

Заключение диссертационного совета МГУ.011.9
по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

Решение диссертационного совета от «19» декабря 2024 г. №3

О присуждении Цуриковой Ульяне Александровне, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Оптический отклик кремниевых наночастиц-соносенсибилизаторов в контроле процессов их взаимодействия с живыми клетками» по специальности 1.3.21. Медицинская физика (физико-математические науки) принята к защите диссертационным советом принята к защите диссертационным советом МГУ 011.9., 06.11.2024, протокол № 1.

Соискатель Цурикова Ульяна Александровна, 1993 года рождения, в 2017-2021 годах обучалась в аспирантуре физического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Соискатель работает научным сотрудником на кафедре медицинской физики физического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Диссертация подготовлена на кафедре медицинской физики физического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Научный руководитель – кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник кафедры медицинской физики физического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, Осминкина Любовь Андреевна.

Официальные оппоненты:

- Ширшин Евгений Александрович - доктор физико-математических наук, доцент кафедры квантовой электроники физического факультета федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова».

- Томилин Феликс Николаевич - доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник лаборатории физики магнитных явлений, Института физики им. Л.В. Киренского Сибирского отделения Российской академии наук – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук».

- Дьяков Сергей Александрович - доктор физико-математических наук, доцент Центра инженерной физики автономной некоммерческой образовательной организации высшего образования «Сколковский институт науки и технологий».

дали положительные отзывы на диссертацию.

Выбор официальных оппонентов обосновывался их компетентностью в области биомедицинской физики. Оппоненты имеют большое число публикаций в соответствующей сфере исследования, опубликованных в высокорейтинговых журналах. Оппоненты не имеют совместных проектов и публикаций с соискателем.

Соискатель имеет 8 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 8 работ, из них 8 статей, опубликованных, в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ по специальности 1.3.21. Медицинская физика.

1. Егошина В.Д., Гонгальский М.Б., **Цурикова У.А.**, Свиридов А.П., Осминкина Л.А., Андреев В.Г. Кавитационная активность водных суспензий пористых кремниевых наночастиц с различной степенью гидрофобности поверхности // Акустический журнал, 2023.-Т.69, № 1. - С. 92-100. DOI: [https://doi.org/10.31857/S032079192260038X] (РИНЦ ИФ: 1,854/0.46 печ.л./ вклад автора 0.12)

2. Gongalsky M.B., Pervushin N.V., Maksutova D.E., **Tsurikova U.A.**, Putintsev P.P., Gyuppenen O.D., Evstratova Y.V., Shalygina O.A., Kopeina G.S., Kudryavtsev A.A., Zhivotovsky B., Osminkina L.A. Optical Monitoring of the Biodegradation of Porous and Solid Silicon Nanoparticles // Nanomaterials, 2021. - Vol. 11, № 9. - С. 2167. DOI: [https://doi.org/10.3390/nano11092167] (WoS JIF: 4.7/0.8 печ.л./ вклад автора 0.3)

3. Гонгальский М.Б., **Цурикова У.А.**, Гончар К.А., Гвинджилия Г.З., Осминкина Л.А. Квантово-размерный эффект в кремниевых нанокристаллах при их растворении в модельных биологических жидкостях // Физика и техника полупроводников, 2021. - Т. 55. № 1. - С. 43-48. [https://doi.org/10.21883/FTP.2021.01.50386.9517] (Импакт фактор РИНЦ: 0,410/0.8 печ.л./ вклад автора 0.3)

4. Gongalsky M., **Tsurikova U.A.**, Storey C.J., Evstratova Y.V., Kudryavtsev A., Canham L.T., Osminkina L.A. The effects of drying technique and surface pre-treatment on the cytotoxicity and dissolution rate of luminescent porous silicon quantum dots in model fluids and living cells // Faraday Discussions, 2020. - Vol. 222. - P. 318-331. DOI: [https://doi.org/10.1039/c9fd00107g] (WoS JIF: 3.3/0.8 печ.л./вклад автора 0.3)

5. Shevchenko S.N., Burkhardt M., Sheval E.V., **Natashina U.A.**, Grosse C., Nikolaev A.L., Gopin A.V., Neugebauer U., Kudryavtsev A.A., Sivakov V., Osminkina L.A.

Antimicrobial Effect of Biocompatible Silicon Nanoparticles Activated Using Therapeutic Ultrasound // *Langmuir*, 2017. - Vol. 33, № 10. - P. 2603-2609. DOI: [https://doi.org/10.1021/acs.langmuir.6b04303] (WoS JIF: 3.8/0.4 печ.л./вклад автора 0.1)

6. Tolstik E., Osminkina L.A., Matthäus C., Burkhardt M., Tsurikov K.E., **Natashina U.A.**, Timoshenko V.Yu, Heintzmann R., Popp J., Sivakov V. Studies of Silicon Nanoparticles Uptake and Biodegradation in Cancer Cells by Raman Spectroscopy // *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology, and Medicine*, 2016. - Vol. 12, № 7. - P. 1931-1940. DOI: [https://doi.org/10.1016/j.nano.2016.04.004] (WoS JIF: 4.2/0.6 печ.л./вклад автора 0.2)

7. Osminkina L.A., Sivakov V.A., Mysov G.A., Georgobiany V.A., **Natashina U.A.**, Talkenberg F., Solovyev V.V., Kudryavtsev A.A., Timoshenko V.Yu. Nanoparticles prepared from porous silicon nanowires for bio-imaging and sonodynamic therapy // *Nanoscale Research Letters*, 2014. - Vol. 9, № 1. - P. 463. DOI: [https://doi.org/10.1186/1556-276x-9-463] (WoS JIF: 5.5/0.4 печ.л./вклад автора 0.2)

8. МаксUTOва Д.Е., **Цурикова У.А.**, Гонгальский М.Б., Евстратова Я.В., Кудрявцев А.А., Осминкина Л.А. Метод спектроскопии комбинационного рассеяния света для мониторинга процесса растворения нанокристаллов кремния в модельных жидкостях и живых клетках // *Ученые записки физического факультета Московского Университета*, 2021. - Т. 2. - С. 2120501-1-2120501-7. (Импакт фактор РИНЦ: 0,125 /0.4 печ.л./вклад автора 0.15)

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

Диссертационный совет отмечает, что представленная диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.21. Медицинская физика (физико-математические науки) является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований был решен ряд важных задач медицинской физики. Диссертация посвящена разработке физических и физико-химических основ применения пористых кремниевых наночастиц, обладающих уникальными оптическими свойствами, и их применению в качестве сенситизаторов терапевтического ультразвука. Работа имеет четкую направленность в область медицинской физики, что позволяет считать её крайне актуальной для развития современной отечественной биомедицины.

Особое внимание в работе уделено применениям люминесценции и спектроскопии комбинационного рассеяния света для исследования взаимодействия пористых наноматериалов кремния с модельными биологическими жидкостями и живыми клетками. С применением метода фотолюминесцентной спектроскопии

автором установлено, что уменьшение размеров нанокристаллов кремния сопровождается сдвигом спектра фотолюминесценции в коротковолновую область, а также изменениям интенсивности сигнала, что удалось связать с пассивацией поверхностных дефектов. Установлена корреляция между низкочастотными сдвигами линий рассеяния и изменением размеров, и структурой наночастиц. Этот методологический подход в научной литературе остается недостаточно развитым и является важным инструментом для практической оценки растворимости и стабильности наночастиц, имеющей ключевое значение для их биомедицинского применения.

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. В процессе биорастворения нанокристаллов в составе наночастиц пористого кремния наблюдаются квантово-размерные эффекты, заключающиеся в синем сдвиге максимума фотолюминесценции и низкочастотном сдвиге линии колебаний фононов кристаллической решетки в спектрах комбинационного рассеяния света. Эти эффекты связаны с уменьшением размеров нанокристаллов вследствие растворения, что изменяет их электронные и колебательные состояния, приводя к изменению оптических свойств наночастиц.

2. Порог акустической кавитации для частоты 2.08 МГц значительно зависит от свойств поверхности наночастиц пористого кремния. В суспензиях гидрофобных наночастиц порог кавитации снижается до 270 кПа, что более чем в два раза ниже порога в чистой воде (590 кПа). Это объясняется тем, что газ в гидрофобных порах стабилен и функционирует как устойчивый зародыш кавитации, в то время как в гидрофильных порах газ вытесняется капиллярным давлением Лапласа. Для амфифильных наночастиц с частично гидрофобной поверхностью порог кавитации составляет 340 кПа, что также ниже по сравнению с гидрофильными наночастицами (430 кПа), но выше, чем для полностью гидрофобных наночастиц.

3. Понижение порога акустической кавитации в системах 1 – бактерии E.Coli в присутствии покрытых декстраном гидрофильных наночастиц пористого кремния и 2 – культуры клеток линии K562 и 3ТНН в присутствии амфифильных наночастиц пористого кремния позволяет достичь полного уничтожения клеток при интенсивностях ультразвука, которые сами по себе не оказывают значительного воздействия на жизнеспособность клеток.

На заседании 19 декабря 2024г. диссертационный совет принял решение присудить ученую степень кандидата физико-математических наук Цуриковой Ульяне Александровне.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 21 человек, из них 10 докторов наук по профилю рассматриваемой диссертации (1.3.21. Медицинская физика), участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета (дополнительно введены на разовую защиту 0 человек), проголосовали: за 21 против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель

диссертационного совета МГУ.011.9,
д.ф.-м.н., проф., акад. РАН

Панченко В. Я.

Ученый секретарь

диссертационного совета МГУ.011.9,
к.ф.-м.н.

Осминкина Л. А.

19 декабря 2024 г.