

## Протокол № 12

заседания диссертационного совета Д 212.038.06

от 17.12.2020

Состав диссертационного совета утвержден в количестве 28 человек. Присутствовали на заседании 19 человек.

**Председательствующий:** д.ф.-м.н., профессор Терехов Владимир Андреевич

**Присутствовали:** д.ф.-м.н. Овчинников О.В. (01.04.05), д.ф.-м.н. Фролов М.В. (01.04.02), д.ф.-м.н. Терехов В.А. (01.04.07), к.ф.-м.н. Голощапов Д.Л. (01.04.07), д.ф.-м.н. Даринский Б.М. (01.04.07), д.ф.-м.н. Домашевская Э.П. (01.04.07), д.ф.-м.н. Дрождин С.Н. (01.04.07), д.ф.-м.н. Клиньских А.Ф. (01.04.02), д.ф.-м.н. Клюев В.Г. (01.04.05), д.ф.-м.н. Корнев А.С. (01.04.05), д.ф.-м.н. Меремьянин А.В. (01.04.02), д.ф.-м.н. Овсянников В. Д. (01.04.02), д.ф.-м.н. Переселков С.А. (01.04.02), д.ф.-м.н. Попруженко С.В. (01.04.02), д.ф.-м.н. Рябцев С.В. (01.04.07), д.ф.-м.н. Середин П.В. (01.04.05), д.ф.-м.н. Сидоркин А.С. (01.04.07), д.ф.-м.н. Турищев С.Ю. (01.04.07), д.ф.-м.н. Чернов В.Е. (01.04.05)

**Повестка дня:** Защита Звягина Андрея Ильича «Нелинейно-оптические свойства ассоциатов коллоидных квантовых точек сульфидов металлов и молекул красителей», представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.05 - «Оптика».

По рассматриваемой специальности присутствовали 5 докторов наук.

### **Официальные оппоненты:**

**Наумов Андрей Витальевич** доктор физико-математических наук, доцент, профессор РАН, ФГБУН «Институт спектроскопии Российской академии наук», Отдел спектроскопии конденсированных сред, заведующий;

**Минаков Дмитрий Анатольевич** кандидат физико-математических наук, доцент, ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия им. профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», кафедра физики и химии, доцент.

### **Ведущая организация:**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Физический институт им. П.Н. Лебедева Российской академии наук», г. Москва

### **Слушали:**

Защиту диссертационной работы Звягина Андрея Ильича «Нелинейно-оптические свойства ассоциатов коллоидных квантовых точек сульфидов металлов и молекул красителей», представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.05 - «Оптика».

Вопросы по защищаемой диссертации задали:

д.ф.-м.н. Корнев А.С., д.ф.-м.н. Домашевская Э.П., д.ф.-м.н. Овсянников В. Д., д.ф.-м.н. Даринский Б.М., д.ф.-м.н. Меремьянин А.В., д.ф.-м.н. Терехов В.А.

В дискуссии приняли участие:

д.ф.-м.н. Домашевская Э.П., д.ф.-м.н. Даринский Б.М., д.ф.-м.н. Терехов В.А.  
(стенограмма заседания прилагается)

### **Постановили:**

На основании протокола № 1 счетной комиссии считать, что диссертация Звягина Андрея Ильича отвечает всем требованиям, предъявляемым ВАК РФ к кандидатским

диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.05 - «Оптика».

**Результаты тайного голосования** по вопросу присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук Звягину Андрею Ильичу:

«за» - 18

«против» - нет,

недействительных бюллетеней – 1.

*(протокол счётной комиссии прилагается)*

Заместитель председателя  
Диссертационного совета

Учёный секретарь  
Диссертационного совета



В.А. Терехов

Д.Л. Голощапов

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.038.06,  
созданного на базе Федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего образования «Воронежский  
государственный университет» Минобрнауки России по диссертации на  
соискание ученой степени кандидата наук

Аттестационное дело № \_\_\_\_\_

Решение диссертационного совета от 17.12.2020 № 12

О присуждении Звягину Андрею Ильичу, гражданину Российской  
Федерации ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Нелинейно-оптические свойства ассоциатов коллоидных  
квантовых точек сульфидов металлов и молекул красителей» по специальности  
01.04.05 – «Оптика» принята к защите 15 октября 2020 года (протокол  
заседания №8) диссертационным советом Д 212.038.06, созданным на базе  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования «Воронежский государственный университет»,  
Минобрнауки России, 394018, г. Воронеж, Университетская пл. 1, приказ  
Минобрнауки России №105/нк от 11.04.2012.

Соискатель, Звягин Андрей Ильич, 1992 года рождения работает  
ассистентом на кафедре оптики и спектроскопии физического факультета  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования «Воронежский государственный университет»,  
Минобрнауки России.

В 2014 г. окончил бакалавриат федерального государственного  
бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального  
образования «Воронежский государственный университет».

В 2016 г. окончил магистратуру федерального государственного  
бюджетного образовательного учреждения высшего образования  
«Воронежский государственный университет».

В 2020 г. окончил очную аспирантуру федерального государственного  
бюджетного образовательного учреждения высшего образования  
«Воронежский государственный университет» по направлению подготовки  
03.06.01 «Физика и астрономия».

Диссертация выполнена на кафедре оптики и спектроскопии физического  
факультета федерального государственного бюджетного образовательного  
учреждения высшего образования «Воронежский государственный  
университет», Минобрнауки России.

Научный руководитель: доктор физико-математических наук, профессор  
Овчинников Олег Владимирович, федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования «Воронежский

государственный университет», физический факультет, кафедра оптики и спектроскопии, заведующий.

Официальные оппоненты:

1. Наумов Андрей Витальевич, доктор физико-математических наук, доцент, профессор РАН, ФГБУН «Институт спектроскопии Российской академии наук», Отдел спектроскопии конденсированных сред, заведующий.
2. Минаков Дмитрий Анатольевич, кандидат физико-математических наук, доцент, ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия им. профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», кафедра физики и химии, доцент.

дали положительные отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация** федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Физический институт им. П.Н. Лебедева Российской академии наук (ФИАН)», г. Москва, в своем положительном заключении, подписанном Чернегой Николаем Владимировичем, доктором физико-математических наук, доцентом, ведущим научным сотрудником оптического отдела им. Г.С. Ландсберга, заведующим лабораторией «Когерентной оптики», и Лебедевым Владимиром Сергеевичем, доктором физико-математических наук, профессором, руководителем отделения оптики, указала, что диссертация является научно-квалификационной работой на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, в которой на основании выполненных автором исследований получены новые научные результаты, объясняющие закономерности формирования нелинейно-оптических свойств в гибридных наноструктурах, что представляет несомненный интерес для ряда практических приложений в нанофотонике, лазерной технике, оптоэлектронике. По актуальности выполненных исследований, новизне, научной и практической значимости полученных результатов диссертационная работа удовлетворяет требованиям пункта 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», постановления Правительства РФ № 842 от 24.09.13, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, а её автор Звягин Андрей Ильич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.05 – «Оптика».

Соискатель имеет 13 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 13 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 6 работ. Все работы посвящены исследованию нелинейно-оптических свойств органических красителей, квантовых точек сульфидов металлов и гибридных ассоциатов на их основе. Авторский вклад составляет 85 %. Общий объем научных изданий составляет 6,52 п.л. Наиболее значимые работы:

1. Люминесцентные и нелинейно-оптические свойства гибридных ассоциатов квантовых точек  $\text{Ag}_2\text{S}$  с молекулами тиазиновых красителей / Т.С. Кондратенко, И.Г. Гревцева, А.И. Звягин, [и др.] // Оптика и спектроскопия. – 2018. – Т. 124, №5. – Р. 673-680.

2. Nonlinear optical properties of hybrid associates of  $\text{Ag}_2\text{S}$  quantum dots with erythrosine molecules / T.S. Kondratenko, M.S. Smirnov, O.V. Ovchinnikov, A.I. Zvyagin, [et. al.] // Optik. – 2020. – V. 200. – P. 193391(7).

3. Enhancement of nonlinear optical response of methylene blue and azure a during association with colloidal  $\text{CdS}$  quantum dots / A.I. Zvyagin, M.S. Smirnov, O.V. Ovchinnikov // Optik. – 2020. – V. 218. – P. 165122(6).

На диссертацию и автореферат поступило 2 отзыва:

1. Слюсарева Евгения Алексеевна, доктор физико-математических наук, доцент федерального государственного автономного учреждения высшего образования «Сибирский федеральный университет», Институт инженерной физики и радиоэлектроники, базовая кафедра фотоники и лазерных технологий, профессор.

2. Колдунов Леонид Модестович, кандидат физико-математических наук, федеральное государственное автономное образовательное учреждения высшего образования «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)», кафедра общей физики МФТИ, доцент.

Все отзывы положительные. В них отмечена актуальность, научная новизна и практическая значимость работы. Сделанные замечания носят частный, рекомендательный или уточняющий характер.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетенцией по специальности 01.04.05 - «Оптика», способностью определить научную и практическую ценность диссертации, а также наличием публикаций по теме диссертации в рецензируемых научных журналах.

**Диссертационный совет** отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

**разработаны** основы управления нелинейно-оптическим откликом в гибридных ассоциатах коллоидных квантовых точек  $\text{Ag}_2\text{S}$ ,  $\text{CdS}$  и  $\text{Cd}_{0,5}\text{Zn}_{0,5}\text{S}$  с молекулами органических красителей;

**рассмотрены** закономерности возникновения нелинейной рефракции и нелинейного поглощения наносекундных импульсов второй гармоники  $\text{YAG:Nd}^{3+}$  лазера в коллоидных квантовых точках сульфида серебра;

**изучены** особенности формирования обратного насыщения поглощения растворами молекул красителя метиленового голубого и просветления растворов эритрозина и тионина в поле наносекундных лазерных импульсов;

**исследована** роль тепловой рефракции в формировании нелинейно-оптического отклика квантовых точек сульфида серебра;

**установлены** новые нелинейно-оптические свойства гибридных ассоциатов на основе квантовых точек  $\text{Ag}_2\text{S}$ ,  $\text{CdS}$  и  $\text{Cd}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}\text{S}$  и ряда молекул красителей тиазинового и ксантенового класса, не свойственные отдельным компонентам, в том числе:

- фокусировка лазерного излучения в ассоциатах квантовых точек  $\text{Ag}_2\text{S}$  диспергированных в желатине и молекул метиленового голубого, возникающая вследствие нелинейной рефракции в квантовых точках, вызванная эффектом заполнения состояний при фотопереносе заряда между компонентами ассоциатов.

- усиление дефокусировки лазерного излучения в ассоциатах квантовых точек  $\text{Ag}_2\text{S}$  диспергированных в желатине и молекул тионина, за счет изменения заполнения в квантовых точках при резонансном переносе энергии возбуждения от молекул красителя;

- увеличение коэффициента нелинейной рефракции в ассоциатах квантовых точек  $\text{Ag}_2\text{S}$  диспергированных в желатине и молекул Эритрозина, обусловленное взаимодействием компонентов ассоциатов и фотопереносом носителей заряда;

- фотообесцвечивание красителя азура а при гибридной ассоциации с коллоидными квантовыми точками  $\text{CdS}$  и  $\text{Cd}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}\text{S}$ , пассивированных тиогликолевой кислотой, вызванное фотопереносом носителей заряда между компонентами ассоциата в поле лазерного излучения.

**Теоретическая значимость** исследования обоснована тем, что:

**раскрыты** новые закономерности, объясняющие зависимости нелинейно-оптических свойств коллоидных квантовых точек  $\text{Ag}_2\text{S}$  от состояний их интерфейсов;

**показано**, что безызлучательный резонансный перенос энергии электронных возбуждений и фото-инжекция носителей заряда увеличивают эффективность возникновения нелинейного рефракционного отклика;

**установлено**, что нелинейная рефракция в поле наносекундных лазерных импульсов в образцах коллоидных квантовых точек  $\text{Ag}_2\text{S}$  связана с эффектом "band filling", наблюдаемым при фотовозбуждении носителей заряда и заполнении/фотоионизации локализованных состояний, включая уровни центров рекомбинационной люминесценции.

**Значение полученных соискателем результатов** исследования для практики состоит в том, что:

**показана** возможность создания низкопороговых ограничителей оптической мощности наносекундных импульсов на основе гибридных ассоциатов

коллоидных квантовых точек сульфидов металлов и органических красителей тиазинового и ксантенового класса;

**разработаны** новые органо-неорганические наноматериалы, обеспечивающие уровень нелинейной рефракции, достаточный для создания новых устройств адаптивной оптики, в том числе систем коррекции волнового фронта;

**определены** условия управления нелинейно-оптическим откликом за счет гибридной ассоциации квантовых точек сульфидов металлов и органических красителей, открывающие возможности для разработки систем пассивной защиты глаз человека и фоточувствительных устройств от лазерного излучения.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

достоверность результатов диссертационной работы обеспечена использованием современных методов и экспериментального оборудования для исследования нелинейно-оптических, абсорбционных, люминесцентных и структурных свойств гибридных ассоциатов квантовых точек сульфидов металлов и молекул органических красителей, а также их компонентов в отдельности. Надежность и обоснованность научных положений, выносимых на защиту, подтверждены независимыми экспертными оценками рецензентов научных журналов, в которых опубликованы статьи, содержащие основные результаты работы. Апробация диссертационной работы выполнена на международных и всероссийской научных конференциях.

**Личный вклад соискателя** состоит в непосредственном участии в получении экспериментальных данных, а также в их обработке и интерпретации, личном участии соискателя в апробации результатов исследования и подготовке публикаций по выполненной работе.

Диссертация, представленная на соискание ученой степени кандидата наук, является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи, состоящей в установлении закономерностей формирования нелинейно-оптического отклика в гибридных ассоциатах коллоидных квантовых точек сульфидов серебра, цинка и кадмия с молекулами органических красителей тиазинового и ксантенового ряда под действием 10 нс импульсов второй гармоники (532 нм) YAG:Nd<sup>3+</sup> лазера, что позволяет расширить возможности использования гибридных наноструктур в управлении оптическим излучением, а также демонстрирует новые возможности применения гибридных структур в нанофотонике и интегральной оптике.

В диссертации Звягина Андрея Ильича соблюдены критерии, установленные Положением о присуждении ученых степеней, которым должна отвечать диссертация на соискание ученой степени кандидата наук.

В диссертации Звягина Андрея Ильича отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

На заседании 17 декабря 2020 г. диссертационный совет принял решение присудить Звягину А.И. ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 5 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 28 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 18, против – нет, недействительных бюллетеней – 1.

Заместитель председателя  
диссертационного совета

Владимир Андреевич Терехов

Ученый секретарь  
диссертационного совета

Дмитрий Леонидович Голощапов

17 декабря 2020 г.

