

ОТЗЫВ

**на автореферат диссертации Суханова Андрея Анатольевича
«Закономерности формирования спиновых состояний в молекулярных
диадах», представленной на соискание учёной степени доктора физико-
математических наук по специальности 1.3.17 — химическая физика,
горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества**

Диссертационная работа А.А. Суханова посвящена актуальной проблеме современной химической физики — установлению механизмов формирования и управления спиновыми состояниями в молекулярных диадах, содержащих органические хромофоры и парамагнитные ионы.

Актуальность темы не вызывает сомнений: развитие спинтроники, органической оптоэлектроники и квантовой информатики требует детального понимания процессов интеркомбинационной конверсии (ISC), переноса заряда и спиновой динамики в компактных донорно-акцепторных системах. Особую значимость работе придаёт комплексный подход, сочетающий синтез гибридных диад, ЭПР-спектроскопию и квантово-химические расчёты.

Автореферат чётко структурирован и отражает основные этапы исследования. Во введении обоснована актуальность, сформулированы цель и задачи, научная новизна, теоретическая и практическая значимость, а также положения, выносимые на защиту.

Первая глава посвящена теоретическим основам стационарной, времяразрешённой и импульсной ЭПР-спектроскопии. Во второй главе обобщены методы ЭПР для исследования фотоиндуцированных состояний и радикальных пар. Третья глава содержит ключевые экспериментальные результаты по диадам BODIPY–антрацен, ортогональным димерам BODIPY, системам на основе фенотиазина и нафталимида, периленибисимида, а также MR-TADF эмиттерам. Четвёртая глава посвящена влиянию спин-решёточной

релаксации на частоту ESEEM в фотосистеме 1. Пятая глава исследует магнитные свойства гетерометаллических кластеров Dy_2M_2 .

Научная новизна работы несомненна. Впервые зарегистрировано одновременное формирование трёх фотовозбуждённых триплетных состояний в компактных диадах BODIPY–антрацен; обнаружено два триплетных состояния в диадах фенотиазин–нафталимид, проявляющих TADF; продемонстрирован «красный» сдвиг диполь-дипольной частоты в радикальной паре $P700^+A_1^-$ фотосистемы 1, обусловленный не тепловым расширением, а случайной модуляцией при ускоренной спин-решёточной релаксации; впервые методом ЭПР оценено малое ($\approx 1 \text{ см}^{-1}$) спин-спиновое взаимодействие между ионами Dy^{3+} в диадах. Все результаты получены с использованием современных методик (ВР ЭПР, ESEEM, магнитофоселекция) и подтверждены численным моделированием.

Практическая значимость работы заключается в создании аналитической базы для характеристики новых координационных соединений *f*-элементов и гибридных супрамолекулярных структур, а также в обосновании новых механизмов управления спиновой подсистемой органических полупроводников. Полученные данные могут быть использованы при направленном дизайне мономолекулярных магнитов и эмиттеров TADF.

Достоверность результатов обеспечена комплексным подходом, согласием эксперимента и теории, публикацией 25 работ в ведущих рецензируемых журналах (в том числе Dalton Transactions, The Journal of Physical Chemistry Letters, Chemical Science, Angewandte Chemie International Edition) и апробацией на международных конференциях.

В качестве незначительного замечания можно отметить, что в автореферате не всегда явно разграничены обозначения состояний $^3P_3$ и ^3CT , что может затруднить восприятие для читателей, не знакомых с тематикой. Однако это не снижает общей высокой оценки работы.

Представленная диссертация является завершённой научно-квалификационной работой, в которой на основе проведённых автором исследований развиты положения о закономерностях формирования и эволюции спиновых состояний в молекулярных диадах различной природы — органических донорно-акцепторных системах, радикальных парах и комплексах $4f$ -элементов — с учётом влияния спин-решёточной релаксации и слабых обменных взаимодействий. Диссертация соответствует требованиям пункта 9 «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 года, и «Изменений, которые вносятся в Положение о присуждении учёных степеней», утверждённых постановлением Правительства Российской Федерации № 335 от 21 апреля 2016 года. Автор работы заслуживает присуждения учёной степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.17 — химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества.

д-р физ.-мат. наук по специальности 1.3.8 – Физика конденсированного состояния,
ведущий научный сотрудник,
заведующий лабораторией микроволновой спектроскопии кристаллов
Физико-Технического института им. А.Ф. Иоффе РАН



Роман Андреевич Бабунц

14 октября 2026 года

Контактные данные:

194021, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 26

Эл. почта: roman.babunts@mail.ioffe.ru

Тел. +7 (812) 292-73-20

Подпись Р.А. Бабунца заверяю.

Ученый секретарь

ФТИ им. А.Ф. Иоффе



Патров Михаил Иванович