

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА ПДС 0200.002
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ ИМЕНИ ПАТРИСА
ЛУМУМБЫ» ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 24 июня 2025 г., протокол №12

О присуждении Хан Зуи Линю, гражданину Республики Вьетнам, ученой степени кандидата химических наук.

Диссертация «Complex compounds of Ti (IV), Fe (III), Ni (II), Cu (II) and Zn (II) with several aromatic and heteroaromatic hydroxy acids and their application as precursors of nanosized oxide phases (Комплексные соединения Ti(IV), Fe(III), Co(II), Ni(II), Cu(II) и Zn(II) с некоторыми ароматическими и гетероароматическими гидроксикислотами и их применение как прекурсоров наноразмерных оксидных фаз)» по специальности 1.4.1. Неорганическая химия в виде рукописи принята к защите 15 мая 2025 года, протокол № 8, диссертационным советом ПДС 0200.002 «Химические науки» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы» (РУДН им. П. Лумумбы) Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6; приказ от 8 июля 2019 года №454).

Соискатель Хан Зуи, гражданин Вьетнама, 1991 года рождения, в 2018 году окончил с отличием магистратуру Тулонского университета Французской Республики Министерства образования, исследований и инноваций по специальности «Наука, технология и морская среда». С 2018 по 2021 г. работал научным сотрудником в отделе химии и окружающей среды Вьетнамско-Российского тропического центра. С 22.09.2021 по настоящее время обучается в аспирантуре РУДН по программе подготовки научно-педагогических кадров по направлению, соответствующему научной специальности 1.4.1 «Неорганическая химия», по которой подготовлена диссертация.

Диссертация выполнена на кафедре общей и неорганической химии факультета физико-математических и естественных наук Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего

образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор химических наук (1.4.1 Неорганическая химия), Ковальчукова Ольга Владимировна, РФ, профессор кафедры общей и неорганической химии ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы».

Официальные оппоненты:

- Никольский Виктор Михайлович, гражданин РФ, доктор химических наук (1.4.4 Физическая химия), профессор, профессор кафедры неорганической и аналитической химии ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет».
- Буслаева Татьяна Максимовна, гражданка РФ, доктор химических наук (1.4.1 Неорганическая химия), профессор, профессор ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет».

Ведущая организация:

ФГБУН «Институт растворов им. Г.А. Крестова Российской академии наук ИХР РАН

дали положительные отзывы о диссертации.

В отзывах оппонентов и ведущей организации указано, что диссертационное исследование соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата химических наук, согласно п. 2.2 раздела II Положения о присуждении ученых степеней в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», утвержденного ученым советом РУДН протоколом № УС-1 от 22.01.2024 г., а ее автор, Хан Зуи Линь, несомненно, достоин присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.1. Неорганическая химия.

Соискатель имеет 5 опубликованных работ, все по теме диссертации, 2 из них опубликованы в рецензируемых научных изданиях, индексируемых в международных базах данных «Scopus» и «Web of Science», 2 опубликованы в журналах, индексируемых в международной базе данных Chemical Abstracts, 1 статья в журнале из перечня ВАК РФ. Общий объем публикаций 2.4 п.л. Авторский вклад 80%.

Наиболее значимые публикации:

1. Viet Cao, Phuong Anh Cao, **Duy Linh Han**, Minh Tuan Ngo, Truong Xuan Vuong, Hung Nguyen Manh. The Suitability of Fe₃O₄/Graphene Oxide Nanocomposite for Adsorptive Removal of Methylene Blue and Congo Red. //

Nature Environment and Pollution Technology, 2024, V. 23, No 1, P. 255-263.
<https://doi.org/10.46488/NEPT.2024.v23i01.021>.

В работе описано получение нанокompозита $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{GO}$ и подтверждена возможность использовать его для удаления метиленового синего (MB) и конго красного (CR) из водных растворов. Определены оптимальные условия сорбции органических красителей (pH 6.0, масса адсорбента 50.0 мг, время сорбции 10 мин). Построены изотермы адсорбции, анализ которых позволил оценить природу активных центров на поверхности сорбента. Показано, что предложенный сорбент сохраняет свою активность после пяти циклов использования.

2. Hoai Phuong Nguyen Thi, Phuong Anh Cao, **Duy Linh Han**, Van Huy Nguyen, Dinh Duc Nguyen, Duc Duong La. Cost-Effective Approach for Fabrication of High-Quality Expanded Vermiculite for Alizarin Red S Removal From Aqueous Media. // ChemistrySelect, 2024, V. 9, e202403256 (9 pages).
<https://doi.org/10.1002/slct.202403256>.

В работе изучена возможность использования модифицированного природного минерала вермикулита в качестве адсорбента красителя ализарина красного S. После термической обработки поверхности вермикулита пероксидом водорода в присутствии микроволнового излучения и последующей термической обработки площадь поверхности потенциального сорбента увеличилась до $73.9 \text{ м}^2/\text{г}$, а максимальная адсорбционная емкость по отношению к ализарину красному S до 182.5 мг/г . Определены оптимальные условия сорбции (интервал pH, температура, количество добавляемого сорбента). Построение кинетических кривых позволяет предположить псевдо второй порядок реакции.

3. **D. L. Han**, M. Vasil'eva, N. Polyanskaya, O.V. Kovalchukova. Complexation of d-Metal Cations with Some Substituted Salicylic Acids and *in silico* Studies of Biological Activity of the Isolated Complexes. // Pak. J. Chem., 2025, V. 15, No 1-2, P. 31-36. DOI: 10.15228/2025.v15.i1-2.p5.

Методом спектрофотометрического титрования изучено взаимодействие в водно-этанольных растворах ряда производных салициловой кислоты с катионами Fe^{3+} , Co^{2+} , Cu^{2+} и Zn^{2+} . По оптимизированным методикам выделены в кристаллическом состоянии и описаны совокупностью физико-химических методов, включая рентгеноструктурный анализ, комплексные соединения, предложены схемы их строения. Исследования методом *in silico* показали, что наиболее вероятной биологической активностью органических молекул и их металлокомплексов является ингибирование мультипротеинового комплекса электронного транспорта в дыхательной системе и противоопухолевая

активность. Предложена способность проникать в организм человека и потенциальные токсические свойства.

4. **Duy Linh Han**, Andrey Utenyshev, Genadiy Shilov, Nikolai Lobanov, Olga V. Kovalchukova. Complex Compounds of Ti(IV), Ni(II), Cu(II) and Zn(II) with 3-Hydroxypicolinic acid (3-HPA) and 3,5-Dinitrosalicylic Acid (3,5-DNSA) as Precursors of Nano-sized Oxides and Composites. Crystal structure of Cu(3-HPA)₂ and [Cu(Phen)₂Cl](3,5-DNSA). // Pak. J. Chem., 2025, V. 15. P. 47-53 | <https://doi.org/10.15228/2025.v15.i3.p08>.

Выделено и описано совокупностью методов девять комплексных соединений Ti(IV), Ni(II), Cu(II) и Zn(II) с 3-гидроксипиколиновой кислотой (3-HPA) и 3,5-динитросалициловой кислотой (3,5-DNSA) состава ML₂ (M: Ni²⁺, Cu²⁺ и Zn²⁺; L: 3-HPA и 3,5-DNSA) и TiOL₂. Совокупностью спектральных и рентгеноструктурных данных показано, что в координации 3-HPA металлами участвуют атом азота пиридинового цикла и атом кислорода соседней карбоксильной группы. В случае 3,5-DNSA металлохелатный цикл формируется с участием двух атомов кислорода соседних карбоксильной и гидроксильной групп. Введение в реакционную смесь 9,10-фенантролина приводит к изменению характера координации. На примере комплекса меди(II) показано, что центральный атом образует координационные связи с четырьмя атомами азота двух молекул фенантролина, а 3,5-DNSA играет роль внешнесферного иона. Термическое разложение комплексных соединений и их смесей приводит к образованию микроразмерных оксидов металлов (3-30 мкм) и наноразмерных титанатов (30-100 нм).

На автореферат диссертации поступило 6 положительных отзывов от:

Кильдеевой Наталии Рустемовны, гражданки РФ, доктора химических наук (2.6.11 Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов), заведующей кафедрой химии и технологии полимерных материалов и нанокompозитов ФГБОУ ВО «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)»;

Кострикина Александра Валентиновича, гражданина РФ, доктора химических наук (1.4.1 – Неорганическая химия), профессора кафедры биологии и химии ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный университет»;

Корчагина Дениса Владимировича, гражданина РФ, кандидата химических наук (02.00.04 - физическая химия), ведущего научного сотрудника лаборатории структурной химии ФИЦ проблем химической физики и медицинской химии РАН;

Евтушенко Юрия Михайловича, гражданина РФ, доктора химических наук (02.00.02 - аналитическая химия), старшего научного сотрудника лаборатории структуры полимерных материалов отдела полимерных

конструкционных материалов Института синтетических полимерных материалов им. Н.С. Ениколопова РАН;

Кузнецова Дмитрия Николаевича, гражданина РФ, кандидата химических наук (1.4.3 Органическая химия), старшего научного сотрудника лаборатории стандартизации и контроля качества лекарственных средств ФГБНУ «ФИЦ оригинальных и перспективных биомедицинских и фармацевтических технологий»;

Маркиной Юлии Владимировны, гражданки РФ, кандидата медицинских наук (14.03.06 Фармакология и клиническая фармакология), старшего научного сотрудника лаборатории клеточной и молекулярной патологии сердечно-сосудистой системы НИИ МЧ им. Акад. А.П. Авцына ФГБНУ «РНЦХ им. Акад. Б.В. Петровского»;

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их высокой квалификацией, наличием научных трудов и публикаций, соответствующих теме оппонируемой диссертации.

Основные публикации Никольского В.М. по тематике диссертационного исследования:

1. Absalan Y., Gholizadeh M., Alabada R., Ryabov M., Butusov L., Kopylov V., Kovalchukova O., Tolstoy V., Nikolskiy V. Removing organic harmful compounds from the polluted water by a novel synthesized cobalt(II) and titanium(IV) containing photocatalyst under visible light. *Environmental Nanotechnology, Monitoring and Management*. 2020. Т. 14. С. 100304.
2. Смирнова Т.И., Тумасьева И.Г., Петрова А.А., Никольский В.М. Исследование биологической активности комплексонов меди (II), образованных с комплексонами моноаминного типа. *Вестник Тверского государственного университета. Серия: Химия*. 2022. № 4 (50). С. 143-148.
3. Скобин М.И., Феофанова М.А., Никольский В.М., Крюков Т.В., Алексеев В.Г., Иванова А.И. Физико-химические характеристики, состав и термическая устойчивость комплекса неодима(III) с гепарином. *Химическая физика*. 2022. Т. 41. № 4. С. 38-43.
4. Крюков Т.В., Феофанова М.А., Никольский В.М., Алексеев В.Г., Скобин М.И., Иванова А.И. Синтез и исследование металлокомплекса неодима и цефазолина. *Журнал физической химии*. 2022. Т. 96. № 6. С. 871-874.
5. Гридчин С.Н., Никольский В.М. Протолитические равновесия l-аланил-l-гистидина в водном растворе *Журнал физической химии*. 2023. Т. 97. № 8. С. 1119-1127.

Основные публикации Буслаевой Т.М. по тематике диссертационного исследования:

1. Буслаева Т.М., Волчкова Е.В., Борягина И.В. Сорбция хлоридных комплексов родия(III) кремнеземом, химически модифицированным группами γ -аминопропилтриэтоксисилана. Цветные металлы. 2022. № 6. С. 37-44.
2. Буслаева Т.М., Эрлих Г.В., Волчкова Е.В., Мингалев П.Г., Панина Н.С. Комплексообразование в процессе сорбции ионов палладия(II) химически модифицированными кремнеземами. Журнал неорганической химии. 2022. Т. 67. № 8. С. 1095-1107.
3. Panina N.S., Klyukin I.N., Buslaeva T.M., Fischer A.I. Revealing the minimum energy pathways for formamide hydrogenation reactions in the presence of platinum and platinum–vanadium clusters: a quantum chemical DFT/nudged elastic band study. Inorganics. 2023. Т. 11. № 10. С. 384.
4. Панина Н.С., Буслаева Т.М., Фишер А.И. Активация молекул H₂ на платиновых и платинованадиевых кластерах: квантово-химическое DFT моделирование. Кинетика и катализ. 2023. Т. 64. № 5. С. 589-604.
5. Буслаева Т.М., Волчкова Е.В., Борягина И.В. Применение азот и серосодержащих химически модифицированных кремнеземов для селективной сорбции палладия. Цветные металлы. 2024. № 1. С. 24-32.

Основные работы работников ведущей организации по теме диссертации, опубликованные в рецензируемых научных журналах за последние 5 лет:

1. Gruzdev, M. Dendritic Iron(III) Carbazole Complexes: Structural, Optical and Magnetic Characteristics / Gruzdev Matvey, Chervonova Ulyana, Kolker Arkadiy, Fomina Nadezhda, Zueva Ekaterina, Vorobeva Valerya, Starichenko Denis, Korolev Alexander // Materials. – 2021. – V.14. – 5445.
2. Gruzdev, M. S. Chemical design of carbazole dendrons: optical properties and DFT analysis / Gruzdev M. S., Chervonova U. V., Ksenofontov A. A., Bichan N. G., Kolker A. M. // Optical Materials. – 2021. – V. 122. – 111661.
3. Barannikov, V.P. The thermochemical behavior of glycyl-L-histidine and β -alanyl-L-histidine peptides in (SDS + phosphate-buffered saline) micellar solution at pH=7.4 / V.P. Barannikov, V. Smirnov, M.S. Kurbatova // Journal of molecular liquids – 2021 – Vol. 331. – P. 115766.
4. Lebedeva, N.Sh. Molecular mechanisms causing albumin aggregation. The main role of the porphyrins of the blood group / N.Sh. Lebedeva, E.S. Yurina, Yu.A. Gubarev, O.I. Koifman // Spectrochimica acta part A: Molecular and biomolecular spectroscopy – 2021 – Vol. 246. – P. 118975.

5. Gruzdev, M. S. Magnetocaloric behaviour of liquid crystalline symmetric Co(II) and Ni(II) complexes of poly(propylene imine) dendrimers of the second generation / Gruzdev M. S., Ramazanova A. G., Korolev V. V., Chervonova U. V. // Journal of Molecular Liquids. – 2023. – V. 370. – 120986.
6. Makarov D. M. CO₂ capture using choline chloride-based eutectic solvents. An experimental and theoretical investigation / Krestyaninov M. A., Dyshin A. A., Golubev V. A., Kolker A. M. // Journal of Molecular Liquids. – 2024. – V. 413. – Art. 125910
7. Chervonova, U. V. Chemical functionalization and optical properties of new fluorescent building blocks bearing carbazole moieties / Chervonova U. V., Gruzdev M. S., Bichan N. G., Krestianinov M. A. // Optical Materials. – 2024. – V. 147. – 114754.
8. Gruzdev, M. S. Azomethine Fe³⁺ coordination compounds containing carbazole units: Synthetic approach, spectral characterization, and magnetic studies / Gruzdev M. S., Chervonova U. V., Starichenko D. V., Vorobeva V. E., Bichan N. G., Alexandrov A. I., Pashkova T. V., Korolev A. V. // Appl Organomet Chem. 2024, e7419.
9. Chervonova U.V. Heterofunctional β -diketones incorporating ester linkages: Mesomorphism and solvatochromic effect/ Bichan N.G., Ksenofontov A.A., Gruzdev M.S. //Journal of Molecular Liquids 2025, Vol. 417, 126572
10. Oparin Roman D. Conformational equilibria of lidocaine molecules released into a supercritical carbon dioxide medium from a nanocrystal cellulose aerogel /Alexey A. Dyshin, Matvey S. Gruzdev, Michael G. Kiselev // Journal of Molecular Liquids 2025, Vol. 418, 126725.

В ходе проведенных исследований получено 31 координационное соединение Ti(IV), Fe(III), Co(II), Ni(II), Cu(II) и Zn(II) с α -гидроксиароматическими и гетероароматическими кислотами, из которых 20 соединений получено впервые. Их структура и состав подтверждены с помощью современных методов элементного, спектрального анализа и рентгеноструктурного анализа. Исследование термической стабильности синтезированных комплексов показало, что при разложении этих соединений формируются наноразмерные оксиды металлов, включая ZnTiO₃ и NiTiO₃, обладающие контролируемыми морфологическими и поверхностными свойствами. Титанат никеля проявил высокую фотокаталитическую активность, а титанат цинка — выраженные УФ-поглощающие свойства и синергетический эффект с органическими фильтрами. Согласно проведенному *in silico* моделированию, комплексы демонстрируют благоприятные фармакокинетические характеристики и низкую токсичность, что

подтверждает их перспективность в синтезе наноматериалов для катализаторов, фотозащитных и экологически значимых применений.

Теоретическая и практическая значимость работы. В работе получены фундаментальные данные о методах синтеза комплексных соединений Ti(IV), Fe(III), Co(II), Ni(II), Cu(II) и Zn(II) с α -гидроксиароматическими и гетероароматическими кислотами. Выделено и всесторонне охарактеризовано с использованием совокупности физико-химических методов 31 комплексное соединение, предложены области их возможного использования. Теоретические и экспериментальные результаты и выводы вносят вклад в координационную химию переходных металлов и металлокомплексов с гидроксиароматическими карбоновыми кислотами. Структурные и спектральные характеристики органических лигандов и их металлокомплексов войдут в соответствующие справочники, обзоры и монографии. Полученные результаты по термическому разложению металлокомплексов будут использованы для синтеза и модификации наноразмерных металлооксидных катализаторов.

Ценность научных работ соискателя заключается в выявлении закономерностей состава и устойчивости комплексных соединений металлов с α -гидроксиароматическими и гетероароматическими кислотами от характеристик металлов-комплексобразователей и органических лигандов. Структурно охарактеризованы четыре металлокомплекса и три не описанные ранее полиморфные формы органических лигандов. Показано, что выделенные комплексные соединения могут служить прекурсорами наноразмерных оксидных материалов и композитов, которые по свойствам не уступают наноразмерным оксидам, полученным по традиционным методикам.

Оценка выполненной соискателем работы. Диссертация является актуальным, законченным самостоятельным исследованием, отличающимся научной новизной и имеющим важное фундаментальное и прикладное значение. Работа Хан Зуи Линя является оригинальным исследованием в области неорганической химии и посвящена синтезу и исследованию свойств комплексных соединений Ti(IV), Fe(III), Co(II), Ni(II), Cu(II) и Zn(II) с α -гидроксиароматическими и гетероароматическими кислотами и наноразмерных оксидных фаз и композитов, полученных термическим разложением изучаемых комплексных соединений.

Степень достоверности результатов исследования. Достоверность полученных результатов подтверждается воспроизводимостью методик синтеза и использованием современных независимых физико-химических методов анализа, дополняющих и подтверждающих друг друга. Полученные данные имеют логическое обоснование, дополняют и подтверждают ранее

опубликованные теоретические и экспериментальные данные. Основные результаты исследований опубликованы в российских и зарубежных научных журналах и прошли апробацию на всероссийских и международных конференциях.

Личный вклад соискателя заключается в постановке задач исследования, разработке методик эксперимента, выполнении синтетических, спектральных, потенциометрических исследований, расшифровке результатов ИК-, РФА, РСА и термического анализа, написании всех разделов диссертации, обсуждении и формулировке основных выводов по результатам работы.

На заседании 24 июня 2025 г. диссертационный совет принял решение присудить Хан Зуи Линю ученую степень кандидата химических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 5 доктора наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0, проголосовали за – 15, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Заключение диссертационного совета подготовили: д.х.н., профессор, заведующий кафедрой физической и коллоидной химии ФГАОУ ВО «Российский университет Дружбы народов имени Патриса Лумумбы» Чередниченко А.Г.; д.х.н., профессор, профессор кафедры общей и неорганической химии ФГАОУ ВО «Российский университет Дружбы народов имени Патриса Лумумбы» Давыдов В.В.; д.х.н., профессор департамента экологии человека и биоэлементологии института экологии ФГАОУ ВО «Российский университет Дружбы народов имени Патриса Лумумбы» Критченков А.С.

Председатель диссертационного совета
ПДС 0200.002 «Химические науки» доктор
химических наук
Ученый секретарь диссертационного совета
ПДС 0200.002 «Химические науки»
кандидат химических наук



Хрусталева В.Н.

Маркова Е.Б.

24.06.2025