

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 РФ,
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 29.06.2021 г. № 6

О присуждении Иванину Сергею Николаевичу, гражданину РФ, ученой степени кандидата химических наук.

Диссертация «Синтез, строение и свойства гетеролигандных комплексных соединений на основе стеарата гадолиния» по специальности 02.00.01 – неорганическая химия принята к защите 13.04.2021 г., протокол № 5, диссертационным советом Д 212.101.10, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кубанский государственный университет» Министерства науки и высшего образования РФ, 350040, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, приказ Минобрнауки России о создании диссертационного совета № 352/нк от 19.06.2014 г.

Соискатель Иванин Сергей Николаевич, 1993 года рождения, в 2015 году окончил бакалавриат федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Кубанский государственный университет», в 2017 году окончил магистратуру федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кубанский государственный университет», в 2021 году окончил аспирантуру (очную форму) по направлению подготовки 04.06.01 Химические науки (профиль 02.00.01 Неорганическая химия) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кубанский государственный университет». В настоящее время работает инженером-исследователем НИЧ в федеральном государственном бюджетном

образовательном учреждении высшего образования «Кубанский государственный университет» Министерства науки и высшего образования РФ.

Диссертационная работа выполнена на кафедре общей, неорганической химии и информационно-вычислительных технологий в химии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кубанский государственный университет» Министерства науки и высшего образования РФ.

Научный руководитель – доктор химических наук, профессор Панюшкин Виктор Терентьевич, профессор кафедры общей, неорганической химии и информационно-вычислительных технологий в химии факультета химии и высоких технологий федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кубанский государственный университет».

Официальные оппоненты: **Щербаков Игорь Николаевич**, доктор химических наук, доцент, заведующий кафедрой физической и коллоидной химии имени профессора Виктора Александровича Когана федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южный федеральный университет»; **Довгий Илларион Игоревич**, кандидат химических наук, доцент, старший научный сотрудник отдела биогеохимии моря федерального государственного бюджетного учреждения науки Федеральный исследовательский центр «Морской гидрофизический институт РАН» – дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова Российской академии наук», г. Москва, в своем положительном отзыве, подписанном доктором химических наук, профессором, главным научным сотрудником лаборатории магнитных материалов Вадимом Викторовичем Мининым, указала, что работа соответствует критериям п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. №842,

предъявляемым к кандидатским диссертациям, а диссертант, Иванин Сергей Николаевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.01 (1.4.1.) – неорганическая химия.

Соискателем опубликованы 5 статей по теме диссертации в профильных рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК и индексируемых Scopus и Web of Science, а также тезисы и материалы международных и всероссийских конференций. Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Иванин С.Н., Бузько В.Ю., Горячко А.И., Панюшкин В.Т. Синтез, строение и электромагнитные характеристики стеарата гадолиния // Журнал неорганической химии. 2020. Т. 65. № 6. С. 809–816.

2. Иванин С.Н., Бузько В.Ю., Горячко А.И., Панюшкин В.Т. Электромагнитные характеристики гетеролигандных комплексов стеарата гадолиния // Журнал физической химии. 2020. Т. 94. № 8. С. 1222–1227.

3. Иванин С.Н., Панюшкин В.Т., Бузько В.Ю., Селивантьев Ю.М., Костырина Т.В. Синтез, исследование и молекулярное моделирование возможных структур гетеролигандного комплекса стеарата гадолиния с ацетилацетоном // Журнал структурной химии. 2021. Т. 62. № 1. С. 23–32.

4. Иванин С.Н., Бузько В.Ю., Горячко А.И., Панюшкин В.Т. Оптические и магнитные свойства гетеролигандного комплекса стеарата гадолиния с ацетилацетоном. // Журнал физической химии. 2021. Т. 95. № 2. С. 256–261.

5. Иванин С.Н., Бузько В.Ю., Панюшкин В.Т. Исследование свойств стеарата гадолиния методом спектроскопии ЭПР // Координационная химия. 2021. Т. 47. № 3. С. 191–196.

На диссертацию и автореферат поступило 5 отзывов. Все отзывы положительные, в них отмечена актуальность темы, научная новизна и практическая значимость работы, однако имеются некоторые замечания.

В отзыве доктора физико-математических наук, доцента, заведующего лабораторией рентгеновской абсорбционной спектроскопии, главного научного сотрудника НИИ физики ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет» **Власенко В.Г.** имеется 3 замечания: 1. В работе приведены квантово-химические расчеты моделей строения соединений, содержащих

несколько десятков тысяч атомов. Вызывает интерес детали расчета таких много атомных систем. Не совсем понятен вывод, почему размер моделей (по диагонали) 14 нм, согласуется с данными РФА по размеру кристаллитов 21.9 ± 5.9 нм. Скорее можно отметить, что соответствует нижней границе экспериментальных размеров; 2. Результат 7.8 ± 0.14 $\mu\text{В}$ тривиален, поскольку замкнутые внешние электронные оболочки $5s^2 5p^6$ ионов гадолиния хорошо экранируют магнитоактивную 4f-оболочку от влияния соседних атомов, однако, что означают отрицательные значения температуры Кюри θ , К табл.4? Может это парамагнитная температура Кюри (Θ_p) и отрицательные значения указывают на преобладание антиферромагнитных обменных взаимодействий? 3. Рис. очень низкого качества, трудно читаемые обозначения осей.

В отзыве кандидата химических наук, старшего научного сотрудника лаборатории фотохимии НИИ физической и органической химии ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет» **Колодиной А.А.** и доктора химических наук, проректора по научной и исследовательской деятельности ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет» **Метелицы А.В.** имеется два замечания: 1. Из текста автореферата не ясно, какое излучение использовалось для рентгенофазового анализа. 2. На рисунке 8 представлена только действительная часть зависимости магнитной и диэлектрической проницаемости от частоты приложенного излучения.

В отзыве доктора химических наук, профессора, профессора кафедры неорганической химии химического института им. А.М. Бутлерова ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет» **Девятова Ф.В.** имеется 3 замечания: 1. В обсуждении результатов и Выводах хотелось бы видеть упомянутые в «... практической значимости результатов...» соображения об использовании объектов исследования «... в качестве магнитных и оптических материалов ...» (с.5), и «... в качестве магнитно-релаксационных контрастных агентов для магнитно-резонансной томографии ...» (с.6). 2. С.18, табл. 4: Значение g-фактора не может содержать лишь одну

значащую цифру. 3. Неудачные и неточные выражения. С.3: «Gd^{III} - ... обладающий *медленной магнитной релаксацией*» (*по-видимому, речь идет о τ_s ?*). С.17: Не указана размерность N – концентрация парамагнитных центров. С.19: «1 – замещение одного стеарат-аниона на молекулу ацетилацетона, ... *приводит к увеличению магнитных свойств комплексов* (*неясно, о каких, конкретно, магнитных свойствах идет речь*).

В отзыве доктора химических наук, главного научного сотрудника НИИ физической и органической химии ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет» **Старикова А.Г.** имеется одно замечание: 1. К сожалению, в автореферате нет расшифровки аббревиатуры ВАЦ.

В отзыве доктора химических наук, профессора, профессора-консультанта ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет» **Воронова В.К.** замечания отсутствуют.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается международным и всероссийским признанием их вклада в развитие неорганической химии, что подтверждается большим числом публикаций в ведущих научных изданиях и высокими индексами цитирования. Ведущая организация удовлетворяет требованиям Положения о присуждении ученых степеней, а также широко известна своими достижениями в области неорганической химии, имеет ученых, являющихся безусловными специалистами по теме защищаемой диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана методология для установления структурных характеристик порошков на основе стеаратных металлокомплексов, заключающаяся в применении совокупности таких методов, как РФА, РЭМ и квантово-химических расчетов;

предложен перспективный подход по определению размера кристаллитов координационных соединений методом молекулярной механики (с силовым полем MM+), заключающийся в анализе зависимости энергетического эффекта на мономерный фрагмент от количества мономеров в слоистой полимерной структуре;

доказана перспективность использования совокупности методов: С,Н-анализа, ЭДА, ТГ, для определения состава исследуемых комплексных соединений;

синтезированы новые гетеролигандные комплексные соединения на основе стеарата гадолия и β -дикетон: гетеролигандное комплексное соединение стеарата гадолия с ацетилацетоном, бензоилацетоном, дибензоилметаном и бензоилтрифторацетоном (состав подтвержден данными С,Н-анализа, ЭДА и ТГ);

подтверждена одновременная координация стеариновой кислоты и используемого при синтезе β -дикетона с ионом гадолия (III) в синтезированных гетеролигандных комплексах методом ИК-спектроскопии;

проанализированы зависимости магнитной и диэлектрической проницаемости гетеролигандных комплексных соединений на основе стеарата гадолия и β -дикетон в радиочастотном диапазоне 30 МГц – 7 ГГц методом векторного анализа цепей (ВАЦ).

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказано сильное влияние на магнитные и диэлектрические свойства гетеролигандных комплексных соединений, а также на симметрию их координационного полиэдра замещения одного стеарат-аниона на молекулу β -дикетона в координационной сфере иона гадолия (III);

применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс экспериментальных методик для установления состава (С,Н-анализ, ЭДА, ТГ), структуры (РФА, РЭМ, ЭПР, квантово-химические расчеты), исследования магнитных и диэлектрических свойств (ЭПР, ВАЦ);

изложены основные стадии синтеза как стеарата гадолия, так и гетеролигандных комплексных соединений на его основе, доказана слоистая пространственная структура исследованных гетеролигандных металлокомплексов, подробно рассмотрена и описана методика по определению зависимостей обратной молярной магнитной восприимчивости и эффективного магнитного момента в широком температурном диапазоне методом спектроскопии ЭПР;

изучена зависимость изменения магнитной и диэлектрической проницаемости в частотном диапазоне 30 МГц - 7 ГГц от замещения одного

стеаратного фрагмента на молекулу β -дикетона в координационной сфере иона гадолиния (III).

Значение полученных соискателем результатов исследования для практического применения подтверждаются тем, что:

разработанные в диссертационной работе методы и подходы к исследованию комплексных соединений могут использоваться при чтении лекций дисциплин вузовского уровня «Координационная химия», «Физические методы анализа», «ЯМР - и ЭПР - спектроскопия неорганических и композитных материалов», «Методы исследования неорганических и композитных материалов», которые являются обязательными дисциплинами направления подготовки - 04.03.01 Химия на факультете химии и высоких технологий ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»;

определены перспективы возможного использования полученных комплексных соединений в качестве полупроводниковых магнитных и оптических материалов в тонкопленочной электронике, молекулярных магнетиков и т.п.;

создана система практических рекомендаций по использованию метода синтеза новых координационных соединений 4-f металлов с заданным строением и прогнозируемыми свойствами.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ достоверность полученных результатов обусловлена применением современных экспериментальных методик, сертифицированного высокоточного оборудования для физико-химических исследований и воспроизводимостью результатов эксперимента;

идея базируется на корреляции полученных в работе экспериментальных результатов рентгенофазового анализа и данных ЭПР-спектроскопии с результатами теоретического квантово-химического моделирования структурных параметров и свойств исследованных гетеролигандных комплексных соединений;

использованы литературные данные для более точной интерпретации полученных экспериментальных данных;

установлено, что в ходе выполнения диссертационной работы наблюдалась хорошая корреляция интерпретированных экспериментальных данных, а

именно: данных РФА, ИК, ЭПР с литературными данными подобных координационных соединений металлокомплексов.

Личный вклад соискателя состоит в разработке плана и реализации диссертационного исследования, проведении анализа и систематизации литературных данных, проведении синтеза координационных соединений, обработке и анализе полученных экспериментальных данных. На основании известных программных пакетов соискателем выполнен теоретический расчет структуры синтезированных комплексных соединений. Экспериментальные измерения свойств комплексных соединений выполнялись на базе НОЦ ЦКП «Диагностика структуры и свойств наноматериалов» ФГБОУ ВО «КубГУ» и НОЦ «Эколого-аналитический центр» ФГБОУ ВО «КубГУ».

На заседании 29.06.2021 г. диссертационный совет принял решение присудить Иванину Сергею Николаевичу ученую степень кандидата химических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 8 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 15, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель
диссертационного совета

И.о. ученого секретаря
диссертационного совета



В.И. Заболоцкий

Н.А. Кононенко
29.06.2021