

ОТЗЫВ

официального оппонента –

доктора химических наук, профессора Фрумина Григория Тевелевича
на диссертацию Байбаковой Евгении Васильевны

на тему: «Хеометрический подход к региональному нормированию природных вод в урбозкосистеме», представленную на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.5.15. Экология

Актуальность темы рассматриваемой диссертации обусловлена необходимостью совершенствования методов количественной оценки качества поверхностных вод суши. Проблема нормирования и контроля качества водной среды остается актуальной экологической проблемой для современной России. Существующая система нормирования качества природных вод не учитывает региональные особенности формирования их составов, с различными типами водопользования, при не одинаковом антропогенном воздействии и просто на разных участках крупных рек и водоемов. Данная система не обеспечивает сокращение антропогенной нагрузки на водную среду. Концепция регионального экологического нормирования основывается на следующих положениях:

- должно обеспечиваться сохранение экологического состояния водных объектов и происходить сокращение антропогенной нагрузки;
 - в каждом отдельно взятом бассейне или его части (водохозяйственный участок) формируется особенный состав воды, свойственный данной водосборной территории и зависящий от природно-антропогенных условий;
 - разработка и внедрение региональных допустимых концентраций должны быть направлены на нормальное функционирование водных экосистем;
 - расчет региональных допустимых концентраций должен осуществляться на основе систематических данных наблюдений в различные экологические сезоны;
 - региональные допустимые концентрации характеризуются сезонной изменчивостью.
- Использование хеометрических подходов позволяет выявлять региональные природно-антропогенные особенности при анализе массивов экспериментально полученных гидрохимических данных о составе природных вод, что имеет значительные перспективы при разработке региональных нормативов и показателей качества вод.

Оценка содержания диссертации.

Диссертационная работа Е.В. Байбаковой состоит из введения, 5 глав, заключения, списка цитируемой литературы и 16 приложений. Работа изложена на 172 страницах, содержит 31 рисунок и 20 таблиц.

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, степень научной проработанности проблемы регионального экологического нормирования вод урбозкосистемы и соответствие темы паспорту специальности, приводятся цель, задачи исследования, сформулированы научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, положения, выносимые на защиту, методология исследования.

В первой главе «Литературный обзор» проанализированы факторы формирования состава природных вод, обоснована необходимость разработки региональных нормативов качества природных вод для поверхностных водных объектов, приведен обзор методов разработки региональных нормативов качества поверхностных вод, показаны их преимущества и недостатки, проанализированы подходы к классификации поверхностных вод для учета природно-антропогенных особенностей гидрохимического состава, дан обзор методов комплексной оценки составов вод урбозкосистем, методов обработки результатов измерений, показаны преимущества хеометрических, в частности, нейросетевых подходов к анализу экспериментальных данных.

Во второй главе «Объекты, материалы и методы исследования» приведены объекты и методы исследования, а также методы статистической обработки результатов.

В качестве объектов исследования указаны поверхностные водные объекты Волжско-Камского бассейна. В отобранных пробах контролировались следующие показатели: алюминий, аммоний ион, взвешенные вещества, гидрокарбонаты, железо, кальций, магний, марганец, медь, цинк, нефтепродукты, никель, нитраты, нитриты, общее содержание ионов (минерализация), сульфаты, фенол, фосфат-ион, хлориды, ХПК, БПК₅ (в мг/дм³), общая жесткость (в градусах жесткости), кислород растворенный, мгО₂/дм³, прозрачность, см, температура, °С, электропроводность, мкСм/дм³, рН.

В третьей главе «Классификация поверхностных вод и определение региональных пороговых значений гидрохимических показателей» на основе результатов экологического мониторинга водных объектов Республики Татарстан, обоснован подход к классификации поверхностных вод с определением региональных пороговых значений гидрохимических показателей путем многомерной нейросетевой кластеризации с нечеткими элементами и экспертным оцениванием. Протестировано два подхода: прямая кластеризация без учета сезонности и последовательная кластеризация с учетом сезонности. Совокупность измеренных гидрохимических показателей различных водных объектов, относящихся к тому или иному водному бассейну, кластеризованы с использованием алгоритма на основе нейронных сетей Кохонена с последующей двумерной визуализацией SOM-картами. Визуализация SOM-картами и факторный анализ позволили автору диссертационного исследования сделать вывод об основных факторах (минерализация и соли жесткости), характеризующих общую изменчивость гидрохимического состава исследованных поверхностных вод Волжско-Камского бассейна.

Установлено, что исследованные поверхностные воды урбоэкосистемы принадлежат к гидрокарбонатным водам кальциевой группы. Отличия между ними заключаются в уровнях жесткости, минерализации, соотношении сульфатов и гидрокарбонатов, а также в содержании марганца, которые приняты в качестве классифицирующих показателей.

Е.В. Байбаковой с соавторами разработана программа расчета для отнесения произвольной пробы воды поверхностного водного объекта к одному из установленных классов вод («Программа многоуровневой нейросетевой классификации гидрохимических данных с нечеткими элементами на основе экспертного оценивания»). Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2024616050/ 15.03.2024).

В четвертой главе «Способ комплексной оценки загрязненности поверхностных вод с использованием удельного комбинаторного индекса загрязненности воды» изложен модернизированный подход для расчета УКИЗВ с учетом региональных пороговых концентраций и дано обоснование показателя для комплексной оценки гидрохимического состава питьевых вод, приготавливаемых из вод поверхностного водоемисточника.

Расчет УКИЗВ проводился по обязательному перечню показателей, в соответствии с РД 52.24.643-2002, для каждого выделенного класса вод двумя способами: 1) с использованием для всех показателей в качестве порогов значений предельно допустимых концентраций для водных объектов рыбохозяйственного назначения (ПДК р/х); 2) с использованием установленных верхних порогов, названных региональными пороговыми концентрациями (РПК), рассчитанных по классифицирующим показателям и ПДК р/х для всех остальных показателей.

Анализ полученных соискателем результатов свидетельствует о том, что воды Волжско-Камского бассейна, вне зависимости от способа расчета УКИЗВ, относятся к классам «Очень загрязненная, 3б» и «Грязная, 4а».

Использование методологии расчета УКИЗВ, объединяющей в себе вероятностные и пороговые подходы к оценке качества природных вод, позволило предложить комплексный показатель для оценки гидрохимического состава питьевых вод, приготавливаемых из вод поверхностного водоисточника, названный соискателем и соавторами гидрохимический статус (ГХ-статус) и предназначенный для обобщения экологических и санитарно-гигиенических подходов к оценке качества питьевых вод, как водного элемента урбозкосистемы.

В пятой главе «Методика расчета нормативов допустимого сброса сточных вод предприятия с учетом региональных особенностей водных объектов» обоснован метод расчета нормативов допустимого сброса загрязняющих веществ с учетом региональных особенностей водных объектов с апробацией для сточных вод предприятия химической отрасли промышленности.

За основу расчёта НДС взята методика, утверждённая Приказом Минприроды России от 29.12.20 №1118. При расчёте допустимой концентрации i -го вещества в сточных водах ($C_{НДСi}$) предложено использовать верхний порог значений ряда гидрохимических показателей (верхний квартиль) – базовый РПК. Использование РПК позволяет учесть региональные особенности содержания в поверхностных водах веществ двойного генезиса, например, ионов аммония, фенола, сульфатов, хлоридов, фосфатов.

Разработанная методика была апробирована на сточных водах ОАО «Казанский завод синтетического каучука».

В заключении соискателем ученой степени представлены выводы по диссертации. Заключение сформулировано логично.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

Исследование проведено на высоком научно-методическом уровне, основано на анализе репрезентативного изучения 353 образцов воды, отобранных из поверхностных водных объектов Волжско-Камского бассейна. Структура работы логична и направлена на разработку рекомендаций по решению поставленной цели – создание новых хеометрических подходов к формированию системы региональных нормативов и показателей качества, а также предельных величин допустимых воздействий на природные воды урбозкосистемы. Материал, представленный в работе, свидетельствует о глубоком понимании соискателем проблем мониторинга загрязненности поверхностных вод суши.

Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

Достоверность обеспечивалась применением современных методов гидрохимического анализа, рекомендуемых для государственного экологического контроля, обработкой результатов с помощью современных компьютерных программ.

Проведенное исследование отличается высокой степенью научной новизны:

1. Разработан способ хеометрической классификации поверхностных вод урбозкосистемы с применением нейросетевого кластерного, факторного анализа и экспертной оценки для выявления природно-антропогенных особенностей формирования их химического состава. Установлены диапазоны значений региональных пороговых концентраций основных и вспомогательных классифицирующих гидрохимических показателей для выделения классов поверхностных вод.
2. На основании установленных региональных пороговых концентраций модернизирован способ расчета удельного комбинаторного индекса загрязненности поверхностных вод, для устранения завышения или занижения его значений за счет учета природных и антропогенных особенностей, корректирующих результаты оценки классов качества поверхностных вод.
3. Впервые предложен показатель, гидрохимический статус, для комплексной оценки питьевых вод, как водного элемента урбозкосистемы, объединяющий санитарно-

гигиенические и экологические подходы для характеристики их качества, сопоставленный с уровнями экологического риска, для определения интервала перехода от приемлемого уровня загрязненности к опасному и классов качества питьевых вод.

4. Разработана методика расчета нормативов допустимого сброса загрязняющих веществ для сточных вод урбоэкосистемы с применением обоснованных региональных пороговых концентраций, позволяющая в целом снижать антропогенное воздействие на водный объект за счет применения более жестких нормативов допустимого сброса в отношении загрязняющих веществ преимущественно антропогенного происхождения, и предъявлять более обоснованные, с точки зрения региональных особенностей, требования к водопользователям.

Значимость для науки и практики полученных автором результатов.

Научная значимость работы заключается в существенном расширении возможностей хеометрики для разработки подходов к оценке качества и регионального нормирования природных вод в урбоэкосистеме на базе массивов гидрохимических данных.

В практическом плане были получены следующие значимые результаты:

- установлены диапазоны пороговых концентраций классифицирующих гидрохимических показателей поверхностных вод для экологического мониторинга и расчета нормативов допустимых сбросов в регионе;
- разработан способ расчета региональных нормативов и компьютерная программа, позволяющие относить пробу воды поверхностного водоисточника Волжско-Камского бассейна к одному из выделенных классов вод;
- способ и результаты оценки составов поверхностных вод в районе г. Казани используются в практической деятельности ОАО «Казанский завод синтетического каучука» (ОАО «КЗСК»);
- материалы диссертации внедрены в учебный процесс Казанского национального исследовательского технического университета им. А.Н.Туполева-КАИ для подготовки бакалавров по направлению 20.03.01 «Техносферная безопасность» при изучении дисциплин «Прикладная экология», «Экологический мониторинг и производственный экологический контроль»;
- материалы диссертационной работы использованы при подготовке учебных пособий «Прикладная экология» и «Экологический мониторинг и производственный экологический контроль».

Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации.

Результаты исследования могут быть рекомендованы при разработке направлений исследований в экологии, гидрохимии, геоэкологии, а также в учебном процессе для студентов, обучающихся в высших учебных заведениях по специальностям экология и геоэкология.

Замечания по диссертации.

1. На стр. 6 приведен следующий текст: «**Целью работы** является создание новых хеометрических подходов к формированию системы региональных нормативов и показателей качества, а также предельных величин допустимых воздействий на природные воды урбоэкосистемы».

Приведенный текст некорректен, так как содержит две цели. Цель (единственное число) должна быть одна.

2. В разделе 3.4. (стр. 74) рассмотрены статистические характеристики и межкластерная оценка гидрохимических показателей. Отмечено, что отнесение к конкретному классу вод осуществлялось с помощью вероятностного отношения, учитывающего долю показателей образца, соответствующих заданным диапазонам (P_k). Поясните, каким образом рассчитывались P_k .

По мнению оппонента, это утверждение является дискуссионным, поскольку не учитывает принцип «санитарного максимализма», согласно которому все неопределенности и неоднозначности трактуются в сторону снижения показателя. Иными словами, логичнее было бы использовать не наибольшие, а наименьшие значения P_k .

3. В разделе 4.2. на стр. 86 соискателем использованы некоторые элементы рискологии (наука о риске) для обоснования показателя для комплексной оценки питьевых вод. В частности, использован термин экологический риск.

Экологический риск — вероятность наступления события, имеющего неблагоприятные последствия для природной среды и вызванного негативным воздействием хозяйственной или иной деятельности, чрезвычайными ситуациями природного и техногенного характера (ст. 1 Федерального закона «Об охране окружающей среды» № 7-ФЗ от 10 января 2002 г.).

Согласно [Киселев А.В., Фридман К.Б. Оценка риска здоровью. Санкт-Петербург: Международный институт оценки риска здоровью. 1997. 103 с.] для расчета потенциального риска эпидемиологической опасности питьевой воды рассчитывают органолептические показатели качества питьевой воды и токсикологическую опасность питьевой воды.

Необходимо обосновать, для какой цели диссертантом были рассчитаны экологические риски и какие математические модели были применены.

Общее заключение.

Диссертационная работа Байбаковой Евгении Васильевны на тему: «Хеометрический подход к региональному нормированию природных вод в урбоэкосистеме» является самостоятельной законченной научно-исследовательской работой, обоснованность и достоверность выводов, основных научных положений и практических рекомендаций которой сомнений не вызывают. Исследование содержит практические решения актуальной научной задачи по разработке хеометрического подхода к региональному нормированию природных вод в урбоэкосистеме, имеющего существенное значение для улучшения экологического состояния водных объектов Волжско-Камского бассейна.

Автореферат достаточно полно и корректно отражает содержание диссертационной работы.

Результаты диссертационного исследования опубликованы автором с необходимой полнотой (опубликованы 23 научные работы, из них 3 статьи в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России по специальности, в том числе 2 в журнале, входящем в международные базы данных Scopus и WoS, 1 статья в другом рецензируемом научном издании из перечня ВАК Минобрнауки России, 1 статья в научном журнале, входящем в международные базы данных и системы цитирования Scopus и WoS).

Таким образом, по теме, содержанию и результатам диссертационная работа Байбаковой Евгении Васильевны полностью удовлетворяет требованиям ВАК Минобрнауки России в соответствии с п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842 (в действующей редакции), а ее автор Байбакова Евгения Васильевна достойна присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.5.15. Экология.

Официальный оппонент:

Фрумин Григорий Тевелевич

доктор химических наук (20.01.13 – Защита войск и объектов от оружия массового поражения (спецтематика)), профессор, ведущий научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории рационального природопользования федерального

государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования
«Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена»,
191186, г. Санкт-Петербург, набережная реки Мойки 48,
Телефон: 89111274098,
Эл. почта: gfrumin@mail.ru

«13» ноября 2024 г.

Григорий Тевелевич Фрумин

Я, Фрумин Григорий Тевелевич, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

«13» ноября 2024 г.

Г.Т. Фрумин

РГПУ им. А.И. ГЕРЦЕНА

подпись

удостоверяю «13» 11 2024 г.

Отдел кадров управления по работе с кадрами
и организационно-контрольному обеспечению



Ведущий документовед
отдела кадров

Ю.В. Пасечник

Вход. № 05-8284

«06» 12 2024 г.

подпись