

Отзыв

официального оппонента

на диссертацию Пономарёва Дмитрия Сергеевича

«**Моделирование и оценка эффективности процесса дезодорации воды на городских очистных сооружениях**», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (в науке и технике)».

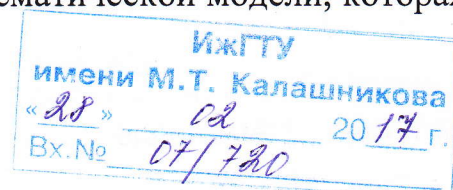
Актуальность. На фоне увеличивающегося негативного антропогенного воздействия на окружающую среду наблюдается ухудшение состояния многих источников питьевого водоснабжения по широкому спектру показателей, в частности, таких как органолептические свойства воды. Как следствие, возникает проблема и для питьевой воды. Общепринятым решением в данной области является углевание воды порошкообразными активированными углями (ПАУ): их применение не требует значительных инвестиций и реконструкции очистных сооружений, а так же может быть использовано на любых сооружениях водоподготовки.

Тем не менее, данный вопрос является до сих пор актуальным, а именно: отсутствуют рекомендации по выбору параметров дезодорации (марки активированного угля и их смесей, его оптимального дозирования и выбора времени контакта в зависимости от параметров исходной воды).

Проведение экспериментальных исследований дезодорации питьевой воды непосредственно на очистных сооружениях является дорогостоящим процессом. Поэтому перспективным в данной области представляется проведение исследований на теоретическом уровне, а именно - разработка математической модели. Проведение численных экспериментов на модели позволит сэкономить ресурсы, а так же выявить общие закономерности. Особый интерес представляет применение искусственной нейронной сети (ИНС). Нейронная сеть, в отличие от линейных методов статистики, позволяет исследовать нелинейные зависимости и, тем самым, более точно описать рассматриваемые процессы. Кроме того, нейронная сеть обучается на всей выборке, не фрагментируя её, что повышает точность результатов.

В первой главе рассмотрена проблема очистки воды в системе питьевого водоснабжения, проанализированы и выявлены основные причины возникновения запаха питьевой воды. Показано, что одним из решений является применение методов дезодорации с использованием сорбентов, таких как активированный уголь.

Несмотря на многочисленные исследования процессов дезодорации питьевой воды порошкообразным активированным углем с применением сорбентов, отсутствуют рекомендации по выбору марки активированного угля, с учетом характеристик исходной воды. Недостаточно исследован вопрос по оптимальному дозированию и выбору времени контакта активированного угля с дезодорируемой водой в зависимости от параметров исходной воды. Показано, что эффективным решением в данной области является разработка математической модели, которая



позволит изучить динамику процесса дезодорации, выявить закономерности процесса.

Во второй главе решается задача выявления факторов, определяющих уровень и динамику процесса дезодорации питьевой воды в системе питьевого водоснабжения. Были применены корреляционный анализ данных, регрессионное моделирование, а также метод главных компонент. Для оценки эффективности технологической схемы системы водоснабжения в области дезодорации питьевой воды был разработан и применен метод на основе корреляционного анализа данных. Были разработаны уравнения регрессии для основных одорирующих веществ в питьевой воде. Для устранения мультиколлинеарности между основными параметрами исходной воды был применен метод главных компонент. Проведено сравнение результатов моделирования с фактическими значениями. Доказана высокая эффективность применения рассматриваемой технологической схемы в области дезодорации питьевой воды.

В третьей главе рассмотрена возможность и доказана актуальность применения искусственной нейронной сети, корреляционного и регрессионного анализа данных для моделирования основных параметров процесса дезодорации в системе питьевого водоснабжения. При помощи искусственной нейронной сети на основе многослойного персептрона смоделированы основные значения параметров дезодорации питьевой воды (дозирование активированного угля, время контакта сорбента с водой, адсорбционная активность). Разработаны рекомендации для очистных сооружений водоподготовки

В четвертой главе проведена проверка работоспособности разработанной модели для основных параметров дезодорации питьевой воды на фактических данных (проверка работоспособности проводилась на независимой выборке, которая составляет 15% от общей выборки). Достоверность и адекватность полученных результатов была доказана при помощи критерия Фишера, средней ошибки аппроксимации, коэффициента корреляции, двухвыборочного t-теста с различными дисперсиями. На основе полученных результатов были разработаны рекомендации для очистных сооружений водоподготовки, рассчитана экономическая эффективность.

Научная новизна

1. Разработан при помощи корреляционного анализа данных и регрессионного моделирования метод оценки эффективности технологической схемы предприятия по очистке воды от одорирующих веществ с возможностью моделирования показателей воды (концентрации геосмина, хлороформа и хлоридов).

2. Разработана при помощи искусственной нейронной сети и регрессионного анализа модель, позволяющая в зависимости от качества исходной воды, определить дозировку, адсорбционную активность, время контакта воды с активированным углем.

3. Впервые результаты разработанной модели параметров процесса дезодорации при помощи искусственной нейронной сети и регрессионного

анализа применены в качестве инструмента по совершенствованию процесса дезодорации на очистных сооружениях.

4. Впервые разработан и запатентован способ оценки риска размножения сине-зеленых водорослей с помощью математического метода пошаговой регрессии.

Достоверность и обоснованность полученных результатов подтверждается применением в работе научно-обоснованных методов экспериментальных и теоретических исследований; корректностью использования физико-химических законов; применением теоретически обоснованных методов системного анализа включая вопросы моделирования, совершенствования принятия решений.

Теоретическая и практическая значимость работы

Разработан метод позволяющий повысить точность определения параметров дезодорации воды на очистных сооружениях (дозирование сорбента, время контакта сорбента с водой, выбор адсорбционной активности).

Разработан метод позволяющий определить эффективность технологической схемы очистных сооружений водоподготовки.

Показана возможность использования методов моделирования к проблеме дезодорации воды. Результаты могут быть использованы в учебном процессе по специальности 05.23.04 «Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов» и смежным специальностям для расчета параметров дезодорации питьевой воды.

Разработанные научно-методические основы были использованы при выполнении НИР по договорам ВиВ-1-14/С и ВиВ-2-15/С для МУП «Ижводоканал».

Замечания

1. В работе рассмотрено применение активированного угля в водоподготовке, однако недостаточно полно раскрыты преимущества и недостатки других методов дезодорации воды и их применение на очистных сооружениях (например таких как аэрация, озонирование).

2. В третьей главе для обучения искусственной нейронной сети проводится оценка значимости входных параметров в программном пакете *Excel Neural Package*, однако суть и принцип работы приводимого в программном комплексе алгоритма *Boxcounting* раскрыта недостаточно.

3. В работе предложен расчет экономической эффективности от применения разработанной модели в отношении остатка сорбента на МУП «Ижводоканал». В будущем желательно выполнить оценку эффективности в отношении и других параметров процесса дезодорации воды.

Указанные замечания не противоречат существу полученных в работе результатов и не снижают их научную новизну, достоверность и практическую значимость.

Заключение. Диссертация Пономарёва Дмитрия Сергеевича является законченной научно-исследовательской квалификационной работой, выполненной автором самостоятельно на высоком научном уровне.

Полученные автором научные результаты по теме диссертации отражены в 23 научных работах, в том числе: 1 патент на изобретение, 3 статьи в журналах, рекомендованных ВАК РФ; 4 сертификата о регистрации программ для ЭВМ.

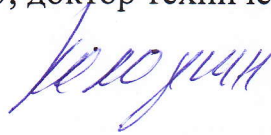
Работа написана доходчиво и грамотно. По работе в целом сделаны четкие выводы. Полученные автором результаты достоверны, выводы и заключения обоснованы. Автореферат соответствует основному содержанию диссертации.

Диссертационная работа «Моделирование и оценка эффективности процесса дезодорации воды на городских очистных сооружениях» соответствует всем требованиям п. 7 Положения о порядке присуждения ученых степеней к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор - Пономарёв Дмитрий Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01-«Системный анализ управление и обработка информации (в науке и технике)».

Официальный оппонент:

Директор Института гражданской защиты ФГБОУ ВПО «Удмуртский государственный университет», доктор технических наук, профессор

«27» февраля 2016 г.



Владимир Михайлович Колодкин

Подпись Колодкина Владимира Михайловича заверяю
Ученый секретарь ФГБОУ ВО «УдГУ»

Наталья Федоровна Военкова

Почтовый адрес:

426034, Удмуртская Республика, г. Ижевск, ул. Университетская, д. 1, корпус 1,

Tel: (3412) 916-085, Fax: (3412) 68-38-31, mailto: Kolodkin@rintd.ru

Адрес электронной почты: kolodkin@rintd.ru

