

## Отзыв

на автореферат диссертации **Шакировой Ольги Григорьевны**  
«Магнитно-активные координационные соединения Fe(II), Co(II), Ni(II) и Cu(II)  
с N,O-гетероциклическими лигандами: синтез, структура и свойства»  
на соискание ученой степени доктора химических наук  
по специальности 02.00.01 – неорганическая химия

Диссертационная работа Шакировой О.Г. выполнена по актуальной тематике, связанной с синтезом, исследованием состава, строения и свойств координационных соединений 3d-металлов с азотсодержащими лигандами, обладающих магнитной активностью и проявляющих способность к изменению спиновой мультиплетности (спин-кроссовер, СКО) при воздействии внешних условий. Направленный синтез новых соединений железа, кобальта, никеля и меди, обладающих способностью к СКО, и в особенности сочетанием этой способности и термохромизма, необходим как для развития химии координационных соединений, в частности, теории спин-кроссовера, так и для поиска новых практических приложений.

Предметом исследования в диссертационной работе является разработка методов синтеза координационных монолигандных, гетеролигандных и гетерометаллических соединений 3d-металлов, в том числе, получения их в монокристаллическом состоянии, а также изучение их состава, строения и свойств. Использован ряд современных физико-химических методов, таких как элементный, рентгеноструктурный и рентгенофазовый анализ, электронная, ИК- и мессбауэровская спектроскопия, термогравиметрия и калориметрия, ЯМР, ЭПР, кондуктометрия, измерение магнитной восприимчивости, что позволило надежно охарактеризовать состав, строение и свойства более сотни новых координационных соединений 3d-металлов. Предмет и методы исследования, содержание диссертационной работы и научных публикаций по теме исследований Шакировой О.Г. относятся к отрасли науки «Химические науки» и соответствуют заявленной специальности 02.00.01 – неорганическая химия.

Степень новизны и теоретической значимости результатов, полученных в диссертации, и научных положений, выносимых на защиту, не вызывают сомнений. Разработаны методики синтеза 108 новых координационных соединений железа(II), кобальта(II), никеля(II) и меди(II) с азотсодержащими гетероциклическими лигандами (производными 1,2,4-триазола, пиразола, пиридина, изоксазола, тетразола, бензимидазола). Определено строение координационных полиэдров и кристаллическая структура новых координационных соединений железа(II) с производными 1,2,4-триазола и *трис*(пиразол-1-ил)метанами, обладающих СКО  ${}^1A_1 \leftrightarrow {}^5T_2$ . Установлено образование соединений трех типов: полиядерные цепочечные, трехядерные линейные и слоистые. Результаты рентгеноструктурного анализа 25 монокристаллов разных соединений внесены в Кембриджскую базу структурных данных и могут использоваться как справочные материалы. Впервые в состав комплексных соединений железа(II), обладающих СКО, введен ряд внешнесферных нетривиальных анионов. Выявлены специфические взаимосвязи между составом, строением и свойствами синтезированных соединений, особенно интересные в случае гетеролигандных и гетерометаллических соединений. Показано влияние природы лиганда и аниона, присутствия и числа молекул растворителя на температуру и резкость спин-кроссовера и термохромные переходы. Проведена оценка силы поля лигандов и возможности реализации СКО в синтезированных комплексах, а также характера обменных взаимодействий между парамагнитными ионами.

Практическая значимость работы состоит в оценке путей применения синтезированных соединений и практической реализации некоторых из них. Так, сведения о магнитных свойствах координационных соединений железа(II), кобальта(II), никеля(II) и меди(II) с азотсодержащими гетероциклическими лигандами позволяют рекомендовать их



для использования в магнитобиологии, для магнитной стимуляции когнитивных процессов, для ядерно-магнитного управления биохимическими процессами. Особый интерес представляют полученные соединения железа(II), обладающие СКО и термохромизмом, что делает их перспективными в системах записи и хранения информации, в качестве материалов для термохромных индикаторах и меток, для использования в магнитно-резонансной томографии. Уже нашли конкретные применения синтезированные комплексные соединения железа (создан электромеханический преобразователь, термохромный лакокрасочный материал ) и меди (ретардант роста растений). По результатам работы получено три патента на изобретения. Материалы диссертационной работы использованы в учебном процессе в государственном университете ФГБОУ ВО «КНАГУ».

Соискатель ученой степени доктора химических наук Шакирова О.Г. имеет достойное для успешной защиты диссертации количество опубликованных работ, из которых 39 статей в рецензируемых научных журналах, в том числе 9 в зарубежных журналах, более 100 тезисов докладов на международных, всероссийских и региональных конференциях, а также 3 патента РФ.

Судя по представленному автореферату, соискателем выполнен очень большой объем исследований, позволивший не только предложить методы синтеза огромного числа комплексных соединений, накопить информацию о влиянии разных факторов на их строение и свойства, но и сделать новые обобщения, которые вносят весомый вклад в химию координационных соединений. Диссертационная работа Шакировой О.Г. представляет собой целостное систематическое исследование в области неорганической химии, содержит обоснованную постановку задачи, аналитический обзор литературы по теме исследования, новые четко сформулированные и строго обоснованные научные результаты, имеющие научную новизну и практическую значимость. Все это в совокупности свидетельствует, что научная квалификация соискателя Шакировой О.Г. соответствует ученой степени доктора химических наук по специальности 02.00.01 – неорганическая химия.

Автореферат диссертации хорошо скомпонован, написан грамотным языком, работа представлена на высоком научном уровне. Замечаний не имеется. Можно лишь подредактировать стиль формулировки цели работы «Разработка синтетических подходов направленного синтеза...»

Диссертационная работа Шакировой Ольги Григорьевны «Магнитно-активные координационные соединения Fe(II), Co(II), Ni(II) и Cu(II) с N,O-гетероциклическими лигандами: синтез, структура и свойства» представляет собой законченную научно-исследовательскую работу, которая по уровню научной новизны и практической значимости полностью соответствует требованиям ВАК Российской Федерации, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора химических наук, а ее автор Шакирова Ольга Григорьевна заслуживает присуждения ученой степени доктора химических наук по специальности 02.00.01 – неорганическая химия за новые научно обоснованные и практически значимые результаты, вносящие весомый вклад в развитие химии координационных соединений.

Доктор химических наук, профессор,  
профессор кафедры неорганической химии  
химического факультета Белорусского  
государственного университета

 Т. Н. Воробьева

