



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

УТВЕРЖДАЮ

Ректор

Э.Ю. Абдуллазянов

« 2 » сентября 2026г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Казанский государственный энергетический университет»
(ФГБОУ ВО «КГЭУ») по диссертационной работе

Сафроновой Альбины Зульфатовны на тему «Очистка сточных вод ГРЭС от
нефтепродуктов и фосфат-ионов золошлаковыми материалами», выполненной на
кафедре «Инженерная экология и безопасность труда» ФГБОУ ВО «КГЭУ»

Сафронова Альбина Зульфатовна в 2022 году окончила федеральное
государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Казанский государственный энергетический университет» (ФГБОУ ВО «КГЭУ»)
с присвоением степени магистра по направлению подготовки 20.04.01
«Техносферная безопасность». В период подготовки диссертации соискатель
работал в Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному
надзору Приволжского управления Ростехнадзора на должности старшего
государственного инспектора Межрегионального отдела по надзору за
химическими и взрывоопасными объектами, в ООО «ЛУКОЙЛ-
Уралнефтепродукт» на должности ведущего специалиста по охране труда.

С 2022 года являлась аспирантом кафедры «Инженерная экология и
безопасность труда» федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный

энергетический университет» (ФГБОУ ВО «КГЭУ») очной формы. Справка о сдаче кандидатских экзаменов выдана в 2026 году ФГБОУ ВО «КГЭУ».

Научный руководитель – Николаева Лариса Андреевна – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Инженерная экология и безопасность труда» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный энергетический университет» (ФГБОУ ВО «КГЭУ»).

Актуальность работы. Промышленные предприятия, в том числе объекты теплоэнергетики, транспортная инфраструктура и предприятия нефтепереработки, ежегодно образуют значительные объёмы сточных вод, загрязнённых нефтепродуктами и биогенными элементами, в частности соединениями фосфора. Поступление нефтепродуктов и фосфат-ионов в поверхностные водные объекты приводит к нарушению кислородного режима водоёмов, эвтрофикации, гибели гидробионтов и деградации водных экосистем. По данным Государственного доклада «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации», превышение предельно допустимых концентраций (ПДК) по нефтепродуктам и фосфатам фиксируется на значительной части контролируемых водовыпусков, что свидетельствует о недостаточной эффективности очистных сооружений на многих промышленных объектах.

Существующие методы очистки сточных вод от нефтепродуктов и соединений фосфора (флотация, реагентное осаждение, мембранные технологии, биологическая очистка) характеризуются высокими эксплуатационными затратами, образованием вторичных отходов либо недостаточной глубиной очистки при совместном присутствии органических и минеральных загрязнителей. Перспективным и экономически обоснованным направлением является применение биосорбционных методов очистки и адсорбционных методов доочистки с использованием сорбционных материалов, изготовленных из многотоннажных отходов теплоэнергетики.

На угольных ТЭС Российской Федерации ежегодно образуется более 20 миллионов тонн золошлаковых отходов (ЗШО), при этом степень их утилизации не превышает 10-15 %, а основная масса размещается в золошлакоотвалах,

занимающих значительные площади и представляющих собой источник вторичного загрязнения окружающей среды. Вовлечение ЗШО в производство сорбционных материалов для очистки сточных вод от нефтепродуктов и фосфат-ионов позволяет одновременно решить задачу утилизации многотоннажного отхода энергетики и снизить антропогенную нагрузку на водные объекты, что обуславливает актуальность настоящего исследования.

Научная новизна работы определяется следующим:

1. Разработаны и получены сорбционные материалы на основе ЗШО:
 - порошкообразный сорбент С1, полученный путём промывки исходного материала и термообработки при 150 °С. Размер гранул 0,01-0,25 мм;
 - гранулированный сорбент С2, полученный методом окатывания сорбента С1 с жидким натриевым стеклом в соотношении 3:2 (мас.) с последующей термообработкой при 350 °С в течение 15 мин. Размер гранул 0,5–2,5 мм.
2. Разработанные сорбенты обеспечивают эффективность очистки от нефтепродуктов до 99,23 % и от фосфат-ионов до 94,16 %. Предложена биосорбционная и адсорбционная очистка сточных вод от нефтепродуктов и фосфат-ионов сорбентами С1 и С2 до значений нормативно допустимого сброса. Показано преимущество биосорбционной очистки над биологической по нефтепродуктам и фосфат-ионам на 28 % и 17 % соответственно.
3. Экспериментально установлен механизм адсорбции нефтепродуктов и фосфат-ионов разработанными сорбентами на основе ЗШО – физическая адсорбция. Получены изотермы адсорбции, рассчитаны термодинамические и кинетические показатели: дифференциальная теплота адсорбции нефтепродуктов (16,65–10,76) кДж/моль, фосфат-ионов (32,64–29,93) кДж/моль; энергия Гиббса нефтепродуктов от –36,40 до –35,16 кДж/моль, фосфат-ионов от –27,19 до –26,19 кДж/моль; энергия активации процесса адсорбции нефтепродуктов 6,7 кДж/моль, фосфат-ионов 2 кДж/моль.

Теоретическая и практическая значимость работы.

1. На основании термодинамических и кинетических показателей представлен механизм адсорбции нефтепродуктов и фосфат-ионов сорбентами, полученными из золошлаковых отходов.

2. Установлены закономерности очистки сточных вод сорбционными материалами на основе ЗШО с высокой эффективностью очистки от нефтепродуктов и фосфат-ионов. Сорбенты, изготовленные из отходов энергетики, отличаются низкой стоимостью, что делает их конкурентоспособными на рынке.

3. Разработана технология производства гранулированного сорбционного материала на основе ЗШО.

4. Предложена усовершенствованная технологическая схема очистки сточных вод Кармановской ГРЭС путём комбинирования процессов биологического окисления с сорбционной доочисткой разработанными сорбционными материалами.

Научные положения, выносимые на защиту:

1. Результаты исследования состава сточных вод, загрязнённых нефтепродуктами и фосфат-ионами;

2. Результаты исследования физико-химических и технологических характеристик золошлаковых отходов и сорбционных материалов, получаемых на их основе;

3. Исследование адсорбции нефтепродуктов и фосфат-ионов сточных вод полученными сорбционными материалами на основе ЗШО, изучение кинетики и установление механизма адсорбции;

4. Усовершенствованная технологическая схема блока очистки сточных вод, повышающая эффективность очистки от нефтепродуктов и фосфат-ионов.

Личное участие соискателя в получении результатов, изложенных в диссертации, заключается в анализе литературных источников и написании на их основе литературного обзора по тематике проводимых исследований. Соискатель настоящей работы принимал непосредственное участие в анализе и обсуждении полученных результатов, оформлении и предоставлении докладов на научных конференциях, написании рукописей статей.

Степень достоверности результатов исследования. Достоверность результатов исследования обеспечена применением стандартизированных и апробированных методик, использованием сертифицированного аналитического

оборудования, данными, полученными на реальных промышленных объектах, а также воспроизводимостью и статистической обработкой полученных результатов.

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

Диссертационная работа Сафроновой Альбины Зульфатовны представляет собой завершённый научный труд, выполнена на достаточно высоком научном и методическом уровне. Полученные результаты обладают новизной и практической значимостью, поскольку позволяют решить актуальные задачи в области экологической безопасности и представляют научный и практический интерес для промышленности.

Ценность научной работы соискателя ученой степени.

В диссертационной работе на основе термодинамических и кинетических показателей раскрыт механизм адсорбции нефтепродуктов и фосфат-ионов сорбентами из золошлаковых отходов, установлены закономерности очистки сточных вод, подтверждающие высокую эффективность материалов (до 99,23 % по нефтепродуктам и до 94,16 % по фосфат-ионам) при низкой себестоимости за счёт использования отходов энергетики. Разработана технология получения гранулированного сорбционного материала, предложена усовершенствованная технологическая схема очистки сточных вод Кармановской ГРЭС, сочетающая биологическое окисление с адсорбционной доочисткой.

Перспективы развития темы диссертации заключаются в проведении испытаний сорбционного материала на реальных сточных водах промышленных и энергетических объектов с целью оценки его эффективности. Существенное значение имеет исследование поведения сорбента в многокомпонентных системах: необходимо выявить возможные эффекты взаимного влияния загрязняющих веществ (нефтепродуктов, фосфат-ионов, тяжёлых металлов и др.) на сорбционную способность материала.

Соответствие диссертации требованиям, установленным п. 14 «Положения о присуждении ученых степеней». В диссертационной работе отсутствует заимствованный материал без ссылки на автора и (или) источник

заимствования, а также результаты научных работ, выполненных Сафроновой Альбины Зульфатовны в соавторстве, без ссылок на соавторов.

Научная специальность и отрасль науки, которой соответствует диссертация. Диссертация соответствует паспорту специальности 2.10.2. «Экологическая безопасность» по пунктам паспорта:

П. 7. Разработка средств, технологий и методов ликвидации накопленного вреда окружающей среде.

П. 10. Разработка и совершенствование методов, технологий и средств снижения негативного воздействия антропогенной хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду.

Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем ученой степени. По теме диссертационной работы опубликовано 8 работ, из них: 2 статьи в рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень ВАК Министерства науки и высшего образования Российской Федерации по специальности диссертации, 1 статья в научном издании, индексируемом в международной базе данных Scopus, 5 работ в материалах конференций различного уровня.

В изданиях из перечня ВАК Министерства науки и высшего образования Российской Федерации по специальности диссертации:

1. Николаева Л.А., Сафронова А.З. Повышение эффективности биологической очистки сточных вод на промышленных предприятиях // Вестник Научного центра ВОСТНИИ по промышленной и экологической безопасности. 2023. № 3. С. 102–111.

2. Николаева Л.А. Сафронова А.З. Повышение эффективности очистки сточных вод тепловых электростанций с применением золошлаковых материалов // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2026 – Т. 15 – № 3(75). – С. 213-219.

В изданиях, включенных в международные базы цитирования Scopus и Web of Science:

3. Николаева Л.А., Сафронова А.З., Котляр М.Н. Повышение эффективности очистки сточных вод ТЭС // Экология и промышленность России. 2026. Т. 30. № 7. С. 12–17. DOI: 10.18412/1816-0395-2026-7-12-17.

Статьи в прочих изданиях и материалах конференций:

4. Шайнурова А.З. (Сафронова А.З.), Николаева Л.А. Очистка сточных вод от биогенных элементов в системе городских очистных сооружений // Энергетика, инфокоммуникационные технологии и высшее образование: электронный сборник научных статей по материалам Международной научно-технической конференции: в 3 т. Казань, 2023. С. 77–84.

5. Шайнурова А.З. (Сафронова А.З.) Применение золошлаковых отходов для повышения эффективности биологической очистки сточных вод // XXVI Всероссийский аспирантско-магистерский научный семинар, посвящённый Дню энергетика: материалы докладов семинара: в 3 т. / под общ. ред. Э.Ю. Абдуллазянова. Казань, 2023. С. 434–437.

6. Шайнурова А.З. (Сафронова А.З.) Определение технологических и адсорбционных характеристик золошлакового отхода // Тинчуринские чтения – 2023 «Энергетика и цифровая трансформация»: материалы Международной молодёжной научной конференции: в 3 т. / под общ. ред. Э.Ю. Абдуллазянова. Казань, 2023. С. 671–674.

7. Шайнурова А.З. (Сафронова А.З.), Николаева Л.А. Снижение антропогенного воздействия на водные объекты в сфере городского водоотведения // Безопасность, защита и охрана окружающей природной среды: фундаментальные и прикладные исследования: сборник докладов Всероссийской научной конференции. Белгород, 2022. С. 221–225.

8. Шайнурова А.З. (Сафронова А.З.) Технология очистки бытовых сточных вод на примере предприятия жилищно-коммунального хозяйства // XXV Всероссийский аспирантско-магистерский научный семинар, посвящённый Дню энергетика: материалы конференции: в 3 т. / под общ. ред. Э.Ю. Абдуллазянова. Казань, 2022. С. 392–394.

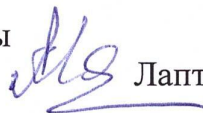
Диссертационная работа обобщает самостоятельные исследования автора, обладает внутренним единством, содержит научные результаты и положения, выдвигаемые на защиту, свидетельствует о личном вкладе автора в науку.

Диссертация «Очистка сточных вод ГРЭС от нефтепродуктов и фосфатионов золошлаковыми материалами» соответствует требованиям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным Постановлением Правительства № 842 от 24 сентября 2013 г. (в действующей редакции), в т.ч. п. 14. В диссертации отсутствуют неправомерные заимствования.

Диссертация «Очистка сточных вод ГРЭС от нефтепродуктов и фосфатионов золошлаковыми материалами» Сафроновой Альбины Зульфатовны рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.10.2. «Экологическая безопасность».

Заключение подготовлено и рассмотрено на расширенном заседании кафедры «Инженерная экология и безопасность труда» ФГБОУ ВО «КГЭУ» (протокол № 1 от 21.09.2026). На заседании присутствовало 22 человека, из них 7 человек – члены диссертационного совета 24.2.310.03, созданного на базе КГЭУ. Результаты голосования: «за» – 22 чел., «против» – нет, «воздержалось» - нет.

Председатель заседания, профессор кафедры
«Инженерная экология и безопасность
труда», д.т.н., профессор



Лаптев Анатолий Григорьевич

Секретарь заседания, доцент кафедры
«Инженерная экология и безопасность
труда», к.т.н., доцент



Котляр Мирослава Николаевна

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский государственный энергетический университет» 420066, Республика Татарстан, г. Казань ул. Красносельская, 51, телефон/факс +7 (843) 519-42-20, kgeu@kgeu.ru, www.kgeu.ru.

Свидетельство о лице, утвердившем заключение

Абдуллазянов Эдвард Юнусович: доктор технических наук, профессор федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный энергетический университет», ректор 420066, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Красносельская, 51. Тел. +7(843)519-42-20, kgeu@kgeu.ru



Лаптева А.Г., Котляр М.Н.
Хадифахметова С.А.