

ОТЗЫВ

на автореферат Хан Зуи Линь "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»), представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.1 – Неорганическая химия.

Наноразмерные оксиды металлов активно используются на практике в качестве магнитных уплотнителей в двигателях, носителей информации, катализаторов различных процессов и других областях науки и техники. Поиск новых экономичных и экологических способов их получения, несомненно, является актуальной задачей. Для ее решения автор предложил в качестве прекурсоров оксидных наночастиц использовать комплексные соединения металлов с ароматическими и гетероароматическими кислотами. В процессе выполнения диссертационного исследования автор изучил процессы комплексообразования в водно-этанольной среде, рассчитал константы образования 38 комплексных соединений. В кристаллическом состоянии выделено и описано методами рентгеноструктурного анализа и ИК спектроскопии 31 комплексное соединение, предложены схемы их строения. Изучены процессы термического разложения соединений и их смесей, определены фазовый состав, размеры и морфологические особенности получаемых оксидных фаз. Предложены области возможного использования полученных оксидных фаз в качестве фотокатализаторов, сорбентов и неорганических УФ фильтров в солнцезащитных косметических препаратах. Работа написана грамотным языком и содержит небольшое количество грамматических ошибок и опечаток.

Таким образом, в научно-квалификационной работе Хан Зуи Линь содержится решение научной задачи по разработке нового подхода к выделению микро- и наноразмерных оксидных фаз, имеющей значение для развития соответствующих разделов неорганической химии.

Работа соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.1 – Неорганическая химия, согласно п. 2.2 раздела II Положения о присуждении ученых степеней в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Российский университет дружбы народов», утвержденного ученым советом РУДН протокол № УС-1 от 22.01.2024 г., а ее автор, Хан Зуи Линь, заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.1 – Неорганическая химия.

Доктор химических наук, ст.н.с. лаборатории структуры полимерных материалов отдела полимерных конструкционных материалов Института синтетических полимерных материалов им. Н.С. Ениколопова РАН (специальность 02.00.02 – аналитическая химия)

Евтушенко Юрий Михайлович

2025 г. 10 июня

Адрес 117393 Москва, Профсоюзная, 70 Тел. 8 916 700 44 26 e-mail: evt-yuri@mail.ru

Подпись Евтушенко Ю.М. заверяю. Ученый секретарь Института синтетических полимерных материалов им. Н.С. Ениколопова РАН

К.х.н. Гетманова Е.В.



ОТЗЫВ

на автореферат Хан Зуи Линь "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»), представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.1 – Неорганическая химия.

Актуальность рецензируемого автореферата определяется важным значением нанотехнологий в современном мире. Поиск новых путей и подходов к выделению оксидов металлов и композитов на их основе в наноразмерной шкале представляет определенный интерес и следует отметить, что автор успешно справился с поставленной в исследовании задачей. Работа представляет собой комплексное исследование, в котором успешно сочетаются предварительные исследования условий комплексообразования в растворах, на основании которых автор оптимизирует условия синтеза комплексных соединений металлов с α -гидроксикислотами на основе бензола и пиридина. По оптимизированным методикам выделено 31 комплексное соединение, строение которых подтверждено спектральными методами анализа с привлечением рентгеноструктурного анализа. Методом термического разложения индивидуальных комплексных соединений и их смесей в различном мольном соотношении получены микро- и наноразмерные оксидные фазы и установлено, что их каталитическая активность не уступает известным аналогам. К интересным результатам автора следует отнести выделение и характеристику методом рентгеноструктурного анализа комплексного соединения цинка с 9,10-фенантролином и 2-гидрокси-3,5-динитробензойной кислоты, в котором цинк проявляет нетипичное координационное число 5, а 2-гидрокси-3,5-динитробензойная кислота играет роль внешнесферного лиганда. Кроме того, автор впервые предложил использовать в качестве неорганических УФ фильтров в солнцезащитной косметике наноразмерный титанат цинка, который показал большой синергетический эффект по сравнению с индивидуальными оксидами титана(IV) и цинка.

В качестве замечания можно указать следующее. Из 31 комплексного соединения, выделенного автором, только 4 изучены методом РСА, а для остальных приведены лишь данные ИК спектроскопии. Для более корректного описания строения соединений желательно было использовать метод компьютерного моделирования.

Заключение. В рецензируемой научно-квалификационной работе Хан Зуи Линь "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») содержится решение научной задачи поиска альтернативного способа получения наноразмерных оксидов металлов с использованием комплексных соединений металлов с α -гидроксикислотами ароматического и гетероароматического рядов в качестве прекурсоров, которая имеет значение для развития неорганической химии. Работа соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.1 – Неорганическая химия, согласно п. 2.2 раздела II Положения о присуждении ученых степеней в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Российский университет дружбы народов», утвержденного ученым советом РУДН протокол № УС-1 от 22.01.2024 г., а ее автор, Хан Зуи Линь, заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.1 – Неорганическая химия.

Кандидат химических наук (02.00.04 – Физическая химия),

Вед. науч. сотр. лаборатории структурной химии

ФИЦ проблем химической физики

и медицинской химии РАН

02.06.2025

142432, Московская область, г. Черноголовка, пр. Ак. Семёнова,

Тел. +7(49652)21270, e-mail: korden@icp.ac.ru



ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Хан Зуи Линь

«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»), представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.1 – Неорганическая химия.

Актуальность синтеза новых прекурсоров наночастиц определяется перспективами их использования в качестве компонентов для микроэлектроники, носителей информации, эффективных катализаторов различных процессов и в других областях. Существующие методы получения наноразмерных катализаторов имеют экономические и технологические недостатки. Использование в качестве прекурсоров наноразмерных катализаторов комплексных соединений металлов с органическими лигандами имеет значительное преимущество перед другими возможными способами получения. Поэтому тема диссертации Хан Зуи Линь, посвященной изучению особенностей синтеза комплексных соединений Ti(IV), Fe(III), Co(II), Ni(II), Cu(II) и Zn(II) с некоторыми ароматическими и гетероароматическими гидроксикислотами и возможности их использования в качестве прекурсоров наноразмерных оксидных фаз, является **актуальной** и имеет **перспективы практического использования**.

В ходе выполнения работы оптимизированы методики синтеза металлокомплексов и выделения полученных кристаллических фаз, установлены параметры кристаллической и молекулярной структуры четырех металлокомплексов и трёх органических лигандов; полученные экспериментальные результаты и их теоретическое обобщение вносит вклад в координационную химию переходных металлов и металлокомплексов с гидроксиароматическими карбоновыми кислотами и составляют **научную новизну** диссертационной работы.

Установлен ряд закономерностей образования комплексных соединений в водно-этанольных растворах, на основании которых определены условия образования наночастиц оксидов металлов различной морфологии. Методами моделирования *in silico* показано, что введение катионов металлов в состав комплексов с гидроксиароматическими кислотами не изменяет биологической

активности лигандов и не приводит к появлению дополнительных токсических свойств.

Показана возможность эффективного использования выделенных оксидных фаз и нанокмползитов в качестве как фотокатализаторов разложения органических загрязнителей в растворах, а также сорбентов органических красителей.

Автореферат Хан Зуи Линь написан грамотным научным языком и хорошо проиллюстрирован, содержит большой и качественный экспериментальный материал. Основные положения диссертационного исследования опубликованы в пяти статьях в журналах, рецензируемых базами данных ВАК, Scopus и Chemical Abstracts, а также представлены на всероссийских и международных научных конференциях.

В рецензируемой научно-квалификационной работе Хан Зуи Линь "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") содержится решение научной задачи по разработке нетрадиционных методов получения наноразмерных оксидов металлов с использованием в качестве прекурсоров комплексных соединений с ароматическими и гетероароматическими оксикислотами, которая имеет значение для развития неорганической химии.

По теоретической и научно-практической значимости представленных результатов, обоснованности выводов, актуальности решенных задач и методическому уровню работа «Комплексные соединения Ti(IV), Fe(III), Co(II), Ni(II), Cu(II) Zn(II) с некоторыми ароматическими и гетероароматическими гидроксикислотами и их применение как прекурсоров наноразмерных оксидных фаз» в полной мере соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, согласно п. 2.2 раздела II Положения о присуждении ученых степеней в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Российский университет дружбы народов», утвержденного ученым советом РУДН протокол № УС-1 от 22.01.2024 г., а ее автор Хан Зуи Линь

заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.1 «Неорганическая химия».

доктор химических наук (2.6.11 Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов)

профессор

Кильдеева Наталия Рустемовна

Заведующий кафедрой химии и технологии полимерных материалов и нанокompозитов федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н.Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)»,
117997, г. Москва, Малая Калужская улица, д.1.

e-mail: kildeeva@mail.ru тел. : +7 (495) 811-01-01 доб. 1126

Подпись Кильдеевой Н.Р. заверяю

Ученый секретарь «РГТУ им. А.Н.Косыгина»



Генералова А.В.

05.06.2025

ОТЗЫВ

На автореферат Хан Зуи Линь

"Complex compounds of Ti(IV), Fe(III), Ni(II), Cu(II) and Zn(II) with several aromatic and heteroaromatic hydroxyacids 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"), представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.1 – Неорганическая химия.

Автореферат представлен на русском и английском языках. Актуальность работы можно охарактеризовать следующими положениями.

1. Наноразмерные оксиды металлов и композиты на их основе играют важную роль в современных технологиях: магнитные уплотнители в двигателях, носители информации, катализаторы ряда химических процессов и др.

2. Комплексные соединения металлов с ароматическими гидроксикислотами обладают биологической активностью и могут быть рассматриваемы как потенциальные лекарственные препараты.

Научная новизна и практическая значимость работы связана с широким изучением процессов комплексообразования металлов первого переходного ряда с восемью органическими лигандами. В настоящей работе были модифицированы методики синтеза, по которым выделены и изучены свыше 30 комплексных соединений. На основе данных рентгеноструктурного анализа и спектрального анализа установлены кристаллические и молекулярные структуры ряда выделенных соединений. В результате термического разложения комплексов получены наноразмерные оксиды и титанаты металлов, а также композиционные материалы, которые показали хорошую фотокаталитическую активность разложения органических красителей, отмечаются также их хорошие сорбционные свойства. Методом компьютерного моделирования оценена токсичность и биологическая активность исходных комплексных соединений.

Достоверность результатов, представленных в автореферате, подтверждается использованием совокупности независимых методов анализа.

Положительной чертой работы является предварительное изучение строения лигандов, в том числе и методом рентгеноструктурного анализа, что, несомненно, повышает качество исследования.

В работе зафиксированы следующие интересные факты:

а) комплексы Zn^{2+} наиболее устойчивы (из 29 комплексов). Однако они уступают в устойчивости следующим комплексам никеля: $Ni(L^2)_2$, $Ni(L^6)_2$ и $Ni(L^3)_2$. Кроме того, для комплекса $[Zn(Phen)_2Cl]L^8$ зафиксировано редкое для комплексообразователя координационное число 5. К сожалению, какого либо теоретического объяснения этих феноменов не приводится.

б) При термическом разложении комплекса $Zn(L^4)_2$ отмечено образование стержней оксида цинка, имеющих кристаллический характер и различающихся по длине и диаметру. Думается этот важный факт требует дальнейшего подробного исследования.

В качестве замечания считаю необходимым отметить: 1) нечеткие рисунки под номерами 2, 19 и 22 с плохо читаемыми подписями по осям координат, 2) присутствие орфографических ошибок и неудачных, а порой и не понятных

выражений, например страница 20 (второй абзац сверху). Здесь обсуждается эффективность фотозащитных свойств оксидов ZnO , TiO_2 , а также титаната цинка. Начиная со строки 17 сверху читаем «В качестве объектов исследования фотозащитных свойств использовали образец титаната никеля, полученный при термическом разложении эквимольных смесей $\text{Zn}(\text{L}^8)_2$ и $\text{TiO}(\text{L}^8)_2$. Следует отметить, что в литературе имеются сведения об использовании отдельно оксидов титана и никеля или их смесей, но титанат никеля не использовался».

В целом работа производит хорошее впечатление. Можно заключить, что в рецензируемой научно-квалификационной работе Хан Зуи Линь "Complex compounds of Ti(IV) , Fe(III) , Ni(II) , Cu(II) and Zn(II) with several aromatic and heteroaromatic hydroxyacids and the irapplication 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») содержится решение научной задачи по разработке нового способа получения наноразмерных оксидных фаз, проявляющих каталитические и сорбционные свойства, с использованием в качестве прекурсоров металлокомплексов с гидроксикислотами ароматического и гетероароматического рядов, которая имеет значение для неорганической химии.

Работа соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.1 – Неорганическая химия, согласно п. 2.2 раздела II Положения о присуждении ученых степеней в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Российский университет дружбы народов», утвержденного ученым советом РУДН протокол № УС-1 от 22.01.2024 г., а ее автор, Хан Зуи Линь, заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.1 – Неорганическая химия.

Доктор химических наук, доцент (специальность 1.4.1 – Неорганическая химия), профессор кафедры биологии и химии ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет»

Кн -

Кострикин Александр Валентинович

02.06.2025 г.

Адрес: 393760, Тамбовская область, г. Мичуринск,

ул. Филиппова, д. 79, кв.10.

Тел. +79107517122

e-mail: AVKostrikin@rambler.ru



Е.Е. Попова

ОТЗЫВ

на автореферат Хан Зуи Линь

«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»), представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.1 – Неорганическая химия.

Диссертационная работа Хан Зуи Линь посвящена синтезу новых координационных соединений о-гидроксикарбо(гетеро)циклических кислот с ионами некоторых d-металлов (Ti^{+4} , Fe^{+3} , Co^{+2} , Ni^{+2} , Cu^{+2} , Zn^{+2}), а также возможного их использования для получения наноразмерных оксидных материалов различного функционального применения.

Автором в работе получено 31 металлокомплексных соединений, 20 из которых получено впервые. Определен состав комплексов и константы их образования, выявлена зависимость комплексообразования от физико-химических характеристик центрального иона и органических лигандов. Определены молекулярные и кристаллические структуры трех не описанных ранее полиморфных форм органических лигандов, одного сокристаллизата и четырех комплексных соединений. Показано, что синтезированные металлокомплексные соединения при термическом воздействии разлагаются с формированием наноразмерных оксидов металлов, включая $ZnTiO_3$ и $NiTiO_3$, обладающие контролируемыми морфологическими и поверхностными свойствами. Полученные в работе титанат никеля и титанат цинка проявили высокую фотокаталитическую активность и выраженную УФ-поглощающую способность соответственно. Показано, что композит, представляющий собой оксид графена и природный минерал вермикулит, модифицированные по разработанной методике наноразмерными частицами Fe_3O_4 , проявляют хорошие адсорбционные свойства по отношению к ряду органических водорастворимых красителей. Согласно проведенному *in silico* моделированию, полученные металлокомплексные соединения демонстрируют низкую токсичность.

Научная новизна рецензируемой работы заключается в получении новых фундаментальных данных направленных на раскрытие строения и химического потенциала координационных соединений о-гидроксикарбо(гетеро)циклических кислот с ионами некоторых d-металлов в качестве прекурсоров наноразмерных оксидных материалов различного функционального применения.

Практическая значимость полученных результатов состоит в том, что разработаны препаративные методики получения новых металлокомплексных соединений и наноразмерных оксидных материалов на их основе – перспективных в качестве наноразмерных катализаторов, сорбентов и УФ-фильтров.

Последовательность изложения материала в работе является логичной и обоснованной. Все физико-химические исследования (рентгеноструктурный, рентгенофазовый, спектрофотометрический, потенциометрический, термогравиметрический, SEM и EDX анализ), в том числе, связанные с установлением строения и структуры синтезированных соединений, выполнены с привлечением соответствующих современных экспериментальных методов, что определяет достоверность результатов диссертации. Исходя из автореферата диссертации Хан Зуи Линь видно, что цели и задачи, поставленные автором, полностью достигнуты. Сделанные выводы являются закономерными и убедительными.

В качестве замечания и пожелания по работе можно отметить следующие:

- в соответствии с номенклатурой органических соединений, α -гидроксиароматические и гетероароматические кислоты правильнее было бы называть как о-гидроксиароматические и гетероароматические кислоты;
- в разделе 3.1 автореферата диссертации автор не приводит объяснений выявленных закономерностей комплексообразования от физико-химических характеристик центрального иона и органических лигандов;
- в автореферате диссертации отсутствует обоснование выбора органических красителей для изучения сорбционной активности нанокompозита $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-GO}$ и модифицированного природного минерала вермикулита.

Сделанные замечания не являются существенными и не снижают ценность работы.

Указанные в работе химические превращения впервые осуществлены Хан Зуи Линь, что определяет научную новизну работы и характеризует ее автора, как хорошего химика.

Основные положения диссертационной работы изложены в 9 научных работах, из них 5 работ опубликованы в ведущих рецензируемых научных журналах, 4 работы в материалах различных научных конференций.

В рецензируемой научно-квалификационной работе Хан Зуи Линь «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») содержится решение научной задачи заключающейся в разработке эффективного нетрадиционного метода синтеза оксидных наночастиц посредством термического разложения оригинальных карбо- и гетероциклических органических металлокомплексных соединений, которая имеет значение для развития неорганической химии наноразмерных металлооксидных катализаторов.

Работа соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.1 – Неорганическая химия, согласно п. 2.2 раздела II Положения о присуждении ученых

степеней в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Российский университет дружбы народов», утвержденного ученым советом РУДН протокол № УС-1 от 22.01.2024 г., а ее автор, Хан Зуи Линь, заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.1 – Неорганическая химия.

Кандидат химических наук,
доцент (специальность 1.4.3 –
Органическая химия), старший
научный сотрудник лаборатории
стандартизации и контроля качества
лекарственных средств отдела
качества и технологии
лекарственных средств ФГБНУ
«ФИЦ оригинальных и
перспективных биомедицинских и
фармацевтических технологий»

Кузнецов Дмитрий Николаевич



30.05.2025 г.

kuznetsov_dn@academpharm.ru

Тел.: +7(499)151-18-81

Подпись с.н.с. Кузнецова Д.Н. заверяю.



кандидат биологических наук, учёный секретарь Центра, ведущий научный
сотрудник Васильева Е.В.



Адрес: 125315, г. Москва, ул. Балтийская, д. 8.

Тел.: +7(499)151-18-81,

e-mail: info@academpharm.ru

ОТЗЫВ

на автореферат Хан Зуи Линь

«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»), представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.1 – Неорганическая химия.

В рецензируемой научно-квалификационной работе Хан Зуи Линь «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») содержится решение научной задачи по синтезу новых координационных соединений Ti(IV), Fe(III), Co(II), Ni(II), Cu(II) и Zn(II) с рядом α -гидроксиароматических и гетероароматических кислот на основе бензольного и пиридинового циклов, изучение их физико-химических свойств и термической устойчивости, а также возможного их использования для получения наноразмерных оксидных материалов различного функционального применения. В ходе выполнения настоящей работы было синтезировано и идентифицировано 31 комплексное соединение, установлен их состав, строение, константы образования комплексных соединений, изучены молекулярные и кристаллические структуры некоторых соединений. Методами моделирования *in silico* показано, что полученные комплексы имеют положительные фармакокинетические характеристики и низкую токсичность, в связи с чем могут быть использованы в синтезе различных наноматериалов.

Для решения поставленных задач в диссертации были использованы методы синтеза координационных соединений, включая термическое разложение металлокомплексов с органическими лигандами. Для анализа полученных соединений применялись современные методы элементного, спектрального и рентгеноструктурного анализа.

По теме диссертации опубликовано 9 работ, включая 5 статей в научных журналах, индексируемых в международных базах данных и входящих в

перечень ВАК, где должны быть размещены основные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата химических наук.

Автореферат написан хорошим научным языком, построен по классическому плану и содержит основные разделы. Материал сопровождается достаточным количеством иллюстраций с подробным пояснением полученных результатов.

Таким образом, рецензируемая научно-квалификационная работа имеет важное значение для развития неорганической химии.

Работа соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.1 – Неорганическая химия, согласно п. 2.2 раздела II Положения о присуждении ученых степеней в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Российский университет дружбы народов», утвержденного ученым советом РУДН протокол № УС-1 от 22.01.2024 г., а ее автор, Хан Зуи Линь, заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.1 – Неорганическая химия.

Кандидат медицинских наук,
(специальность 14.03.06 - Фармакология и
клиническая фармакология),
старший научный сотрудник
лаборатории клеточной и молекулярной
патологии сердечно-сосудистой системы
НИИ МЧ им. акад. А.П. Авцына
ФГБНУ «РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского»

03.06.2025 г.

Маркина Юлия Владимировна

Адрес 119435, Москва, Абрикосовский пер., д.2
Тел. 8(499)246-63-69
e-mail: nracs@med.ru

Подпись кандидата медицинских наук Ю.В. Маркиной заверяю

