

Заключение диссертационного совета МГУ.013.4
по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

Решение диссертационного совета от 18 мая 2023 г. № 7.

О присуждении Кройчук Марии Кирилловне, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Генерация третьей оптической гармоники и усиление фотолюминесценции квантовых точек в полупроводниковых кластерах наночастиц с резонансами типа Ми» по специальности 1.3.19 — «Лазерная физика» (по физико-математическим наукам) принята к защите диссертационным советом «2» марта 2023 г., протокол № 4.

Соискатель Кройчук Мария Кирилловна, 1994 года рождения, в 2018 году окончила физический факультет Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова по специальности «Физика» по программе «Квантовая электроника и квантовая оптика». В 2022 году окончила очную аспирантуру физического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова по специальности «Лазерная физика».

Соискатель работает инженером кафедры нанофотоники физического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Диссертация выполнена на кафедре нанофотоники физического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Научный руководитель доктор физико-математических наук, профессор Федянин Андрей Анатольевич, заведующий кафедрой нанофотоники физического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова

Официальные оппоненты:

- доктор физико-математических наук, доцент Головань Леонид Анатольевич, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», физический факультет, кафедра общей физики и молекулярной электроники, профессор
- доктор физико-математических наук Макаров Сергей Владимирович, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет ИТМО», физический факультет, главный научный сотрудник
- кандидат физико-математических наук Мелентьев Павел Николаевич, ФГБУН Институт спектроскопии Российской академии наук (ИСАН), лаборатория лазерной спектроскопии, ведущий научный сотрудник

дали положительные отзывы на диссертацию.

Соискатель имеет 10 опубликованных научных работ, в том числе 10 научных публикаций по теме диссертации, из них 1 патент и 3 статьи в рецензируемых научных изданиях из первого квартала, удовлетворяющих Положению о присуждении ученых степеней в МГУ имени М.В. Ломоносова и рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ по специальности 1.3.19 – «Лазерная физика» (по физико-математическим наукам). Все представленные в работе результаты получены автором лично или при его определяющем участии:

1. **M.K. Kroychuk**, D.F. Yagudin, A.S. Shorokhov, D.A. Smirnova, I.I. Volkovskaya, M.R. Shcherbakov, G. Shvets, Y.S. Kivshar, A.A. Fedyanin Tailored Nonlinear Anisotropy in Mie-Resonant Dielectric Oligomers // *Advanced Optical Materials*.— 2019. — v. 7. — p. 1900447, WoS JIF = 9.93. // Автором получены экспериментальные результаты, аналитические формулы и часть численных результатов для описания линейного отклика систем.
2. **M.K. Kroychuk**, A.S. Shorokhov, D.F. Yagudin, D.A. Shilkin, D.A. Smirnova, I.I. Volkovskaya, M.R. Shcherbakov, G. Shvets, A.A. Fedyanin Enhanced Nonlinear Light Generation in Oligomers of Silicon Nanoparticles under Vector Beam Illumination // *Nano Letters*.— 2020. — v. 20. — p. 3471 - 3477, WoS JIF = 11.19. // Автором получены экспериментальные результаты и часть численных результатов для описания линейного отклика систем.
3. **M.K. Kroychuk**, A.S. Shorokhov, D.F. Yagudin, M.V. Rakhlin, G.V. Klimko, A.A. Toropov, T.V. Shubina, A.A. Fedyanin Quantum Dot Photoluminescence Enhancement in GaAs Nanopillar Oligomers Driven by Collective Magnetic Modes // *Nanomaterials*.— 2023. — v. 13(3). — p. 507, WoS JIF = 4.92 // Экспериментальные результаты усиления фотолюминесценции квантовых точек получены при непосредственном участии автора, численные результаты получены автором.

Патент №2773389, Интегральный оптический сенсор для определения содержания примесей в газо-воздушных средах, **М.К. Кройчук**, А.Ф. Новоселов, А.С. Шорохов, А.А. Федянин, 03.06.2022.

На диссертацию и автореферат поступило 5 дополнительных отзывов, все положительные.

Выбор официальных оппонентов обосновывался тем, что они являются специалистами в области лазерной физики, а также взаимодействия излучения с веществом и имеют публикации по схожей тематике. Указанные оппоненты не имеют совместных проектов и публикаций с соискателем.

Диссертационный совет отмечает, что представленная диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований содержится решение задачи, имеющей значение для развития лазерной физики и нелинейной оптики. Диссертационная работа посвящена экспериментальному исследованию особенностей нелинейно-оптического отклика в олигомерах полупроводниковых наночастиц с резонансами типа Ми при возбуждении коллективных оптических мод, а также взаимодействию данных мод с излучением квантовых точек. Продемонстрирована анизотропия третьей оптической гармоники, возникающая при вращении образца относительно неподвижного вектора линейно-поляризованного электрического поля накачки, отражающая геометрическую симметрию олигомеров. Показано усиление на два порядка генерации третьей оптической гармоники при возбуждении коллективной магнитной моды кремниевого нанокластера сфокусированным азимутально-поляризованным нормально падающим лазерным импульсом относительно неструктурированного объема. Исследовано увеличение интенсивности фотолюминесценции отдельных линий квантовых точек при их накачке или излучении на длине волны оптических резонансов олигомеров из арсенида галлия.

Результаты диссертации могут быть использованы в МГУ имени М.В. Ломоносова и других высших учебных заведениях в основных образовательных программах при создании новых и обновлении имеющихся материалов учебных курсов. Проведенные исследования

расширяют возможности использования наночастиц из полупроводников с высоким показателем преломления для создания источников излучения с управляемыми свойствами и для задач детектирования.

Диссертация представляет собой самостоятельное законченное исследование, обладающее внутренним единством. Положения, выносимые на защиту, содержат новые научные результаты и свидетельствуют о личном вкладе автора в науку:

1. Генерация третьей оптической гармоники от олигомеров близко расположенных наночастиц из аморфного кремния в дальнем поле анизотропна относительно вращения линейной поляризации нормально падающего излучения накачки на длине волны магнитного дипольного резонанса типа Ми наночастиц из-за возбуждения различных коллективных магнитных мод нанокластера. Амплитуда колебания сигнала третьей оптической гармоники достигает 45%; период колебания отражает симметрию экспериментальных образцов.
2. Возбуждение коллективной магнитной моды в квадрумерах близко расположенных наночастиц из аморфного кремния азимутально-поляризованным нормально падающим фемтосекундным лазерным импульсом вблизи магнитного дипольного резонанса типа Ми наночастиц приводит к увеличению эффективности генерации третьей оптической гармоники. Экспериментально получено увеличение сигнала третьей оптической гармоники на два порядка величины относительно неструктурированной пленки аморфного кремния.
3. Возбуждение коллективных резонансов в квадрумерах близко расположенных наночастиц из арсенида галлия приводит к увеличению сигнала фотолюминесценции квантовых точек, помещенных в объем образца, при их накачке ниже порога насыщения. Для азимутально-поляризованного излучения накачки численно получено увеличение в 4 раза фотолюминесценции квантовых точек в олигомере по сравнению с возбуждением системы линейно-поляризованным светом.

На заседании 18 мая 2023 диссертационный совет принял решение присудить Кройчук Марии Кирилловне ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве **16** человек, из них **7** докторов наук по специальности 1.3.19 – «лазерная физика» (физико-математические науки), участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, проголосовали: «за» – **16**, «против» – **0**, недействительных голосов – **0**.

Председатель
диссертационного совета МГУ.013.4
доктор физико-математических наук,
профессор

Андреев Анатолий Васильевич

Учёный секретарь
диссертационного совета МГУ.013.4
кандидат физико-математических наук

Коновко Андрей Андреевич

Дата оформления заключения: 18 мая 2023 г.