

Заключение диссертационного совета МГУ.013.3

по диссертации на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук

Решение диссертационного совета от «08» декабря 2022 г. № 21

О присуждении Агафилушкиной Светлане Николаевне, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Функциональные наноструктуры на основе пористого кремния и частиц золота и серебра для спектроскопии гигантского комбинационного рассеяния малых молекул» по специальности 1.3.8 - Физика конденсированного состояния принята к защите диссертационным советом МГУ.013.3(МГУ.01.01) «13» октября 2022 г., протокол № 20.

Соискатель Агафилушкина Светлана Николаевна 1992 года рождения, в 2015 году окончила физический факультет Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», в 2019 году окончила очную аспирантуру того же ВУЗа.

Соискатель работает в компании МКООО "Эн+ Холдинг" в должности Руководителя проекта Дирекции по научно-технической деятельности.

Диссертация выполнена на кафедре физики низких температур и сверхпроводимости физического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова».

Научный руководитель – кандидат физико-математических наук Осминкина Любовь Андреевна, старший научный сотрудник кафедры медицинской физики физического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова».

Официальные оппоненты:

Гудилин Евгений Алексеевич, доктор химических наук, член-корреспондент РАН, заведующий кафедрой наноматериалов факультета наук о материалах МГУ имени М.В.Ломоносова,

Турищев Сергей Юрьевич, доктор физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой общей физики физического факультета ФГБОУ ВО Воронежский государственный университет,

Форш Павел Анатольевич, доктор физико-математических наук, доцент, доцент кафедры общей физики и молекулярной электроники физического факультета МГУ имени М.В.Ломоносова,

дали положительные отзывы на диссертацию.

Соискатель имеет 10 опубликованных работ, все по теме диссертации, в том числе 3 работы, опубликованные в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ по специальности 1.3.8 – Физика конденсированного состояния. Все статьи индексируются в базах данных Web of Science и Scopus:

Перечень основных публикаций:

1. Agafilushkina S.N., Žukovskaja O., Dyakov S.A., Weber K., Sivakov V., Popp J., Cialla-May D., Osminkina L.A. Raman signal enhancement tunable by gold-covered porous silicon films with different morphology //Sensors. – 2020. – Т. 20. – №. 19. – С. 5634. Импакт-фактор WoS 3.576. (Вклад 0.7)
2. Žukovskaja O., Agafilushkina S.N., Sivakov V., Weber K., CiallaMay D., Osminkina L.A., Popp J. Rapid detection of the bacterial biomarker pyocyanin in artificial sputum using a SERS-active silicon nanowire matrix covered by bimetallic noble metal nanoparticles //Talanta. – 2019. – Т. 202. – С. 171-177. Импакт-фактор WoS 6.057. (Вклад 0.4)
3. Osminkina L.A., Žukovskaja O., Agafilushkina S.N., Kaniukov E., Stranik O., Gonchar K.A., Yakimchuk D., Bundyukova V., Chermoshentsev D.A., Dyakov S.A., Gippius N.A., Weber K., Popp J., Cialla–May D., Sivakov V. Gold nanoflowers grown in a porous Si/SiO₂ matrix: The fabrication process and plasmonic properties //Applied Surface Science. – 2020. – Т. 507. – С. 144989. Импакт-фактор WoS 6.707. (Вклад 0.3)

На автореферат поступило 5 дополнительных положительных отзывов.

Выбор официальных оппонентов обосновывался тем, что они обладают высокой квалификацией в области физики конденсированного состояния и являются специалистами в области исследования различных наноструктур, а также тем, что они имеют публикации по специальности защищаемой соискателем диссертации. 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 совокупности выполненных автором исследований получены научные результаты и решены научные задачи, имеющие значение для развития направления получения сенсоров на основе нанокомпозитов для применения в спектроскопии гигантского комбинационного рассеяния.

Основные результаты работы:

1. Разработана методика получения функциональных композитных наноструктур на основе матрицы из пористого кремния с регулируемым размером пор и воспроизводимого декорирования поверхности пленок пористого кремния наночастицами золота. Показано, что наночастицы золота покрывают поверхность пористого кремния, образуя торы, диаметр

которых контролируется размером пор пористого кремния. Исследовано усиление сигнала гигантского комбинационного рассеяния (ГКР) малых молекул, адсорбированных на композитных наноструктурах. Показано, что наибольшая ГКР-активность наблюдается у образцов с размером мезопор 20 ± 5 нм;

2. Разработана методика получения функциональных композитных подложек на основе золотых дендритоподобных наноструктур, восстановленных в порах диоксида кремния. Показано, что золотые дендритные наноструктуры имеют диаметр преимущественно 500 нм и сложную морфологию. Показано эффективное усиление сигнала ГКР малых молекул, адсорбированных на указанных композитных наноструктурах.

3. Разработана методика получения функциональных композитных наноструктур на основе кремниевых нанонитей и воспроизводимого декорирования поверхности наночастицами серебра и золота. Исследовано усиление сигнала ГКР малых молекул, адсорбированных на композитных наноструктурах. Обнаружено, что наибольшая ГКР-активность наблюдается у нанокompозитов кремниевых нанонитей с наночастицами серебра у основания нитей и с биметаллическими наночастицами серебра и золота на поверхности кремниевых нанонитей;

4. Разработан способ количественного обнаружения молекул пиоцианина в многокомпонентной матрице искусственной мокроты методом спектроскопии ГКР с использованием функциональных нанокompозитов кремниевых нанонитей с наночастицами серебра у основания нитей и с биметаллическими наночастицами серебра и золота на поверхности кремниевых нанонитей. Продемонстрирована возможность высокочувствительного количественного обнаружения пиоцианина в сложной биологической матрице мокроты. Полученные результаты позволяют использовать разработанные сенсоры при диагностике заражения синегнойной палочкой.

Полученные в работе результаты имеют важное практическое значение. Продемонстрирована возможность применения разработанных нанокompозитов для эффективного количественного обнаружения молекул пиоцианина, что позволяет использовать разработанный сенсор в клинической практике, а именно в диагностических центрах, лабораториях, поликлиниках, больницах и других медицинских учреждениях.

Результаты и отдельные фрагменты диссертационной работы могут использоваться в высших учебных заведениях, в том числе в МГУ имени М.В.Ломоносова, при разработке или дополнении учебных курсов.

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. Разработанные методики формирования нанокompозитов на основе пористого кремния, частиц золота и серебра позволяют получить новые функциональные сенсорные

системы для высокочувствительного обнаружения малых молекул методом спектроскопии гигантского комбинационного рассеяния света;

2. При декорировании поверхности функциональных наноструктур на основе матрицы пористого кремния с различным диаметром пор наночастицами золота указанные наночастицы образуют торы. Максимальное усиление сигнала комбинационного рассеяния достигается при размере пор 20 ± 5 нм;
3. Золотые дендритные наноструктуры, восстановленные в порах диоксида кремния, полностью заполняют поры и имеют характерный диаметр 500 нм;
4. Наибольшее усиление сигнала комбинационного рассеяния на подложках на основе кремниевых нанонитей с наночастицами благородных металлов на поверхности наблюдается у нанокompозитов с наночастицами серебра у основания нитей и с биметаллическими наночастицами серебра и золота на поверхности кремниевых нанонитей;
5. Предложенный способ количественного обнаружения молекул цианида в многокомпонентной матрице искусственной мокроты позволяет использовать разработанные функциональные наноструктуры на основе кремниевых нанонитей при диагностике заражения синегнойной палочкой.

На заседании 08 декабря 2022 г. диссертационный совет принял решение присудить Агафилушкиной Светлане Николаевне ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 – Физика конденсированного состояния.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 5 докторов наук по специальности 1.3.8 – Физика конденсированного состояния, участвовавших в заседании, из 19 человек, входящих в состав совета, проголосовали: «за» - 14, «против» - 0, недействительных бюллетеней - нет.

Зам. председателя
диссертационного совета МГУ.013.3
доктор физико-математических наук, профессор

А.В. Уваров

Ученый секретарь
диссертационного совета МГУ.013.3
кандидат физико-математических наук, доцент

И.А. Малышкина

08 декабря 2022 г.

Подписи А.Р. Хохлова и И.А. Малышкиной удостоверяю.
Ученый секретарь физического факультета МГУ,
профессор

В.А. Карavaев