

## ОТЗЫВ

### о работе ТОКАРЕВА СЕРГЕЯ ДМИТРИЕВИЧА «СИНТЕЗ, ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ФОТОИНДУЦИРОВАННЫЕ ВНУТРИМОЛЕКУЛЯРНЫЕ ПРОЦЕССЫ ПРОИЗВОДНЫХ ИМИДАЗО[4,5-F][1,10]ФЕНАНТРОЛИНА И ИХ МЕТАЛЛОКОМПЛЕКСОВ»,

представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальностям 02.00.03 – органическая химия  
02.00.04 – физическая химия  
(по автореферату)

Работа Токарева С.Д. посвящена разработке эффективных методов синтеза производных имидазо[4,5-f][1,10]фенантролина, содержащих арильные и гетарильные фрагменты, их комплексов с катионами различных по природе металлов, а также изучению оптических, электрохимических характеристик и фотоиндуцированных внутримолекулярных процессов с их участием.

Структурные и синтетические особенности производных имидазо[4,5-f][1,10]фенантролинов делают их удобной платформой для конструирования молекул с уникальными электрохимическими и оптическими свойствами, при этом фрагмент 1,10-фенантролина способен прочно связывать катионы переходных и тяжелых металлов, что открывает широкие возможности настройки физико-химических свойств данного класса соединений. Это подвижность электронов на уровне полупроводников, донорно-акцепторный характер структуры, интенсивное поглощение в видимой области, электрохимическая активность в доступной области потенциалов. Крупные  $\pi$ -сопряженные фрагменты обеспечивают возможность самопроизвольной межмолекулярной организации, а в сочетании с донорными и акцепторными заместителями и гетероатомами – высокую степень делокализации электронов и низкую энергию электронных переходов. Этим определяется высокая **актуальность настоящего исследования.**

Автору удалось успешно выполнить все задачи исследования. Автором синтезирована серия нейтральных и положительно заряженных гетероароматических производных, сочетающая в своем составе фрагменты тиофенов, 1*H*-имидазо[4,5-f][1,10]фенантролина, замещенного бензола, бензотиазола и пиридина. Исследовано комплексообразование производных 1*H*-имидазо[4,5-f][1,10]фенантролина с катионами  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$  и  $\text{Ru}^{2+}$ . Определены устойчивость, состав образующихся комплексов, изучены их оптические и электрохимические свойства.

Впервые изучено самопроизвольное восстановление  $\text{Cu(II)} \rightarrow \text{Cu(I)}$  в составе комплекса с производными имидазо[4,5-f][1,10]фенантролина. Выявлены необходимые условия для протекания внутримолекулярного переноса электрона с донорной группы арильного фрагмента лиганда на центральный катион  $\text{Cu(II)}$ , сопровождающийся восстановлением  $\text{Cu(II)} \rightarrow \text{Cu(I)}$ , получена система, стабилизирующая одновременно  $\text{Cu(I)}$  и  $\text{Cu(II)}$ .

Работа Токарева С.Д. наряду со **значительной научной новизной**, обладает **высокой практической значимостью**, им разработаны удобные препаративные методы синтеза новых тиофен-содержащих красителей, в том числе

имидазо[4,5-f][1,10]фенантролин-содержащих, которые при добавке в проводящий полимерный слой улучшают его электронную проводимость. Показано, что применение допированных тиофен-содержащими красителями композитов в качестве транспортного слоя в полимерных светодиодах повышает вдвое интенсивность свечения при 15V, а комплексы производных имидазо[4,5-f][1,10]фенантролинов с Ru(II) способны к фотоиндуцированному переносу электрона на полупроводниковую оксидную матрицу, что ведет к росту проводимости под действием видимого света. Продемонстрировано, что полученные автором гибридные материалы способны эффективно выступать активными компонентами газовых сенсоров на газы окислители.

В целом, работа является законченной и выполнена автором самостоятельно на высоком научном уровне. Привлечение современных физико-химических методов исследования обеспечивает полную достоверность полученных автором результатов. Работа хорошо апробирована – ее основные положения доложены на профильных конференциях по органической и физической химии и опубликованы в ведущих научных изданиях, рекомендованных ВАК.

**Заключение.** Диссертационная работа **Токарева С.Д.** «СИНТЕЗ, ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ФОТОИНДУЦИРОВАННЫЕ ВНУТРИМОЛЕКУЛЯРНЫЕ ПРОЦЕССЫ ПРОИЗВОДНЫХ ИМИДАЗО[4,5-F][1,10]ФЕНАНТРОЛИНА И ИХ МЕТАЛЛОКОМПЛЕКСОВ» по объему проведенных исследований, актуальности, научной новизне, практической значимости, степени обоснованности научных достижений и выводов полностью соответствует требованиям, установленным в п. 9 Постановления Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 «О порядке присуждения ученых степеней» (с изменениями, внесенными Постановлением Правительства РФ от 21 апреля 2016 г. № 335), предъявляемых к диссертационным работам на соискание ученой степени кандидата химических наук, полностью соответствует паспортам специальностей ВАК 02.00.03 - органическая химия и 02.00.04 - физическая химия, а ее автор, **Токарев С.Д.**, заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальностям 02.00.03 - органическая химия и 02.00.04 - физическая химия.

Ведущий научный сотрудник лаборатории  
гетероциклических соединений,

кандидат химических наук  
(02.00.03 – органическая химия), с.н.с.

Леонидович

ФБГУН Институт органического синтеза

им. И.Я. Постовского УрО РАН

ул. С.Ковалевской, 22 / Академическая 20, Екатеринбург, 620990

тел (343) 362-30-58

e-mail: [rusinov@ios.uran.ru](mailto:rusinov@ios.uran.ru)

Русинов Геннадий

Подпись в.н.с., к.х.н. Русинова Г.Д.

заверяю:

Ученый секретарь ИОС УрО РАН, к.т.н.



О.В. Красникова

11.11.2019 г.