

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Ялалетдиновой Алины Венеровны «Мониторинг состояния водоисточника по показателям качества воды (на примере р. Уфа)», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.5.15. Экология (технические науки)

Актуальность исследования. По данным Всемирной организации здравоохранения около 90% болезней населения обусловлены использованием некачественной питьевой воды, в связи с чем обеспечение населения доброкачественной питьевой водой является актуальной мировой проблемой. Несмотря на широкие возможности современных технологий водоподготовки, использование исходной загрязненной природной воды существенно затрудняет производство питьевой воды высокого качества.

В городах и городских агломерациях, где функционирует множество предприятий химического и нефтехимического профиля, происходит резкий рост антропогенной нагрузки на окружающую среду приводящий к снижению качества воды по основным технологическим показателям, особенно в периоды, приходящиеся на пики половодий и дождевых паводков.

Для предотвращения попадания в питьевую воду веществ антропогенного происхождения необходимо совершенствовать технологические системы сооружений водоподготовки, что невозможно без мониторинга качества природных вод, особенно по таким показателям как мутность, цветность, окисляемость и общая жесткость, поскольку они могут включать техногенные загрязнители, присутствующие во взвешенном и органическом веществе.

Таким образом, мониторинг качества воды по обобщенным показателям, являющийся **целью** диссертационной работы, достигаемый путем решения сложного набора **задач**, заключающихся в определении закономерностей изменения качества воды, вероятностном прогнозе характеристик стока реки при ее многолетнем и сезонном регулировании, выделении различных сезонных периодов годового цикла водоисточника, расчёте доз реагентов для каждого периода и выбора наиболее эффективного типа коагулянта для каждого из них, несомненно, делает диссертационное исследование Ялалетдиновой А.В. актуальным. **Задачи исследования** сформированы исходя из цели, имеют теоретическую и практическую направленность.

Исследование Ялалетдиновой А.В. проводилось в течении многих лет (с 2015 по 2022 гг.) в рамках выполнения многих научных проектов (РГНФ,

Грант Республики Башкортостан, Государственное задание Минобрнауки России).

Оценка содержания диссертационного материала.

Представленная диссертация изложена на 349 страницах, традиционно **структурирована**, состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы, списка научных трудов диссертанта и приложений.

Введение содержит обоснование актуальности темы исследования, степень ее разработанности, цель, задачи, научную новизну, теоретическую и практическую значимость работы, методологию исследования, перечень положений, выносимых на защиту, степень достоверности и апробацию результатов работы, публикации, структуру и объем работы, что соответствует требованиям ВАК РФ.

Первая глава посвящена анализу научных работ отечественных и зарубежных специалистов по теме исследования. Автор рассматривает современное состояние водоисточников, описывает факторы, приводящие к ухудшению качества природных вод, в том числе усиливающееся антропогенное влияние городских агломераций, характеризует макрокомпоненты, минеральные и органические вещества в природных водах. Хотелось бы отметить, что в обзоре довольно полно описано экологическое состояние реки Уфа, на которой расположены пять из восьми водозаборов, обеспечивающих население города водой. Отдельное внимание уделено анализу качества воды по мутности, цветности, окисляемости и общей жесткости, а также описанию влияния данных технологических показателей на здоровье населения. Подробно описаны математические методы, применяемые для изучения закономерностей и прогноза экологических параметров, в том числе и качества воды.

Всего представлены результаты обобщения более 250 источников из научной литературы по теме диссертации, значительная часть из них за последние 10-15 лет. Обстоятельный обзор литературы позволил определить перспективные направления исследований по теме диссертации.

Вторая глава посвящена описанию объектов исследований – массивов данных по мутности, цветности, окисляемости и общей жесткости, зафиксированных на поверхностном и двух инфильтрационных водозаборах за период с 1997 по 2014 гг. Частота анализа воды различна и меняется, в зависимости от водозабора, поэтому для поверхностного водозабора, где отбор проб проводится каждый день, объем выборки для показателей составил 6574 значения. На инфильтрационных водозаборах отбор проб

проводится от 2 до 4 раз в месяц, в периоды паводка чаще, поэтому для удобства дальнейшего исследования автором использованы усредненные (средние арифметические) значения показателей. Исходный материал обработан и зарегистрирован автором в виде баз данных.

Ялалетдиновой А.В. представлена схема расположения на реке Уфа водозаборов, которые находятся на всем протяжении реки вдоль городской агломерации, что, безусловно, дает возможность оценить воздействие городской агломерации на качество воды, фиксируемое в их створах.

Здесь же описаны математические методы исследования и методы моделирования качества воды: анализ временных рядов, ранжирование, корреляционный анализ, методы математической статистики, множественный регрессионный анализ, а также методы интегральной оценки риска для здоровья человека.

В третьей главе диссертации представлены результаты математической обработки статистических данных, являющихся важнейшей составляющей экологического мониторинга, проведенного в рамках методологии, которой придерживается автор. Применяемый автором подход не является традиционным для мониторинга качества воды, поскольку состояние водоисточника описывается автором системно. Методология основана на анализе исходных данных с использованием разных математических подходов (сначала более простых, потом сложных), применяемых в зависимости от задачи исследования.

При помощи метода анализа временных рядов, ранжирования и корреляционного анализа проведено предварительное изучение тенденций изменения значений мутности, цветности, окисляемости и общей жесткости, ставшее основой для построения предположений о возможных результатах влияния на них различных факторов. По исследуемым показателям автором проведена свертка критериев и выделены условно чистые и грязные месяцы. Изучены структуры временных рядов показателей, для которых выявлены большие значения сезонной и случайной компонент.

Автором использован интересный прием, сводящийся к выделению в годовом цикле периодов, анализ которых выявил различия в тенденциях изменения показателей на разных водозаборах, свидетельствующие о возможном влиянии городской агломерации. Эти методы дают общее представление о происходящих в водоисточнике процессах и факторах, формирующих его качество, но не могут быть положены в основу моделирования, вследствие чего автор переходит к численным методам.

Для создания более точных и достоверных прогностических моделей изменения показателей, Ялалетдинова А.В. применяет статистические методы, выявляющие законы изменения мутности, цветности, окисляемости и общей жесткости в воде. Такой подход позволил диссертанту оценить влияние на мутность, цветность и окисляемость такого параметра как значения расходов воды, проходящих через плотину Павловского водохранилища, который не является природным фактором, зависит от режима работы гидроэлектростанции.

Привлекают внимание полученные автором новые результаты по математическому описанию изучаемых показателей и прогнозированию их значений с той или иной вероятностью. Стоит отметить, что статистическая обработка производится диссертантом для каждого месяца отдельно, что позволяет сгладить сезонные и случайные факторы.

На стадии моделирования доз реагентов диссертантом осуществляется аналогичный прием и по значениям вероятностей превышения исследуемыми параметрами нормативов, выделяются шесть временных периодов, для каждого из которых строятся математические модели для управления дозами реагентов. На основе проведенных исследований, Ялалетдиновой А.В. рекомендовано применение оксихлорида алюминия в некоторые периоды, которые автор характеризует как «неблагоприятные с позиции водоподготовки», таким образом диссертантом решена одна из задач исследования строго практической направленности.

Привлекает внимание, что для решения сформулированных в диссертации задач разработана универсальная программа, которая может быть использована не только для описания закономерностей изменения общей жесткости, мутности, цветности и окисляемости, но и для изучения динамики любого экологического объекта.

Четвертая глава посвящена результатам изучения влияния качества питьевой воды по общей жесткости, мутности, цветности и окисляемости на некоторые болезни.

Корреляционный анализ, проведенный автором, выявил тесноту связи между исследуемыми параметрами. По полученным результатам можно оценить влияние городской агломерации, если не на количественном, то на качественном уровне, поскольку в каждой из зон, снабжаемых водой из разных водозаборов, болезни населения различны.

Особенно интересными представляются результаты выявленного положительного воздействия жесткости питьевой воды поверхностного водозабора на течение беременности и отсутствие развития врожденных

уродств у плода, что имеет отклик в литературных данных, и положительно характеризует воду в реке Уфа.

Автором получены данные, свидетельствующие об отсутствии или слабой тесноте связи между изучаемыми параметрами, что означает, что выраженного негативного воздействия питьевая вода на жителей Уфы не оказывает, отвечает гигиеническим требованиям, не превышает приемлемого уровня органолептического риска, подходит для водоснабжения городской агломерации.

Заключение по диссертации содержит подробные и конкретные выводы, полученные при решении поставленных задач. В том числе автором сформулированы интересные для практики рекомендации по замене коагулянта на другой, достаточно известный и широко используемый коагулянт. Привлекает внимание, что есть акт о проведенных испытаниях. В настоящее время этот коагулянт используется на водоснабжающем предприятии как основной, поскольку показал хорошие результаты.

Материалы диссертации полно отражены в **автореферате**, а также в тридцати публикациях, семь из которых опубликованы в ведущих рецензируемых научных журналах, входящих в перечень ВАК РФ (шесть из них индексируются в Scopus), в двух статьях в ведущих рецензируемых научных журналах, входящих в перечень ВАК РФ по смежной специальности. Материалы диссертации апробированы на научных конференциях различных уровней (по материалам конференций опубликовано четырнадцать тезисов). По результатам исследования автором разработаны и зарегистрированы одно учебное пособие, три базы данных, одна программа для ЭВМ.

Научная новизна исследования.

Ялалетдиновой А.В. исследованы временные ряды общей жесткости, мутности, цветности и окисляемости за длительный 18-летний период. Изучение такого большого периода дает возможность учесть долгосрочное техногенное влияние городской агломерации на значения показателей.

Новизна исследования, которую представил автор, заключается в проведении экологического мониторинга по предложенной автором методологии исследования, которая сводится к поэтапному переходу от простых методов к сложным. Сначала автором изучаются изменения показателей в общих чертах, позволяющие сделать некоторые выводы, а затем производится моделирование изменений качества воды с применением статистических методов. Стоит отметить, что подобная

методология моделирования является новой и ранее для города Уфы не применялась. Представленная методология может быть использована для других экологических исследований, не связанных с качеством воды.

Автором выполнен большой объем исследований:

– установлены новые закономерности изменения исследуемых показателей: рассчитаны вклады компонент, в том числе выявлено значительное влияние случайной величины (более 40%) в изменения значений исследуемых показателей; обнаружено, что одинаковые тенденции изменения показателей (когда их значения растут или снижаются) отличаются по времени для разных водозаборов, что указывает на скрытое влияние городской агломерации;

– построены распределения значений показателей, которые достаточно точно описываются гамма-распределением или полиномами, и по которым вычисляются вероятности того, что показатель примет какое-либо значение;

– исследовано влияние расходов воды, сбрасываемых водохранилищем, на значения мутности, цветности и окисляемости. Выявлено, что в периоды паводка, с увеличением расхода воды наблюдается увеличение мутности, цветности и окисляемости, тогда как в области малых расходов воды ($< 450 \text{ м}^3/\text{с}$) значения показателей не зависят от расхода;

– по значениям вероятностей выделены периоды, для которых найдены уравнения прогнозирующие дозы реагентов в зависимости от мутности, цветности, окисляемости и общей жесткости;

– установлены периоды (первый (май) и второй (апрель, июнь)), характеризующиеся повышенными значениями вероятностей превышения нормативов (79-99%), для которых автором предложены рекомендации по замене сульфата алюминия на оксихлорид алюминия.

Кроме того, Ялалетдиновой А.В. представлены результаты исследования воздействия качества питьевой воды на заболеваемость населения и определения органолептического риска, которые выявили новые интересные закономерности и связи.

Теоретическая и практическая значимость.

Считаю, что теоретическое значение имеют:

– предложенная автором методология, которая может служить научной основой для математической обработки данных при прогнозировании опасных экологических ситуаций с целью их предотвращения;

– полученные Ялалетдиновой А.В. уравнения для прогнозирования:

1. значений показателей по значениям расходов воды, сброшенных водохранилищем со средней погрешностью прогноза по мутности 32 %, по цветности 17 % и по окисляемости 16 %;

2. значений вероятностей превышения мутностью, цветностью, окисляемостью и общей жесткостью своих нормативов;

3. доз реагентов по исследуемым показателям со средней погрешностью прогноза от 13 до 38 % для коагулянта и от 22 до 51 % для флокулянта.

Практической ценностью обладают:

– зарегистрированные автором базы данных, содержащие большой массив данных, который может применяться для дальнейшего прогнозирования состояния окружающей среды в целях сохранения ее качества, охраны природных ресурсов и снижения рисков для здоровья населения;

– разработанный автором программный продукт «Программа для расчета и построения эмпирической и теоретической функций распределения показателей, определяющих качество воды в реке. Версия 1.0» для нахождения статистических характеристик изменения показателей, для которого существует возможность применения в других городах Российской Федерации.

– рекомендации по применению альтернативного коагулянта для повышения эффективности очистки воды в некоторые периоды, подтвержденные актом апробации, полученным ГУП РБ «Уфаводоканал». Примечательно, что их реализация возможна на действующем существующем оборудовании.

Результаты исследования используются в учебном процессе при подготовке специалистов по профилям «Инженерная защита окружающей среды», «Экологическая безопасность территорий и промышленных объектов», «Экологическая безопасность объектов минерально-сырьевого комплекса» в ФГБОУ ВО «УГНТУ» (Учебное пособие «Экологические гигиенические риски здоровью человека при употреблении питьевых вод в условиях промышленного города»).

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

Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, являются аргументированными поскольку направлены на решение поставленных задач, обоснованы глубоким анализом научно-

технической литературы, результатами исследования, полученными при помощи математического моделирования.

Результаты исследований не противоречат исходным теоретическим положениям, отвечают поставленной цели и задачам диссертационной работы.

Достоверность и обоснованность полученных выводов и рекомендаций подкреплена использованием достаточно объемного и достоверного исходного материала (обработанного автором и зарегистрированного в виде баз данных) и результатами математической обработки с применением методов статистического анализа. Исходные данные собраны аккредитованными аналитическими лабораториями с использованием калиброванных средств измерения и аттестованного лабораторного оборудования.

Основные результаты работы опубликованы в открытой печати и представлялись на научно-технических и научно-практических конференциях.

Рекомендации апробированы на действующем водозаборе и подтверждены существенными результатами. Так, показано, что из шести испытанных коагулянтов наибольшей эффективностью при низкой температуре воды обладают оксихлорид алюминия MetaPAC Y 10 и оксихлорид алюминия PAC. Их применение позволило повысить эффективность реагентной обработки воды на 14%-16%, сократить дозы оксихлорида алюминия на 30-40%, снизить содержание остаточного алюминия в питьевой воде на 10-12%.

По материалам диссертации автором созданы программа для ЭВМ (Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2018660126 от 16.08.2018) и учебное пособие, которое с 2022 года используется в учебном процессе на кафедре «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов» ФГБОУ ВО «УГНТУ».

Замечания и пожелания к работе.

1) Автором используются данные до 2014 года. Можно было бы расширить временной интервал и дополнить более свежими данными с 2015 года.

2) Поскольку городская агломерация многофакторно воздействует на человека, а заболеваемость населения зависит не только от качества воды, трудно ожидать высоких корреляций. Поэтому было бы интересно, если бы автор в обзоре литературы рассмотрел пути поступления токсикантов в окружающую среду, показал какие именно загрязнители содержатся в

мутности, цветности, окисляемости и общей жесткости, и выделил как опубликованные данные перекликаются с полученными результатами, какие заболевания в большей степени относятся к мутности, какие к цветности и так далее.

3) При дифференцировании временных рядов на периоды по значениям вероятностей, они группируются так, что в итоге к одному периоду относятся разные месяцы годового цикла, например, третий период (июль, декабрь). Такой большой временной размах между ними может привести к тому, что общая тенденция изменений показателей может зависеть от разных факторов. А это может создать некоторые сложности при использовании данного подхода, поскольку делает модель неустойчивой. Мне кажется, что автору следовало так и продолжить моделирование по месяцам.

4) В диссертации не описано, каким методом осуществлялась аппроксимация эмпирической функции распределения полиномами.

5) Автором анализируются только нормальное, логнормальное распределения и гамма-распределение. Почему автор не попробовал описать эмпирическое распределение каким-нибудь еще теоретическим распределением, а сразу перешел к полиномам.

6) В диссертации содержатся опечатки (например, на странице 31 дважды присутствует слово «также», а на странице 46 пропущена буква «е» в слове «употребление»).

В целом полученные в диссертации результаты следует оценить положительно, выводы и рекомендации обоснованы большим объемом материала, носят принципиально новый характер.

Заключение по диссертации.

Диссертационная работа Ялалетдиновой А.В. представляет законченное научное исследование, в ней решены приводящие к практически важным результатам научные задачи, по применению предложенной автором методологии для мониторинга качества воды и интенсификации технологии водоподготовки на водозаборе, снабжающем водой крупную городскую агломерацию. Диссертация построена логично, удачно иллюстрирована (содержит 56 рисунков, 114 таблиц).

Таким образом, диссертационная работа Ялалетдиновой Алины Венеровны «Мониторинг состояния водоемосточника по показателям качества воды (на примере р. Уфа)» полностью соответствует критериям п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842 предъявляемым ВАК к диссертациям на соискание степени

кандидата технических наук, а ее автор Ялалетдинова А.В. заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.5.15. Экология.

Официальный оппонент:
профессор кафедры
природообустройства, строительства
и гидравлики Федерального
государственного бюджетного
образовательного учреждения
высшего образования «Башкирский
государственный аграрный
университет», доктор технических
наук по специальности 06.01.02 -
Мелиорация, рекультивация и охрана
земель, доцент

Хафизов Айрат Райсович

подпись

« 07 » 02 2023 г.

Подпись Хафизова А.Р. заверяю

« 7 » февраля 2023 г.

Подпись Хафизова А.Р.
ЗАВЕРЯЕТ
Заведующий М.П. [подпись]
« 07 » февраля 2023 г.
ИНН 0278011005



Хафизов Айрат Райсович, тел. 8-982-720-06-41, e-mail: chafizov@mail.ru
ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет», кафедра
«Природообустройство, строительство и гидравлика»
Адрес: 450001, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. 50-летия Октября, д. 34