

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе  
Федеральное государственное  
бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Санкт-Петербургский  
государственный университет»



С. В. Микушев

\_\_\_\_\_ 2023 г.

### ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет» на диссертацию Бондаренко Михаила Александровича «ИОДЗАМЕЩЕННЫЕ АРОМАТИЧЕСКИЕ КАРБОКСИЛАТЫ Cu(II) И Zn(II): СИНТЕЗ, СТРОЕНИЕ И СВОЙСТВА», представленную на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.1. Неорганическая химия (химические науки).

Работа Бондаренко М. А. посвящена **актуальной** задаче – получению и исследованию комплексов с анионами иодзамещённых карбоновых кислот на примере соединений меди и цинка. Хотя карбоксилатные комплексы этих металлов являются классическими объектами, их малоизученные иодзамещённые аналоги представляют большой интерес в свете возможного образования межмолекулярных взаимодействий, в том числе активно изучающихся в последнее время галогенных связей.

Важно отметить, что подобные соединения с иодозамещёнными ароматическими карбоксилатами практически не изучались, а потому научная **новизна исследования** проявляется в систематическом исследовании структурной химии карбоксилатных комплексов Cu(II) и Zn(II), а также развитие синтетических подходов к ним. В рамках

диссертационной работы было получено и полностью охарактеризовано 52 новых соединения, в структурах многих из которых были обнаружены галогенные связи вида  $I \cdots I$  и  $I \cdots O$ , играющие важную роль в супрамолекулярной организации твёрдых тел. В частности, впервые были описаны комплексы с периодбензоатными лигандами.

В рамках данной работы отдельное внимание уделялось свойствам полученных соединений, в частности, магнитным свойствам комплексов меди и люминесцентным комплексам цинка, что определяет потенциальную **практическую значимость** данной диссертационной работы. С помощью галогенных связей и других межмолекулярных взаимодействий возможно управление этими потенциально важными физико-химическими свойствами полученных материалов.

По результатам этой работы научное сообщество узнало закономерности и специфику образования иодзамещённых карбоксилатных комплексов на примере соединений  $Cu(II)$  и  $Zn(II)$ , а в ряде случаев – и  $Cu(I)$ . Важно отметить, что даже комплексы с периодированным бензоатом растворяются в диметилформамиде в достаточной степени, чтобы можно было вырастить их монокристаллы, а сами эти монокристаллы содержат множество галогенных связей  $I \cdots I$  и  $I \cdots O$ . Все представленные в работе соединения могут выступить в качестве интересных супрамолекулярных синтонов в кристаллохимическом дизайне и создании новых материалов с регулируемыми свойствами, в том числе магнитными и люминесцентными.

По работе были сделаны следующие замечания:

1) В исторической справке об исследованиях ГС следовало бы упомянуть также и серию работ спектроскопистов с Кубы, которые на рубеже 70-80 гг. XX века с помощью спектроскопии ядерного магнитного резонанса убедительно показали, что для иодметанов превалируют именно ГС в растворе, тогда как для хлор- и бромметанов – ВС (J. Fernandez Bertran, Mario Rodriguez с коллегами, 10.1002/mrc.1270120210, 10.1002/mrc.1270140404, 10.1002/mrc.1270160202).

2) Из текста диссертации не очень понятно, кем именно проводились квантово-химические расчёты; возможно, стоило бы добавить отдельные комментарии по этому поводу во введении. Тот же вопрос касается и

эксперимента по рентгеноструктурному анализу.

Кроме того, по работе есть следующие вопросы:

1) Почему не было использована спектроскопия ядерного магнитного резонанса для полной характеристики новых соединений? Понятно, что для соединений меди(II) такие измерения затруднены из-за неспаренного электрона, однако для соединений цинка(II) и меди(I) такой проблемы нет.

2) Какова природа взаимодействий металл-металл в синтезированных соединениях? Влияет ли наличие этих взаимодействий на предпочтительное образование комплексов типа «китайский фонарик»?

3) В ряде случаев упоминались контакты I...I больше суммы ван-дер-ваальсовых радиусов по Бонди (например,  $3.978 \text{ \AA} > 3.96 \text{ \AA}$ ). Как подтверждалось наличие подобных взаимодействий?

Следует отметить, что приведённые замечания и вопросы не снижают общую положительную оценку диссертационной работы. Диссертационное исследование Бондаренко Михаила Александровича является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержатся новые решения для синтеза координационных соединений с иодбензоатными лигандами на примере комплексов меди(II) и цинка(II), что имеет важное значение для координационной и супрамолекулярной химии. Стоит отдельно отметить, что материал работы был широко представлен на научных конференциях, в том числе международных, а также опубликован в девяти статьях в международных научных журналах. Работа соответствует всем требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 (в редакции Правительства Российской Федерации от 21.04.2016 г. № 335; от 02.08.2016 г. № 748; 29.05.2017 г. № 650; 20.03.2021 г. № 426), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата химических наук, а её автор, Бондаренко Михаил Александрович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.1. Неорганическая химия (химические науки).

Отзыв подготовлен доцентом Института химии Санкт-Петербургского государственного университета, к. х. н. Ивановым Даниилом Михайловичем.

Отзыв обсужден и одобрен на заседании кафедры физической

органической химии Санкт-Петербургского государственного университета  
19.05.2023, № 43/6/8-02-3.

Доктор химических наук по специальности 1.4.4. Физическая химия (химические науки), профессор, заведующий кафедрой физической органической химии Санкт-Петербургского государственного университета

Толстой Пётр Михайлович

Кандидат химических наук по специальности 1.4.1 Неорганическая химия (химические науки), доцент Института химии Санкт-Петербургского государственного университета

Иванов Даниил Михайлович

Подписи заверяю: Толстого П. М., Иванова Д. М.

И.о. начальника  
отдела кадров № 3  
И.И. Константинова

19.05.2023

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет»

Адрес: 199034, Санкт-Петербург, Университетская набережная, д. 7-9.

Телефон (812) 328-97-01

E-mail: [spbu@spbu.ru](mailto:spbu@spbu.ru)

