

## ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертацию Розы Андреевны Ложкиной «Пространственно-временное распределение и биологические эффекты металлов и металлоидов в Рыбинском водохранилище» представленную на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.16 - Гидробиология

Рост промышленной деятельности человека за последние 100 лет привел к тому, что в окружающую среду поступило избыточное количество различных химических элементов. Некоторые из этих элементов (в первую очередь тяжелые металлы и металлоиды) при определенных концентрациях в компонентах экосистем могут оказывать токсический эффект на живые организмы. Причем концентрации, при которых следует ожидать силу эффекта, для ряда элементов до сих пор точно не установлены или носят дискуссионный характер.

Строительство Волжского каскада водохранилищ, привело к тому, что твердый материал, поступающий с водосбора, осаждается в водохранилищах, накапливается и удерживается в течении длительного времени. Химический состав осадков Волжских водохранилищ отражает уровень антропогенного влияния на экосистемы их водосборных бассейнов и может быть индикатором потенциальной опасности для гидробионтов и местного населения. Особый интерес в этом плане представляет Рыбинское водохранилище – водохранилище озерного типа в Волжском каскаде.

Перед тем как дать подробную характеристику диссертации, хочу отметить, что Р.А. Ложкина взялась за сложную комплексную работу, и с успехом ее завершила. Тема работы, ее цель и поставленные задачи характеризуют автора как высококвалифицированного и разносторонне развитого специалиста. Мультидисциплинарный подход, используемый в работе, требует от автора знаний, умений и навыков из разных областей биологии, экологии и химии, которые Роза Андреевна с успехом показывает. Диссертация Розы Андреевны, является законченным исследованием с внутренним логичным единством, обладает теоретическим и практическим значением.

Диссертация представляет собой рукопись объемом 182 стр. Работа имеет общепринятую рубрикацию и состоит из введения, пяти глав, выводов, списка литературы и приложения. В списке литературы 281 источник, 121 из которых на английском языке. Текст дополнен 32 таблицами и 21 рисунком.

Во введении автор указывает, что загрязнение пресных водоемов глобальная проблема, при этом негативное воздействие тяжелых металлов на компоненты экосистем остаются малоизученными, не говоря уже о комплексной оценке их воздействия.

Основной целью работы было изучить биологические эффекты воздействия металлов и металлоидов, содержащихся в воде и донных отложениях Рыбинского водохранилища на гидробионтов разных экологических и трофических групп.

Впервые показана связь между результатами биотестирования токсичности донных отложений и воды Рыбинского водохранилища с распределением токсичных элементов на территории водоема. Полученные результаты расширяют представления о геохимическом поведении тяжелых металлов в условиях с различной степенью антропогенной нагрузки.

Теоретическая значимость работы заключается в том, что ее результаты расширяют представление о закономерностях миграции металлов и металлоидов в экосистемах равнинных водохранилищ и способствуют лучшему пониманию условий формирования зон хронической и острой токсичности в водоемах.

Исследование имеет важное практическое значение, его результаты могут быть использованы при прогнозировании последствий антропогенных загрязнений окружающей среды.

Работа апробирована на российских конференциях с международным участием. По теме диссертации опубликовано 10 работ, из них 4 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК РФ при защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук (включая 3 статьи в журналах, индексируемых в Web of Science Core Collection и/или Scopus).

В Главе 1 приводится подробный обзор литературы по теме исследования. Дается краткая физико-химическая характеристика исследуемых элементов. Анализируются источники различных элементов в окружающую среду. Детально рассматриваются уровни содержания тяжелых металлов и металлоидов в воде и донных отложениях водных объектов разных регионов. Отдельно упоминаются принятые в России и других странах (США, страны Европейского союза) нормативы, а также рекомендации ВОЗ по содержанию отдельных элементов в воде и донных отложениях. Дается описание биологических эффектов, которые оказывают разные тяжелые металлы на живые организмы.

В Главе 2 автор описывает физико-географические особенности района исследования, особенности гидрохимического режима водохранилища. Глава дает хорошее представление о методической основе работы.

Собственно результаты исследования изложены в трех следующих главах.

В Главе 3 приводятся результаты многолетних исследований концентраций тяжелых металлов в воде и донных отложениях Рыбинского водохранилища. Автор использует как собственные данные, так и данные, полученные ранее другими специалистами. Показана многолетняя динамика содержания различных форм металлов. Содержание ТМ сравнивается с ПДК, принятыми в РФ и других странах. Приводятся расчеты геохимических индексов для оценки степени антропогенного влияния на экосистему водохранилища.

Глава 4 посвящена результатам, полученным при оценке токсичности воды и донных отложений Рыбинского водохранилища на гидробионтов. По многолетним данным биотестирования отмечена тенденция к улучшению качества воды. Показано, что токсичность воды в Рыбинском водохранилище не равномерна – наиболее загрязненным является Шекснинский плес. Экспериментально подтверждено тератогенное действие донных отложений на личинок хирономид. Отмечены элементы, которые влияют на репродуктивные показатели и гибель ветвистоусого рачка *Ceriodaphnia affinis*.

В Главе 5 исследуется пространственное распределение ртути в мышцах леща на территории Рыбинского водохранилища. Установлено, концентрация ртути в мышцах отличается между особями, выловленными в разных плесах водохранилища. Обсуждаются факторы, определяющие выявленное пространственное варьирование концентраций ртути в леще.

К рецензируемой работе, как и к любому другому большому исследованию, есть ряд замечаний и вопросов.

Обращают на себя внимание логически не корректные названия Глав 3 и 4. Названия сформулированы слишком обобщенно и преувеличивают генеральные совокупности объектов исследования. Так, Глава 3 называется «СОДЕРЖАНИЕ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТАЛЛОВ И МЕТАЛЛОИДОВ В РЫБИНСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ» возникает ощущение, что исследованы все компоненты экосистем водоема. По факту представлены данные по воде и донным отложениям, что и нужно было отобразить в названии. Название Главы 4 «БИОЛОГИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ МЕТАЛЛОВ И МЕТАЛЛОИДОВ НА ГИДРОБИОНТОВ» звучит будто бы изучены все возможные токсические эффекты на все разнообразие пресноводных организмов. При этом была исследована токсичность воды для ветвистоусых рачков и донных отложений для личинок хирономид.

На карте-схеме Рыбинского водохранилища (стр. 180, рис.1) точками отмечены только 20 станций из 47 перечисленных в списке станций отбора проб (стр.177, табл.1). Кроме того, надписи на рисунке 1 неразборчивые. Хочется наглядно представлять район исследования и расположение основных станций. Приведенных в Приложении координат (стр. 177, табл. 1) недостаточно.

Описание объектов исследования вынесено в приложение, в результате чего раздел 2.2 занимает 12 строчек. Целесообразнее было бы информацию в приложении перенести в текст главы.

Глава 3. В тексте никак не обсуждаются причины, вызвавшие снижение концентрации Cd, Zn и Pb в донных отложениях Рыбинского водохранилища в 2015 и 2016 годах (согласно табл. 8, стр. 59)

В названиях таблиц 12 и 13 (стр. 69 и 72, соответственно) написано, что в них показана связь концентраций металлов с «гранулометрическими характеристиками» донных отложений. При этом в таблицах помимо собственно гранулометрических характеристик (содержание частиц различного размера) приводятся корреляция с физическими (плотность и влажность) и химическими (содержание органического углерода) свойствами ДО. При этом единицы измерения указаны только для содержания частиц разных фракций (%).

Глава 4. Ни в тексте, ни в приложении не приводятся концентрации элементов, упоминаемых в статистических расчетах. Автор пишет, что наибольший вклад в токсичность воды вносят стронций, мышьяк, литий и т.д, однако не ясно, насколько много или мало этих элементов содержится в исследуемых образцах воды.

На стр. 100 автор, пишет, что небольшое снижение линии тренда свидетельствует о стабильном загрязнении ДО Рыбинского водохранилища. Такая формулировка не совсем корректна. Все-таки о стабильной негативной экологической ситуации на водохранилище свидетельствует не линия тренда, а результаты регрессионного анализа.

Глава 5. При оценке накопления ртути в пищевых сетях за модельный объект выбран лещ. Целесообразно было бы дополнительно исследовать и хищные виды (окунь, щука и др.), занимающие верхние позиции в трофической сети и накапливающие в мышцах большое количество ртути и лучше отражающие экологическую ситуацию в водных экосистемах. С учетом того, что даже в условиях повышенного содержания ртути в



окружающей среде концентрация ртути в мышцах у леща низкая по сравнению с другими видами рыб.

В табл. 31 (стр. 129) приводятся значения коэффициента корреляции между концентрацией ртути в мышцах леща и биомассой/численностью планктона. Данные по планктону взяты из статьи В.И. Лазаревой, опубликованной в 2010 г., при этом лещ был отловлен в 2016 и 2019 гг (табл. 27, стр. 121). Подобное объединение результатов исследований, выполненных в разные годы не корректно, так как структура планктонного сообщества могла за это время измениться.

Автор делает вывод (вывод 5), что «Высокие концентрации ртути в мышцах леща статистически значимо связаны с увеличением ее содержания в кормовых объектах (личинках хирономид) ...». Однако в таблице 34 (стр.132) показано, что максимальное содержание ртути выявлено у хирономид из Шекснинского плеса, а минимальное в Моложском. Максимальные концентрации ртути в мышцах окуня, напротив, отмечаются в Моложском плесе. Возникшее противоречие автор никак не объясняет.

Однако, все вопросы и замечания не снижают высокую оценку работы Ложкиной Р.А. Представленная диссертационная работа – законченное научное квалификационное исследование, в ходе которого автор успешно решил поставленные задачи и достиг поставленной цели. Результаты работы расширяют представления о поведении тяжелых металлов и металлоидов в окружающей среде, особенностях их воздействия на живые организмы. Основной объем данных получен автором лично или в коллективе с ее участием, а обработка и анализ материала проводились ей самой, что не вызывает сомнений в авторстве работы. Достоверность результатов работы не вызывает сомнений, так как основана на корректном использовании лабораторных и статистических методов и грамотной интерпретации полученных данных.

Автореферат полностью соответствует тексту диссертации.

Диссертационная работа Розы Андреевны Ложкиной «Пространственно-временное распределение и биологические эффекты металлов и металлоидов в Рыбинском водохранилище» полностью соответствуют требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям (п.п. 9–11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ №842 от 24 сентября 2013 г.), а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.16 – гидробиология.

Иванова Елена Сергеевна  
кандидат биологических наук  
по специальности 1.5.15 – Экология  
(03.02.08 – Экология (биология))  
ведущий научный сотрудник Федерального  
государственного бюджетного образовательного  
учреждения высшего образования  
Череповецкий государственный университет  
162600, Россия, Вологодская обл., г. Череповец, пр-т Луначарского  
Тел. 8-921-135-95-25; E-mail: [esivanova@chsu.ru](mailto:esivanova@chsu.ru)



Я, **Иванова Елена Сергеевна**, даю согласие выступить официальным оппонентом по диссертации **Ложкиной Розы Андреевны** на тему "**Пространственно-временное распределение и биологические эффекты металлов и металлоидов в Рыбинском водохранилище**", представленной на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.16. – гидробиология.

#### СВЕДЕНИЯ ОБ ОППОНЕНТЕ

1. Ученая степень, ученое звание, отрасль науки, по которой защищена диссертация: кандидат биологических наук, биологические науки, экология.
2. Место работы (полное наименование организации): Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Череповецкий государственный университет»
3. Сокращенное наименование организации: Череповецкий государственный университет
4. Почтовый адрес организации с указанием индекса: 162600, Россия, Вологодская обл., г. Череповец, пр-т Луначарского, д. 5
5. Адрес официального сайта в сети Интернет: <https://www.chsu.ru/universitet/>
6. Наименование структурного подразделения: Факультет биологии и здоровья человека
7. Должность: ведущий научный сотрудник
8. Телефон с указанием кода города: 8 (8202) 55-57-78
9. Адрес электронной почты: [esivanova@chsu.ru](mailto:esivanova@chsu.ru)
10. Список основных публикаций по профилю оппонируемой диссертации в рецензируемых научных изданиях за последние 5 лет (не более 15):

1. Ivanova, E., Eltsova, L., Komov, V., Borisov, M., Tropin, N., Borboshova, S., Rumiantseva, O., Petrova, V., & Udodenko, Y. (2022). Assessment of the consumptive safety of mercury in fish from the surface waters of the Vologda region in northwestern Russia. *Environmental geochemistry and health*, 10.1007/s10653-022-01254-4. Advance online publication. <https://doi.org/10.1007/s10653-022-01254-4>
2. Udodenko, Y.G., Robinson, C.T., Chojijil, J., Badrakh R., Munkhbat J., Ivanova E.S., Komov V.T. Mercury levels in sediment, fish and macroinvertebrates of the Boroo River, northern Mongolia, under the legacy of gold mining. *Ecotoxicology* (2022). <https://doi.org/10.1007/s10646-021-02502-6>
3. Poddubnaya N.Y., Salkina G.P., Eltsova L.S., Ivanova E.S., Oleynikov A.Y., Pavlov D.D., Kryukov V.K., Rummyantseva O.Y. Mercury content in the Siberian tiger (*Panthera tigris altaica* Temminck, 1844) from the coastal and inland areas of the Russia. *Sci Rep.* 2021 Mar 25;11(1):6923. doi: 10.1038/s41598-021-86411-y. PMID: 33767302; PMCID: PMC7994837.
4. Udodenko, Y.G., Prokin, A.A., Seleznev, D.G., Sazhnev A. S., Ivanova E.S. Mercury Content in Water Beetles (Coleoptera: Dytiscidae, Hydrophilidae) of Different Size Classes. *Inland Water Biol*13, 684–690 (2020).
5. Klimova Y.S., Chuiko G.M., Pesnya D.S., Ivanova E.S. Biomarkers of Oxidative Stress in Freshwater Bivalve Mollusks (Review). *Inland Water Biol* 13, 674–683 (2020).
6. Gremyachikh V. A., Kvasov D. A., Ivanova E. S. (2019). Patterns of mercury accumulation in the organs of bank vole *Myodes glareolus* (Rodentia,



- Cricetidae)//Biosystems Diversity. 27(4):329-333 DOI: 10.15421/011943 (<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43240257>)
7. Udodenko Yu.G., Seleznev D.G., Prokin A.A., Ivanova E.S., Zemlyanukhin A.I. (2019) Mercury accumulation in adults of two large species of diving beetles (Coleoptera: Dytiscidae) //Russian Entomol. J. Vol.28. No.1. P.23–29. doi: 10.15298/rusentj.28.1.04
  8. Klimova, Y.S., Chuiko, G.M., Gapeeva, Pesnya D. S., Ivanova, E. I. The Use of Oxidative Stress Parameters of Bivalve Mollusks *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771) as Biomarkers for Ecotoxicological Assessment of Environment. *Inland Water Biol* 12, 88–95 (2019). <https://doi.org/10.1134/S1995082919060063>
  9. Тропин Н. Ю., Борисов М. Я., Угрюмова Е. В., Комарова А.С., Иванова Е.С. Содержание ртути в мышечной ткани речного окуня (*Perca fluviatilis* (L.)) крупных водоемов Вологодской области // Токсикологический вестник. – 2019. – № 2(155). – С. 53-58.
  10. Pesnya D. S., Romanovsky A V., Klimova Y. S., Fedorov R A., Ivanova E. S. (2018). Effect of sodium chloride on oxidative stress biomarkers of the freshwater bivalve *Anodonta cygnea*. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 9(2), 135-140. doi:10.15421/021820
  11. Guseva M.A., Ivanova E.S., Komov V.T. On the Relationship between Hair Mercury Concentrations and Cardiovascular Diseases (based on the example of the Vologda Region). *Public Health and Life Environment – PH&LE*. 2023;31(5):52-59. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2023-31-5-52-59>
  12. Иванова Е.С., Румянцева О.Ю., Заверткина А.С., Буева А.Е., Елизарова А.С. Изотопный состав волос населения Вологодской области в зависимости от условий проживания и питания // Самарский научный вестник. 2021 Т. 10, № 4 С. 46–50. DOI: 10.17816/snv2021104107.
  13. Rumiantseva, O., Ivanova, E. & Komov, V. High variability of mercury content in the hair of Russia Northwest population: the role of the environment and social factors. *Int Arch Occup Environ Health* (2021). <https://doi.org/10.1007/s00420-021-01812-w>
  14. Шувалова О.П., Иванова Е.С., Комов В.Т. Потребление рыбы, содержание ртути в волосах и риск развития сердечно-сосудистых заболеваний у жителей Вологодской области (северо-запад России) // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2021. №4. Публикация 3-9. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2021-4/3-9.pdf>. DOI: 10.24412/2075-4094-2021-4-3-9
  15. Ivanova, E.S., Shuvalova, O.P., Eltsova, L.S. et al. Cardiometabolic risk factors and mercury content in hair of women from a territory distant from mercury-rich geochemical zones (Cherepovets city, Northwest Russia). *Environ Geochem Health* (2021). <https://doi.org/10.1007/s10653-021-00939-6>

Ведущий научный сотрудник

Факультет биологии и здоровья человека

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Череповецкий государственный университет»

Кандидат биологических наук

Иванова Елена Сергеевна

Подпись Ивановой  
22.06.2023 г.

Начальник УП Гусева

