

## ОТЗЫВ

Научного консультанта д.ф.-м.н., профессора Ибраева Н.Х.  
на диссертацию Менъшовой Евгении Петровны  
«Влияние плазмонного эффекта на интеркомбинационные переходы  
в молекулярных средах», представленную на соискание степени доктора  
философии (PhD) по образовательной программе 8D05302-«Физика»

Диссертационная работа посвящена исследованию фотофизических процессов в органических красителях при взаимодействии с плазмонным полем металлических наноструктур и выполнена в актуальной области молекулярной фотоники. Особое внимание уделено изучению радиационных и безызлучательных спин-запрещённых интеркомбинационных переходов и механизмов генерации синглетного кислорода, имеющих важное значение для фотодинамической терапии, сенсорики и оптоэлектроники.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью разработки материалов с управляемыми фотофизическими характеристиками, а также недостаточной изученностью механизмов влияния плазмонных полей на интеркомбинационные переходы в органических молекулах.

Цель работы – исследование влияния плазмонного эффекта на интеркомбинационные переходы и процессы генерации синглетного кислорода – достигнута путём решения комплекса экспериментальных и теоретических задач, включающих изучение эффекта тяжёлого атома, разработку теоретической модели радиационных и безызлучательных переходов.

В работе получены новые научные результаты. Установлено, что введение тяжёлого атома приводит к уменьшению энергетического зазора  $S_1-T_1$  и усилению спин-орбитального взаимодействия, что способствует увеличению вероятности интеркомбинационных переходов. Предложена квантово-химическая модель, позволяющая количественно описывать радиационные и безызлучательные процессы и оценивать квантовые выходы флуоресценции и фосфоресценции, результаты которой согласуются с экспериментальными данными.

Показано, что плазмонные наноструктуры приводят к усилению флуоресценции, замедленной флуоресценции и фосфоресценции за счёт увеличения скорости радиационных переходов. Для пирилокарбоцианиновых красителей установлено, что замена гетероатома ( $O \rightarrow S \rightarrow Se$ ) вызывает bathochromic shift спектров и рост эффективности интеркомбинационных переходов, обусловленный усилением спин-орбитального взаимодействия.

Продemonstrировано, что плазмонные наночастицы существенно усиливают процесс генерации синглетного кислорода.

Полученные результаты имеют научную и практическую значимость, поскольку расширяют представления о механизмах плазмонного управления фотофизическими процессами и могут быть использованы при разработке фотосенсибилизаторов ближнего ИК диапазона, а также функциональных материалов для фотоники и биомедицинских приложений.

По результатам диссертационной работы опубликовано 7 печатных работ: 1 статья в журнале, входящем в базу Thomson Reuters и Scopus (1 статья в Physical Chemistry Chemical Physics – Q2, IF 2.9 (2024)); 2 статьи в журналах, рекомендованных Комитетом по обеспечению качества в сфере науки и высшего образования МНВО РК и 4 публикации в материалах международных конференций.

Диссертационная работа является завершённым научным исследованием, выполненным на высоком уровне, а её автор заслуживает присуждения степени доктора философии (PhD) по специальности 8D05302-«Физика».

Доктор физико-математических наук,  
профессор, профессор-исследователь  
кафедры физики и нанотехнологий  
Карагандинского национального  
исследовательского университета  
им. академика Е.А. Букетова



Ибраев Н.Х.

