, Mn, Co, Pb, повышенные концентрации HCO_3^- , SO_4^{2-} , Al, Fe, As и Hg в воде р. Вихорева имеют природный и техногенный генезис;

введены обобщающие данные о процессах миграции химических элементов и компонентов в наиболее техногенно нагруженной зоне Усть-Илимского водохранилища (в системе загрязненная сточными водами река Вихорева – Вихоревский залив – русловая часть водохранилища);

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказано увеличение доли мобильных и потенциально мобильных форм элементов в донных отложениях зоны максимального воздействия техногенеза, указывающее на высокую вероятность вторичного загрязнения водной среды. К наиболее подвижным в донных отложениях Усть-Илимского водохранилища относятся Mn и Cd, закрепленным – Al и Pb. Техногенное поступление имеет более протяженные потоки рассеяния элементов, чем природное. В межгодовом

аспекте наблюдается тенденция снижения концентраций Al, As, Cd, Pb и Hg в воде Усть-Илимского водохранилища, что, главным образом, связано сокращением техногенного поступления этих элементов;

изложены результаты впервые проведенных исследований распределения и миграции потенциально токсичных микроэлементов в воде и донных отложениях по всей акватории Усть-Илимского водохранилища;

раскрыты закономерности многолетней динамики загрязнения вод Усть-Илимского водохранилища потенциально токсичными элементами в период снижения техногенной нагрузки (2004–2017 гг.);

изучены процессы распределения и миграции главных ионов, биогенных элементов и микроэлементов в воде Усть-Илимского водохранилища. Определены основные антропогенные и природные факторы, влияющие на увеличение концентраций потенциально токсичных элементов в воде и донных отложениях. Фракционный анализ элементов в донных отложениях показал, что в геохимических условиях среды Усть-Илимского водохранилища наиболее подвижными являются Cd и Mn, потенциально подвижными – Hg, Zn и Cu, закрепленными – Pb, Ni, Al, Cr, As, Co и Fe;

проведена масштабная съемка распределения концентраций потенциально опасных химических элементов в воде и донных отложениях по акватории Усть-Илимского водохранилища, позволяющая дать объективную геоэкологическую оценку существующего состояния этой водной экосистемы, а также определить основные источники поступления загрязняющих веществ.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработана методика комплексного подхода к изучению эколого-геохимического состояния крупных природно-техногенных водоемов, на основе которой, за многолетний период получены данные по накоплению, распределению, мобильности и источникам поступления элементов в воде и донных отложениях Усть-Илимского водохранилища. Результаты исследований послужат основой для планирования мониторинговых работ, крайне необходимых в период индустриального развития и будут актуальны для

водопользователей и государственных органов власти при планировании эффективных мер по минимизации негативных экологических преобразований, вызванных прошлой и настоящей хозяйственной деятельностью;

определены концентрации потенциально токсичных элементов и источники в воде и донных отложениях Усть-Илимского водохранилища;

создана база данных по содержанию химических элементов в воде и донных отложениях Усть-Илимского водохранилища. Полученный массив данных послужит основой для сравнительной характеристики происходящих изменений в этой водной экосистеме при проведении дальнейших геоэкологических мониторинговых работ;

представлены репрезентативные данные по распределению и пространственно-временной динамике концентраций химических элементов и компонентов в воде акватории Усть-Илимского водохранилища, позволившие выделить экологически неблагоприятные зоны водоема. Результаты исследований переданы в Министерство экологии и природных ресурсов Иркутской области и Ангаро-Байкальское территориальное управление Росрыболовства.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ достоверность результатов исследования обеспечена большим объемом фактического материала (904 пробы поверхностных и придонных вод и 158 проб донных отложений Усть-Илимского водохранилища), отобранного в 2004, 2005, 2014 и 2017 гг., использованием комплекса современных аналитических методов для определения состава природных сред, межлабораторными сличительными испытаниями и получением согласованных результатов при анализе стандартных образцов. Исследования проведены в аккредитованном Аналитическом отделе ЦКП «Изотопно-геохимических исследований» ИГХ СО РАН.

теория построена на полученных и проверяемых данных по содержанию и распределению химических элементов в воде и донных отложениях Усть-Илимского водохранилища и согласуется с опубликованными результатами

отечественных и зарубежных исследователей по проблемам загрязнения и современной эволюции пресноводных экосистем;

идея диссертационной работы базируется на получении новых знаний об основных факторах, определяющих химический состав вод и донных отложений Усть-Илимского водохранилища на участках в разной степени подверженных антропогенной нагрузке;

использованы современные методы химического анализа вещества: масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой с применением масс-спектрометра ELEMENT-2, атомно-абсорбционной спектрометрии, с применением ртутного анализатора РА-915 с приставками РП-92 и ПИРО-915+, атомно-абсорбционных спектрометров Perkin-Elmer AAnalyst-200 и AAnalyst-800; пламенной фотометрии, спектрофотометрии, гидрохимического анализа, рентгенофлуоресцентный анализ (РФА) с использованием волнодисперсионного спектрометра S4 Pioneer (Bruker AXS). Для изучения форм нахождения элементов в донных осадах использовали метод (Кузнецов, Шимко, 1990), который является модификацией методики, предложенной (Tessier et al., 1979), для Hg использована методика (Bloom et al., 2003).

установлено, что выявленные автором закономерности миграции и накопления химических веществ в абиотических средах Усть-Илимского водохранилища подтверждают и дополняют результаты, представленные в независимых источниках по тематике исследований, углубляют понимание геохимического циклов химических элементов и компонентов в пресноводных природно-техногенных экосистемах.

Личный вклад соискателя: автор лично участвовал в формулировке целей и задач исследования, отборе проб воды и донных отложений Усть-Илимского водохранилища в 2014 и 2017 гг., подготовке проб для химического анализа, определении форм нахождения тяжелых металлов и мышьяка в донных отложениях, обработке и интерпретации результатов химического анализа, обобщении полученных данных, подготовке иллюстративных материалов, представлении полученных результатов на научных мероприятиях и подготовке публикаций.

В ходе защиты диссертации членами диссертационного совета были высказаны замечания, носившие технический или рекомендательный характер, с которыми соискатель согласился. Соискатель Долгих П.Г. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию.

На заседании 19 июня 2024 г. диссертационный совет принял решение за вклад в развитие геолого-минералогических наук и смежных отраслей присудить Долгих Павлу Геннадьевичу учёную степень кандидата геолого-минералогических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 5 докторов наук по специальности 1.6.21 – Геоэкология, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали за – 17, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель
диссертационного
совета, д.г.-м.н.

Александр Борисович Перепелов

Ученый секретарь
диссертационного
совета, к.х.н.



Алена Андреевна Амосова

20 июня 2024 г.