

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Кройчук Марии Кирилловны на тему: «Генерация третьей оптической гармоники и усиление фотолюминесценции квантовых точек в полупроводниковых кластерах наночастиц с резонансами типа Ми», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.19 – «лазерная физика»

Исследования, проведенные в рамках диссертационной работы, направлены на расширение возможностей использования наночастиц субволнового размера с резонансами типа Ми для управления оптическим излучением на нанометровых и субмикронных масштабах. Важным этапом решения данных задач является усиление и контроль нелинейного преобразования сигнала на масштабах сотен нанометров. В работе рассмотрены нанокластеры из трех или четырех близко расположенных полупроводниковых частиц. Олигомеры точно возбуждаются излучением с различной поляризацией, и исследуется интенсивность сигнала их третьей оптической гармоники. Увеличение интенсивности нелинейного сигнала благодаря структурированию материала и контролируемое изменение эффективности преобразования из-за возникновения коллективных мод нанокластеров применимо для создания источников оптического излучения на чипе, а также детектирования ближнепольных эффектов в дальнем поле без использования сложных техник. Изучение представленных в работе эффектов осуществлено на экспериментальной установке на основе перестраиваемого фемтосекундного лазера, позволяющей фокусироваться на отдельных олигомер образца и получать его микроскопическое изображение в нелинейном отклике. Важной областью применения полупроводниковых наночастиц с высоким показателем преломления является их объединение с квантовыми точками для изменения оптических свойств последних. В работе показано усиление их фотолюминесценции при низких температурах при возбуждении в олигомере магнитного дипольного резонанса типа Ми на длине волны накачки фотонных источников. Также показано, что нанокластеры действуют как антенны для излучения квантовых точек, что также расширяет их применение для создания наноразмерных источников излучения. Комплексное исследование указанных эффектов обуславливает несомненную актуальность диссертационной работы М.К. Кройчук.

Результаты, полученные в ходе выполнения работы, обладают научной новизной, в частности:

1. Впервые показана анизотропия третьей оптической гармоники при вращении олигомера относительно неподвижного линейно-поляризованного вектора электрического поля накачки. Экспериментально получено, что интенсивность нелинейного преобразования отражает геометрическую симметрию нанокластера.
2. Впервые показано усиление интенсивности третьей оптической гармоники на два порядка относительно неструктурированного объема того же материала при возбуждении в олигомере коллективной магнитной дипольной моды азимутально поляризованным излучением.
3. Экспериментально продемонстрировано усиление фотолюминесценции квантовых точек при их возбуждении или излучении на длинах волн коллективных резонансов полупроводниковых олигомеров.

Результаты диссертационной работы опубликованы в 9 печатных работах в рецензируемых научных журналах, индексируемых международными базами цитирований Web of Science, Scopus и RSCI, включая в себя 3 работы в изданиях с Impact Factor больше 4.5. Исследования

апробированы на 7 профильных конференциях, также в рамках диссертационных исследований получен патент. Опубликованные работы автора и автореферат соответствуют заявленному содержанию диссертации.

К тексту автореферата имеются замечания, не снижающие научной ценности, а именно:

- автор отмечает, что изменение размеров наночастиц может осуществлять перестройку спектрального положения АП2 моды, однако в автореферате не обсуждаются подобные результаты, что могло бы помочь раскрыть экспериментальную работу более полно;
- в тексте автореферата не обсуждается подробно отличие положения МД резонанса в экспериментальных структурах от модельных структур, а также влияние размеров мономеров на положение резонансов в моделируемых системах;
- раздел реферата, посвященный исследованию усилению флуоресценции наночастиц при встройке в олигомеры можно было бы дополнить обсуждением практической значимости данного эффекта;
- в тексте имеются стилистические недочеты и опечатки, например “излучения накачки, имеющего диаметр...”, “снялся сигнал ТГ с канала сравнения...”, панели рисунка 1 оригинально занумерованы (а, б, с, д).

Представленный автореферат позволяет заключить, что выполненная работа на тему *«Генерация третьей оптической гармоники и усиление фотолюминесценции квантовых точек в полупроводниковых кластерах наночастиц с резонансами типа Ми»* является законченным исследованием высокого уровня, отвечает требованиям, выдвигаемым к диссертации согласно Положению о присуждении учёных степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова, и, таким образом, соискатель Кройчук Мария Кирилловна заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.19 – «лазерная физика».

Даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

Заведующий лабораторией клинической биофотоники  
Первого МГМУ имени И.М. Сеченова,  
к.ф.-м.н. по специальности  
01.04.21 – Лазерная физика

Будылин Глеб Сергеевич

Адрес: 119048, г. Москва, ул. Трубецкая 8,  
Научно-технологический парк биомедицины  
Первого МГМУ имени И.М. Сеченова  
Тел.:  
E-mail: [budylin\\_g\\_s@staff.sechenov.ru](mailto:budylin_g_s@staff.sechenov.ru)