

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.108.01,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ПРОБЛЕМ ХИМИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ И
МЕДИЦИНСКОЙ ХИМИИ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК», ПО
ДИССЕРТАЦИИ**

НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от «17» декабря 2025 г., протокол №22.

О присуждении Дзеранову Артуру Альбертовичу, гражданство РФ, ученой степени кандидата химических наук.

Диссертация ««рН-Чувствительные магнитные мезопористые сорбенты ципрофлоксацина» по специальности 1.4.4. – «Физическая химия (химические науки)» принята к защите 3 октября 2025 года (протокол заседания № 16) диссертационным советом 24.1.108.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федеральный исследовательский центр проблем химической физики и медицинской химии Российской академии наук (ФИЦ ПХФ и МХ РАН), подведомственного Министерству науки и высшего образования РФ: 142432, Московская область, г. Черноголовка, пр. академика Семенова, д. 1 (адрес сайта <http://www.icp-ras.ru>), диссертационный совет утверждён приказом Минобрнауки РФ о создании от 11.04.2012 г. № 105/НК.

Соискатель Дзеранов Артур Альбертович, 02.08.1999 года рождения, в 2021 году окончил магистратуру Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» (МАИ) по направлению подготовки 24.04.04 «Авиастроение», в 2025 году окончил аспирантуру МАИ по направлению подготовки 22.06.01 «Технологии материалов». В настоящее время работает младшим научным сотрудником лаборатории металлополимеров Отдела полимеров и композиционных материалов ФИЦ ПХФ и МХ РАН.

Диссертация выполнена на кафедре 903 «Перспективные материалы и технологии аэрокосмического назначения» МАИ и в лаборатории металлополимеров отдела полимеров и композиционных материалов ФИЦ ПХФ и МХ РАН.

Научный руководитель – доктор химических наук, доцент Кыдралиева Камиля Асылбековна, МАИ, профессор кафедры 903 «Перспективные материалы и технологии аэрокосмического назначения».

Официальные оппоненты:

1) Дементьева Ольга Вадимовна, доктор химических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина Российской академии наук, главный научный сотрудник лаборатории поверхностных явлений в полимерных системах;

2) Скорик Юрий Андреевич, кандидат химических наук, филиал федерального государственного бюджетного учреждения «Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова Национального исследовательского центра «Курчатовский институт» – Институт высокомолекулярных соединений», ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией природных полимеров дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «МИРЭА – Российский технологический университет», в своем положительном отзыве, подписанном доктором химических наук, профессором Семеновым Сергеем Александровичем и доктором химических наук, профессором Пестовым Сергеем Михайловичем Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "МИРЭА – Российский технологический университет" и утвержденном доктором химических наук, профессором, первым проректором Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "МИРЭА – Российский технологический университет" Прокоповым Николаем Ивановичем, указали, что «...диссертационная работа Дзеранова А.А. представляет собой законченную научно-квалификационную работу, выполненную автором на высоком научном уровне, в которой содержится решение научной задачи в области физической химии, направленной на направленную модификацию систем доставки лекарств и их контролируемую доставку <...> Работа полностью соответствует критериям, в т.ч. п. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства РФ N 842 от 20 сентября 2013 г., в текущей редакции, паспорту специальности 1.4.4 Физическая химия в пп. 3, 9 и 12, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.4 – физическая химия (химические науки)».

Соискатель имеет 8 опубликованных работ (общим объемом 96 страниц) по теме диссертации, в том числе 2 включенные в перечень журналов, входящих в международные реферативные базы данных и системы цитирования, и 8 в

изданиях, включенных в международные системы цитирования (Scopus, Web of Science), из них 2 статьи в журналах, относящихся к категории K1, а также 12 тезисов докладов в материалах конференций всероссийского и международного уровней. Все работы процитированы в тексте диссертации, недостоверные сведения об опубликованных работах отсутствуют.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Bondarenko L., Pankratov D., **Dzeranov A.**, Dzhardimalieva G., Streltsova A., Zarrelli M., Kydralieva K. A simple method for the quantification nonstoichiometric magnetite using conventional X-ray diffraction technique. *Mendelev Communications*, 2022, 32, P. 642-644. DOI: 10.1016/j.mencom.2022.09.025.
2. **Dzeranov A.**, Bondarenko L., Pankratov D., Prokof'ev M., Dzhardimalieva G., Jorobekova Sh., Tropkaya N., Telegina L., Kydralieva K. Iron oxides nanoparticles as components of ferroptosis-inducing systems: screening of potential candidates. *Magnetochemistry*, 2022, 9, 3, P. 1-14. <https://doi.org/10.3390/magnetochemistry9010003>.
3. **Dzeranov A.**, Bondarenko L., Pankratov D., Dzhardimalieva G., Jorobekova Sh., Saman D., Kydralieva K. Impact of silica-modification and oxidation on crystal structure of magnetite. *Magnetochemistry*, 2023, 9, 18, P. 1-15. <https://doi.org/10.3390/magnetochemistry9010018>.
4. Kiryushina A., Bondarenko L., **Dzeranov A.**, Kydralieva K., Patsaeva S., Terekhova V. The effect of silica-magnetite nanoparticles on the ecotoxicity of the antibiotic ciprofloxacin. *Environmental Science and Pollution Research*, 2023, 30, P. 55067-55078. DOI: 10.1007/s11356-023-26233-9. PMID: 36884170.
5. Bondarenko L., Saveliev Y., Chernyaev D., Baimuratova R., Dzhardimalieva G., **Dzeranov A.**, Kelbysheva E., Kydralieva K. A statistical design approach to sol-gel synthesis of (amino)organosilane hybrid nanoparticles. *Physical Chemistry Chemical Physics*, 2023, 23, P. 15862-15872. DOI: <https://doi.org/10.1039/D3CP01404E>.
6. **Dzeranov A.**, Bondarenko L., Dzhardimalieva G., Kelbysheva E., Zmeev D., Patsaeva S., Tropkaya N., Jorobekova Sh. and Kydralieva K. Enhanced interaction of ciprofloxacin with humic substances and magnetite-silica-nanoparticles in multicomponent system: Spectrophotometric and electrokinetic studies. *Journal of Biomedical Photonics & Engineering*, 2024, 10, No. 2, P. 020301. ISSN 2411-2844. <http://dx.doi.org/10.18287/JBPE24.10.020301>.

7. **Dzeranov A.**, Bondarenko L., Saman D., Prokof'ev M., Terekhova V., Telegina L., Dzhardimalieva G., Bolotskaya S., Kydralieva K. Effects of water induced aging on iron (oxyhydr)oxides nanoparticles: linking crystal structure, iron ion release, and toxicity. *Chemical Papers*, 2024, 78, P. 4029-4043. <https://doi.org/10.1007/s11696-024-03373-x>.

8. **Dzeranov A.**, Pankratov D., Bondarenko L., Telegina L., Dzhardimalieva G., Saman D. and Kydralieva K. Humic acids-modified mesoporous silica encapsulating magnetite: crystal and surface characteristics. *CrystEngComm*, 2024, 26, P. 3250-3262. <https://doi.org/10.1039/D4CE00281D>.

В вышеперечисленных работах представлены экспериментальные данные по получению магнитных мезопористых нанокомпозитов различной структуры на основе наночастиц магнетита, аминокислотосилоксанов и гуминовых кислот и характеристики их структуры; по установлению количественных зависимостей между условиями синтеза и ключевыми физико-химическими и функциональными характеристиками; выявлении физико-химических закономерностей сорбции ципрофлоксацина нанокомпозитами; предлагаются способы применения магнитных мезопористых нанокомпозитов.

Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

На диссертацию и автореферат поступило 4 отзыва, все – положительные.

В отзыве заведующего кафедрой аналитической химии Южного федерального университета, доктора химических наук, профессора Уфлянда Игоря Ефимовича есть комментарии: «1) Можно ли считать универсальными выявленные закономерности сорбции и десорбции ципрофлоксацина для других лекарственных соединений? 2) Макромолекула гуминовых кислот способна к конформационному переходу в области физиологических значений pH и может вносить вклад в pH-лабильность при сорбции за счет ионогенных карбоксильных и гидроксильных групп. Представляет интерес в дальнейшем учитывать и оценить конформационные изменения ГК при исследовании механизмов сорбции и высвобождения препаратов».

В отзыве заведующего лабораторией «Биомедицинские материалы» Института биомедицинской инженерии, Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС», доктора химических наук Абакумова Максима Артемовича есть 2 замечания: «1) Не совсем понятной является фраза «Формирование наночастиц магнетита на поверхности мезопористой матрицы приводит к изменению их фазового состава, морфологии,

текстурных и магнитных параметров». Очевидно, что в данном случае система изменилась и появилась новая фаза, которой до этого не было. 2) Необходимо пояснение, как рассчитывается индекс токсичности? Что это за показатель и как интерпретировать отрицательные значения этого параметра?».

В отзыве профессора кафедры «Технология электрохимических производств и химия органических веществ» образовательно-научного института физико-химических технологий и материаловедения ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ), доктора химических наук Гринвальда Иосифа Исаевича есть два замечания: «1) Из автореферата неясно, как используются магнитные свойства полученных нанокompозитов при таргетной доставке терапевтических агентов. 2) Было бы интересным исследование поведения полученных сорбентов по отношению к ЦИП в среде конкурирующих ионов или белковых молекул».

В отзыве доцента кафедры высокомолекулярных соединений химического факультета ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», кандидата химических наук Сыбачина Андрея Владимировича есть одно замечание: «1) Как именно были рассчитаны предсказанные значения поверхностного заряда для исследуемых частиц?».

Диссертационный совет решил, что на все поступившие замечания Дзеранов А.А. дал полные и исчерпывающие ответы.

Выбор официальных оппонентов обосновывается их квалификацией и достижениями в физической химии. Основными областями научных интересов оппонента Дементьевой Ольги Вадимовны, доктора химических наук, являются физическая химия композитных, в том числе мезопористых органокремнеземных, наноструктур с управляемыми физико-химическими и функциональными свойствами, включая доставку лекарств. Оппонент Скорик Юрий Андреевич, кандидат химических наук, является высококвалифицированным специалистом в области разработки систем доставки лекарств на основе полиэлектролитных комплексов. Выбор Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «МИРЭА – Российский технологический университет» в качестве ведущей организации обоснован значительными достижениями его сотрудников в области физической химии в части исследования поверхностных свойств носителей и сорбентов, получения наноразмерных материалов.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработан новый экспериментальный способ получения нанокompозитных материалов путем поверхностной иммобилизации наночастиц магнетита в предсинтезированной мезопористой органокремнеземной матрице, модифицированной гуминовыми кислотами;

предложены оптимальные условия гидролитической соконденсации γ -аминопропилтри- и тетраэтоксисиланов, обеспечивающих получение материалов с требуемыми характеристиками (выход продукта и дзета-потенциал), что **доказано** с помощью многофакторного ANOVA-анализа;

доказано, что синтез нанокompозитов путём формирования наночастиц магнетита на поверхности органокремнеземной матрицы, модифицированной гуминовыми кислотами, приводит к изменению фазового состава, морфологии, текстурных и магнитных характеристик;

введено и развито понятие «подход *in statu nascendi*», предполагающий формирование металломолекулярного комплекса металлического прекурсора, предшествующее восстановлению металлов в среде темплата, применительно к нанокompозитам с поверхностно-иммобилизованными наночастицами магнетита.

Теоретическая значимость исследований обоснована тем, что:

доказано доминирование электростатического механизма сорбции ципрофлоксацина мезопористыми нанокompозитами, обоснованное корреляцией между ζ -потенциалами сорбентов и сорбционной емкостью при разных pH, а также анализом изотерм сорбции (модели Ленгмюра, Фрейндлиха, Редлиха-Петерсона); применительно к проблематике диссертации результативно **использованы** методы рентгенофазового анализа, Мёссбауэровской и ИК-спектроскопии, просвечивающей электронной микроскопии, сорбционного анализа, электрофоретического светорассеяния;

изложены обоснование и выбор подходов для получения нанокompозитов различной структуры (наночастиц магнетита, иммобилизованных на поверхности или инкапсулированных в гуминово-органокремнеземную матрицу) и **проведен их** сравнительный физико-химический анализ;

раскрыты особенности морфологии и текстурных параметров нанокompозитов, полученных путем поверхностной иммобилизации наночастиц магнетита в мезопористой гуминово-органокремнеземной матрице;

изучены корреляции между составом, поверхностным зарядом и кинетикой сорбции и высвобождения ципрофлоксацина в широком диапазоне pH, доказывающих преобладание электростатического механизма;

проведена модернизация способов получения pH-чувствительных нанокомпозитов различной структуры путем модификации гуминовыми кислотами, обеспечивающая пролонгированное высвобождение ципрофлоксацина.

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

разработан подход к получению нанокомпозитов, сочетающий преимущества магнитных наночастиц для направленной доставки с внешним управлением, мезопористой структуры для высокой загрузки лекарством и pH-чувствительных полиэлектролитных оболочек;

показана возможность пролонгированного высвобождения и усиления антибактериальной активности иммобилизованного антибиотика при модификации наночастиц гуминовыми кислотами;

определена возможность использования нанокомпозитов с поверхностно-иммобилизованными наночастицами магнетита в качестве катализаторов в реакции фентон-подобного окисления, что открывает для этих материалов перспективу применения не только в качестве носителей, но и как активных агентов для деградации загрязнителей;

создан массив данных по условиям получения органокремнеземной матрицы с требуемыми значениями дзета-потенциалов;

представлены условия получения нанокомпозитов со структурой типа ядро-оболочка, проявляющих pH-чувствительность при высвобождении ципрофлоксацина, что перспективно в качестве основы для создания стимул-чувствительных материалов.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ полученные результаты и обоснованность выводов подтверждается большим количеством экспериментальных данных, полученных с использованием современных независимых физико-химических методов;

теория построена на известных и проверяемых данных об образовании мезопористых нанокомпозитов с различной архитектурой, о механизме сорбции амфотерных соединений.

