

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Радмира Мухаметовича Хисамова  
«СИНТЕЗ И ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ СВОЙСТВА ФОСФОРСОДЕРЖАЩИХ  
ПРОИЗВОДНЫХ 4-АМИНО-2,1,3-БЕНЗОТИАДИАЗОЛА И КОМПЛЕКСОВ *d*-МЕТАЛЛОВ  
С НИМИ», представленной на соискание учёной степени кандидата химических наук по  
специальности 1.4.1. Неорганическая химия

Представленная диссертационная работа посвящена синтезу фосфорорганических производных 2,1,3-бензотиадиазола и исследованию их координационных свойств на примере образования комплексных соединений меди(I), цинка(II), платины(II), палладия(II) и золота(I). В работе широко обсуждаются методы синтеза координационных соединений перечисленных металлов и исследование их строения в твёрдой фазе. Также работа включает в себя детальные фотофизические исследования полученных органических и комплексных соединений и их интерпретации на основе квантово-химических расчётов.

Актуальность поставленной цели и всего исследования не вызывает сомнений, так как научные работы в области синтеза и исследования новых люминесцентных материалов представляют большой интерес в связи с их применениями в органических светодиодах, солнечных батареях, органических полевых транзисторах и др. Также в автореферате убедительно описана новизна исследования. С одной стороны, используемый остов 2,1,3-бензотиадиазола хорошо зарекомендовавший себя люминофорный остов, и люминесцирующие комплексы на его основе широко представлены в литературе, с другой стороны, химия фосфор-азотных производных 2,1,3-бензотиадиазола мало изучена, а комплексных соединений не было известно до начала этой работы.

Автореферат производит хорошее впечатление, он чётко и структурировано написан, в сочетании с приведёнными схемами синтезов текст даёт полное понимание о масштабе проделанной исследовательской работы. Из недостатков автореферата я бы указала на то, что в нём изредка встречаются жаргонные и разговорные выражения, что не следует допускать в письменном научном тексте. Также после прочтения автореферата остаётся ряд вопросов по существу работы.

1) Происходит ли изомеризация лиганда PNP в лиганд PPN при синтезе комплексных соединений Pt(II), Pd(II) и Au(I)? Или этот химический процесс характерен только для комплекса цинка(II) в различных растворах? Если да, то есть ли предположения о влиянии иона  $Zn^{2+}$  на такой процесс изомеризации?

2) Не понятно почему синтез комплексов меди(I) с PCN проводили в растворах пиридина, зная, что молекула пиридина сама может образовывать комплексы меди(I)? Были ли получены примеры гомолигандных комплексов меди(I) с соединением PCN, или вследствие каких-то причин они не могут быть выделены в твёрдую фазу?

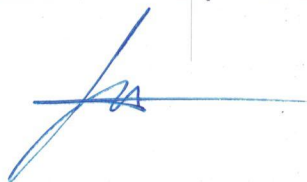
3) Несомненно, результат по обнаружению агрегации одного из лигандов (PN) в растворах *n*-гексана заслуживает внимания и описания в работе. Были ли обнаружены образования агрегатов в растворах других аминифосфинов (NPN, PNP и PCN)? К какому типу относятся обнаруженная агрегация в растворе PN, J-агрегация или H-агрегация?

4) Утверждается, что комплекс **15** обладает ФЛ обусловленной механизмом фосфоресценции и механизмом термически активированной флуоресценции на основе спектров фотолюминесценции при разных температурах и зависимости времён жизни от температуры. Аппроксимировалась ли эта зависимость приведённым ниже уравнением [*Coordination Chemistry Reviews* 255 (2011) 2622– 2652]? Если да, то интересно было бы провести сравнение между вычисленным значением  $\Delta E(S_1-T_1)$  и значением, полученным из квантово-химических расчётов.

$$\tau(T) = \frac{3 + \exp(-\Delta E(S_1-T_1)/k_B T)}{3/\tau(T_1) + 1/\tau(S_1) \exp(-\Delta E(S_1-T_1)/k_B T)}$$

В заключение хочу отметить, что изложенные в автореферате результаты опубликованы в 5 рецензируемых научных журналах из списка ВАК и были представлены на конференциях различного уровня от молодёжных школ-конференций до конференций международного статуса, что несомненно говорит о надёжности полученных экспериментальных данных и научной значимости описанных результатов и выводов.

Я читаю, что диссертационная работа «Синтез и люминесцентные свойства фосфорсодержащих производных 4-амино-2,1,3-бензотиадиазола и комплексов *d*-металлов с ними» соответствует требованиям п. 9-14 «Положения о порядке присуждения учёных степеней», утверждённого постановлением правительства РФ от 24.09.2013 г. №842 (в текущей редакции), предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук, и является научно-квалификационной работой, в результате которой было проведено систематическое исследование координационной химии аминокосфинов на основе бензотиадиазола и фотофизических свойств полученных соединений, а её автор Радмир Мухаматович Хисамов заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата химических наук по специальности 1.4.1. Неорганическая химия.



Виноградова Катерина Александровна,  
к.х.н., специальность 02.00.01 – неорганическая химия,  
старший научный сотрудник Лаборатории химии комплексных соединений

Федерального государственного бюджетного учреждения науки  
Института неорганической химии им. А.В. Николаева Сибирского  
отделения Российской академии наук

Проспект Академика Лаврентьева, 3, Новосибирск, 630090;

Рабочий телефон: +7(383)3165632

Электронная почта [kiossarin@mail.ru](mailto:kiossarin@mail.ru)

Даю своё согласие на обработку персональных данных.

8 сентября 2023 г.

Подпись Виноградовой К.А.  
заверяю Г. Герасимов  
Ученый секретарь ИНХ СО РАН  
" 08 " 09 2023 г.

