ОТЗЫВ

официального оппонента д.б.н. Фатимы Артемовны Бичкаевой
на диссертацию Румянцевой Ольги Юрьевны
«Роль экологических факторов и рациона в накоплении ртути у населения Северо-Запада России (на примере Вологодской области)»,
представленную на соискание ученой степени кандидата биологических наук
по специальности 1.5.15. Экология (биологические науки)

Актуальность исследования

Ртуть, и особенно ее органическая форма (метилртуть), представляет опасность для всех живых организмов, прежде всего, за счет способности накапливаться в трофических цепях. Из всех биосубстратов человека, используемых для определения ртути, большой интерес привлекают волосы в связи с лёгкостью отбора образцов, удобностью транспортировки и хранения. Несмотря на многочисленные зарубежные исследования, на территории России работы, комплексно связывающие содержание ртути в биомаркере (волосах) с географическими особенностями территорий и оценке рациона изотопным методом носят фрагментарный характер. Выбор Вологодской области в качестве модельного региона, обладающего значительной гетерогенностью природных условий (западные заболоченные районы с большим количеством озер и восточные районы с развитой речной сетью) и наличием крупного промышленного центра, позволяет решить важную задачу дифференциации вклада различных факторов, влияющих на накопление ртути.

В связи с этим диссертационная работа Румянцевой О.Ю., заключающаяся в определении влияния экологических факторов и рациона на поступление ртути в организм человека по содержанию металла в волосах населения Северо-Запада России (на примере Вологодской области), несомненно, является актуальной.

Научная новизна, теоретическая и практическая значимость

результатов диссертации.

Научная новизна работы заключается в том, что автором впервые на обширном фактическом материале (1643 пробы) проведено комплексное исследование накопления ртути в волосах у населения Вологодской области с учетом от природно-географических и социально-поведенческих факторов. Принципиально новым является применение метода изотопной масс-спектрометрии ($\delta^{15}N$, $\delta^{13}C$) для верификации источника ртути, позволившее доказать, что основным вектором поступления металла служит потребление рыбы. Впервые для региона охарактеризован изотопный состав волос различных демографических групп и установлены его взаимосвязи с частотой потребления рыбы и возрастом.

Теоретическая значимость исследования состоит в углублении представлений о биогеохимической миграции ртути в наземных и водных экосистемах, роли природных факторов (озерность, заболоченность) на поступление этого металла в организм человека. Полученные результаты вносят вклад в развитие трофической экологии, демонстрируя эффективность использования стабильных изотопов для реконструкции пищевых рационов населения.

Практическая значимость работы определяется возможностью использования результатов для оптимизации системы экологического и социально-гигиенического мониторинга в регионе. Выявленные территории риска (западные районы области) и группы риска (активные потребители рыбы) позволяют адресно проводить профилактические мероприятия. Материалы диссертации могут быть использованы при разработке рекомендаций по безопасному потреблению рыбы и включены в учебные курсы для студентов биологических и экологических специальностей.

Таким образом, можно заключить, что полученные результаты имеют существенную научную новизну, высокую теоретическую и практическую значимость, и вносят новый вклад в понимание роли природных (ландшафтно-геохимических) и трофических факторов в формировании ртутной нагрузки

на организм человека, а также в разработку методологии экологического мониторинга с использованием изотопного анализа.

Кроме того, выявленные в результате проведённого исследования повышенные концентрации ртути в волосах жителей западных районах Вологодской области вызывают тревогу и диктуют необходимость усиления контроля над их концентрацией в воздухе, почве, воде, продуктах питания и проведения мероприятий по снижению риска для здоровья населения.

Степень достоверности и обоснованности научных результатов, положений и выводов.

Обоснованность результатов обеспечена репрезентативным объемом выборки (1643 образца волос), с использованием современных и сертифицированных методов анализа (атомно-абсорбционная спектрометр с пиролитической приставкой, изотопная масс-спектрометрия), а также корректным применением методов статистической обработки данных. Логика исследования выстроена четко: от выявления пространственных закономерностей накопления ртути к анализу демографических и поведенческих факторов (частота потребления рыбы и курение) и, к верификации источника поступления металла с помощью изотопного анализа. Выводы, сформулированные в диссертации, полностью соответствуют поставленной цели и задачам, являются обоснованными и логически вытекают из полученных результатов.

Объем, содержание и оформление диссертации. Диссертация состоит из введения, 6 глав, заключения, выводов и списка цитируемой литературы, включающего 195 исто чников, в том числе 167 - на иностранных языках. Работа изложена на 146 страницах, включает 49 рисунков и 16 таблиц.

В разделе «Введение» обоснована актуальность темы исследования, связанная с недостаточной изученностью влияния комплекса природных и антропогенных факторов на накопление ртути в организме населения Северо-Запада России. Четко сформулированы цель и пять задач исследования, раскрыты научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы.

Представлены основные положения, выносимые на защиту. В этом разделе кратко описаны результаты осуществленных ранее работ по изучению данной проблеме. Систематизируя данные литературных источников, диссертант в полной мере обосновывает актуальность выбранной темы.

Автором показано соответствие диссертации паспорту научной специальности 1.5.15. Экология (биологические науки), а именно области исследования «Экология человека – биологические аспекты воздействия окружающей среды на человека». В «Введение» отражены личный вклад соискателя, апробация результатов на всероссийских и международных конференциях (включая IV Международный симпозиум «Ртуть в биосфере», 16-ю Международную конференцию ICMGP 2024 в ЮАР и др.), а также сведения о 14 опубликованных работах, в том числе 8 статьях в журналах, индексируемых в Web of Science, Scopus и ВАК.

В первой главе представлен «Обзор литературы», состоящий из восьми подглав, которые содержат подробный анализ отечественных и зарубежных литературных данных, посвященных источникам поступления ртути в окружающую среду; механизмам ее трансформации и накопления в трофических сетях; влиянию на здоровье человека; ис пользование воло с в качестве биомаркера накопления ртути в организме. Особое внимание уделено современным представлениям о применении изотопного анализа ($\delta^{13}C$ и $\delta^{15}N$) для оценки рационов питания и реконструкции трофических связей. Обзор написан хорошим научным языком, логично структурирован и демонстрирует глубокое понимание автором современного состояния проблемы.

Во второй главе «Характеристика района исследования» содержится подробное описание природно-климатических условий Вологодской области. Автором детально проанализированы геоморфологические особенности западных и восточных районов (озерность, заболоченность, густота речной сети), которые впоследствии рассматриваются как ключевые факторы, определяющие различия в накоплении ртути в местных экосистемах и, как следствие, в организме населения. Приведена также экономическая

характеристика региона, позволяющая оценить структуру занятости и потенциальные источники антропогенной нагрузки.

В третьей главе «Материалы и методы исследования» содержится исчерпывающая информация об объектах и методах работы. Подробно описан процесс сбора проб волос (1643 образца), анкетирования участников, а также современные методы определения содержания ртути и изотопного состава азота и углерода. Важно отметить, что автор использовал сертифицированные стандартные образцы (DORM-4, DOLT-5, NIMD-1) для контроля точности измерений. Раздел также содержит описание методов статистической обработки данных, включая непараметрические критерии (Манна-Уитни, Краскала-Уоллиса) и корреляционный анализ Спирмена, что соответствует поставленным задачам.

Четвертая глава состоит из 4-х подглав, структурированных и иллюстрированных соответствующими таблицами и рисунками. Глава содержит данные по распределению концентраций ртути в волосах жителей различных районов области и демографических групп, а также отражает связь этого показателя с частотой потребления рыбы и фактором курения. Автором убедительно показано, что максимальные концентрации ртути характерны для населения западных районов (0,884 мг/кг), отличающихся высокой озерностью и заболоченностью территории.

В пятой главе представлены результаты изотопного анализа ($\delta^{15}N$, $\delta^{13}C$) и состоит из 4-х подглав, которые также хорошо иллюстрированы и структурированы соответствующими рисунками и таблицами. Каждая подглава сосредоточенна на анализе и описании определенной информации: содержание ртути и соотношение стабильных изотопов азота и углерода в волосах в зависимости от места проживания (городского и сельского населения области), рациона питания и курения. Показана, роль рыбы, как одного из основных источников поступления металла в организм человека. Установлены различия в соотношении стабильных изотопов азота и углерода

в волосах у городского и сельского населения, у мужчин и женщин, курящих и некурящих.

В шестой главе автор обобщает полученные результаты, сопоставляя их с данными по содержанию белка в рационе и концентрации ртути в мышцах рыб из местных водоемов и торговой сети. Автором выполнены расчеты, подтверждающие, что рассчитанные концентрации ртути в потребляемой рыбе соответствуют реальным значениям для хищных видов (окунь, щука) в западных районах и мирных видов (лещ, плотва) в восточных.

В разделе «Заключение» подведены итоги исследования, сделаны выводы. Ключевым выводом является то, что уровни накопления ртути в волосах жителей разных районов Вологодской области во многом определяется экологическими и геоморфологическими факторами, а также количеством и частотой потребления рыбы. Данное предположение автор подтвердил изотопным составом углерода и азота волос населения, особенно западных районов области, на которой сформировалось большее количество крупных озер и болот.

Достоинства и недостатки диссертационной работы, замечания по работе, вопросы:

Анализируя работу в целом, следует отметить, что исследование Румянцевой О.Ю. отличается продуманной логикой построения, корректным выбором объектов и методов, а также высоким качеством анализа полученного материала. Автором проделан огромный объем работы по сбору первичного материала (1643 пробы волос), анализу содержание ртути и изотопному составу на аналитическом оборудовании и его статистической обработке. Несомненным достоинством работы является использование современного метода изотопной масс-спектрометрии, который позволил верифицировать источники поступления ртути. Работа хорошо иллюстрирована, рисунки и таблицы наглядны и органично дополняют текстовый материал. Выводы обоснованы, логично вытекают из полученных результатов и полностью соответствуют поставленным задачам.

При ознакомлении с текстом диссертации возникли следующие замечания:

В работе не обсуждается вопрос о возможном вкладе в зубных амальгам как источника поступления ртути.

В Главе 6.2 приводится обширное сравнение изотопного состава волос жителей Вологодской области с данными по другим странам. Однако выборки для сравнения взяты из литературных источников разных лет (2011, 2012, 2015), в то время как собственные данные автора получены в 2016-2023 гг.

Вопросы:

В работе убедительно показано, что жители западных районов потребляют больше рыбы по сравнению с жителями восточных районов и городским населением и имеют самые высокие концентрации ртути в волосах. В западных районах отмечены самые высокие концентрации ртути и наиболее низкие значения $\delta^{13}C$ (-21,34‰). Вместе с тем автор не объясняет такое обеднение тяжелым изотопом углерода?

В главе 5.3 автором выделены группы с преимущественно растительным, мясным и рыбным типом питания для городского населения. Хотелось бы уточнить, на основании, каких конкретных критериев (процентного соотношения в рационе, частоты потребления, субъективной оценки респондента) производилось это разделение, учитывая, что численность группы с растительным типом питания невелика (n=19)?

В работе установлено, что у курящих жителей содержание ртути в волосах выше, чем у некурящих, при этом у них же выше и значение $\delta^{13}C$. Может ли это быть связано не только с курением как таковым, но и с различиями в социально-экономическом статусе или пищевых привычках курящих и некурящих?

Высказанные замечания и вопросы носят дискуссионный и рекомендательный характер, не затрагивают существа работы и не снижают ее общей высокой оценки.

Публикации. В ходе работы над кандидатской диссертацией автором

опубликовано 14 научных работ, из них 8 статей в журналах, индексируемых аналитическими базами Web of Science, Scopus и рекомендованных Высшей аттестационной комиссией (ВАК) при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации. Результаты исследования также были представлены на международных и всероссийских конференциях, включая IV Международный симпозиум «Ртуть в биосфере» (Череповец, 2025), 16-ю Международную конференцию «Ртуть как глобальный загрязнитель» (ICMGP 2024, Кейптаун, ЮАР), конференцию «Ломоносов-2023» (МГУ, Москва) и др. Кроме того, материалы диссертации легли в основу учебного пособия («Зоология и новые методы исследования», 2023), что подтверждает внедрение результатов в образовательный процесс. Таким образом, количество, уровень и характер публикаций полностью соответствуют требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, и в полной мере отражают основное содержание выполненного исследования.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней.

Диссертация Румянцевой Ольги Юрьевны «Роль экологических факторов и рациона в накоплении ртути у населения Северо-Запада России (на примере Вологодской области)» представляет собой законченный научно-квалификационный труд, посвященный актуальной проблеме экологии человека. Работа выполнена на высоком методическом уровне, с использованием современных аналитических подходов, включая атомно-абсорбционную спектрометрию и изотопную масс-спектрометрию ($\delta^{13}C$, $\delta^{15}N$), что позволило автору не только установить уровни накопления ртути, но и верифицировать его основные источники.

Язык изложения научный и доходчивый, текст диссертации структурирован, иллюстрирован достаточным количеством таблиц и рисунков. Выводы логично вытекают из содержания работы, полностью соответствуют поставленным цели и задачам и являются обоснованными.

Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации, а опубликованные автором 14 научных работ (включая 8 статей в журналах из перечня ВАК, Web of Science и Scopus) в полной мере отражают основные положения и результаты исследования.

Исходя из вышесказанного, диссертация Румянцевой Ольги Юрьевны является самостоятельной, законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи по установлению роли экологических и трофических факторов в накоплении ртути населением Северо-Запада России. По своей актуальности, научной новизне, теоретической и практической значимости диссертация соответствует требованиям пп. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор — Румянцева Ольга Юрьевна — заслуживает присуждения искомой ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.15. Экология (биологические науки).

Официальный оппонент:
Доктор биологических наук
(специальность: *03.00.13 – Физиология*),
главный научный сотрудник, заведующая
лабораторией биологической и неорганической
химии Института физиологии природных адаптаций
ФГБУН Федерального исследовательского центра
комплексного изучения Арктики имени
академика Н.П. Лаверова Уральского отделения
Российской академии наук (г. Архангельск)
63002, г. Архангельск, пр. Никольский, д. 20.
Телефон оппонента: 89115789722
E-mail: f.bichkaeva@yandex.ru /Бичкаева Ф.А./

10.03.2026г.

Отдел кадров
Личную подпись Бичкаевой Ф.А.
Заверяю:
Вед. специалист отдела кадров ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН
11 марта 2026 г.