



«УТВЕРЖДАЮ»

врио ректора РХТУ им. Д. И. Менделеева,  
к.б.н., доц. Д.А. Сахаров

23 » июня 2023 г.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертация на тему: «Разработка полимерных нанокомпозитов, содержащих полупроводниковые квантовые точки» по научной специальности 2.6.6. Нанотехнологии и наноматериалы выполнена на кафедре наноматериалов и нанотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева.

В процессе подготовки диссертации Аль-Майяхи Хайдер Али Насер «26» июня 1984 года рождения, обучался в аспирантуре с «01» сентября 2017 года по «31» августа 2021, с «01» сентября 2021 года по настоящее время Аль-Майяхи Хайдер Али Насер прикреплен для подготовки диссертации на соискание ученой степени кандидата наук без освоения программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов (справка об обучении (сроках обучения) выдано РХТУ им. Д.И. Менделеева в 2023 году.

Научный руководитель – кандидат химических наук, доцент кафедры наноматериалов и нанотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева Мурадова Айтан Галандар кызы.

По результатам рассмотрения диссертации на тему: «Разработка полимерных нанокомпозитов, содержащих полупроводниковые квантовые точки» принято следующее заключение:

Актуальность темы диссертационной работы обусловлена необходимостью создания фотостабильных лазерно-активных сред на основе полимеров и квантовых точек. Одним из актуальных направлений в электронике является создание лазеров с перестраиваемой частотой излучения, имеющих широкое применение для решения научных и прикладных задач. Наиболее доступными источниками перестраиваемого по частоте света являются лазеры на красителях.

Однако данный тип лазеров имеет ряд недостатков, таких как наличие термооптических искажений, низкая фотохимическая устойчивость, препятствующая их длительному использованию в составе полимерных активных сред. В качестве альтернативы лазерным активным средам на основе красителей могут выступать твердотельные полимерные среды, активированные квантовыми точками, которые будут обладать высокой фотостабильностью, что может решить проблему деградации красителя и увеличить время эксплуатации лазерно-активной среды. Таким образом, получение полимерных нанокомпозитов, содержащих квантовые точки, является актуальной задачей, так как открывает новые возможности для создания лазерно-активных сред.

Научная новизна заключается в следующем:

- Предложен одностадийный метод получения КТ в глицерине со структурой ядро/оболочка/оболочка. Структуры состава CdSe/CdS/ZnS отличались улучшенными фотолюминесцентными свойствами по сравнению с КТ CdSe. Использование глицерина в качестве реакционной среды позволило минимизировать поверхностные дефекты.
- Разработана технология получения тонкопленочных нанокомпозитов на основе ПММА, содержащих КТ CdSe, CdSe/CdS, CdSe/ZnS, CdSe/CdS/ZnS. Исследовано влияние концентрации вводимых КТ на фотолюминесцентные свойства тонкопленочных нанокомпозитов. Подобраны оптимальные концентрации для каждого типа структур, позволяющие добиться максимальной интенсивности фотолюминесценции без ее тушения.

Практическая ценность работы состоит в следующем:

- Разработанный метод получения полупроводниковых КТ в различных реакционных средах имеет практические рекомендации для создания высокоэффективных лазерно-активных сред.
- Показана перспективность использования тонкопленочных нанокомпозитов на основе ПММА, содержащих КТ CdSe, CdSe/CdS, CdSe/ZnS, CdSe/CdS/ZnS. Полученный тонкопленочный нанокомпозит на основе ПММА, содержащий КТ CdSe/CdS/ZnS в концентрации 0,01 Моль/л, характеризуется

максимальной интенсивностью фотолюминесценции (более чем в 8 раз по сравнению с КТ CdSe) и может быть использован для создания оптических приборов.

Работа характеризуется логичностью построения, аргументированностью основных научных положений и выводов, а также четкостью изложения.

Основные положения диссертации получили полное отражение в 9 работах в научных журналах в сборниках трудов конференций, в том числе в 3 статьях в журналах, входящих в международные базы данных: Russian Physics Journal (Scopus), Nanobiotechnology Reports (Scopus), Известия высших учебных заведений. Физика (ВАК).

Результаты диссертации представлены на международных и всероссийских конференциях, в том числе на XV, XVI, XVII и XVIII Международных конгрессах молодых ученых по химии и химической технологии «МКХТ-2019», «МКХТ-2020», «МКХТ-2021», «МКХТ-2022» (Москва 2019-2022); XIX Ежегодной молодежной конференции с международным участием ИБХФ РАН-ВУЗЫ "БИОХИМИЧЕСКАЯ ФИЗИКА" России (Москва 2019); XI ежегодной конференции Нанотехнологического общества России (Москва 2020); XII Международной конференции по химии для молодых ученых «Менделеев 2021» (Санкт-Петербург, 2021).

Публикации по теме диссертации:

1. Stepanova U.A., Muradova A.G., **Al-Mayyahi H.**, Telminov E.N., Khakimov K.T., Solodova T.A., Samsonova L.G. Preparation of nanocomposites based on PMMA and CdSe, CdSe/CdS quantum dots // Russian Physics Journal. – 2022. – V. 64. – № 12. – P. 2357-2363.

2. Stepanova U.A., **Al-Mayyahia H.**, Khakimov K.T., Muradova A.G., Zaitsev V.B., Telminov E.N. Improving the Photoluminescence Properties of CdSe, CdSe/CdS Semiconductor Quantum Dots for Making Solid-State Laser Active Media // Nanobiotechnology Reports. – 2022. – V. 17. – № 3. – P. 356-365.

3. Степанова У.А., Мурадова А.Г., **Аль-Майяхи Х.**, Тельминов Е.Н., Хакимов К.Т., Солодова Т.А., Самсонова Л.Г., Гадиров Р.М. Разработка тонкопленочных нанокompозитов на основе ПММА и квантовых точек состава CdSe/CdS, CdSe/ZnS // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2023. – Т. 66. – № 2. – С. 97-105.

4. **Аль-Майяхи Х.**, Степанова У.А., Мурадова А.Г., Юртов Е.В., Зайцев В.Б. Получение эпоксиполимерного нанокompозита, содержащего квантовые точки CdSe // Успехи в химии и химической технологии: сб. науч. тр. – 2019. – Т. 33. – № 10. – С. 53-55.

5. Степанова У.А., **Аль-Майяхи Х.**, Мурадова А.Г., Курицын Д.О. Получение квантовых точек CdSe, CdSe/CdS и исследование их свойств // Биохимическая физика: Труды XIX Ежегодной молодежной конференции с международным участием ИБХФ РАН-ВУЗЫ "БИОХИМИЧЕСКАЯ ФИЗИКА", III симпозиума "Современное Материаловедение". – 2019. – С. 206-208.

6. **Аль-Майяхи Х.**, Степанова У.А., Мурадова А.Г., Юртов Е.В. Синтез и фотолюминесцентные свойства квантовых точек CdSe, CdSe@CdS в глицерине // Успехи в химии и химической технологии: сб. науч. тр. – 2020. – Т. 34. – № 8. – С. 66-67.

7. Степанова У.А., **Аль-Майяхи Х.**, Хакимов К. Т., Мурадова А.Г. Синтез квантовых точек со структурой ядро/оболочка CdSe/CdS одностадийным методом // Успехи в XI ежегодной конференции Нанотехнологического общества России: сб. науч. тр. – 2020. – С. 114-115.

8. Stepanova U.A., Gorbunov I.S., **Al-Mayyahi H.**, Muradova A.G. Development of laser-active media containing quantum dots // Book of Abstracts XII International Conference on Chemistry for Young Scientists «Mendeleev 2021». St. Petersburg University. – 2021. – С. 488

9. Gorbunov I.S., Stepanova U.A., **Al-Mayyahi H.**, Muradova A.G. Quantum dots for creating laser-active environment // Book of Abstracts XII International Conference on Chemistry for Young Scientists «Mendeleev 2021». St. Petersburg University. – 2021. – С. 390.

10. Степанова У.А., Ульященко А.А., **Аль-Майяхи Х.**, Мурадова А.Г. Получение перовскитных квантовых точек CsPbX<sub>3</sub> (X = Cl, Br, I) // Успехи в химии и химической технологии: сб. науч. тр. – 2021. – Т. 35. – № 9. – С. 50-52.

11. Хакимов К.Т., **Аль-Майяхи Х.**, Степанова У.А., Горбунов И. С., Мурадова А.Г., Тельминов Е.Н. Исследование влияния толщины оболочки на фотолюминесцентные свойства квантовых точек CdSe/CdS // Успехи в химии и химической технологии: сб. науч. тр. – 2021. – Т. 35. – № 9. – С. 56-58.

12. Хакимов К.Т., Степанова У.А., Кальчужный А.С., **Аль-Майяхи Х.А.**, Мурадова А.Г. Синтез квантовых точек CdSe@ZnS со структурой ядро@оболочка // Успехи в химии и химической технологии: сб. науч. тр. – 2022. – Т. 36. – № 9. – С. 150-152.

По тематике, методам исследования, предложенным новым научным положениям диссертация соответствует паспорту специальности научных работников 2.6.6. «Нанотехнологии и наноматериалы» в части пункта специальности:

3.1. Экспериментальные исследования процессов получения и технологии наноматериалов, формирования наноструктур на подложках, синтеза порошков наноразмерных простых и сложных оксидов, солей и других соединений, металлов и сплавов, в том числе редких и платиновых металлов.

3.2. Выявление влияния размерного фактора на функциональные свойства и качества наноматериалов.

3.7. Исследование структуры, свойств и наноструктурированных материалов.

Автореферат отражает основное содержание диссертации.

Диссертация Аль-Майяхи Хайдера Али Насера является завершённой научно-квалификационной работой, содержащей результаты, полученные на основании исследований, проведенных на высоком научном и техническом уровне с применением современных методов исследования. Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные автором, теоретически обоснованы и

не вызывают сомнений. Представленные в работе результаты принадлежат Аль-Майяхи Хайдеру Али Насеру; они оригинальны, достоверны и отличаются научной новизной и практической значимостью.

С учетом научной зрелости автора, актуальности, научной новизны и практической значимости работы, а также ее соответствия требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней в федеральном государственном бюджетном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», предъявляемым к подобным работам, диссертация на тему: «Разработка полимерных нанокомпозитов, содержащих полупроводниковые квантовые точки» рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 2.6.6. «Нанотехнологии и наноматериалы».

Диссертация рассмотрена на заседании наноматериалов и нанотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева состоявшемся от «15» июня 2023 г. протокол № 18. В обсуждении приняли участие: и.о. зав. каф., д.х.н., проф. Королёва М.Ю., доцент, д.х.н. Мурашова Н.М., доцент, к.х.н. Мурадова А.Г., проф., д.ф.-м.н. Филиппов М.Н., ст. преподаватель Шарапаев А.И., ассистент, зав. лаб. Мищенко Е.В., ассистент Широких А.Д., зав. лаб. Кулиева Л.Э., вед. инж. Степанова У.А. Принимало участие в голосовании 4 человек. Результаты голосования: «За» - 4 человек, «Против» - 0 человек, воздержались - 0 человек, протокол № 18 от «15» июня 2023 г.

Председатель заседания  
проф., д.х.н.



М.Ю. Королёва

Секретарь заседания  
ассистент



А.Д. Широких

# ПРОТОКОЛ

заседания кафедры наноматериалов и нанотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева  
от «15» июня 2023 г. № 18

Присутствовали: и.о. зав. каф., д.х.н., проф. Королёва М.Ю., доцент, д.х.н. Мурашова Н.М., доцент, к.х.н. Мурадова А.Г., проф., д.ф.-м.н. Филиппов М.Н., ст. преподаватель Шарапаев А.И., ассистент, зав. лаб. Мищенко Е.В., ассистент Широких А.Д., зав. лаб. Кулиева Л.Э., вед. инж. Степанова У.А., соискатель Аль-Майяхи Х.

Всего присутствовало: 10 человек.

## ПОВЕСТКА ДНЯ

Предварительное рассмотрение диссертационной работы Аль-Майяхи Хайдера Али Насер на тему: «Разработка полимерных нанокомпозитов, содержащих полупроводниковые квантовые точки».

Работа выполнена на кафедре наноматериалов и нанотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Тема диссертационной работы Аль-Майяхи Хайдера Али Насер и научный руководитель к.х.н., доцент Мурадова Айтан Галандар кызы утверждены на заседании Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева факультета Института материалов современной энергетики и нанотехнологий (протокол № 1 от 2.10.2019).

## СЛУШАЛИ:

Сообщение Аль-Майяхи Х., изложившего основное содержание своей диссертационной работы.

Аль-Майяхи Х. были заданы следующие вопросы:

Мурашова Н.М.: Какие положения выносятся на защиту? Это необходимо указать на слайдах презентации.

Королёва М.Ю. (замечание): Сделать подписи к рисункам более конкретными, убрать их нумерацию.

Мурашова Н.М. (замечание): Добавить промежуточные выводы на каждый слайд.

Королёва М.Ю.: Зачем исследовать спектры систем, где есть квантовые точки и краситель Нильский красный? Насколько существенно смещение пиков генерации? Какая погрешность определения положения максимума?

Королёва М.Ю.: Почему квантовые точки обозначены через «/»?

Мурашова Н.М. (замечание): Выводы сформулированы некорректно, не показаны закономерности влияния температуры, среды на свойства полученных квантовых точек. Продемонстрировать особенности метода синтеза квантовых точек, поскольку диссертация защищается по техническим наукам.

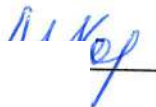
Мурашова Н.М. (замечание): Задачей кандидатской диссертации не может быть получение квантовых точек.

В обсуждении приняли участие: и.о. зав. каф., д.х.н., проф. Королёва М.Ю., доцент, д.х.н. Мурашова Н.М., доцент, к.х.н. Мурадова А.Г., ст. преподаватель Шарапаев А.И.

**ПОСТАНОВИЛИ:**

Заслушав и обсудив диссертационную работу Аль-Майяхи Хайдера Али Насер, принять следующее заключение.

Председатель заседания  
проф., д.х.н.



М.Ю. Королёва

Секретарь заседания  
ассистент



А.Д. Широких