ОТЗЫВ
официального оппонента, доктора медицинских наук, заслуженного врача Российской Федерации Бузинова Романа Вячеславовича на диссертационную работу Алексеевой Анны Венидиктовны «Научное обоснование совершенствования методологических основ комплексной гигиенической оценки химических реагентов и материалов, используемых в практике водоснабжения населения», представленную на соискание ученой степени доктора медицинских наук по специальности 3.2.1. – Гигиена

Актуальность диссертационного исследования

Диссертационное исследование Алексеевой А.В. посвящено одной из актуальных тем гигиены водоснабжения – совершенствование методологических подходов к оценке влияния реагентов, материалов и технологий на качество питьевой воды. В настоящее время наблюдается стремительное расширение номенклатуры конструкционных и реагентных материалов, используемых при организации водоснабжения. Ограниченный перечень нормируемых в воде показателей приводит к ситуации, при которой формально соответствующий требованиям материал может являться источником миграции и образования (трансформации) десятков химических соединений, для которых в Российской Федерации не установлены гигиенические нормативы. Диссертант совершенно справедливо квалифицирует это как методологический разрыв и «регуляторный пробел».

С практической точки зрения проблема приобретает особую остроту в контексте масштабной модернизации коммунальной инфраструктуры, реализуемой в рамках национальных проектов Российской Федерации. Ежегодно прокладываются и реконструируются тысячи километров водопроводных сетей, однако при выборе материала оцениваются технико-экономические характеристики без учета результатов углубленной гигиенической экспертизы его химической стабильности. Учитывая, что полимерные материалы занимают на рынке трубной продукции доминирующее положение, а их рецептуры постоянно усложняются, отсутствие адекватных методов и инструментов контроля создает реальные риски для здоровья населения, которые носят отложенный, хронический характер и потому трудно выявляемы в рамках рутинного мониторинга.

Особую актуальность работе придает необходимость гармонизации отечественной нормативной базы с международными подходами.

ФГБУ «ЦСП» ФМБА России
ВХОДЯЩИЙ №4511-вх
от 02.11.2026

В мировой практике для управления рисками, связанными с нерегламентированными веществами, успешно применяется концепция Порога токсикологической опасности. Однако ее системная адаптация к российским условиям до настоящего времени не осуществлена.

Изложенное выше дает основание считать, что диссертационная работа А.В. Алексеевой является актуальным, важным и своевременным научным исследованием, создает научную основу для совершенствования системы санитарно-эпидемиологического надзора (контроля).

Степень достоверности и обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Диссертационная работа отличается продуманной архитектурой исследования, которая обеспечивает не только теоретическую глубину, но и практическую значимость полученных результатов. Автор последовательно выстраивает логическую цепочку: от сравнительного анализа международного и отечественного опыта – через масштабные экспериментальные исследования – к разработке интегральной методологии и ее практической верификации.

Основой доказательной базы послужил значительный массив экспериментальных данных, который позволил автору не только получить частные результаты по каждому классу материалов, но и сформулировать общие закономерности миграции химических веществ в водную среду. Следует отметить, что автор не ограничился изучением какого-либо одного класса материалов, а охватил практически весь спектр продукции, применяемой в современном водоснабжении: цементные смеси, двухкомпонентные полиуретановые покрытия, полипропиленовые трубы, включая армированные модификации, полиэтиленовые трубы, трубы из непластифицированного поливинилхлорида, стеклопластиковые трубы, а также трубы из высокопрочного чугуна с внутренним цементно-песчаным и термопластичным покрытием, а также реагенты, используемые при водоподготовке.

Методический аппарат исследования заслуживает отдельной положительной оценки. Автором использованы современные высокоинформативные аналитические методы: газовая хромато-масс-спектрометрия для идентификации органических соединений, атомно-абсорбционная спектрометрия и масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой для определения металлов, спектрофотометрические и титриметрические методы для обобщенных показателей.

Токсикологическая часть работы выполнена на нескольких биологических уровнях: гидробионты (Chlorella vulgaris, Daphnia magna), люминесцентные бактерии («Эколюм»), культура лимфоцитов периферической крови человека и хронический шестимесячный эксперимент на крысах. Такой многоуровневый подход позволил получить всестороннюю характеристику биологического действия водных вытяжек и избежать односторонних выводов, основанных на результатах какого-либо одного теста.

Статистическая обработка данных проведена с использованием адекватных методов, включая непараметрические критерии и поправку Бонферрони при множественных сравнениях, что свидетельствует о корректности и надежности полученных результатов. Выводы и практические рекомендации логически вытекают из содержания работы, аргументированы и соответствуют поставленным задачам.

Достоверность и новизна полученных результатов

Научная новизна диссертационного исследования не вызывает сомнений. Автором впервые выполнен системный анализ методологических ограничений действующей системы оценки материалов и реагентов для водоснабжения и на его основе предложена целостная методология, интегрирующая усовершенствованное экспериментальное моделирование, расширенный аналитический контроль, инструменты Порога токсикологической опасности и оценку совокупного риска, создаваемого химическими веществами, мигрирующими из материалов труб в питьевую воду.

Одним из наиболее значимых научных достижений работы является адаптация и научное обоснование применения методологии Порога токсикологической опасности к объектам водоснабжения. Автором осуществлена классификация нерегламентированных органических соединений по структурным классам Крамера с использованием программных средств Toxtree и OECD QSAR Toolbox, что позволило перейти от констатации факта отсутствия нормативов к количественной оценке потенциальной опасности. Это принципиально новый шаг для отечественной практики: ранее вопросы оценки нерегламентированных веществ в питьевой воде рассматривались преимущественно в теоретическом ключе.

Заслуживает высокой оценки разработанный и валидированный автором новый комплексный протокол экспериментального исследования

безопасности материалов. Принципиальным его отличием от действующих методик является моделирование миграции не только в условиях непрерывного застоя, как предусмотрено действующими нормативно-методическими документами, но и в условиях последовательной миграции с регулярной сменой тестовой воды. Экспериментально установлено, что концентрации мигрирующих соединений в этих двух режимах могут различаться в несколько раз, что имеет практическое значение для прогнозирования качества воды на различных участках распределительной сети. Данный результат обосновывает необходимость дифференцированного подхода к испытаниям материалов в зависимости от предполагаемых условий их эксплуатации.

Ключевым научным достижением диссертационного исследования является разработка оригинального четырехуровневого алгоритма сравнительной оценки долевого вклада регламентированных и нерегламентированных химических веществ в интегральный риск для здоровья населения. Введение таких интегральных показателей, как Общая добавочная нагрузка (TAL) и Доля риска неопределенности (FUR), позволяет количественно охарактеризовать вклад «фактора неопределенности», обусловленного присутствием в воде сложных смесей неучтенных соединений. Многокритериальный Индекс приоритетной опасности (PHI) обеспечивает объективную приоритизацию веществ для дальнейших токсикологических исследований и обоснования гигиенических нормативов. Прогностическая ценность алгоритма убедительно подтверждена на восьми типах материалов, при этом результаты расчетов полностью коррелировали с данными хронического эксперимента на теплокровных животных.

Значимость для науки и практики

Теоретическая значимость диссертации заключается в развитии фундаментальных представлений о токсикологии сложных химических смесей и методологии оценки риска. Работа вносит существенный вклад в научные основы гигиены водоснабжения, предлагая инструменты для работы с неопределенностью, которая неизбежна при оценке современных многокомпонентных материалов. Предложенный подход расширяет теорию оценки риска, вводя инструменты для работы с «химическими коктейлями» в условиях принципиальной неполноты токсикологических данных.

Практическая значимость исследования подтверждается тем, что

разработанные методологические подходы и алгоритмы внедрены в практику работы ФГБУЗ «Головной центр гигиены и эпидемиологии ФМБА России» и ФГБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии № 49» ФМБА России. Результаты исследования используются российским производителем полимерных микрофильтрационных мембран и фильтрующих элементов ООО НПП «Технофильтр». Материалы диссертации включены в учебный процесс кафедры общей гигиены Института общественного здоровья им. Ф.Ф. Эрисмана, ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» Минздрава России и ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России. Полученные патенты на изобретение и промышленные образцы, а также свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ подтверждают оригинальность и практическую ценность разработок.

Выявленная при исследовании цементных смесей экстремально высокая миграция лития является научным обоснованием для запрета использования литиевых добавок в рецептурах цементно-песчаных покрытий для трубопроводов питьевого водоснабжения. Эта рекомендация имеет конкретное и важное регуляторное приложение и уже нашла отражение в практических предложениях автора.

Важное практическое значение имеют результаты, полученные при исследовании реагентов. Убедительно показано, что основную опасность при применении синтетических полиэлектролитов представляют не сами полимеры, относящиеся к четвертому классу опасности, а сопутствующие низкомолекулярные соединения – остаточные мономеры (акриламид, эпихлоргидрин, дихлорпропанолы) и побочные продукты синтеза, обладающие канцерогенным и мутагенным потенциалом. Автор справедливо указывает на необходимость развития методической базы для определения в питьевой воде остаточных количеств ведущих мономеров и продуктов трансформации синтетических полиэлектролитов.

Содержание диссертации, ее завершенность

Диссертация состоит из введения, семи глав, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка сокращений, списка литературы и приложений. Работа изложена на 459 страницах, содержит 114 таблиц и 7 рисунков. Библиографический список включает 444 источника, в том числе 108 отечественных и 336 зарубежных. Структура работы логична и отражает все этапы проведенного исследования.

В **первой главе** автором представлен глубокий и всесторонний обзор

литературы, охватывающий мировой опыт применения современных материалов и реагентов в питьевом водоснабжении. Детально проанализированы процессы миграции химических соединений из полимерных, цементных и металлических материалов, а также рассматривает существующие отечественные и зарубежные методические подходы и нормативно-правовую базу. Особого внимания заслуживает проведенный сравнительный анализ систем оценки безопасности материалов в России, Европейском Союзе, США, Японии, Австралии и Новой Зеландии, который убедительно демонстрирует, что существующие зарубежные подходы, несмотря на их высокий уровень, не адаптированы к специфике российской нормативной базы и не решают проблему оценки нерегламентированных веществ. Это позволило автору четко сформулировать методологические пробелы и обосновать необходимость разработки нового подхода.

Во **второй главе** изложены объем, методы и организация исследования. Автор подробно описывает пять этапов работы, характеристику исследуемых образцов, методики приготовления водных вытяжек, аналитические и токсикологические методы, а также методы статистической обработки данных. Дизайн исследования представлен наглядно и логично. Особо следует отметить продуманность выбора объектов исследования: автор охватил широкий спектр материалов и реагентов. Такой комплексный подход позволил выявить общие закономерности миграции и одновременно учесть специфику каждого класса материалов.

В **третьей главе** представлена эмпирическая часть работы с результатами санитарно-химических исследований материалов, применяемых в питьевом водоснабжении. Автор демонстрирует глубоко дифференцированный подход к оценке различных классов конструкционных материалов, что заслуживает особого внимания. Последовательно рассмотрены цементные смеси, металлические сплавы, полиуретановые покрытия, полипропиленовые, полиэтиленовые, поливинилхлоридные и стеклопластиковые трубы. Для каждого класса материалов выявлены специфические закономерности миграции и идентифицированы загрязнители. Впервые показано, что стандартная оценка только по перечню Единых требований не выявляет до 40 идентифицированных органических соединений, не имеющих ПДК.

В **четвертой главе** автор описывает результаты санитарно-

химических исследований реагентов, используемых при водоподготовке: неорганические и синтетические коагулянты, флокулянты, ингибиторы осаждения, окислители и средства обеззараживания. Автором обоснованы пороговые концентрации по органолептическим показателям и выявлены примеси, требующие контроля. Показано, что применение синтетических полиэлектролитов (полиДАДМАХ, эпи-ДМА) сопряжено с риском загрязнения воды мономерами (акриламид, эпихлоргидрин, 1,3-дихлор-2-пропанол) и образованием нитрозаминов при хлорировании.

В **пятой главе** приведены результаты комплексной токсикологической оценки материалов на тест-объектах различных трофических уровней (Chlorella vulgaris, Daphnia magna, биосенсор «Эколюм», культура лимфоцитов крови человека) и в хроническом 6-месячном эксперименте на белых крысах. Хронический эксперимент показал, что вытяжки из полиэтиленовых труб иностранного производства вызывали наиболее выраженные цитогенетические нарушения, в то время как вытяжки из чугунных труб с термопластиковым покрытием продемонстрировали наилучший профиль безопасности. Обоснована необходимость дифференцированного подхода к гигиенической оценке материалов в зависимости от их конкретной рецептуры, а не только от класса материала. Результаты хронического эксперимента полностью коррелируют с данными апробации разработанного автором алгоритма оценки риска, что подтверждает его прогностическую ценность и формирует основу для ключевого вывода диссертации о необходимости перехода к комплексной характеристике безопасности.

В **шестой главе** автор рассматривает методологические подходы к оценке риска при употреблении питьевой воды, включая учет многопутевого поступления и кумулятивного воздействия веществ с однонаправленным механизмом действия, а затем применяет эту методологию к результатам санитарно-химических исследований водных вытяжек из 10 образцов полимерных труб. Установлено, что суммарный агрегированный канцерогенный риск для всех образцов соответствует допустимому уровню, а значения коэффициентов опасности и индексов опасности для всех критических органов и систем не превышают 1,0. Однако автор убедительно демонстрирует фундаментальное ограничение стандартной методологии оценки риска для здоровья населения: для более чем 40% соединений, идентифицированных в Приложении 1 Руководства по оценке риска здоровью населения при воздействии химических веществ,

загрязняющих окружающую среду, отсутствуют референтные дозы и/или референтные концентрации, что делает невозможным их количественную оценку в рамках классического подхода. Таким образом, наглядно проиллюстрировано существование «фактора неопределенности», связанного с отсутствием токсикологических данных для значительной части идентифицированных соединений, что создает научную основу для разработки оригинального алгоритма сравнительной оценки долевого вклада регламентированных и нерегламентированных веществ.

В **седьмой главе** представлен авторский алгоритм, позволяющий количественно разграничить вклад в интегральный риск двух принципиально разных категорий загрязнителей: тех, для которых существуют гигиенические нормативы, и тех, для которых таких нормативов нет. Структурно алгоритм организован как последовательность из четырех уровней. Верификация алгоритма показала его высокую прогностическую состоятельность: результаты расчетов коррелируют с данными хронического эксперимента на животных, и, в ряде случаев, позволяют выявить опасность, которая ускользает от стандартного контроля. Глава содержит также сопоставление разработанного подхода с зарубежными системами сертификации, которое показывает, что ни одна из них не располагает инструментами количественной оценки вклада нерегламентированных веществ.

В **заключении** обобщены четко систематизированы и прописаны полученные результаты и предлагаемые рекомендации.

Выводы диссертации четко сформулированы, соответствуют поставленным задачам, логично следуют из полученных данных.

Соответствие автореферата основным положениям и выводам диссертации

Автореферат оформлен в соответствии с требованиями ГОСТ Р 7.0.11-2011. «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления». Текст автореферата полностью отражает содержание диссертации, содержит все основные положения диссертации.

Замечания по диссертационной работе

В процессе ознакомления с диссертацией имеются замечания и вопросы, которые не являются принципиальными и снижающими ценность работы, но нуждаются в пояснении:

1. Как часто в ходе исследования встречалась ситуация, когда химическое вещество имело гигиенический норматив (ПДК), но не имело установленной референтной дозы и/или референтной концентрации? Каким образом данный факт учитывался при интерпретации результатов оценки риска и какие методологические допущения были приняты для химических веществ, имеющих ПДК и не имеющих референтных дозы и/или референтной концентрации?

2. Чем был обусловлен выбор именно пяти образцов для хронического эксперимента? Почему в программу хронического эксперимента не были включены образцы, продемонстрировавшие наибольшее количество нерегламентированных соединений и наиболее выраженные превышения гигиенических нормативов, например, полиуретановое покрытие с миграцией бутиламида бензилсульфоновой кислоты до 16,5 ПДК и цементная смесь с экстремально высокой миграцией лития? Какие критерии приоритизации были положены в основу формирования выборки для хронического эксперимента?

3. При описании методологии Порога токсикологической опасности представляется необходимым уточнить, какие именно версии программных средств Toxtree и OECD QSAR Toolbox применялись в работе. Кроме того, в главе 6 автором упоминается о возможности расхождения результатов классификации Крамера между указанными инструментами — каким образом обрабатывались такие случаи при реализации разработанного алгоритма, и какие правила выбора класса Крамера были установлены для целей обеспечения воспроизводимости результатов?

Заключение

Диссертационная работа Алексеевой Анны Венидиктовны «Научное обоснование совершенствования методологических основ комплексной гигиенической оценки химических реагентов и материалов, используемых в практике водоснабжения населения» является самостоятельной, завершенной научно-квалификационной работой, в которой решена крупная научная проблема, имеющая важное народнохозяйственное значение. Работа характеризуется высоким методическим уровнем, научной новизной и несомненной практической значимостью.

По своей актуальности, объему выполненных исследований, достоверности полученных результатов и обоснованности выводов диссертация в полной мере соответствует требованиям пункта 9

«Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842 (в действующей редакции), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора медицинских наук. Автор диссертации, Алексеева Анна Венидиктовна, заслуживает присуждения ученой степени доктора медицинских наук по специальности 3.2.1. – Гигиена.

Официальный оппонент:
доктор медицинских наук, доцент,
заслуженный врач Российской Федерации
Бузинов Роман Вячеславович.
14.02.01 Гигиена
почтовый адрес: 2-я Советская ул., д. 4, г. Санкт-Петербург, 191036
телефон: +7-812-717-97-83
адрес электронной почты: r.buzinov@s-znc.ru
место работы: ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, директор

30.октября 2026 Р.В. Бузинов

Я, Бузинов Роман Вячеславович, даю согласие на включение своих персональных данных, содержащихся в настоящем согласии, в документы, связанные с защитой диссертации Алексеевой Анны Венидиктовны, и их дальнейшую обработку.

30.октября 2026 Р.В. Бузинов

Подпись доктора медицинских наук, доцента, директора ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора Бузинова Романа Вячеславовича заверяю

начальник отдела кадров С.И. Краснова

30.октября 2026

ОТЗЫВ
официального оппонента, доктора медицинских наук, заслуженного врача Российской Федерации Бузинова Романа Вячеславовича на диссертационную работу Алексеевой Анны Венидиктовны «Научное обоснование совершенствования методологических основ комплексной гигиенической оценки химических реагентов и материалов, используемых в практике водоснабжения населения», представленную на соискание ученой степени доктора медицинских наук по специальности 3.2.1. – Гигиена

Актуальность диссертационного исследования

Диссертационное исследование Алексеевой А.В. посвящено одной из актуальных тем гигиены водоснабжения – совершенствование методологических подходов к оценке влияния реагентов, материалов и технологий на качество питьевой воды. В настоящее время наблюдается стремительное расширение номенклатуры конструкционных и реагентных материалов, используемых при организации водоснабжения. Ограниченный перечень нормируемых в воде показателей приводит к ситуации, при которой формально соответствующий требованиям материал может являться источником миграции и образования (трансформации) десятков химических соединений, для которых в Российской Федерации не установлены гигиенические нормативы. Диссертант совершенно справедливо квалифицирует это как методологический разрыв и «регуляторный пробел».

С практической точки зрения проблема приобретает особую остроту в контексте масштабной модернизации коммунальной инфраструктуры, реализуемой в рамках национальных проектов Российской Федерации. Ежегодно прокладываются и реконструируются тысячи километров водопроводных сетей, однако при выборе материала оцениваются технико-экономические характеристики без учета результатов углубленной гигиенической экспертизы его химической стабильности. Учитывая, что полимерные материалы занимают на рынке трубной продукции доминирующее положение, а их рецептуры постоянно усложняются, отсутствие адекватных методов и инструментов контроля создает реальные риски для здоровья населения, которые носят отложенный, хронический характер и потому трудно выявляемы в рамках рутинного мониторинга.

Особую актуальность работе придает необходимость гармонизации отечественной нормативной базы с международными подходами.

С отзывом ознакомлена
Алексеева А.В.
02.11.26

ФГБУ «ЦСП» ФМБА России
ВХОДЯЩИЙ №4511-вх
от 02.11.2026