

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.228.04, СОЗДАННОГО НА
БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО НАУЧНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
«КРАСНОЯРСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК» (ФИЦ КНЦ СО РАН), ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 02 июня 2026 г. № 6

О присуждении **Кузюбердиной Елене Олеговне**, гражданке РФ, ученой степени кандидата химических наук.

Диссертация «Получение смешанных оксидов и модифицированных цеолитов и их применение для восстановления оксидов азота в газах регенерации катализатора крекинга» по специальности 2.6.12. Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ принята к защите 31 марта 2026 года (протокол заседания № 4) диссертационным советом 24.1.228.04, созданным на базе федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук» (ФИЦ КНЦ СО РАН) (660036, г. Красноярск, Академгородок, д. 50). Диссертационный совет создан в соответствии с приказом Минобрнауки РФ № 47/нк от 30.01.2017 г., переименован в соответствии с приказом Минобрнауки РФ № 561/нк от 03.06.2021 г., изменения в состав внесены в соответствии с приказами Минобрнауки России № 92/нк от 26.01.2018 г., № 272/нк от 27.03.2019 г., № 29/нк от 28.01.2021 г., № 1845/нк от 26.09.2023 г., № 543/нк от 24.06.2025 г., № 1029/нк от 21.10.2025 г.

Соискатель Кузюбердина Елена Олеговна, 08 мая 1998 года рождения, в 2021 году окончила магистратуру федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Омский государственный университет им. Ф. М. Достоевского» по специальности «Химическая технология». В 2025 году окончила очную аспирантуру федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Институт катализа им. Г. К. Борескова Сибирского отделения Российской академии наук» по специальности 1.4.14. Кинетика и катализ. С 12 января 2026 года по 11 марта 2026 года прикреплена к ФИЦ КНЦ СО РАН для сдачи кандидатских экзаменов по научной специальности 2.6.12. Химическая технология топлив и высокоэнергетических веществ, и сдала кандидатские экзамены по следующим дисциплинам: История и философия науки, Иностранный язык (англ.), Химическая технология топлив и высокоэнергетических веществ.

Работает младшим научным сотрудником в отделе каталитических процессов Центра новых химических технологий Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Институт катализа им. Г.К. Борескова Сибирского отделения Российской академии наук» (Омский филиал) (ЦНХТ ИК СО РАН).

Диссертация выполнена в отделе каталитических процессов ЦНХТ ИК СО РАН.

Научный руководитель – кандидат химических наук, Потапенко Олег Валерьевич, старший научный сотрудник, исполняющий обязанности заведующего отделом каталитических процессов ЦНХТ ИК СО РАН.

Официальные оппоненты:

Лебедева Ольга Евгеньевна, доктор химических наук, профессор, ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», заведующий кафедрой общей химии Института фармации, химии и биологии;

Назарова Галина Юрьевна, кандидат технических наук, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», доцент отделения химической инженерии Инженерной школы природных ресурсов,

дали **положительные** отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ордена Трудового Красного Знамени Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева Российской академии наук (ИНХС РАН), г. Москва в своем **положительном** отзыве, подписанном заместителем директора, заведующим лабораторией № 2 «Химии нефти и нефтехимического синтеза», заведующим сектором № 6 «Химии и технологии каталитического крекинга» лаборатории №2 ИНХС РАН, кандидатом химических наук Дементьевым Константином Игоревичем и утвержденном исполняющим обязанности директора ИНХС РАН, кандидатом химических наук Куликовым Альбертом Борисовичем, указала, что научная новизна диссертационной работы заключается в установлении корреляции между молекулярной массой и основностью азотсодержащих соединений в сырье крекинга и концентрацией оксидов азота в газах регенерации катализатора крекинга. Показано, что присутствие в сырье основных азотсодержащих гетероциклических соединений приводит к многократному увеличению содержания оксидов азота в газах регенерации катализатора. Разработаны добавки к катализатору крекинга на основе Cu, Mg, Al-смешанных оксидов, синтезированные методом карбонатно-щелочного осаждения, которые обеспечивают снижение выбросов оксидов азота более чем на 50 % в условиях, моделирующих промышленный процесс регенерации. Показана ключевая роль высокой дисперсности меди в достижении высокой эффективности добавки. С использованием комплекса расчетных и спектральных методов впервые обосновано, что высокая эффективность железосодержащих цеолитов типа MFI в реакции восстановления оксидов азота обусловлена формированием и стабилизацией

в шестичленных циклах каркаса специфических катионных кластеров $[\text{FeO}]^+$, $[\text{Fe}_2\text{O}_2]^{2+}$ и $[\text{Fe}_2\text{O}]^{2+}$, доступность и стабильность которых определяются топологией каркаса цеолита. Результаты, полученные в диссертационной работе Кузюбердиной Е.О., решают важную задачу снижения выбросов оксидов азота в процессах регенерации катализаторов крекинга и могут быть рекомендованы к использованию при разработке и производстве каталитических добавок на предприятиях каталитической отрасли, а также для внедрения на установках каталитического крекинга нефтеперерабатывающих заводов. Диссертационная работа Кузюбердиной Е.О. на тему «Получение смешанных оксидов и модифицированных цеолитов и их применение для восстановления оксидов азота в газах регенерации катализатора крекинга» представляет собой законченную научно-квалификационную работу, соответствующую пункту 13 «Экологические аспекты переработки топлив. Разработка технических и технологических средств и способов защиты окружающей среды от вредных выбросов производств по переработке топлив, товарных нефтепродуктов и высокоэнергетических веществ» паспорта специальности 2.6.12. Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ (химические науки) и требованиям п. 9-11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации №842 от 24.09.2013 (в действующей редакции). Таким образом, соискатель Кузюбердина Елена Олеговна заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 2.6.12. Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ.

Соискатель имеет по теме диссертации 11 опубликованных работ, из них 5 статей в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ, 1 патент РФ. Результаты работы доложены на конференциях различного уровня. Работы посвящены разработке и исследованию эффективности добавок к катализатору крекинга на основе смешанных оксидов и модифицированных железом цеолитов для снижения выбросов оксидов азота при регенерации катализаторов крекинга в условиях, моделирующих промышленный процесс, и изучению влияния природы азотсодержащих соединений сырья на образование оксидов азота. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. **Kuziuberdina E.O.**, Koveza V.A., Bobkova T.V., Larina T.V., Arbuzov A.B., Potapenko O.V. The efficiency of Fe/MFI additives in reducing NOx in cracking catalyst regeneration flue gases // *Petroleum Chemistry*. – 2025. – V. 65. – P. 1152–1159.

2. **Kuziuberdina E.O.**, Koveza V.A., Bobkova T.V., Potapenko O.V. Efficiency of Fe/MFI, Fe/FAU, and Fe/FER Zeolites: Reduction of NOx in Cracking Catalyst Regeneration Flue Gas // *Petroleum Chemistry*. – 2025. – V. 65. – P. 478–486.

3. **Кобзарь Е.О. (Кузюбердина Е.О.)**, Дмитриев К.И., Бобкова Т.В., Потапенко О.В. Зависимость выбросов оксидов серы и азота при регенерации катализатора крекинга сырья различного состава и степени гидроочистки // Катализ в промышленности. – 2025. – Т. 25. №. 4. – С.31–40.

4. Потапенко О.В., Бобкова Т.В., Дмитриев К.И., **Кобзарь Е.О. (Кузюбердина Е.О.)**, Доронин В.П., Сорокина Т.П., Юртаева А.С., Ковеза В.А. Добавки к катализатору крекинга для снижения содержания токсичных компонентов в дымовых газах (обзор) // Нефтехимия. – 2024. – Т. 64. №. 1. – С. 5–18.

5. **Кобзарь Е.О. (Кузюбердина Е.О.)**, Бобкова Т.В., Потапенко О.В., Ананьева М.О., Огурцова Д.Н., Ковеза В.А. Добавки к катализатору крекинга на основе систем $MeOx/Al_2O_3$ ($Me = Cu, Fe, Ce, Co, Mn$ и La) для снижения содержания оксидов азота в газах регенерации // Катализ в промышленности. – 2024. – Т. 24. №. 6. – С. 70–78.

6. Пат. 2848620 РФ. Добавка к катализатору крекинга для снижения выбросов оксидов азота и способ ее приготовления / Потапенко О.В., **Кузюбердина Е.О.**, Бобкова Т.В., Гордеева О.С., Ковеза В.А., № 2025119419; Заяв. 15.07.2025; Опубл. 21.10.2025.

Научные работы соискателя отражают результаты проведенного исследования и раскрывают основные положения, выносимые на защиту.

На автореферат диссертации поступило **8** отзывов. Все отзывы **положительные**. Краткий обзор вопросов и замечаний, содержащихся в отзывах ведущей организации, официальных оппонентов д.х.н., профессора Лебедевой О.Е. (БелГУ), к.т.н., доцента Назаровой Г.Ю. (ТПУ) и на автореферат д.т.н., профессора Ивашкиной Е.Н. (ТПУ), к.х.н. Алтынковича Е.О. (ООО «Газпромнефть-Каталитические системы»), к.х.н., доцента Пономаревой О.А. (МГУ им. М.В. Ломоносова), к.х.н. Акимова А.С. (ИХН СО РАН), к.х.н. Машковского И.С. (ИОХ РАН), д.х.н. Травкиной О.С. (ИНК УФИЦ РАН), к.х.н., доцента Воронцовой М.А. (ОмГУ им. Ф.М. Достоевского), к.х.н., доцента Дюсембаевой А.А. (ОмГУ им. Ф.М. Достоевского):

- С чем связан выбор температуры крекинга для модельного и реального сырья? Почему температура для различного сырья отличается?
- Каким образом подтверждали полноту испарения сырья перед контактом с катализатором?
- Каким образом определяли групповой состав реального сырья? Каково содержание смол и асфальтенов? Металлов? Эти данные в диссертации не приведены.
- В какой форме (в составе какой фазы) находится алюминий в образцах добавок на основе смешанных оксидов после прокаливания?
- Какова эффективность разработанных добавок по сравнению с промышленными образцами?

- Из текста автореферата не ясно, проводилась ли оценка кислотных свойств, например, методом ТПД аммиака, для образцов, чтобы оценить возможный вклад кислотных центров в каталитическую активность добавок?
- Неясно, чем обоснован выбор оксидов металлов, которые использованы в качестве добавок для восстановления оксидов азота. Почему именно эти оксиды? В автореферате стоило бы упомянуть авторов, кто уже достиг определенных результатов в этой области. Ведь были же работы и исследования, выполненные до полученных соискателем результатов.
- Оценивалось ли влияние содержания добавки дожига СО на эффективность действия разработанных добавок deNO_x?
- Как содержание и природа соединений, содержащих серу в сырье крекинга, будут влиять на эффективность работы разработанных добавок?
- Для более полного анализа практической эффективности представлялось бы полезным привести интегральные значения выбросов NO_x за полный цикл регенерации.
- Из текста работы не совсем понятно изучалось ли изменение концентрации СО в газах регенерации при введении добавок?
- Исследовались ли возможные изменения физико-химических свойств добавки после циклических испытаний?
- Оценивалось ли влияние гидротермальной обработки на стабильность и активность добавки на основе Fe/MFI?
- В автореферате нет данных по содержанию основных и нейтральных азотистых соединений в реальном сырье и по содержанию отдельных классов азотистых соединений, хотя это позволило бы получить дополнительную информацию о влиянии состава сырья на конверсию, коксообразование и концентрацию оксидов азота, образующихся в процессе регенерации катализатора крекинга.
- В каких условиях была изучена стабильность эффективной добавки и насколько они соответствуют режиму промышленного процесса?
- С точки зрения технико-экономической оценки – получение какой добавки является менее затратным?
- Автор устанавливает корреляцию между концентрацией NO_x в отходящих при регенерации газах и молекулярной массой азотистых соединений, введенных в сырье при крекинге (рис. 24). Рассматривались ли альтернативные объяснения?
- Поскольку элементы, использованные в составе алюмооксидных и смешаннооксидных добавок, образуют оксиды различной стехиометрии, было бы логично готовить добавки с одинаковым атомным процентом элементов-модификаторов, а не массовой долей их оксидов (глава 4).

- В экспериментальной части приведены марки использованных в работе цеолитов, но не конкретизированы их катионные формы.
- Из описания методик синтеза не вполне ясны причины существенных различий в содержании металла-модификатора в пересчете на оксид металла при синтезе добавок на основе цеолитов (п.2.1.1) и смешанных оксидов (п.2.1.2), следовало бы привести обоснование таких различий.
- При описании результатов моделирования активных центров железа в структуре цеолита (главы 2, 4) автором не указаны использованные функционал и базисные наборы, применявшиеся при проведении геометрической оптимизации структур. Это позволило бы более детально сопоставить полученные результаты с имеющимися в литературе данными квантово-химических расчетов аналогичных систем.
- Чем обусловлен выбор модельных азотсодержащих компонентов для оценки влияния природы азотсодержащего соединения?
- При наибольшей эффективности системы на основе Cu-Mg-Al смешанных оксидов (более чем на 50 %) в работе не представлены данные о стабильности в циклах «крекинг-регенерация» (по аналогии с результатами, представленными для систем на основе цеолита), что позволило бы более полно судить о возможности её промышленного применения.

Во всех отзывах отмечено, что указанные замечания носят рекомендательный характер и не снижают общего высокого научного уровня диссертации, которая отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 2.6.12. Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ.

Выбор официальных оппонентов обосновывается соответствием научных интересов профилю рассматриваемой диссертации, высокой профессиональной квалификацией, наличием научных работ по проблематике исследования, в том числе опубликованных в течение последних 5 лет. Выбор ведущей организации обосновывается тематической близостью научных исследований ее сотрудников и рассматриваемой диссертации соискателя в области химической технологии и каталитических процессов нефтепереработки, что позволяет наиболее полно и квалифицированно оценить научную и практическую ценность рассматриваемой диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- **разработаны** новые составы добавок к катализатору крекинга на основе M,Mg,Al-смешанных оксидов (M = Cu; Co; Mn; Fe; Ce и Cr) и модифицированных железом

цеолитов, обеспечивающих снижение концентрации оксидов азота более чем на 50 % в условиях и моделирующих промышленный процесс регенерации катализатора;

- **показано** влияние структуры цеолита (FAU, MFI и FER) и содержания железа на каталитические свойства добавок в процессе восстановления оксидов азота;
- **установлена** взаимосвязь между молекулярной массой азотистых соединений сырья и концентрацией образующихся оксидов азота при регенерации катализатора крекинга.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

установленные автором физико-химические закономерности формирования активных центров восстановления оксидов азота в смешанных M,Mg,Al-оксидах (M = Cu; Co; Mn; Fe; Ce и Cr) и цеолитах, модифицированных железом, расширяют фундаментальные представления о механизмах действия добавок deNO_x и вносят существенный вклад в химическую технологию топлива и высокоэнергетических веществ.

Применительно к проблематике диссертации

эффективно использован комплекс современных физических методов исследования и анализа: рентгенофазовый анализ, просвечивающая и сканирующая электронная микроскопия, электронная спектроскопия диффузного отражения, термопрограммируемое восстановление, низкотемпературная адсорбция азота, газовая хроматография, атомно-абсорбционная спектроскопия и атомно-эмиссионная спектрометрия с индуктивно связанной плазмой.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

предложенные в работе результаты могут быть использованы при разработке и производстве каталитических добавок deNO_x для установок каталитического крекинга нефтеперерабатывающих заводов с целью снижения токсичных выбросов; показана высокая эффективность (превышающая мировой уровень) и стабильность в циклах «крекинг–регенерация» добавок, полученных масштабируемыми методами синтеза, что подтверждает перспективность применения разработанных добавок в промышленных условиях. Результаты исследования защищены патентом РФ № 2848620.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- воспроизводимость результатов экспериментов;
- согласованность данных, полученных различными физическими методами исследования с использованием сертифицированного оборудования;
- использование баз данных и научных электронных библиотек;
- обоснованность экспериментальными данными основных положений и выводов диссертации.

Личный вклад соискателя состоит:

в непосредственном участии в постановке цели и задач диссертационного исследования; в планировании, проведении экспериментов, анализе, обработке и

интерпретации полученных результатов, а также представлении их в виде научных публикаций и докладов на конференциях различного уровня.

В ходе защиты диссертации критических замечаний не было. Соискатель Кузюбердина Е.О. ответила на задаваемые в ходе заседания вопросы, частично согласилась с замечаниями и привела собственную аргументацию, обосновав свою точку зрения.

На заседании 02 июня 2026 года диссертационным советом сделан вывод, что представленная диссертация Кузюбердиной Е.О. является законченной научно-квалификационной работой, в которой решена актуальная задача – разработаны научные основы получения добавок к катализатору крекинга на основе смешанных оксидов и модифицированных цеолитов, обеспечивающих снижение выбросов оксидов азота в газах регенерации более чем на 50 %, установлены физико-химические закономерности их действия, что имеет существенное значение для химической технологии топлива.

Диссертационный совет принял решение присудить Кузюбердиной Елене Олеговне **ученую степень кандидата химических наук.**

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 4 доктора наук по специальности 2.6.12. Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 18 человек, входящих в состав совета, проголосовали: **за - 15, против - нет, недействительных бюллетеней - нет.**

Заместитель председателя
диссертационного совета



Кузнецов Борис Николаевич

Ученый секретарь
диссертационного совета

Бурмакина Галина Вениаминовна

04 июня 2026 года