



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке и коммерциализации

Ившин И.В.

«10» сентября 2024 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГУ»)

Диссертация «Экологический мониторинг фенола и его позиционных изомеров в поверхностных водах (на примере Куйбышевского водохранилища)» выполнена на кафедре «Энергообеспечение предприятий, строительство зданий и сооружений».

В период подготовки диссертация Юсупова (Дмитриева) Александра Витальевна работала в Российской академии наук в должности ведущего эксперта отделения физико-математических наук.

В 2024 году – окончание аспирантуры ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет» по направлению подготовки 12.06.01 Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии.

1. Актуальность

К одним из наиболее распространенных органических веществ, загрязняющих окружающую природную среду, относятся фенолы, которые, как правило, обладают высокой токсичностью. Накопление фенолов в окружающей природной среде может привести к ухудшению общих показателей качества воды и впоследствии к негативному изменению экологического состояния водной среды и сокращению видового разнообразия в водоеме. Особую опасность для окружающей природной среды представляют хлорфенолы, которые в водных объектах, имеющих рыбохозяйственное, хозяйственно-питьевое и культурно-бытовое значение, нормируются. Фенол и орто-хлорфенол в соответствии с нормативными документами подлежат аналитическому контролю в рамках экологического мониторинга. Токсичность хлорфенолов по отношению к живым организмам определяется количеством атомов хлора и его положением в ароматическом кольце. Наиболее токсичными являются хлорфенолы с функциональными заместителями, находящимися в орто-положении бензольного кольца, что связано с их более легкой способностью проникать через клеточную мембрану. Так, например, орто-хлорфенол имеет аномально высокое значение давления насыщенных паров, относится к первому классу опасности и характеризуется низкими значениями норм ПДК, что затрудняет его определение в водной среде. Водоснабжение городов и рабочих поселков обычно осуществляется с использованием речных источников. Попадая в технологическую систему водоканала, вода подвергается дезинфекции, которая проводится с использованием хлорсодержащих реагентов. Поэтому в условиях водопроводных сетей может произойти конденсация двух молекул хлорфенолов, в результате которой образуются полихлорированные дибензо-*p*-диоксины, которые относятся к суперэкоотоксикантам и оказывают негативное влияние на генетический код организма человека. В этом случае обеспечение экологической безопасности водоснабжения городов и населенных пунктов требует использования современных методов и средств

эколого-аналитического контроля, к которым относятся хроматографические методы, которые позволяют определять содержание токсичных примесей фенолов. В то же время разделение производных фенола на отдельные компоненты является достаточно сложной задачей, так как они характеризуются близкими физико-химическими свойствами и на обычных сорбентах не разделяются. Поэтому необходимо провести исследования, направленные на выявление селективных сорбентов для разделения производных фенола на индивидуальные компоненты.

В этой связи работы, направленные на совершенствование системы экологического мониторинга с использованием хроматографических методов контроля являются актуальными, так как позволяют обеспечить экологическую безопасность водных объектов и предотвратить сброс в водные источники фенола и его более токсичных изомеров.

2. Связь диссертационной работы с приоритетными научно-исследовательскими работами

Работа направлена на совершенствование системы экологического мониторинга поверхностных вод с использованием хроматографических методов эколого-аналитического контроля.

3. Научная новизна результатов работы

1. Разработана новая методика хроматографического определения фенола и его позиционных изомеров в водах Куйбышевского водохранилища, в рамках которой найдены зависимости, связывающие логарифмы абсолютного удерживаемого объема органических модельных соединений и энтальпии их сорбции с числом атомов углерода в молекуле сорбента, полученного на основе 10-алкилфеноксарсинов.. Установлена линейная зависимость логарифма абсолютного удерживаемого объема электроно-донорных сорбатов от числа атомов углерода в молекуле сорбента в области как четных, так и нечетных алкильных заместителей с отклонением

от приведенной картины для первых членов гомологического ряда (CH_3 , C_2H_5).

2. Выявлен наиболее селективный сорбент, полученный на основе полиоксиэтилен бис арсената, на котором установлены оптимальные технологические условия процесса хроматографического разделения фенола, крезолов и хлорфенолов на индивидуальные компоненты, найдены зависимости, связывающие логарифм относительного удерживаемого объема фенола и его позиционных изомеров с их дипольными моментами и показателями преломления, которые являются линейными с отклонением от приведенной картины для *орто*-крезола и *орто*-хлорфенола в область более низких значений этих характеристик.

3. Изучены особенности загрязнения вод Куйбышевского водохранилища фенолами. Выявлена динамика сезонных изменений содержания фенола в водной среде. Показано, что в летний период времени содержание фенола и растворенного кислорода в воде по сравнению с зимним периодом уменьшается, что связывается с интенсификацией окислительно-восстановительных процессов, в результате которых происходит трансформация фенола в хинон, гидрохинон. На последней стадии трансформации фенола образуется комплексное соединение хингидрон, которое характеризуется более низкой растворимостью в воде ($S=0,35$ г на 100 г воды при $20\text{ }^\circ\text{C}$) по сравнению с фенолом ($S=8,3$ г на 100 г воды при $20\text{ }^\circ\text{C}$).

4. Проведена комплексная оценка степени загрязненности воды Куйбышевского водохранилища на основе методических подходов к расчету удельного комбинаторного индекса, установлено превышение норм ПДК для *орто*-, *мета*- и *пара*-хлорфенолов.

5. Проведено прогнозирование динамики изменения среднегодовых концентраций фенола в поверхностных водах Куйбышевского водохранилища за период с 2014- 2022 года, на основе которого найдена линейная корреляционная зависимость, адекватно описывающая

существующую тенденцию рассматриваемых показателей с коэффициентом корреляции $R=0,7021$. На основе литературных и архивных данных многолетней гидрохимической информации (значения УКИЗВ за 2008-2020 года) осуществлен прогноз динамики его изменения, на основании которого выбрана линейная зависимость с коэффициентом корреляции $R=0,7151$.

4. Теоретическая и практическая значимость результатов

1. Разработана новая методика хроматографического определения фенола и его позиционных изомеров *орто*-хлорфенола, *мета*-хлорфенола, *пара*-хлорфенола, *орто*-крезола, *мета*-крезола, *пара*-крезола в водах (на примере Куйбышевского водохранилища) с использованием нового сорбционного материала, полученного на основе полиоксиэтилен бис арсената, который по сравнению с отечественными и зарубежными аналогами позволил с более высокой селективностью разделить указанные изомеры на индивидуальные компоненты.

2. Установленные в настоящей работе закономерности величин удерживания органических сорбатов позволяют осуществлять более эффективно подбор сорбентов для определения фенолов в водных системах, которые можно проводить на основе структурных особенностей используемых сорбционных материалов.

3. Полученные экспериментальные результаты могут быть использованы в системе экологического мониторинга при контроле содержания фенола и его позиционных изомеров в поверхностных и сточных водах промышленных предприятий и очистных сооружений.

4. Результаты диссертационной работы были использованы ООО «Ферма 7» для контроля за содержанием фенолов в сточных водах предприятия в рамках экологического мониторинга.

5. Личное участие авторов в получении результатов научных исследований, изложенных в диссертации

Экспериментальные и теоретические результаты, отраженные в научных публикациях и диссертационном исследовании, получены при непосредственном участии соискателя. Личный вклад автора заключается в анализе литературных источников, вошедших в литературный обзор, разработке хроматографической методики контроля фенолов в поверхностных водах реки Волга, проведении лабораторного исследования. Соискатель диссертации принимала непосредственное участие в анализе и обсуждении полученных результатов, представлении докладов на научных конференциях, написании научных публикаций.

6. Степень достоверности результатов проведенных исследований

Достоверность полученных результатов обеспечена современными средствами обработки хроматографической информации, заключающейся в расчете характеристик удерживания сорбатов и количественной интерпретацией данных с использованием программного обеспечения хроматографической аппаратуры.

7. Соответствие диссертации научной специальности

Работа соответствует паспорту специальности 2.10.2. Экологическая безопасность. Пункты 1–5 научной новизны и пункты 1–5 основных результатов и выводов диссертации соответствует пункту 6 паспорта специальности «Создание и развитие системного мониторинга окружающей среды, в том числе разработка комплекса технических средств, обеспечивающих автоматические, иные методы измерения и учет показателей выбросов или сбросов загрязняющих веществ, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду».

8. Полнота изложения результатов диссертации в работах, опубликованных автором

Основное содержание работы изложено в 13 публикациях: 3 статьи в рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень ВАК, 3 статьи в журналах, индексируемых в международных базах данных Web of Science и SCOPUS, 7 публикаций в материалах докладов всероссийских и международных научных конференций.

Статьи в рецензируемых научных изданиях, индексируемых в международных базах данных Web of Science и SCOPUS

1. Танеева А.В., Юсупова А.В., Павлов А.В., Новиков В.Ф. Экологический мониторинг загрязнения поверхностных вод бассейна реки Волга фенолом и его производными // Экология и промышленность России. 2024. Т.28. № 5. С. 48 -53.

2. Танеева А.В., Дмитриева А.В., Новиков В.Ф., Ильин В.К. Газохроматографическое определение фенолов в поверхностных водах с использованием полиоксиэтилен бис арсената // Аналитика и контроль. 2020. Т.24. №4. С.305-314. DOI: 10.15826/analitika.2020.24.4.001

3. Танеева А.В., Ву Н.З., Нгуен З.Х. , Дмитриева А.В., Новиков В.Ф. Оценка межмолекулярных взаимодействий трифенильных производных элементов пятой группы Периодической системы методом газо-жидкостной хроматографии // Сорбционные и хроматографические процессы. 2019. Т. 19. № 5. С. 566-573.

Статьи в рецензируемых научных изданиях из перечня ВАК РФ

4. Танеева А.В., Юсупова А.В., Павлов А.В., Новиков В.Ф. Особенности загрязнения поверхностных вод бассейна реки Волга // Безопасность жизнедеятельности – 2024. – №9. – С.

5. Танеева А.В., **Дмитриева А.В.**, Снигирева Ю.В., Новиков В.Ф. Особенности газохроматографического метода контроля содержания фенолов в водной среде.// Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. 2023. № 2 (88). С. 7-18.

6. Танеева А.В., **Дмитриева А.В.**, Новиков В.Ф. Сравнительная характеристика сорбционных свойств нативной и модифицированной бентонитовых глин по отношению к органическим растворителям // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. 2022. №3 (85). С.63 – 71.

Прочие публикации, входящие в РИНЦ

7. **Дмитриева А.В.**, Танеева А.В., Новиков В.Ф. Контроль содержания примесей фенолов в поверхностных водах реки волга хроматографическими методами с использованием новых сорбционных материалов / В сборнике: Энергетика и энергосбережение: теория и практика. Сборник материалов VII международной научно-практической конференции. Кемерово, 2023. С. 125-1-125-5.

8. **Дмитриева А.В.**, Танеева А.В., Новиков В.Ф. Газохроматографическое определение фенолов в сточных водах промышленных производств. Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова, посвященная 300-летию Российской академии наук. национальная конференция с международным участием. Белгород, 2022. С. 116-120.

9. **Дмитриева А.В.**, Танеева А.В., Новиков В.Ф., Ильин В.К. Определение фенолов в поверхностных водах бассейна реки Волга. Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием молодых ученых и специалистов. Инновационные технологии защиты окружающей среды в современном мире. Казань. 2021. С.1315 – 1320.

10. **Дмитриева А.В.**, Танеева А.В., Новиков В.Ф. Газо-хроматографический метод контроля иловых отложений бассейна реки Волга на содержание фенолов. Сб. II Международной научно-технической конференции “SMART ENERGY SYSTEMS. Казань. 2021” (SES-2021)

11. Танеева А.В., Снигирева Ю.В., **Дмитриева А.В.**, Хизбуллин Р.Н., Новиков В.Ф. Сравнительная характеристика адсорбентов для жидкостной колоночной хроматографии. Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции «Энергетика транспорта. Актуальные проблемы и задачи», Рост. гос. ун-т. путей сообщения. Ростов н/Д, 2020. – 159 с. С.95-98.

12. Дмитриева А.В., Трофанчук В.М., **Танеева А.В.**, Новиков В.Ф. Пробоподготовка отработанного трансформаторного масла. III Всероссийская конференция по аналитической спектроскопии с международным участием. Краснодар. 29.09 -05.10.2019. С.216.

13. Нгуен З.Х., Ву Н.З., **Дмитриева А.В.**, Танеева А.В., Новиков В.Ф. Оценка надежности трансформаторного оборудования по результатам хроматографических методов анализа. Инновационные машиностроительные технологии, оборудование и материалы-2019 (МНТК «ИМТОМ»-2019») Материалы X Международной научно-технической конференции. 2019. С. 448-451.

14. Ву Н.З., Нгуен З.Х., **Дмитриева А.В.**, Танеева А.В., Новиков В.Ф. Проблемы диагностики маслонаполненного электрооборудования хроматографическими методами. Материалы X Международной научно-технической конференции. Инновационные машиностроительные технологии, оборудование и материалы-2019 (МНТК «ИМТОМ»-2019»). 2019. С. 369-372.

9. Апробация работы

Основные результаты докладывались и обсуждались на следующих конференциях: VII Международной научно-практической конференции

Энергетика и энергосбережение: теория и практика. Кемерово, 2023; Международной научно-технической конференции молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова, посвященная 300-летию Российской академии наук, Белгород, 2022; Всероссийской научной конференции с международным участием молодых ученых и специалистов «Инновационные технологии защиты окружающей среды в современном мире», Казань, 2021; II Международной научно-технической конференция “SMART ENERGY SYSTEMS; Казань, 2021” (SES-2021), Международной научно-практической конференции «Энергетика транспорта. Актуальные проблемы и задачи», Рост. гос. ун-т. путей сообщения, Ростов н/Д, 2020; X Международной научно-технической конференции «Инновационные машиностроительные технологии, оборудование и материалы-2019 (МНТК «ИМТОМ»-2019)», Казань, 2019; III Всероссийской конференции по аналитической спектроскопии с международным участием, Краснодар, 2019.

10. Ценность научных работ соискателя

Ценность научных работ соискателя состоит в следующем:

1. Выявлены сезонные изменения качества поверхностных вод Куйбышевского водохранилища и установлено, что интегральные характеристики в летний период времени уменьшаются, что связывается с интенсификацией процесса окисления примесей приоритетных загрязнителей водной среды.

2. В рамках разработанной методики автоматизированного контроля содержания фенолов в водной среде установлены оптимальные технологические процессов хроматографического разделения на индивидуальные компоненты и выявлен орто-эффект заместителей в бензольном кольце фенолов.

3. На основе комплексной оценки содержания фенола в поверхностных водах реки Волга показано превышение ПДК для орто-, мета- и пара-хлорфенолов.

11.Характер результатов

Характер результатов соответствует п. 9 Положения о присуждении ученых степеней ВАК Министерства образования и науки РФ.

12.Рекомендации и выводы

Диссертационная работа Юсуповой Александры Витальевны «Экологический мониторинг фенола и его позиционных изомеров в поверхностных водах (на примере Куйбышевского водохранилища)» является завершенной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, в которой содержится решение задач, связанных с контролем за содержанием токсичных примесей фенола и его производных в поверхностных водах.

Разработанная методика анализа содержания фенолов может быть использована для контроля качества сточных вод промышленных предприятий. Полученные экспериментальные результаты по контролю за содержанием токсичных примесей фенола и его производных в поверхностных водах бассейна реки Волга могут быть использованы в системе экологического мониторинга смежных экосистем.

Диссертационная работа обобщает самостоятельные исследования автора, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые на защиту, свидетельствует о личном вкладе автора в науку. При выполнении диссертационной работы Юсупова А.В. проявила себя зрелым научным работником, способным ставить и решать сложные теоретические и практические задачи. Работа соответствует критериям Положения о присуждения ученых степеней, принятого Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г № 842, с изменениями, принятыми Постановлением Правительства РФ от 26 сентября 2022г, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук.

Диссертационная работа «Экологический мониторинг фенола и его позиционных изомеров в поверхностных водах (на примере Куйбышевского водохранилища)» Юсуповой Александры Витальевны рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.10.2. Экологическая безопасность.

Заключение принято на расширенном заседании кафедры «Энергообеспечение предприятий, строительство зданий и сооружений» ФГБОУ ВО «КГЭУ», которое состоялось 17 января 2024 г., протокол № 6. На заседании присутствовало 25 человек, из них 8 докторов наук. Результаты голосования: «за» - 25, «против» - нет, «воздержалось» – нет.

Председатель заседания:
Ильин Владимир Кузьмич

Д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой
«Энергообеспечение предприятий, строительство
зданий и сооружений» ФГБОУ ВО «КГЭУ»

Секретарь заседания:

Власова Маргарита Андреевна
Инженер кафедры «Энергообеспечение предприятий,
строительство зданий и сооружений»
ФГБОУ ВО «КГЭУ»

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский государственный энергетический университет»

420066, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Красносельская, 51.

Тел. (843) 519-43-21, e-mail: ee-kgeu@mail.ru

Сведения о лице, утвердившем заключение:

Ившин Игорь Владимирович: доктор технических наук, профессор
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный энергетический университет», проректор по науке и коммерциализации,

420066, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Красносельская, 51.

Тел. (843) 519-42-73, e-mail: ivshini@mail.ru

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
подпись:
Специалист ОИ

