

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора биологических наук,
Волковой Ирины Владимировны, на диссертационную работу

Стецюк Александры Петровны

**«Биогеохимические и экотоксикологические
характеристики ртути в Чёрном море»**,

представленную на соискание ученой степени кандидата
биологических наук по специальности 1.5.16 – Гидробиология
(биологические науки)

Актуальность темы исследования. Широкая распространённость ртути в окружающей среде, её способность накапливаться в морских экосистемах и значительное токсическое воздействие на гидробионты, даже при низких концентрациях, делает изучение её биогеохимических и экотоксикологических характеристик в Чёрном море крайне актуальным. Ртуть – это высокотоксичный тяжелый металл со сложной биогеохимией, способный мигрировать и трансформировать в различных компонентах окружающей среды. Следовательно, мониторинг уровней содержания, распределения, миграции ртути в воде, гидробионтах и донных отложениях, оценка потоков ртути в донные отложения, выявление экологических последствий воздействия ртути на компоненты экосистемы Чёрного моря, имеют значительную научную и практическую ценность для разработки мероприятий по охране окружающей среды и снижению уровня загрязнения.

Уровень аккумуляции и токсического действия ртути на окружающую среду определяется разнообразием форм её существования и способностей миграции и трансформации в различных компонентах окружающей среды. Не вызывает сомнений актуальность исследований, направленных на изучение концентрирования ртути во взвешенном веществе, гидробионтах и донных отложениях Чёрного моря.

Научная новизна исследований и результатов, сформулированных в диссертационной работе. В работе приведены количественные оценки способности взвешенного вещества накапливать ртуть, разработка методологии нормирования потоков поступления ртути в толщу донных осадков. Продемонстрирована реализация концепции устойчивого развития акваторий в отношении загрязнения ртутью на примере ялтинского региона, в результате которой получено количественное значение допустимого поступления ртути в приустьевую зону.

Значимость результатов диссертационной работы для науки и практики. Теоретическая значимость работы заключается в том, что полученные данные являются фундаментальными для проведения исследований по воздействию ртути на различные компоненты. Прогнозирование миграции ртути по трофическим цепям и оценка долгосрочных эффектов воздействия ртути на морские экосистемы способствуют развитию моделей устойчивости экосистем к загрязнению. Разработанная теоретическая база для обоснования концепции устойчивого развития рекреационной зоны города Ялта позволяет учитывать факторы загрязнения ртутью при планировании развития аналогичных территорий. Практическая значимость заключается в выявлении объектов для биомониторинга, что способствует к созданию эффективных методов отслеживания уровней загрязнения ртутью. Результаты исследований могут быть использованы для сравнительной оценки загрязнения ртутью различных акваторий, оценки риска токсичности ртути и как основа при разработке рекомендаций и мероприятий по снижению уровня загрязнения.

Степень обоснованности научных положений и выводов, сформулированных в диссертации. Обоснованность научных результатов, основных положений и выводов, сформулированных в диссертации, а также их достоверность, не вызывает сомнений и подтверждается объёмом исследованного материала и проведённых исследований, а также

статистическим анализом экспериментальных данных. Результаты исследований отражены в статьях, прошедших рецензирование высокопрофессиональными специалистами в области исследований ртутного загрязнения экосистем. Результаты работы опубликованы в 10 научных публикациях, в том числе имеется 8 публикаций в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК Российской Федерации.

Структура и содержание работы. Диссертационная работа изложена на 172 страницах машинописного текста, состоит из введения, шести глав, заключения, выводов и списка литературы. В список литературы включены 167 источников, в том числе 69 на иностранном языке. Работа иллюстрирована 64 рисунками и содержит 12 таблиц.

Во введении диссертантом обоснована актуальность исследования и степень разработанности темы, сформулированы цели и задачи диссертационной работы, описаны научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, а также приведены основные положения, выносимые на защиту. Даны сведения о степени достоверности исследования и апробации результатов.

В главе 1 Литературный обзор приведены химические свойства и формы нахождения ртути в природных водах, источники поступления ртути в окружающую среду, сведения о биогеохимическом цикле и экотоксикологии ртути в морской среде.

В главе 2 Материалы и методы исследования представлена информация о районах исследования, приведён объём обработанного материала, дано описание объектов, методов исследования, статистической обработки результатов.

В результате проведенного исследования были отобраны пробы морской воды, взвешенного вещества, донные осадки, органы *Scorpaena porcus* Linnaeus, 1758. Для решения задач биологического тестирования качества морской среды

были использованы монокультуры морских и пресноводных одноклеточных и многоклеточных водорослей.

В главе 3 Распределение и концентрирование ртути в живых и косных компонентах Чёрного моря приведены результаты определения концентрации ртути в морской воде и взвешенном веществе (раздел 3.1), в *Scorpaena porcus* (раздел 3.2) а также ранжирование коэффициентов накопления ртути (раздел 3.3).

В главе 4 Экотоксикологические и эквидозиметрические исследования приведены результаты модельных экспериментов по воздействию различных концентраций ртути на микро- и макрофитов и их фотосинтез (разделы 4.1 и 4.2), а также изучено токсическое воздействие ртути на черноморскую зеленую многоклеточную водоросль — *Ulva rigida* C. Agardh. и эквидозиметрическая оценка этого влияния (раздел 4.3).

В главе 5 Биогеохимические характеристики самоочищения донных осадков показано распределение ртути в донных осадках, рассчитана геохронология ртути и определены её потоки на примере Севастопольской бухты (разделы 5.1 и 5.2).

В главе 6 Реализация концепции устойчивого развития в отношении ртути на примере рекреационного побережья города Ялта на примере приустьевой зоны реки города Ялта продемонстрирована разработка методологии реализации концепции устойчивого развития акваторий в условиях, когда снижение качества вод в отношении загрязнения ртутью не превышает их способность к самоочищению в результате биогеохимических процессов.

В заключении автором обобщены полученные результаты, где подведены основные научные итоги диссертации.

Выводы содержат 6 положений, которые в целом являются логичным и вытекают из содержания работы и хорошо согласуются с целью, поставленными задачами и основными положениями, выносимыми на защиту.

Диссертация написана хорошим научным языком и представляет собой законченное научное исследование. Автореферат соответствует диссертационной работе и достаточно полно отражает её содержание и сущность.

После ознакомления с диссертацией и авторефератом к соискателю имеются вопросы и замечания.

1. На стр. 12 автором указано, что «по теме диссертации опубликовано 29 научных работ, из них статей в рецензируемых научных журналах — 10, в том числе 5 статей входят в базы WoS и/или Scopus. Статей в сборниках материалов конференций — 11, тезисов докладов конференций — 8» Однако, в автореферате приводятся лишь 10 работ, опубликованных по теме диссертации: 5 статей, входящих в базу Scopus и 5 публикаций в рецензируемых изданиях.
2. При написании главы 2 Материалы и методы, автор сообщает на стр. 40: «Объектами исследования служили морская вода, взвешенное вещество морской воды, культуры морских одноклеточных водорослей: *Chlorella vulgaris* Beijer., *Phaeodactylum tricornutum* Bohlin, *Dunaliella salina* Teod., *Platymonas viridis* Rouch., многоклеточная водоросль *Ulva rigida*, донные осадки Чёрного моря. И только в разделе 2.2.1.3 на стр. 46 упоминается еще один объект исследования: *Scorpaena porcus*.
3. В разделах 2.2.1 и 2.3.1 отсутствуют ссылки на методы.
4. В работе имеется очень объемная таблица (таблица № 3.1 на стр. 67), которую более уместно было бы вынести в Приложение.

5. Соискатель отмечает, что «существенной связи между концентрацией ртути в печени и жабрах в зависимости от возраста рыб не установлено» (ст. 87). Какими причинами объясняется такое явление? Можно ли сравнить с другими районами Черного моря и выявлено ли подобное отсутствие связи у других авторов?
6. На стр. 82 указано «Исследование содержания ртути в тканях ерша показало, что концентрация ртути в тканях рыб из б. Карантинной выше, чем в других бухтах», однако на стр. 92 указано «Более высокие концентрации ртути, как и коэффициентов накопления ртути в печени и жабрах всех рыб бухты Стрелецкой в сравнении с органами рыб из других бухт». Как можно объяснить данную специфичность накопления по бухтам? Какие антропогенные источники провоцируют достаточно высокую концентрацию ртути в тканях рыб из б. Карантинной?
7. В 6 выводе автор говорит «концепции устойчивого развития акваторий по фактору загрязнения морской среды ртутью, базирующаяся на соблюдении баланса между снижением качества вод в результате их антропогенного загрязнения Hg и самоочищения акваторий за счет природных биогеохимических процессов», но не дает фактической рекомендации с указанием допустимого поступления ртути в её приустьевую зону (согласно результатам оно не должно превышать для Hg — $0,546 \text{ кг} \cdot \text{год}^{-1}$).

Кроме того, в диссертационной работе имеются незначительные технические погрешности и опечатки, что в целом не снижают всех достоинств диссертации и научную значимость представленной работы и не ставят под сомнение обоснованность научных положений и выводов.

Заключение. Диссертация «Биогеохимические и экотоксикологические характеристики ртути в Чёрном море», представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, в которой содержится

решение задач, имеющих существенное значение для гидробиологии и экологии за счет возможности использования полученных результатов по концентрированию ртути во взвешенном веществе, гидробионтах и донных отложениях Чёрного моря, для разработки методологии нормирования потоков поступления ртути в толщу донных осадков по их датировке и коэффициентам накопления. Диссертация соответствует критериям, установленным в пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», установленного правительством РФ №842 от 24.09.2013 г. «О порядке присуждения учёных степеней» (в ред. от 16.10.2024), предъявляемым ВАК Минобрнауки России к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а её автор, **Стецюк Александра Петровна**, заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.16 – Гидробиология.

«6» июня 2025 г.

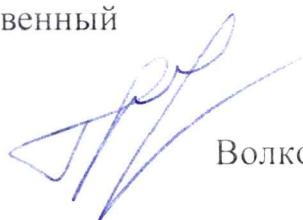
Официальный оппонент:

Профессор, заведующий кафедры

«Гидробиология и общая экология»

ФГБУ ВО «Астраханский государственный
технический университет»

доктор биологических наук, доцент



Волкова Ирина Владимировна

414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 16,

кафедра «Гидробиология и общая экология»

Федерального государственного бюджетного образовательного

учреждения высшего образования «Астраханский государственный

технический университет»,

Тел. +79086106407, E-mail: gridasova@mail.ru

Подпись И.В. Волковой удостоверяю:

