

**ОТЗЫВ официального оппонента
на диссертацию на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук
Гранисо Роман Эвелин Александры
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 диссертационной работе Гранисо Роман Эвелин Александры разработаны методики формирования и исследованы гибридные системы на основе органических молекул, помещённых в микрорезонаторы, функционирующие в режимах сильной и слабой связи свет–вещество. Тематика работы отличается высокой значимостью, так как включает комплексный анализ и оптимизацию параметров таких систем, а также разработку новых методов управления взаимодействием свет–вещество для решения фундаментальных и прикладных задач, включая квантовые вычисления, нанофотонику, сенсоры и контроль химических реакций, что делает данную тему особенно **актуальной**.

Диссертационная работа посвящена систематическому исследованию условий реализации режимов сильной и слабой связи света с веществом в гибридных системах на основе органических молекул и квантовых точек, помещенных в микрорезонаторы типа Фабри-Перо, разработке подходов к управлению этими режимами, а также изучению их потенциала для изменения оптических и физико-химических свойств молекулярных систем в прикладных задачах, что и определяет научную **новизну** работы.

Обоснованность представленных в диссертации **положений** подтверждаются результатами численного моделирования и экспериментальными данными. **Достоверность** результатов подтверждается использованием современных вычислительных и спектроскопических методов, а также совпадением результатов серии воспроизводимых экспериментов с гибридными системами в различных режимах связи свет – вещество.

Во введении работы сформулированы цель и задачи исследования, описаны используемые методы, объекты и предмет исследования, определены новизна, теоретическая и практическая значимость работы, приведены положения, выносимые на защиту, а также информация об апробации результатов и публикационной активности.

В первой главе дан подробный аналитический обзор литературы по теме диссертации. Особое внимание уделено микрорезонаторам Фабри–Перо.

Во второй главе приведены результаты теоретического моделирования микрорезонаторов Фабри-Перо с различными геометриями и материалами. Определены ключевые параметры, влияющие на эффективность реализации режимов сильной и слабой связи свет-вещество, в том числе расстояние между зеркалами, а также возможность использования плазмонных наночастиц, способных внести вклад в усиление электромагнитного поля в полости.

В третьей главе описаны методы экспериментального изготовления гибридных систем на основе органических молекул, помещённых в микрорезонаторы различного типа. Подробно представлена экспериментальная установка, включающая в себя перестраиваемый микрорезонатор на основе металлических зеркал, а также описан процесс электрохимического травления, используемый для создания микрорезонаторов на основе брэгговских отражателей из пористого кремния.

В четвёртой главе приведены экспериментальные результаты реализации сильной и слабой связи свет–вещество, оптимизации параметров изготовления микрорезонаторов и усиления с их помощью сигнала комбинационного рассеяния, что открывает новые возможности применения в биосенсорах и приложениях фотоники.

В заключении сформулированы основные достигнутые результаты, подтверждающие возможность реализации режимов сильной и слабой связи в гибридных системах.

В работе Гранисо Роман Эвелин Александры определены и экспериментально продемонстрированы условия, необходимые для реализации сильной и слабой связи света с веществом в гибридных системах

на основе оптических микрорезонаторов и органических молекул. Также предложены эффективные методы модификации структуры резонаторов на основе пористого кремния с целью оптимизации их оптических свойств и повышения параметра добротности в два раза. Полученные результаты имеют как фундаментальную, так и практическую значимость, открывая широкие перспективы для применения исследованных систем в области сенсорики, биофотоники и спектроскопии.

Автореферат работы верно отражает ее содержание. Все основные результаты апробированы в необходимом объеме на научных конференциях и представлены в виде публикаций в научных журналах.

Тем не менее, хотелось бы отметить следующие замечания и задать ряд вопросов:

1. На странице 97 указано, что сдвиг спектра отражения зависит от условий окисления. Важно дополнительно указать степень окисления пористого кремния, использованного в экспериментах, поскольку этот параметр напрямую влияет на оптические свойства микрорезонатора, эффективность реализации режимов сильной и слабой связи свет–вещество и воспроизводимость полученных результатов. Указание степени окисления позволит более точно интерпретировать экспериментальные данные и сопоставить их с результатами численного моделирования.
2. Следует уточнить, влияет ли количество цитохрома С на полученные результаты, так как концентрация вещества может существенно изменять интенсивность сигнала, эффективность реализации режимов сильной и слабой связи свет–вещество, а также точность и воспроизводимость измерений. Это особенно важно при сравнении экспериментальных данных с результатами моделирования и при оценке потенциального применения исследуемых систем в биосенсорах и фотонике.
3. Необходимо указать максимальную допустимую мощность лазера для образцов с цитохромом С или их фоточувствительность, так как речь идёт о биологических молекулах, которые могут подвергаться повреждению при превышении допустимого уровня воздействия.

Вместе с тем, указанные замечания не умаляют значимости диссертационного исследования. 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,
профессор международного научно-образовательного центра физики наноструктур, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»

Баранов Александр Васильевич

Контактные данные:

тел.: _____, e-mail: _____

Специальность, по которой официальным оппонентом защищена диссертация: 01.04.05. Оптика

Адрес места работы: 197101, г. Санкт-Петербург, Кронверкский проспект д.49, литер А, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО», Международный научно-образовательный центр физики наноструктур

Тел.: _____; e-mail: a_v_baranov@itmo.ru

подпись

20.03.26. Бег.

