

Отзыв

на автореферат Ольги Юрьевны Румянцевой
«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)

Диссертационная работа О.Ю. Румянцевой посвящена изучению факторов, определяющих накопления ртути в организме человека на примере населения Вологодской области.

Ртуть и ее соединения чрезвычайно подвижны в окружающей среде и токсичны для большинства живых организмов, включая человека. Особенностью биогеохимического цикла ртути является возможность ее метилирования и дальнейшего накопления в пищевых цепочках. Данные по биомониторингу ртути в организме человека для населения Российской Федерации весьма ограничены. Поэтому изучение источников поступления и оценка воздействия ртути на население обширного региона Вологодской области определяет **актуальность темы** исследований и ее **практическую ценность**.

Ртуть является единственным химическим элементом, для которого на уровне ООН разработан юридически обязательный документ – Минаматская конвенция по ртути, предусматривающая комплекс мер для снижения негативного воздействия ртути на окружающую среду и население. В Конвенции подчеркивается важность биомониторинга ртути в организме человека, который включает определение ртути в волосах, крови и моче. Трансформация и накопление ртути в организме человека зависит от способа ее поступления – через дыхание (пары ртути), с пищевыми продуктами (метилированная ртуть) или комбинированного (амальгамные пломбы, косметика). От этого зависит и информативность опробования этих биосред для оценки риска для здоровья. Поступление ртути с пищевыми продуктами в основном определяется потреблением рыбы и морепродуктов. В них большая часть ртути находится в метилированной форме, что приводит к ее накоплению в волосах. Это определяет информативность опробования волос для оценки поступления ртути через желудочно-кишечный тракт.

Научную новизну, помимо географического охвата работ, определяет сочетание изучения содержания ртути и изотопного состава углерода и азота для выявления взаимосвязи между содержанием ртути в волосах и особенностями питания населения.

Диссертация О.Ю. Румянцевой основана на большом **фактическом материале**, полученном непосредственно автором в ходе работ, начатых в 2016 г., и последующей подготовке и анализе состава отобранных проб, статистической обработке и анализе полученных данных, подчеркивающих **личный вклад автора и самостоятельность** диссертационной работы.

Основные результаты работы докладывались на российских и международных научных конференциях и совещаниях, включая крупнейшую международную

конференцию “Ртуть как глобальный загрязнитель” (Mercury as a Global Pollutant), опубликованы в 14 научных статьях.

Диссертация состоит из введения, шести глав, заключения, изложенных на 146 страницах; содержит 49 рисунков, 16 таблиц и список литературы из 195 наименований.

В **главе 1** приводится обзор физико-химических характеристик ртути, ее природных и антропогенных источников, особенностей поведения и накопления в биогеохимических системах и ее негативного влияния на организм человека. Рассмотрены возможности изотопных методов анализа углерода и азота для оценки особенностей рациона человека. Выбор волос как объекта анализа является вполне обоснованным поскольку потребление рыбы предполагается основным источником ртути для населения Вологодской области. Однако, в обзорной Главе 1 стоило бы упомянуть и иные возможные источники ртути: амальгамные пломбы, загрязненные помещения, ртутьсодержащую косметику.

Вторая глава посвящена подробной характеристике района исследований. На территории Вологодской области выделены два района, различающиеся по своим геоморфологическим и гидрографическими параметрам, что оказывает влияние на биогеохимические циклы ртути. Для каждого района даны характеристики размещенных там предприятий и занятости населения.

В **третьей главе** описывается методика отбора проб представительной группы населения (1643 человека разных возрастных групп), сделанного согласно рекомендациям Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ). Измерения содержания ртути выполнялись с помощью отечественного анализатора РА-915М с приставкой ПИРО-915+, позволяющего выполнять прямые определения содержания ртути в пробах сложного состава. Точность анализа контролировалась с помощью правильно выбранных стандартных образцов с известным содержанием общей и метилртути DORM-4 и DOLT-5, а также стандартного образца волос NIMD-1.

Определение изотопного состава углерода и азота проводились с помощью масс-спектрометра Thermo Delta V Advantage и элементного анализатора Isolink Flash IRMS с использованием соответствующих стандартных образцов и методик измерений.

Полученные данные статистически обработаны с изучением корреляционных связей между исследованными параметрами.

В **главе 4** представлен анализ данных распределение ртути в волосах жителей Вологодской области. Установлено, что концентрации ртути в волосах жителей Вологодской области варьируют в пределах нескольких порядков: от 0,001 мг/кг до 7,640 мг/кг при среднем значении $0,445 \pm 0,018$ мг/кг. При этом отмечается, что содержание ртути в волосах людей, проживающих в западных районах Вологодской области, в несколько раз выше, чем у городского населения и населения восточных районов.

Содержание ртути в волосах у людей из разных возрастных групп статистически значимо отличается и увеличивается с возрастом. Минимальные средние концентрации

отмечены у детей в возрасте до 18 лет и в возрастной группе от 18–29 лет, а максимальные - у людей старше 44 лет.

Установлены различия по содержанию ртути в волосах людей с различной частотой употребления в пищу рыбы. Максимальные концентрации отмечены в волосах населения, употребляющего рыбу чаще одного раза в неделю. Эти данные легли в основу одного из защищаемых положений.

Выводы о влиянии курения (раздел 4.4) неоднозначны. Нет объяснения почему в одних районах есть статистически значимые различия по содержанию ртути в волосах между курящими и некурящими людьми, а в других - нет. По литературным данным, при среднем содержании ртути табаке 20 мкг/кг и употреблении 20 сигарет в день, курильщик получает с дымом около 0,1 мкг ртути. В то же время, если человек съедает 100 г рыбы с концентрацией 100 мкг/кг, то он получает 10 мкг ртути: в 100 раз больше, чем от пачки сигарет. Возможно, что на оценку влияния курения накладывается действие иных факторов и то, что трансформация и выведение из организма ртути в форме Hg^0 при ингаляционном поступлении и поступлении метилированной ртути через желудочно-кишечный тракт существенно отличаются.

Глава 5 посвящена изучению распределения стабильных изотопов азота и углерода в волосах жителей различных районов и групп населения Вологодской области и соотношению с уровнем накопления ртути. Рассматривается влияние рациона питания, в частности, употребления рыбы, мяса и растительной пищи на изотопный состав этих элементов в волосах.

В главе 6 сделан сравнительный анализ закономерностей накопления ртути в волосах городского и сельского населения, и оценке связи между содержанием белка в рационе питания и значениями изотопов азота и углерода в волосах человека. Определение содержания ртути проводилось в мышцах рыб из местных водоемов и видов рыбы, представленных в торговой сети.

Выявленные закономерности накопления ртути в волосах жителей Вологодской области сопоставимы с данными других регионов мира. На основе полученных данных о распределении ртути в волосах населения, по формулам, рекомендованным ВОЗ были рассчитаны уровни содержания ртути в рыбе для различных районов Вологодской области. Рассчитанные величины сопоставимы с имеющимися данными по уровню ртути в мышцах разных видов рыб из рек, озер изученного региона.

Из мелких замечаний можно отметить две опечатки на стр. 7; в названии метода: атомно-адсорбционного (правильно - атомно-абсорбционного) и названии компании: Люмекс (правильно – Люмэкс). Для формулы (2) на стр. 7 целесообразно использовать те же единицы концентрации ртути в рыбе [мг/кг], что и во всем тексте автореферата, а не [мкг/кг].

В целом можно заключить, что диссертационная работа О.Ю. Румянцева представляет собой самостоятельное, законченное научное исследование, выполненное на актуальную тему, обладающее новизной и практической значимостью. Материал

исследований правильно структурирован, хорошо иллюстрирован таблицами и рисунками. Автореферат отражает основное содержание диссертации.

Сделанные в данном отзыве небольшие замечания не снижают значимости и оценки работы в целом. Поставленные задачи исследований выполнены, все защищаемые положения обоснованы.

Считаю, что по актуальности, объему исследовательской работы и полученных результатов, научной новизне и практической значимости диссертационная работа «Роль экологических факторов и рациона в накоплении ртути у населения Северо-Запада России (на примере Вологодской области)», соответствует требованиям Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор - Ольга Юрьевна Румянцева заслуживает присуждения степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.15. Экология (биологические науки).

Машьянов Николай Романович
Кандидат геолого-минералогических наук,
Специальность 04.00.13 – геохимические методы
поисков месторождений полезных ископаемых
Руководитель департамента международных проектов
ООО Люмэкс-маркетинг

195220 Санкт-Петербург
ул. Обручевых, 1, лит. Б
Тел. +7 (812) 335-0-336
e-mail: nrm@lumex.ru

12 марта 2026 г.

Подпись руки Николая Романовича Машьянова заверяю

И.О. Климова
Генеральный директор
ООО Люмэкс-маркетинг

