

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Балуды Юрия Игоревича «Координационные соединения Ni(II) и Co(II) с азометиновыми производными 4-ацил-3-метил-1-фенилпиразол-5-онов: структурные особенности и магнетизм», представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.1. Неорганическая химия

Диссертация Балуды Юрия Игоревича посвящена синтезу и исследованию структуры, магнитных свойств серии комплексных соединений никеля(II) и кобальта(II) на основе аминометиленовых производных 4-ацил-5-гидроксипиразолов с целью использования полученных данных для разработки молекулярных магнетиков (Single Molecular Magnets, SMMs). Молекулярные магнетики могут находить применения в различных областях науки, техники, включая создание новых магнитных материалов, которые могут быть более эффективными и легкими по сравнению с традиционными магнитами, датчиков, устройств хранения данных, могут использоваться в качестве кубитов в квантовых компьютерах. В области медицины молекулярные магнетики могут применяться в магнитно-резонансной томографии (МРТ) и других методах визуализации, а также для целевой доставки лекарств. Таким образом, молекулярные магнетики имеют широкий спектр применения в науке и технике, что делает их важной областью исследования. Несмотря на заметный прогресс в этой области, достигнутый за последние годы, нерешенными остаются целый ряд проблем, связанных с повышением температуры блокировки, минимизацией эффекта квантового туннелирования, с повышением времени релаксации и т.д. Одна из важных проблем связана с синтетическими трудностями, возникающими при получении молекулярных магнетиков и их низкой термической, химической стабильностью. В основном SMMs представлены сложными кластерными соединениями, сдвигевыми структурами на основе фталоцианинов, комплексами лантаноидов. Альтернативный подход к дизайну молекулярных магнетиков заключается в использовании доступных органических молекул и переходных металлов. Простота синтеза таких соединений, легкость модификации их строения, достаточная термическая и химическая стабильность делает их перспективными объектами для исследования и установления корреляций «строение-магнитные свойства» с целью дальнейшего использования полученных данных для получения новых молекулярных магнетиков. Таким образом, поиск новых термически и химически стабильных соединений с большими временами магнитной релаксации и переключаемыми магнитными свойствами по-прежнему остается весьма **актуальной** задачей современной химии

В процессе выполнения работы Балудой Ю. И. был осуществлен синтез енаминов 4-ацил-5-гидроксипиразолов и серии **новых** координационных соединений никеля(II) и кобальта(II) на их основе. Для синтезированных псевдокубановых тетраядерных комплексов никеля(II) с анионами различных карбоновых кислот исследована связь магнитного обмена с особенностями структуры. Установлено, что использование енаминов 4-бензоил-5-гидроксипиразола, содержащих объемный фенильный заместитель при атоме углерода, в отличие от аминометиленовых производных 4-формил-5-гидроксипиразола, приводит к образованию моноядерных соединений, объединенных попарно водородными связями в димеры. Описано обменное взаимодействие между ионами никеля через водородные связи. Для серии новых тетракоординированных металлохелатов кобальта(II) описаны закономерности искажения тетраэдрической

геометрии хелатного узла CoN_2O_2 и показана возможность ее модификации. Обнаружена замедленная магнитная релаксация для всех этих соединений, характеризующаяся значениями барьера перемагничивания U_{eff} до 85 К. Изучена корреляция параметров расщепления в нулевом поле и степени искажения координационного полиэдра металлохелатов кобальта(II).

Исследования систематических рядов комплексных соединений переходных металлов с целью установления корреляций «строение-магнитные свойства», проведенные в данной работе, расширяют базу знаний координационной химии и магнетохимии, что способствует поиску и дизайну новых молекулярных магнетиков. В этом заключается как **теоретическая**, так и **практическая значимость** работы.

Достоверность полученных результатов основывается на сопоставлении данных, полученных широким спектром физико-химических методов исследования, в том числе РСА и квантовохимических расчетов на современном оборудовании, их интерпретации с последующим сравнением с известной в литературе информацией.

Апробация научных результатов, изложенных в диссертационной работе Балуды Ю.И., в достаточной мере соответствует требованиям, предъявляемым к защите на степень кандидата наук. Им опубликовано в соавторстве 4 статьи, в том числе в высокорейтинговых международных научных журналах, и сделаны доклады на международных и российских конференциях.

По содержанию автореферата имеется ряд замечаний и пожеланий:

1. На стр. 7 представлены формулы аминотиленовых производных 4-ацил-5-гидроксипиразолов, которые находятся в кето-аминной таутомерной форме. Это действительно правильно и подтверждается самим диссертантом, а также многочисленными исследованиями подобных соединений другими авторами. Однако, как в название темы диссертационной работы, так и в дальнейшем по тексту автореферата, диссертант называет их азометинами. Азометины - это N-замещенные имины, органические соединения общей формулы $\text{R}^1\text{R}^2\text{C}=\text{NR}^3$, в которых азот связан с арильной или алкильной группой, но не с водородом. Поэтому будет более правильным называть представленные соединения енаминами или аминотиленовыми производными.

2. Стр. 7. «...исследования структуры и свойств *новых* соединений...». Нужно отметить, что некоторые енамины были синтезированы и исследованы ранее (например, *Coordination Chemistry Reviews*. 2019. 401, P. 213069, *Polyhedron*. 2020. 188, P. 114623 (H_2L^1); *Acta Crystallographica Section E*, 2002, 58, o1365, *Huaxue Xuebao*, 2003, 61, 1071 (H_2L^3); *Журнал органической химии*.1974. Т. 10. С. 2210-2218 (H_2L^4 , H_2L^9); *Acta Crystallographica Section E*, 2012, 68, o1843. (HL^{12}); *Acta Crystallographica Section E*, 2004, 60, o155. (HL^{15})).

3. В тексте автореферата диссертации отсутствуют результаты исследования комплекса $\text{Ni}4$. Связано это с путаницей в обозначениях соединений или есть другие причины?

4. На странице 13 приведено описание синтеза комплексов с CoN_2O_2 хромофором. Чем руководствовался диссертант, изменяя давно апробированную методику синтеза, по которой реакция комплексообразования проводится в среде абсолютного метанола?

Однако указанные замечания никоим образом не снижают общую высокую оценку проделанной работы и ее высокую научную и практическую ценность. Диссертационная работа Балуды Юрия Игоревича «Координационные соединения Ni(II) и Co(II) с

азометиновыми производными 4-ацил-3-метил-1-фенилпиразол-5-онов: структурные особенности и магнетизм» по поставленным задачам, уровню их решения, актуальности, научной новизне и практической значимости полностью соответствует требованиям, предъявляемым ВАК РФ к диссертациям на соискание ученой степени кандидата химических наук в соответствии с пунктами **9-11, 13, 14** Положения о присуждении ученых степеней (утверждено Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 в действующей редакции), а ее автор Балуда Юрий Игоревич заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.1. Неорганическая химия (химические науки).

Я, Ураев Али Исхакович, даю согласие на обработку моих персональных данных, связанных с защитой диссертации и оформлением аттестационного дела Балуды Ю.И.

Доктор химических наук (1.4.4 – физическая химия), главный научный сотрудник отдела Химии координационных соединений Научно-исследовательского института физической и органической химии Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южный федеральный университет»

Ураев Али Исхакович

14 января 2026

Научно-исследовательский институт физической
и органической химии ЮФУ
Адрес: 344090, г. Ростов-на-Дону, пр. Стачки, 194/2,
тел.: +79282795673, e-mail: aiuraev@sfedu.ru

