

Утверждаю



И.о. директора
ИНОЗ РАН – СПб ФИЦ РАН,
И.П. Поздняков
«25» января 2021 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации Института озераедения Российской академии наук – обособленного структурного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Санкт-Петербургский федеральный исследовательский центр Российской академии наук» (ИНОЗ РАН – СПб ФИЦ РАН)

на диссертационную работу

Малышевой Наталии Александровны

«Эколого-токсикологический подход к комплексной оценке загрязненности поверхностных вод суши»,

представленную к защите на соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности 25.00.36 – Геоэкология (науки о Земле)

Целью диссертационного исследования является разработка эколого-токсикологического подхода к комплексной оценке загрязненности поверхностных вод суши.

Бесспорным является тот факт, что вода играет исключительно важную роль практически во всех процессах, происходящих в живой и неживой природе. При этом усиливающееся антропогенное и техногенное воздействие приводит к ухудшению качества природных вод. В этой связи на протяжении уже многих десятилетий стоит вопрос об оценке качества природных вод, в частности, поверхностных вод суши, для которых следствием антропогенного и техногенного воздействия является развитие негативных процессов загрязнения, эвтрофирования и закисления. Природные воды характеризуются множеством параметров, поэтому комплексная характеристика качества поверхностных вод представляет собой достаточно сложную задачу, для которой пока не найдено однозначного решения. К настоящему времени сформировалось два основных

метода оценки качества вод – гидрохимический и гидробиологический, каждый из которых имеет свои достоинства и недостатки. Очевидно, что объективность оценки существенно повысится, если гидрохимический и гидробиологический методы будут использоваться в сочетании друг с другом. Поэтому **актуальность выбранной тематики исследования** не вызывает сомнений.

Научная новизна работы заключается в разработке эколого-токсикологической методики комплексной оценки загрязненности поверхностных вод суши. Диссертантом выявлены статистически значимые зависимости между предельно допустимыми концентрациями вредных веществ для водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение (ПДК_{РХ}), и средними летальными концентрациями для тест-организмов – *Daphnia magna* при экспозиции 48 часов (ЛК₅₀⁴⁸). Построены математические модели, связывающие величины рисков (вероятности) летальных исходов при воздействии 40 вредных веществ на дафний в широком диапазоне концентраций.

Теоретическая значимость исследования заключается в разработке нового, эколого-токсикологического подхода к комплексной оценке химической загрязненности поверхностных вод суши, базирующейся на совместном использовании гидрохимических и гидробиологических характеристик, что позволяет повысить объективность даваемой оценки.

Практическая значимость результатов исследования состоит в том, что разработанная методика комплексной оценки загрязненности поверхностных вод суши вредными неорганическими и органическими веществами позволяет избежать использования системы предельно допустимых концентраций, не учитывающей региональные особенности природных вод.

Достоверность полученных результатов исследования обеспечена критическим анализом большого количества литературных источников и применением современных методов статистической обработки данных.

Степень обоснованности научных положений и выводов

Защищаемые автором диссертационной работы положения хорошо аргументированы, их обоснованность, равно как обоснованность большей части сделанных выводов, базируется на анализе большого объема фактического материала и не вызывает сомнений.

В течение двух последних лет результаты работы были многократно **апробированы** в ходе представления на научных форумах различного уровня, в том числе международных. По теме диссертации автором опубликовано 17 печатных работ, из

них 4 – в реферируемых журналах из списка ВАК России. Данные работы полно и адекватно отражают сущность выполненных исследований.

Диссертационная работа, состоящая из введения, трех глав, выводов и списка цитируемой литературы, изложена на 146 страницах, проиллюстрирована 50 рисунками и 45 таблицами. Библиографический список содержит 115 наименований.

Во **Введении** отмечены актуальность выполненного исследования, сформулирована цель и поставлены задачи, которые необходимо было решить для достижения намеченной цели, сформулированы защищаемые положения, оценены научная новизна исследования, теоретическая и практическая значимость, оценен личный вклад автора.

Первая глава представляет собой литературный обзор по тематике исследования. Диссертантом приводятся статистические данные об обеспеченности водными ресурсами планеты в целом и российской территории, в частности. Отмечено, что в Российской Федерации функционирует водохозяйственный комплекс, который является одним из крупнейших в мире. Приводится оценка сети гидрологических наблюдений, проводимых Федеральной службой по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. При этом отмечается, что из-за отсутствия дистанционных и автоматизированных методов наблюдений за качеством вод, а также дефицита оснащения современным аналитическим лабораторным оборудованием, качество производимых наблюдений следует признать достаточно низким. Дается определение понятия «загрязнение водных объектов», систематизируются основные виды и источники загрязнений.

В результате изучения процессов загрязнения водных объектов установлен ряд закономерностей: водные объекты на территории Российской Федерации характеризуются неравномерностью загрязнения; большое влияние на загрязненность оказывают различные аварийные ситуации; наибольшее загрязнение водных объектов сопряжено с регулярным поступлением в них бытовых, промышленных и сельскохозяйственных сточных вод.

Диссертантом рассматриваются методы экологического мониторинга, порядок его организации и проведения и правила контроля качества вод с учётом положений регламентирующих документов.

В главе представлены результаты критического анализа применяемых в России и зарубежных странах методов контроля качества поверхностных вод по гидрохимическим и гидробиологическим показателям. Отдельные параграфы посвящены классификации показателей качества вод по каждому комплексу показателей, при этом основной акцент сделан диссертантом на использование интегральных оценок качества воды с помощью

различных индексов. Отмечается, что именно этому направлению в настоящее время уделяется большое внимание в России, США, Канаде, Великобритании и других странах.

Вторая глава диссертации – наименьшая по объему, однако, являющаяся основной в данном исследовании. В ней представлены результаты разработки эколого-токсикологического подхода к комплексной оценке уровней загрязненности водных объектов. Глава включает два параграфа, посвященные теоретическим основам и математическим моделям.

Методология эколого-токсикологических исследований основана на гипотезе о пропорциональности риска различных факторов окружающей среды концентрации вредного вещества, при этом, чем больше продолжительность контакта вредного фактора с биологическим объектом, тем больше вероятность неблагоприятных эффектов. Приводится формула расчета (модель) потенциального риска, исходными данными для которого являются реальная концентрация (или доза) вещества, оказывающая воздействие за время t , и коэффициенты, учитывающие особенности токсических свойств вещества. Данные по токсичности металлов и ряда органических и неорганических веществ были заимствованы диссертантом из публикаций, в которых в качестве тест-объекта были использованы дафнии. Получено уравнение, описывающее соотношение между ПДК вышеупомянутых веществ для рыбохозяйственных водных объектов и средними летальными концентрациями этих веществ для дафний при 48-часовой экспозиции. Установлена весьма тесная связь между $\ln \text{ПДК}_{\text{РХ}}$ и $\ln \text{ЛК}_{50}^{48}$. Диссертантом констатируется, что данная математическая модель адекватна и может быть использована для предсказания $\text{ПДК}_{\text{РХ}}$.

По литературным данным о токсичности катионов металлов, ряда органических и неорганических веществ для дафний были построены математические модели, связывающие величины рисков летальных исходов при воздействии катионов металлов на дафний в широком диапазоне концентраций. Получено уравнение для определения риска комбинированного действия.

Для классификации качества вод по уровням загрязненности диссертантом была использована модель «разломанного стержня», позволяющая давать более «жёсткую» оценку качества воды по сравнению с обратной шкалой желательности Харрингтона.

Существенным достоинством рассмотренного подхода к оценке загрязнённости водных объектов вышеупомянутыми загрязняющими веществами, по мнению диссертанта, является то, что он не использует систему общефедеральных ПДК, тем более что до настоящего времени для большинства водных объектов Российской Федерации региональные ПДК не определены.

Разработанный эколого-токсикологический подход был применён для оценки уровней загрязнённости водоёмов и водотоков, расположенных в различных природно-климатических зонах: оз. Биенда-Стемме (Шпицберген), оз. Имандра, Псковского оз., Нарвского водохранилища, р. Великой, водотоков бассейна реки Нарвы, Невской губы, р. Невы, р. Вуоксы, малых озёр восточного Сихотэ-Алиня, вод полигона ТБО "Красный Бор" и поверхностных вод некоторых заповедников. Выполненной оценке посвящена **третья глава** диссертационного исследования. Результаты оценки уровня загрязнённости предваряются физико-географическим описанием каждого из водных объектов, в некоторых случаях сведениями о химическом составе воды, характере и уровне антропогенной нагрузки. Для ряда водных объектов оценка уровня загрязнённости выполнена на основе данных многолетних наблюдений, что позволило выявить тенденции изменения этого показателя на протяжении последних 10-15 лет.

В заключение диссертантом сформулировано девять **выводов**, которые логически вытекают из анализа представленного в работе фактического материала. Их достоверность и обоснованность не вызывает сомнений. Доказательство защищаемых положений последовательно дано по ходу изложения.

Автореферат достаточно полно отражает основное содержание диссертации.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод о том, что диссертационная работа представляет собой законченное исследование, выполненное на профессиональном уровне, результаты которого имеют как теоретическое, так и практическое значение. Выполненное исследование явилось очередным шагом, позволяющим получить более полную и объективную информацию относительно уровня загрязнённости водных объектов. Однако работа не лишена недостатков. При внимательном прочтении представленного в диссертации и автореферате материала возникает ряд принципиальных замечаний, в том числе, дискуссионного характера, вопросов, а также непринципиальных замечаний относительно оформления работы и представления материала:

1. Основным недостатком системы ПДК, широко используемой в Российской Федерации для оценки уровней загрязнённости водных объектов, по мнению диссертанта, является использование единых общенациональных значений ПДК, без учёта региональных особенностей. С этим трудно не согласиться. На стр. 32 диссертант приводит цитату из работы Хоружая Т.А. (2002): «Устойчивость к воздействию токсикантов у организмов в разных зонах и регионах существенно различается, что связано, прежде всего, с климатическими особенностями, гидрохимическим режимом, способностью к самоочищению». В предложенном

диссертантом подходе система ПДК не используется, что позиционируется как основное его достоинство. Эмпирические математические модели, связывающие величины рисков летальных исходов при воздействии загрязняющих веществ на дафний, были получены диссертантом на основе объединенного массива данных о токсичности этих веществ для дафний, то есть о летальных концентрациях, заимствованных из ряда литературных источников как отечественных, так и зарубежных, т.е. региональный аспект также никоим образом не учитывался. Ему на стр. 52 посвящена только одна фраза о потенциальной возможности такого учета: «Приведенный результат может служить основой для разработки экспресс-метода установления ПДК_{рх} для водных объектов с учетом их региональных особенностей».

2. Разработанный подход к оценке загрязненности поверхностных вод диссертант называет комплексным, основанным «на совместном использовании гидрохимических и гидробиологических показателей, которые ранее использовались отдельно». Данное разграничение показателей не совсем корректно, поскольку из гидробиологических методов здесь используется только метод биотестирования, а химические методы оценки используют систему предельно допустимых концентраций, также разработанных на основе биотестирования на тест-объектах, в том числе, на тех же дафниях. Поэтому основа используемых диссертантом гидрохимических и гидробиологических методов одна и та же – результаты биотестирования.
3. Для оценки объективности и достоверности результатов практического применения разработанного диссертантом подхода желательно было бы также выполнить оценку уровней загрязненности водных объектов различных природно-климатических зон (Глава 3) общепринятыми в РФ методами (в основном, это расчет интегральных количественных индексов ИЗВ или УКИЗВ для определения качества воды) и провести сравнительный анализ оценок, полученных двумя методами – общепринятым в РФ и предложенным в диссертационном исследовании. Однако, вероятность несовпадения этих оценок очень велика, поскольку расчет индексов ИЗВ и УКИЗВ производится по большому числу показателей, включающему обязательные показатели, играющие индикаторную роль в выявлении развития в водных объектах негативных процессов загрязнения, эвтрофирования и закисления, в то время как в выполненных диссертантом оценках степени загрязненности водных объектов в большинстве случаев учитывались только концентрации некоторых металлов, число которых во многих

случаях составляло лишь 4 или 5. Поэтому достаточно некорректно на основании подобной оценки судить о качестве воды водного объекта. Если в нем не выявлено наличия загрязнения несколькими металлами, то это не означает, что качество воды в водном объекте характеризуется как «очень хорошее».

4. В главе 3 нет единой структуры в представлении физико-географического описания водных объектов, для которых выполнены оценки загрязненности. В результате, информация относительно одних объектов крайне скудная, а других – даже излишняя, не имеющая отношения к степени из загрязненности.
5. В работе (глава 3) полностью отсутствует анализ полученных оценок степени загрязненности водных объектов: нет связи между данными, представленными в физико-географическом описании и полученными оценками загрязненности; нет попыток выявить причины загрязнения тем или иным химическим компонентом, а также причины направленности межгодовой изменчивости степени загрязнения; никак степень загрязненности не увязывается с природно-климатическими особенностями района расположения водного объекта. Выполнение такого анализа полученных результатов значительно повысило бы ценность работы и усилило бы ее географическую направленность.
6. Неудачно сформулированы защищаемые положения. В представленной диссертантом редакции они звучат не как выраженные в виде чётких формулировок результаты-идеи, имеющие научное объяснение (обоснование), а как заголовки параграфов.
7. В диссертации встречается множество повторов, большая часть которых связана с тем, что одна и та же информация взята из разных первоисточников. Так, например, основные тест-организмы, используемые при биотестировании, приводятся в параграфе 1.2 (Классификации показателей качества вод по гидробиологическим показателям) трижды; длина р. Невы указана дважды в двух последовательных абзацах (стр. 102) и т.п. Однако есть и противоречивая информация. Так, на стр. 120-121 за двумя одинаковыми абзацами, в которых приводится длина р. Вуоксы, равная 143 км, и площадь водосбора 68501 км², следует абзац, в котором длина р. Вуоксы составляет 153 км, а площадь водосбора 68700 км², причем в обоих случаях отсутствуют ссылки на источники информации.
8. Есть претензии к логике изложения. Так, более логично было бы информацию относительно средней летальной концентрации (ЛК₅₀), используемой при биотестировании, и ее статистических характеристик, приведенную на стр. 62-63 в параграфе 2.2 «Математические модели», поместить значительно раньше, при

первом упоминании этих понятий.

9. В работе встречаются обозначения, введенные диссертантом по ходу изложения, которые в дальнейшем не используются: ЗВ – загрязняющие вещества, БЭ – биогенные элементы, МТП – морской торговый порт, СКР – северный курортный район, ЮКР – южный курортный район, ЦЧ – центральная часть. Для предельно допустимых концентраций диссертантом использованы разные обозначения, так, ПДК для водоемов рыбохозяйственного водопользования обозначается как ПДК_{рх}, так и ПДК_{вр}. Размерность концентрации дается то на дм³, то на литр. Правда, представленные в этом пункте замечания не имеют принципиального характера.
10. Непонятно, что хотел сказать диссертант на стр. 46: «см. также таблицу 2.1»?
11. На стр. 48 рисунок 2.2 упоминается раньше рисунка 2.1. Непонятно, имелся ли ввиду рисунок 2.1, таблица 2.2 или вообще нужно было убрать эту ссылку на рисунок?

Высказанные замечания несколько снижают общее положительное впечатление о диссертационной работе, однако, следует констатировать, что она является завершенным научным исследованием и соответствует критерию, установленным Положением ВАК РФ «О порядке присуждения ученых степеней», п. 9 абз. 2. Диссертантом решены намеченные задачи, сделанные выводы убедительны, результаты работы изложены на профессиональном уровне. Представленный в работе фактический материал и выводы имеют научный потенциал и практическую значимость, которые следует использовать для оценки уровней загрязнения поверхностных вод суши.

Таким образом, диссертационная работа **«Эколого-токсикологический подход к комплексной оценке загрязненности поверхностных вод суши»** отвечает требованиям современного положения Высшей аттестационной комиссии и по своему содержанию соответствует специальности 25.00.36 – геоэкология (Науки о Земле). В результате выполненного исследования создан ценный в теоретическом и практическом отношении труд, за который его автор – **Малышева Наталия Александровна заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата географических наук по специальности 25.00.36 – Геоэкология (науки о Земле).**

Старший научный сотрудник,
руководитель Лаборатории гидрохимии
Института озераведения Российской академии наук –
обособленного структурного подразделения

Федерального государственного бюджетного учреждения науки
«Санкт-Петербургский федеральный исследовательский центр
Российской академии наук» (ИНОЗ РАН – СПб ФИЦ РАН),
кандидат географических наук
Наталья Викторовна Игнатьева
196105, г. Санкт-Петербург,
ул. Севастьянова, д. 9
тел. (812)3889157; факс (812)3887327
E-mail: natali_ignatieva@mail.ru

Отзыв ведущей организации Института озераедения Российской академии наук – обособленного структурного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Санкт-Петербургский федеральный исследовательский центр Российской академии наук» (ИНОЗ РАН – СПб ФИЦ РАН) на диссертационную работу **Малышевой Натальи Александровны «Эколого-токсикологический подход к комплексной оценке загрязненности поверхностных вод суши»**, представляемую к защите на соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности 25.00.36 – геоэкология (Науки о Земле), был заслушан и утвержден на заседании Ученого совета ИНОЗ РАН – СПб ФИЦ РАН (Протокол № 1 заседания Ученого совета ИНОЗ РАН – СПб ФИЦ РАН от 21.01.2021).

Ученый секретарь Ученого совета ИНОЗ РАН – СПб ФИЦ РАН,
кандидат биологических наук



О.А. Павлова

25.01.2021