

**ОТЗЫВ официального оппонента
на диссертацию на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук
Гранисо Роман Эвелин Алехандры
на тему: «Гибридные системы на основе органических молекул,
помещенных в микрорезонаторы, оперирующие в режимах сильной и
слабой связи свет – вещество»
по специальности 1.3.2. Приборы и методы экспериментальной физики**

В диссертации Гранисо Роман Эвелин Алехандры решена научная задача, состоящая в разработке расчетно-экспериментальной модели создания гибридных систем на основе органических (включая биологические) молекул, помещенных в микрорезонаторы Фабри-Перо, работающие в двух режимах связи свет-вещество. Решение этой задачи позволило увеличить коэффициент добротности микрорезонаторов в два раза, что является значительным шагом в повышении эффективности режима связи свет-вещество для разработки новых биофотонных систем и контролируемого управления окислительно-восстановительными процессами в биологических молекулах.

Тематика исследования является **актуальной**, что обусловлено растущим интересом к применению таких гибридных структур в области нанофотоники и медицины, например, в качестве биосенсоров. Разработка эффективных микрорезонаторных систем открывает возможности для управления светом на наномасштабном уровне, а также для создания новых типов фотонных устройств.

Научная новизна работы заключается в численном и экспериментальном исследовании и сравнении эффектов взаимодействия света с органическими молекулами в различных микрорезонаторах, включая структуры на основе металлических зеркал с плазмонными эффектами и на основе пористого кремния. Впервые экспериментально продемонстрирован эффект усиления комбинационного рассеяния света цитохромом С, помещённым в полость микрорезонатора на основе пористого кремния. Особое внимание уделено режиму сильной связи, достигнутому за счет особой геометрии и материалов

резонатора. Полученные результаты расширяют фундаментальные представления о взаимодействии света и вещества в оптических резонаторах.

Во введении работы представлены основные аспекты диссертации, такие как актуальность исследования, ее цель и задачи, методология, научная новизна, а также теоретическая и практическая значимость работы.

В первой главе диссертации представлен обзор научной литературы по теме микрорезонаторов, описаны их ключевые характеристики и перспективы применения в гибридных системах.

Во второй главе работы представлена теоретическая часть и результаты моделирования микрорезонаторов с учётом геометрических параметров и свойств материалов, использованных для их изготовления. Результаты численного моделирования позволили оценить роль данных параметров в регулировании силы взаимодействия между светом и веществом.

В третьей главе диссертации описаны экспериментальные методы создания микрорезонаторов Фабри–Перо на основе металлических зеркал и брэгговских отражателей из пористого кремния.

В четвёртой главе работы представлены результаты экспериментального исследования гибридных систем, включающих микрорезонаторы типа Фабри–Перо с металлическими зеркалами и брэгговскими отражателями на основе пористого кремния.

В заключении сформулированы основные выводы диссертационной работы, касающиеся гибридных систем, функционирующих в режимах сильной и слабой связи света с веществом. Предложен оптимизированный метод электрохимического травления для изготовления микрорезонаторов из пористого кремния, а также предложены методы интеграции органических молекул в микрорезонаторы Фабри–Перо и проведена оценка эффективности взаимодействия света и вещества.

Оппонирующая диссертация имеет несомненную **практическую значимость** для создания новых типов нанолазеров и сенсоров, а также в

химической и биохимической областях для детектирования химических реакций и мониторинга биомолекул в реальном времени.

Полученные результаты обладают высокой степенью **достоверности**. Они подтверждены экспериментально и численным моделированием. Работы Гранисо Роман Эвелин Александры, опубликованы в ведущих научных журналах, результаты многократно докладывались на научных конференциях.

Научные положения чётко сформулированы на основе полученных результатов, логически вытекают из проведённого численного моделирования и экспериментальных исследований и отражают основные научные результаты диссертации.

Тем не менее, хотелось бы сформулировать некоторые замечания:

1. Термины «флуоресценция» и «фосфоресценция» не являются взаимозаменяемыми; рекомендуется либо унифицировать их использование в тексте, либо чётко указать, какой термин применяется в каждом случае, чтобы избежать двусмысленности.
2. Следует подчеркнуть, что результаты расчётов микрорезонаторов из пористого кремния не могут быть предсказаны с абсолютной точностью, так как на них оказывают влияние внешние условия, такие как температура и влажность, а также связанные с этим возможные изменения свойств материала.
3. Было бы целесообразно в дальнейшем сравнить результаты численного моделирования с экспериментальными данными, включающими в себя использование наночастиц, что позволит более полно оценить применимость модели и эффективность предложенных методов.

Указанные замечания ни в коей мере не умаляют значимости диссертационного исследования, не влияют на его выводы, а носят скорее характер пожеланий и рекомендаций для дальнейшей работы.

Автореферат диссертации полностью отражает ее содержание. Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В.Ломоносова к работам подобного

рода. Содержание диссертации соответствует специальности 1.3.2. Приборы и методы экспериментальной физики (по физико-математическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова. Диссертационное исследование оформлено согласно требованиям Положения о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Таким образом, соискатель Гранисо Роман Эвелин Алехандра заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.2. Приборы и методы экспериментальной физики.

Официальный оппонент:

доктор физико-математических наук,
главный научный сотрудник Научно-исследовательского сектора,
Международный государственный экологический институт имени А.Д.
Сахарова Белорусского государственного университета

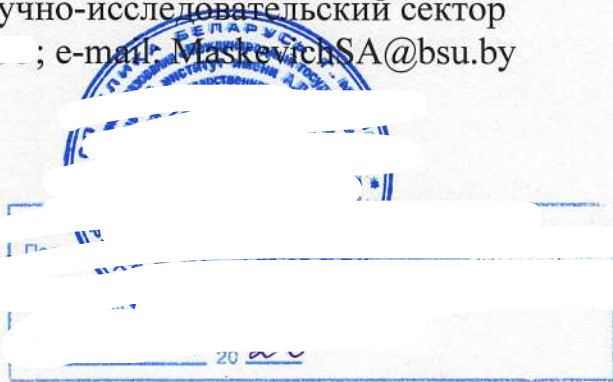
Маскевич Сергей Александрович

Контактные данные:

тел.: _____ e-mail: _____
Специальность, по которой официальным оппонентом
защищена диссертация: 01.04.05. Оптика

Адрес места работы:

220070, ул. Долгобродская, 23/1, г. Минск, Республика Беларусь,
учреждение образования «Международный государственный экологический
институт имени А.Д. Сахарова Белорусского государственного
университета», Научно-исследовательский сектор
Тел.: _____; e-mail: MaskevichSA@bsu.by



20.03.26.