

ОТЗЫВ

научного руководителя на диссертацию Суржиковой Дарьи Павловны «Влияние переноса протона в основном и возбужденном состояниях на люминесцентные свойства ионных форм флуоресцеина», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.6. Оптика.

Широко используемый в научных и практических приложениях органический краситель флуоресцеин обладает высокой эффективностью испускания лишь в щелочном диапазоне pH. Рассмотрение более широкого диапазона этой величины приводит к необходимости учитывать процессы, связанные с переносом протона от водного окружения к молекуле и в обратном направлении как в ее основном, так и фотовозбужденном состояниях. Это приводит к усложнению наблюдаемой картины спектральных и фотофизических параметров красителя и неоднозначной интерпретации экспериментальных данных, в том числе в наиболее актуальном для сенсорных приложений физиологическом диапазоне pH (5-7).

Диссертационная работа Суржиковой Д.П. посвящена раскрытию механизмов релаксации фотовозбуждения в ситуации конкуренции излучательных процессов и переноса протона люминесцентными методами. Работа является актуальной, поскольку направлена на повышение информативности методов люминесцентного зондирования в биологии и медицине.

В работе анализируется влияние переноса протона в основном и возбужденном состояниях на спектральные и люминесцентные свойства ионных форм флуоресцеина в водных растворах в широком диапазоне pH и выявляется связь между спектральными свойствами и локальным окружением красителя на поверхности макромолекулы белка. В работе получен ряд новых результатов:

1. определены формы спектров люминесценции и волновые числа 0-0 переходов для катионной, хиноидной и моноанионной ионных форм флуоресцеина.
2. выявлена роль смещения равновесия в основном состоянии и изменение вероятности поглощения из-за температурного изменения формы спектра поглощения на моноанионной-дианионной ступени диссоциации в температурной зависимости ратиометрического сигнала флуоресцеина.

3. измерены и проанализированы абсорбционные и люминесцентные характеристики флуоресцеина изотиацианата, ковалентно связанного с белками различного размера и заряда.

Результаты обладают выраженной практической значимостью:

1. Создана модель, описывающая распределение населенностей ионных форм в зависимости от pH, длины волны возбуждения, которая может быть использована для изучения природы излучения флуоресцентных соединений с выраженными фотокислотными или фотоосновными свойствами.

2. Определены диапазоны pH при которых возможно наблюдение люминесценции «чистых» ионных форм флуоресцеина.

3. Температурный ратиометрический флуоресцентный сигнал может быть использован для создания температурного реверсивного зонда, основанного на эффекте переноса протона.

4. Найденные корреляции спектральных свойств флуоресцеина изотиацианата, ковалентно связанного с белками, ратиометрического сигнала с удельным поверхностным зарядом белка и диэлектрической проницаемости с площадью незаряженной поверхности белка, могут быть использованы при анализе зарядовых состояний широкого круга макромолекул.

Достоверность полученных результатов определяется соблюдением и выполнением принятых для чувствительных спектральных методов правил и методик пробоподготовки и проведения эксперимента, сопоставлением полученных результатов с опубликованными данными для частных случаев и аналогичных систем, сопоставлением экспериментальных результатов с модельными, а также использованием нескольких спектральных методик для подтверждения выявленных тенденций и закономерностей.

Полученные в диссертационной работе результаты сформулированы в виде четырех защищаемых положений и выводов, оформлены в виде рукописи надлежащим образом. Работа хорошо и всесторонне опубликована в рекомендованных ВАК изданиях: 5 статей, цитируемых в базах данных WoS/Scopus (одна Q1, одна Q2, две Q3). Зарегистрировано две программы ЭВМ. Во всех указанных публикациях Суржикова Д.П. является первым автором, что отражает факт ее принципиальной роли в получении научных результатов.

Название диссертации Суржиковой Д.П. созвучно названию грантов РФФИ и РФФИ, выполненных в 2019-2023 гг., в которых соискатель являлась ответственным исполнителем. Диссертация обсуждена на престижных международных конференциях с участием ведущих специалистов в данной области. Опубликованы материалы и тезисы конференций, имеются дипломы за лучшие доклады в конкурсах молодых ученых.

За время работы над диссертацией Суржикова Д.П. показала себя как квалифицированный и целеустремленный исследователь, эффективно работающий как в экспериментальной области, так и в направлении моделирования. Соискатель способен результативно работать в области физики на стыке с химическими и биологическими науками, планировать свою работу, организовывать эффективное научное взаимодействие, критически относиться к своим результатам и добиваться их высокой достоверности.

Считаю, что диссертационная работа Суржиковой Д.П. является логически завершенным исследованием, выполненным в рамках актуального научного направления, соответствует всем требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени к.ф.-м.н. по специальности 1.3.6. Оптика.

26.03.2025

Научный руководитель:

профессор базовой кафедры фотоники и лазерных технологий

Федерального государственного автономного

образовательного учреждения высшего образования

«Сибирский федеральный университет»,

д-р. физ.-мат. наук, доцент,

Слюсарева Евгения Алексеевна

