

**Структура научного профиля (портфолио) потенциального научного руководителя  
по треку аспирантуры Международной олимпиады Ассоциации «Глобальные  
университеты»**

**На русском языке:**

Университет	Казанский Федеральный Университет
Уровень владения английским языком	Владею свободно
Направление подготовки и профиль образовательной программы, на которую будет приниматься аспирант	<i>Физическая химия</i>
Перечень исследовательских проектов потенциального научного руководителя	<p><i>Грант РФФИ 22-23-00853, Разработка методологии получения наноразмерных противоопухолевых агентов для диагностики и тераностики/терапии на основе гибридных структур с векторными фосфониевыми фрагментами. Руководитель.</i></p> <p><i>Грант РФФИ 21-13-00115 Люминесцентные комплексы и наночастицы на основе 1,3-дикетопроизводных каликсаренов. Ответственный исполнитель.</i></p> <p><i>Грант РФФИ 22-13-00010 Новые парамагнитные и люминесцентно-парамагнитные наночастицы, допированные комплексами <math>Mn^{2+}</math> и <math>Ln^{3+}</math> (<math>Ln=Gd, Tb</math>) в качестве контрастных агентов для МРТ и конфокальной микроскопии. Ответственный исполнитель.</i></p> <p><i>НИОКР СИГНАТУРА22 с ПАО Татнефть. Руководитель.</i></p> <p><i>НИОКР БИТУМ23 и ДЕПРЕССОР23 со Славнефть-Мегионнефтегаз. Руководитель.</i></p> <p><i>НИОКР Маркер24 с ПАО НОВАТЭК. Руководитель.</i></p> <p><i>НИОКР с Юго-Западным нефтяным университетом, Китай. Руководитель.</i></p>
Перечень предлагаемых соискателям тем для исследовательской работы	<p><i>Наночастицы на основе комплексных соединений редкоземельных элементов;</i></p> <p><i>Углеродные квантовые точки для биовизуализации;</i></p> <p><i>Люминесценция наночастиц и комплексных соединений;</i></p> <p><i>Разработка наноразмерных контрастных агентов для МРТ;</i></p> <p><i>Полифункциональные гибридные наночастицы;</i></p> <p><i>Люминесцентная термо- и хемосенсорика;</i></p> <p><i>Разработка новых каталитических систем для энергетических приложений (HER, OER, overall water splitting, heavy oil hydrocracking);</i></p> <p><i>Новые материалы для фотокаталитического и электрокаталитического разложения производственных отходов.</i></p> <p><i>Химия процессов Waste-to-Energy</i></p> <p><i>Инновационные материалы для гидроразрыва пласта</i></p> <p><i>Светопреломляющие материалы и пленки</i></p>



Научный руководитель:

Заиров Рустэм Равилевич,

Кандидат химических наук  
(Получена в Казанском  
Федеральном Университете)

Заголовок (указывается направление международной карты науки, соответствующее области исследования, карта науки доступна по [ссылке](#))

#### Научные интересы

Работы Р.Р. Заирова посвящены разработке и развитию нового типа перспективной наноплатформы с выдающимися релаксометрическими и люминесцентными характеристиками для использования в качестве нового поколения парамагнитных зондов и люминесцентных меток для биомедицинских приложений и сенсорики. Полученные результаты исследований позволили расширить границы классической коллоидной химии, и придали импульс к применению лантанидных коллоидов в современной медицине и биоанализе. В работах Заирова Р.Р. детально охарактеризована новая морфология разрабатываемых наночастиц, описаны их свойства, а также решение прикладных задач, которые можно разбить на три основные группы: сенсорики по отношению к биосубстратам, клеточные маркеры и МРТ контрастные агенты.

С применением разработанного синтетического подхода были получены стабильные во времени при физиологических условиях в присутствии белков и неорганических ионов наночастицы. Показана низкая токсичность по отношению к клеткам крови человека, отсутствие коагуляции тромбоцитов и великоценные функциональные характеристики [10.1038/srep40486. IF=4.813. Q1]. Доказана биосовместимость полученных коллоидов и высокая контрастирующая способность в магнитно-резонансной томографии [10.1016/j.colsurfb.2017.10.070. IF=5.785. Q1; 10.1038/s41598-017-14409-6. IF=4.813. Q1; 10.1016/j.colsurfa.2018.09.044. IF=5.129. Q2; 10.1002/slct.201600223. IF=2.201. Q2]. Это является предпосылкой использования наночастиц в неинвазивных методиках диагностики опухолевых заболеваний.

В работах проиллюстрирована возможность детектирования нанограммовых количеств фторхинолоновых антибиотиков в водных растворах [10.1016/j.asa.2013.04.054. IF=6.455. Q1]. Было обнаружено, что наночастицы на основе лантанидов(III) проявляют устойчивый люминесцентный отклик на присутствие тетрациклинов [10.1016/j.colsurfa.2015.05.013. IF=5.129. Q2], производных катехола, нуклеотидов, ЭДТА [10.1016/j.surfcoat.2014.11.076. IF=4.761. Q1; 10.1039/c4nj00637b IF=3.593. Q2]. Это легло в основу сенсорики на вышеперечисленные субстраты с использованием наночастиц разработанной морфологии.

Впервые были получены нерастворимые в воде комплексы гадолиния(III) с производными макроциклических 1,3-бетадикетонов, а также доказана перспективность их применения в качестве нанопартикулярных положительных магнитно-резонансных контрастных агентов [10.1038/srep40486. IF=4.813. Q1]. В работах Р.Р.

Заирова было показано, что высокая релаксивность протонов воды в присутствии наночастиц на основе комплексов гадолиния(III) обусловлена наличием аморфных нанотемплатов. Было показано, что послойная адсорбция полиэлектролитов предоставляет эффективную стабилизацию 3-6 нанометровых темплатов гадолиниевых коллоидов. Обнаружено, что значения релаксивности протонов воды, измеренные при низких полях, лежат в области 9.2-14.5 мМ-1с-1 для полистиролсульфонат-покрытых коллоидов, что в три-пять раз выше соответствующих показателей для коммерческих гадолиниевых контрастных агентов [4329. 10.1021/acs.jpcc.0c00312. IF=4.086. Q1; 10.1016/j.colsurfb.2017.10.070. IF=5.785. Q1].

Было изучено взаимодействие наночастиц с лимфоцитами периферической крови человека, клетками карциномы гортани человека (Нер-2) и феохромоцитомы крыс (PC12). Тербийсодержащие коллоиды сохраняют яркую зеленую (545 нм.) эмиссию в условиях биологического фона. Проникая сквозь мембрану раковой клетки, они локализуются преимущественно в эндосомах, не взаимодействуя с клеточным ядром. Таким образом, полученные наночастицы на основе лантанидов способны выступать в качестве клеточных маркеров [10.1007/s10853-019-03532-6. IF=4.06. Q1].

С использованием разработанного подхода к синтезу полиэлектролит-стабилизированных наночастиц были синтезированы гетеролантанонидные наночастицы на основе комплексных соединений иттербия(III) и европия(III), обладающие двумя каналами эмиссии в видимой и инфракрасной области. Найдено сенсibiliзирующее влияние лантанонидных блоков, способствующее усилению люминесцентного сигнала в ИК-области, благодаря переносу энергии [10.1016/j.msec.2019.110057. IF=8.32. Q1].

Хелатные наночастицы, состоящих из комплексов тербия с бетадикетонным производным каликс[4]арена, показали низкую цитотоксичность по отношению к нормальным клеткам печени Chang Liver и клеткам HeLa и эффективную интернализацию в клетки. Была найдена рекордная термочувствительность люминесцентного отклика в области физиологических температур. Изученные системы показали перспективу с точки зрения использования в качестве внутриклеточных нанотермометров при проведении магнетотермии и фототермальной терапии [10.1038/s41598-020-77512-1. IF=4.813. Q1].

С 2021 года в группе Р.Р. Заирова начаты работы в области получения и переработки энергоносителей. Были получены наноразмерные материалы, обладающие усовершенствованными характеристиками в реакциях крекинга и окисления нефти, каталитического расщепления воды и фотокатализа. Так, были получены никельсодержащие наночастицы различного диаметра для

	<p>             комплексных процессов облагораживания нефти [10.1016/j.fuel.2021.122652, IF=7.561, Q1], униформные наноразмерные частицы <math>Fe_2O_3</math> для каталитического окисления тяжелых нефтей [10.1016/j.petrol.2021.109819, 4.965, Q1]. Разработан способ синтеза наноллистов g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, функционализированных наночастицами диоксида циркония с последующим легированием иттрием для эффективного фотокаталитического восстановления Cr(VI) и применения в качестве суперкатализаторов [10.1016/j.jepu.2022.115120, IF=8.626, Q1]. В последнее время получены любопытные результаты по тематике получения водорода при помощи электрокаталитического расщепления воды. В исследованиях уделяется внимание как изучению реакции выделения кислорода (на <math>F_2O_3/FeS</math> гетероструктурированном катализаторе (10.1016/j.ijhydene.2022.05.045 [IF=7.139, Q1])), так и реакции выделения кислорода (на гетероструктурированном катализаторе <math>CuO/CuS</math> [10.1016/j.ijhydene.2023.04.308]). В настоящее время в редакцию International journal of hydrogen energy направлена статья, посвященная получению водорода на рениевом кластере [IF=7.779, Q1]. В высокорейтинговом журнале Chemical Engineering Journal опубликована обзорная статья по разработке наночастиц марганца для MPT контрастирования и терапии [10.1016/j.ccej.2023.141640; [Q1, IF= 16.744]).           </p> <p>             Помимо достижений в области фундаментальных исследований, имеется три патента на изобретение совместно с компанией Татнефть, описывающих разработки новых трассеров и методов их определении в многокомпонентных смесях, в рамках совместного проекта.           </p> <p> <b>Особенности программы исследования</b>              В группе налажено эффективное взаимодействие с ведущими зарубежными учеными и исследовательскими центрами.              (Southwest Petroleum University, Chengdu, <b>China</b>, Prof. Ying Zhou, h=72; Eskisehir Technical University, Izmir Technical University, <b>Turkiye</b>, Prof. E.Acikkalp, h=29; Lulea University of Technology, Lulea, <b>Sweden</b>, Prof. A.Vomiero, h=64; ICCOM-CNR, Pisa, <b>Italy</b>, Prof. L.Calucci, h=27; KLE Technological University, Hubli, <b>India</b>, Prof. Tejraj M. Aminabhavi h=116; University of Porto, Porto, <b>Portugal</b>, Prof. Eliana Maria Barbosa Souto, h=93; Soochou University, Suzhou, <b>China</b>, Prof. Qi Shao, h=78; West Pomeranian University of Technology, Szczecin, <b>Poland</b>, Prof. Ewa Mijowska, h=67); Allama Iqbal Open University, Islamabad, <b>Pakistan</b>, Prof. Ahmad Iqbal, h=29); Changchun institute of Applied Chemistry, Changchun, <b>China</b>, Prof. Cong Yu, h=37).           </p> <p>             Немаловажным фактом является трудоустройство и финансовая поддержка аспиранта.           </p>
--	---

	<p>Требования потенциального научного руководителя  <i>Желание работать в молодом и амбициозном научном коллективе, владение базовыми знаниями по химии и смежным наукам, знание принципов физических методов исследования. Опыт научной работы и углубленные знания в схожих нашим научным направлениях приветствуется</i></p> <p>Сведения о публикациях потенциального научного руководителя (за последние 5 лет)  <i>Общее количество публикаций, индексируемых Web of Science, Scopus, RSCI: 137</i>  <i>За последние 5 лет: 103</i>  <i>Пять основных публикаций показаны ниже:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. [Q1, IF=13.1] Anna Dymerska, Bartosz Środa, Krzysztof Sielicki, Grzegorz Leniec, Beata Zielińska, <b>Rustem Zairov</b>, Renat Nazmutdinov, Ewa Mijowska / Robust and highly efficient electrocatalyst based on ZIF-67 and Ni<sup>2+</sup> dimers for oxygen evolution reaction: in situ mechanistic insight // Journal of Energy Chemistry, 10.1016/j.jechem.2023.07.021.</li> <li>2. [Q1, IF=14.4] Aeliya Zahra, Ali Mohsin, Ali Nida, Adnan Khan, <b>Rustem Zairov</b>, Oleg Sinyashin, Yan Wang, Shaista Zafar, Farooq-Ahmad Khan / A Comprehensive Analysis of the Impact of Arsenic, Fluoride, and Nitrate–Nitrite Dynamics on Groundwater Quality and its Health Implications // Journal of Hazardous Materials, 487 (2025) 137093. 10.1016/j.jhazmat.2025.137093.</li> <li>3. [Q1, IF= 14.282] <b>Zairov R.R.</b>, Akhmadeev B.S., Fedorenko S.V., Mustafina A.R. / Recent progress in design and surface modification of manganese nanoparticles for MRI contrasting and therapy // Chemical Engineering Journal. V. 459, 2023, 141640. 10.1016/j.cej.2023.141640.</li> <li>4. [Q1, IF= 14.282] Muhammad Umar Farooq, <b>Rustem R. Zairov</b>, Marsil K. Kadirov, Oleg G. Sinyashin, Bassim Arkook, Moussab Harb / A step towards rational design of hierarchical porous MOFs architectures for emerging practical implementations // Chemical Engineering Journal 10.1016/j.cej.2025.1636045.</li> <li>5. [Q1, IF=23.2] Ewa Mijowska, Anna Dymerska, Grzegorz Leniec, Klaudia Maślana, Malgorzata Aleksanrzak, <b>Rustem Zairov</b>, Renat Nazmutdinov, Xuecheng Chen / Ni-based compounds in multiwalled graphitic shell for electrocatalytic oxygen evolution reactions // Advanced Composites and hybrid materials 10.1007/s42114-024-00981-9.</li> </ol>
	<p>Результаты интеллектуальной деятельности  <i>Патенты</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Способ детектирования флуоресцентных и спиртовых трассеров при их совместном присутствии в пластовых водах при проведении трассерных межскважинных исследований /</li> </ol>

	<p>Фархутдинов И.З., Камышников А.Г., Береговой А.Н., Заиров Р.Р., Довженко А.П. // RU 2798683 C1 Номер заявки: 2023105600 Дата регистрации: 10.03.2023 Дата публикации: 23.06.2023 Патентообладатели: ПАО "Татнефть" имени В.Д. Шашина</p> <p>2. Способ получения трассеров класса фосфиноксидов / Фархутдинов, И. З.; Камышников, А. Г.; Абдулхаков, Р. Р.; Заиров, Р. Р.; Довженко, А. П. // RU2823867C1. Дата регистрации: 30.07.2024 Патентообладатели: ПАО "Татнефть" имени В.Д. Шашина.</p> <p>3. Способ получения водорастворимого флуоресцентного маркера на основе комплекса куркумина с дифторидом бора / Фархутдинов, И. З.; Камышников, А. Г.; Береговой, А. Н.; Заиров, Р. Р.; Довженко, А. П. // RU2821510C1. Дата регистрации: 25.06.2024 Патентообладатели: ПАО "Татнефть" имени В.Д. Шашина.</p>
--	--