

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Артюховой Натальи Андреевны «Синтез и физико-химическое исследование спироциклических нитроксильных радикалов 2-имидазолинового ряда и комплексов  $\text{Cu}(\text{hfac})_2$  с ними», представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.01 – неорганическая химия.

Диссертационная работа Н. А. Артюховой выполнена в ФГБУН Институт "Международный томографический центр" СО РАН (г. Новосибирск) и посвящена разработке методов синтеза гетероспиновых координационных соединений со спироциклопентилзамещенными нитронилнитроксильными радикалами 2-имидазолинового ряда. Дизайн молекулярных магнетиков на основе координационных соединений переходных металлов со стабильными органическими свободными радикалами в качестве парамагнитных лигандов – активно развивающаяся область современной химии. Благодаря сочетанию физических свойств и возможностей тонкой химической настройки, магнитоактивные гетероспиновые комплексы металлов активно исследуются, поскольку в перспективе могут быть использованы в качестве материалов для создания элементов для микроэлектроники. В свете этого, нитроксильные радикалы - производными 2-имидазола, благодаря их высокой кинетической стабильности, и комплексы металлов с ними имеют ряд преимуществ. Все это свидетельствует о своевременности и **актуальности** этой работы.

**Научная новизна.** В ходе проведенного исследования были впервые разработаны методики синтеза девяти новых спироциклопентилзамещенных нитронил-нитроксильных радикалов 2-имидазолинового ряда. Впервые получены шестнадцать гетероспиновых соединений  $\text{Cu}(\text{hfac})_2$  на их основе. Для всех комплексов определена молекулярная и кристаллическая структура и изучены магнитные свойства в интервале 2–300К. В ряде соединений обнаружены спиновые переходы, природа которых интерпретирована по данным рентгеноструктурного анализа, проведенного при разных температурах.

**Практическая значимость.** Имидазолсодержащий нитронил-нитроксильный радикал обладает кинетической устойчивостью в водном растворе, что делает его перспективным для использования в качестве контрастного агента для МРТ живых организмов. Обнаружена высокая чувствительность параметров спинового перехода цепочно-полимерного комплекса  $\text{Cu}(\text{hfac})_2$  с пиразолсодержащим нитронил-нитроксильным радикалом к гидростатическому давлению, что открывает возможности для использования его в качестве твердотельного датчика давления.

Обнаруженные в работе закономерности, связывающие строение комплексов  $\text{Cu}(\text{hfac})_2$  с нитронил-нитроксильными радикалами и их магнитные свойства, в частности спиновые переходы, составляют **теоретическую значимость** работы. Более того автором показана принципиальная возможность управляемого воздействия на температуру спинового перехода.

Достоверность полученных результатов подтверждается комплексом физико-химических методов исследования, использованных Н. А. Артюховой для описания полученных соединений.

Результаты работы опубликованы в научных изданиях и представлены на международных и российских конференциях: по материалам диссертации опубликованы две статьи и тезисы семнадцати докладов.

В автореферате есть неудачные выражения. Например, на стр. 17 автор пишет: «При охлаждении величина  $\mu_{\text{эфф}}$  плавно понижается до значения  $\sim 0.3-0.8 \mu\text{В}$ , что говорит о практически полном исчезновении спинов в системе». Спины не могут исчезать, они могут спариваться. Иногда говорят о компенсации спинов. Однако, это замечание не умаляет благоприятного впечатления от работы.

Таким образом, по актуальности, научной новизне и достоверности полученных результатов, уровню их обсуждения и практической значимости, диссертационная работа **Артюховой Натальи Андреевны** представляет собой научно-квалификационную работу в области неорганической химии, и удовлетворяет требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание степени кандидата химических наук (п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. №842), а ее автор заслуживает присуждения искомой ученой степени по специальности 02.00.01 – неорганическая химия.

Федеральное государственное бюджетное  
учреждение науки Институт  
металлоорганической химии им. Г.А.  
Разуваева Российской академии наук,  
Н.Новгород, ул. Тропинина 49  
Ведущий научный сотрудник, д. х. н.  
тел.: 8314627682, e-mail: bmp@iomc.ras.ru

Бубнов Михаил Павлович

Подпись М. П. Бубнова  
удостоверяю:  
начальник ОК ИМХ РАН



Е. В. Муравьева