

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.320.04, СОЗДАННОГО
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» МИНИСТЕРСТВА
НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело N _____
решение диссертационного совета от 17 февраля 2026 г. № 1

О присуждении Балуде Юрию Игоревичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата химических наук.

Диссертация «Координационные соединения Ni(II) и Co(II) с азометиновыми производными 4-ацил-3-метил-1-фенилпиразол-5-онов: структурные особенности и магнетизм» по научной специальности 1.4.1. Неорганическая химия (химические науки) принята к защите 12 декабря 2025 г., протокол № 16, диссертационным советом 24.2.320.04, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кубанский государственный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 350040, г. Краснодар, ул. Ставропольская, д. 149, приказы о создании № 352/нк от 19.06.2014 г., об установлении полномочий №561/нк от 03.06.2021 г.

Соискатель, Балуда Юрий Игоревич, 20 января 1996 года рождения, окончил в 2019 году магистратуру ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского» по направлению подготовки 04.04.01 Химия, в 2023 году – аспирантуру ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского» по направлению подготовки 04.06.01 Химические науки, направленность подготовки Неорганическая химия. В настоящий момент работает в должности младшего научного сотрудника лаборатории перспективных электродных материалов для химических источников тока отдела кинетики и катализа федерального государственного бюджетного учреждения науки Федеральный исследовательский центр проблем химической физики и медицинской химии Российской академии наук Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертационная работа выполнена на кафедре общей химии федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – Гусев Алексей Николаевич, доктор химических наук, доцент, директор Института биохимических технологий, экологии и фармации федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского».

Официальные оппоненты:

Сидоров Алексей Анатольевич – доктор химических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории химии координационных полиядерных соединений федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова Российской академии наук,

Щербаков Игорь Николаевич – доктор химических наук, доцент, заведующий кафедрой физической и коллоидной химии имени профессора В.А. Когана федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южный федеральный университет»

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет», в положительном отзыве, подписанном Антипиным Игорем Сергеевичем, членом-корреспондентом РАН, доктором химических наук, профессором кафедры органической и медицинской химии Химического института им. А.М. Бутлерова ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», а также Амировым Рустэмом Рафаэльевичем, доктором химических наук, заведующим кафедрой неорганической химии Химического института им. А.М. Бутлерова ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», указала, что диссертация Балуды Ю.И. соответствует критериям Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденным Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 (в действующей редакции), а ее

автор Балуда Юрий Игоревич заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук.

Соискатель имеет 8 опубликованных работ по теме диссертации, в их числе 4 статьи в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ и индексируемых в базах данных Scopus, Web of Science и/или РИНЦ, а также 4 тезисов докладов в материалах международных и всероссийских научных конференций. Недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах в диссертации отсутствуют. В публикациях соискателя описаны: синтез, структура и магнитные свойства псевдокубановых тетраядерных комплексов никеля с азометиновыми производными 3-метил-1-фенил-4-формилпиразол-5-она [*A new series of Schiff base Ni(II)₄ cubanes: Evaluation of magnetic coupling via carboxylate bridges / A.N. Gusev, I. Nemes, R. Herchel, Yu.I. Baluda, M.A. Kryukova, N.N. Efimov, M.A. Kiskin, W. Linert // Polyhedron. 2021. Vol. 196. Article 115017*]; моноядерного комплекса никеля с азометиновым производным 3-метил-1-фенил-4-формилпиразол-5-она [*Координационное соединение никеля(II) с азометиновым производным 3-метил-1-фенил-4-формилпиразол-5-она и 2-фторанилина / Ю.И. Балуда, А.Н. Гусев, В.Ф. Шульгин, М.А. Крюкова // Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. Биология. Химия. 2024. Т. 10(76). № 1. С. 276-284.*]; комплексов никеля и кобальта с азометиновыми производными 4-бензоил-3-метил-1-фенилпиразол-5-она [*4-Benzoyl-3-Methyl-1-Phenylpyrazol-5-One Based Complexes of Nickel(II) and Cobalt(III) with a Schiff Base / A.N. Gusev, Yu.I. Baluda, V.F. Shulgin, M.A. Kryukova, M.A. Kiskin // J. Struct. Chem. 2023. Vol. 64. P. 2090-2098; Coordination number impact on magnetic properties of Schiff base Co(II) complexes / A. Gusev, Yu. Baluda, A.K. Matiukhina, M. Kiskin, W. Linert // Polyhedron. 2024. Vol. 259. Article 117074*].

Материалы диссертации внедрены в образовательный процесс на кафедре общей химии ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского» в рамках курсов «Координационная химия», «Синтез координационных соединений», «Магнетохимия координационных соединений».

На диссертацию и автореферат поступили отзывы, все положительные, в ряде из них имеются замечания и вопросы: по литературному обзору

(ведущая организация, официальный оппонент д.х.н. Щербаков И.Н., д.х.н. Ураев А.И., д.ф.-м.н. Власенко В.Г., д.х.н. Вацадзе С.З.); более детальному рассмотрению данных РСА (ведущая организация, официальный оппонент д.х.н. Сидоров А.А.); изменению параметра ромбичности РНП в комплексах кобальта(II) (официальный оппонент д.х.н. Сидоров А.А.); причинам взаимодействия парамагнитных центров в кристаллах комплексов кобальта(II) (официальный оппонент д.х.н. Сидоров А.А.); возможности окисления Co(II) до Co(III) в процессе синтеза ряда комплексов (официальный оппонент д.х.н. Щербаков И.Н., д.ф.-м.н. Власенко В.Г.); методикам квантовохимических расчетов (официальный оппонент д.х.н. Щербаков И.Н.); возможности применения CShM-анализа для оценки структурных искажений комплексов Co(II) с КЧ=4 (официальный оппонент д.х.н. Щербаков И.Н.); методикам синтеза комплексов с CoN₂O₂ хромофором (д.х.н. Ураев А.И.); интерпретации закономерности искажения структуры в ряду комплексов Co4-9 (д.ф.-м.н. Власенко В.Г.); представлению данных, формулировкам и обозначениям (ведущая организация, официальные оппоненты д.х.н. Щербаков И.Н. и д.х.н. Сидоров А.А., д.х.н. Ураев А.И., д.ф.-м.н. Власенко В.Г., к.х.н. Пойманова Е.Ю.).

Соискатель ответил на вопросы и замечания по диссертации и автореферату, сделанные ведущей организацией, официальными оппонентами и специалистами в данной области, привел собственную аргументацию полученных результатов, а также согласился с рядом замечаний стилистического и оформительского характера.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обоснован их высокой компетентностью в области синтеза и исследования координационных соединений с органическими лигандами, явлений магнитного обмена и молекулярного магнетизма, а также наличием профильных публикаций в высокорейтинговых научных изданиях. Ведущая организация удовлетворяет требованиям Положения о присуждении ученых степеней, она широко известна своими достижениями в области неорганической химии, в ее состав входят ученые, являющиеся специалистами по теме защищаемой диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны методики направленного синтеза моноядерных комплексов кобальта(II) с заданной степенью искажения геометрии окружения центрального атома, а также тетраядерных псевдокубановых комплексов никеля(II) с азометинами на основе 4-ацилпиразол-5-онов;

предложен способ управления степенью искажения координационного полиэдра атома кобальта(II) введением заместителей в анилиновый фрагмент азометинового лиганда;

доказано, что управляемое изменение геометрических параметров комплексов кобальта(II) позволяет влиять на параметры расщепления в нулевом поле и создавать условия для реализации медленной релаксации намагниченности.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказано наличие корреляции между параметрами расщепления в нулевом поле и степенью искажения координационного полиэдра тетракоординированного иона кобальта(II) в серии однотипных соединений;

применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс современных методов исследования: рентгеноструктурный анализ, масс-спектрометрия, ИК- и УФ-видимая спектроскопия, элементный и термогравиметрический анализ, статическая и динамическая магнетометрия, привлечены результаты квантовохимических расчетов, что в совокупности обеспечило достоверное установление состава и строения синтезированных соединений, исследование и интерпретацию их магнитных свойств;

изложен комплексный подход к синтезу, установлению структуры, изучению обменных взаимодействий и медленной магнитной релаксации координационных соединений никеля и кобальта с би- и тридентатными азометиновыми лигандами на основе 4-ацилпиразол-5-онов;

раскрыты факторы, оказывающие ключевое влияние на ядерность получаемых комплексов, степень искажения геометрии центрального атома, реализацию молекулярного магнетизма;

изучена связь между природой центрального атома (Ni, Co), заместителя в азометиновом и анилиновом фрагментах лиганда, карбоксилатного экстралиганда и строением полученных координационных соединений и их магнитными свойствами;

проведена модернизация представлений о влиянии структурных искажений координационного полиэдра кобальта(II) на параметры расщепления в нулевом поле.

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

разработана методика синтеза комплексов кобальта(II), обладающих медленной релаксацией намагниченности, в том числе в нулевом поле, с барьерами релаксации до 85 К;

определены факторы, позволяющие целенаправленно получать координационные соединения прогнозируемой архитектуры и геометрии;

создан систематический подход к исследованию влияния структурных искажений на магнитные свойства;

представлена корреляция параметра расщепления в нулевом поле, как базового условия медленной магнитной релаксации, и степени искажения геометрии окружения атома кобальта(II).

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

результаты экспериментальных работ, включая измерения статических и динамических магнитных характеристик, получены на современном исследовательском оборудовании высокого класса; воспроизводимость результатов синтеза исследованных соединений подтверждена различными физическими и физико-химическими методами, включая метод рентгеноструктурного анализа; для адекватной интерпретации данных привлечены результаты расчетов *ab initio*;

теория построена на известных и общепризнанных представлениях о природе молекулярного магнетизма, факторах, влияющих на магнитную анизотропию и величину барьера перемагничивания, механизмах релаксации намагниченности;

идея базируется на выявлении связи «состав-структура-свойство», определяющей закономерности изменения магнитных свойств комплексов

вследствие модификации структуры, обусловленной выбором органических лигандов и солей металлов;

использовано сравнение авторских данных с литературными, полученными ранее другими исследователями по рассматриваемой тематике;

установлено, что полученные в диссертационном исследовании результаты не противоречат данным, представленным в независимых источниках по данной тематике, и согласуются с результатами, полученными другими авторами.

Личный вклад соискателя состоит в проведении анализа литературных источников по теме работы, выявлении перспективных направлений работы, получении и обобщении экспериментальных результатов, формулировке основных положений, выносимых на защиту. Соискателем проведен широкий ряд экспериментов по исследованию координации ионов никеля и кобальта с основаниями Шиффа, которое позволило оценить влияние структурных факторов на магнитные свойства при сохранении природы ближайшего окружения; получению серии тетракоординированных комплексов кобальта(II), обладающих выраженным молекулярным магнетизмом. Постановка задач исследования, интерпретация результатов, формулировка выводов выполнены совместно с научным руководителем. Основные публикации по теме диссертации написаны в соавторстве.

В ходе защиты диссертации высказаны вопросы и критические замечания: по выбору прекурсоров органических лигандов; сравнению результатов, полученных для салицилиденовых комплексов и комплексов, изученных в работе; роли гидроксильной группы в образовании комплексов; возможности использования других функциональных групп; методикам синтеза лигандов; возможности использования ацетилпиразолонa в качестве пролиганда; влиянию карбоксилат-аниона на магнитные свойства комплексов никеля; возможности использования других анионов – формиат, бензоат; происхождению молекулярного магнетизма комплекса Ni₃; возможности проведения синтеза комплексов кобальта в инертной атмосфере; оптимизации степени искажения тетраэдрических комплексов кобальта; возможности

взаимодействия иона кобальта и атомов галогенов, расстоянию между ними; природе механизма Орбаха (д.х.н. Доценко В.В.); трактовке понятия изоструктурности; природе диамагнетизма комплексов $CoI-Co3$; выбору и влиянию заместителей в анилиновом фрагменте лиганда; влиянию степени окисления кобальта на строение координационного полиэдра; стратегии выбора лигандов (д.х.н. Буков Н.Н.); возможности достижения температур около 2 К (д.х.н. Доценко В.В.); возможности теоретического предсказания магнитных свойств; сравнению полученных результатов с литературными данными; подтверждению данных магнетометрии; перспективам практического применения молекулярных магнитов (д.х.н. Заболоцкий В.И.).

Соискатель, Балуда Юрий Игоревич, ответил на вопросы и критические замечания: объяснил выбор пролигандов и роль гидроксильной группы; оценил возможность использования лигандов с другими заместителями и функциональными группами, других карбоксилат-анионов; привел общую методику синтеза лигандов; оценил целесообразность синтеза комплексов кобальта в инертной атмосфере; описал возможные причины молекулярного магнетизма комплекса $Ni3$; оценил возможность взаимодействия иона кобальта и атомов галогенов; указал способы оптимизации искажения координационного полиэдра; объяснил природу механизма Орбаха и диамагнетизма $Co(III)$; уточнил понятие изоструктурности; описал влияние окисления иона кобальта на строение полиэдра; объяснил достижение требуемых в эксперименте температур; привел подтверждение достоверности данных магнетометрии; прокомментировал возможность теоретического предсказания свойств молекулярных магнитов и перспективы их применения; сравнил полученные данные с литературными; объяснил стратегию выбора заместителей и лигандов в целом. Также соискатель согласился с рядом замечаний и рекомендаций.

На заседании 17 февраля 2026 г. диссертационный совет принял решение: за выполнение важной научной задачи в области неорганической химии – синтез и развернутое исследование строения и магнитных свойств

широкой серии координационных соединений никеля и кобальта с основаниями Шиффа, а также разработку и реализацию подхода к целенаправленному получению тетракоординированных комплексов Со(II) со свойствами молекулярных магнитов, присудить Балуде Юрию Игоревичу ученую степень кандидата химических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 12 человек, из них 5 докторов наук по специальности 1.4.1. Неорганическая химия, участвовавших в заседании, из 15 человек, входящих в состав совета, проголосовал: за – 12, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного совета

Ученый секретарь
диссертационного совета



Handwritten signature in blue ink, likely belonging to V.I. Zabolotkiy.

В.И. Заболоцкий

Handwritten signature in blue ink, likely belonging to S.A. Shkirskaya.

С.А. Шкирская

17.02.2026