

**РЕШЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА УрФУ 1.3.02.06  
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ  
КАНДИДАТА НАУК**

от 24 марта 2023 г. № 7

о присуждении Савченко Сергею Станиславовичу, гражданство Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Спектрально-температурные закономерности оптического поглощения и люминесценции квантовых точек InP/ZnS» по специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния принята к защите диссертационным советом УрФУ 1.3.02.06 «15» февраля 2023 г., протокол № 5.

Соискатель, Савченко Сергей Станиславович, 1993 года рождения, в 2016 г. окончил ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника;

в 2020 г. окончил очную аспирантуру ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия (Физика конденсированного состояния);

работает в должности старшего преподавателя кафедры физических методов и приборов контроля качества ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина».

Диссертация выполнена на кафедре физических методов и приборов контроля качества Физико-технологического института и в Научно-образовательном центре «Наноматериалы и нанотехнологии» ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Минобрнауки России.

**Научный руководитель** – доктор физико-математических наук, профессор, **Вайнштейн Илья Александрович**, ФГАОУ ВО «Уральский



федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Физико-технологический институт, кафедра физических методов и приборов контроля качества, профессор.

**Официальные оппоненты:**

**Слюсарева Евгения Алексеевна** – доктор физико-математических наук, доцент, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский федеральный университет», г. Красноярск, базовая кафедра фотоники и лазерных технологий, профессор;

**Пустоваров Владимир Алексеевич** – доктор физико-математических наук, профессор, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, кафедра экспериментальной физики, профессор;

**Амброзович Сергей Александрович** – кандидат физико-математических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Физический институт имени П. Н. Лебедева Российской академии наук, г. Москва, отдел люминесценции им. С.И. Вавилова, высококвалифицированный старший научный сотрудник

дали положительные отзывы на диссертацию.

Соискатель имеет 46 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 34 работы, из них 9 статей, в рецензируемых научных журналах, определенных ВАК РФ и Аттестационным советом УрФУ и входящих в международные базы цитирования Web of Science и Scopus; 2 свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ; глава в монографии. Общий объем опубликованных работ по теме диссертации – 9,16 п.л., авторский вклад – 3,21 п.л.

Основные публикации по теме диссертации

*статьи, опубликованные в рецензируемых научных журналах, определенных ВАК РФ и Аттестационным советом УрФУ:*

1. **Savchenko S. S.** Activation energy distribution in thermal quenching of exciton and defect-related photoluminescence of InP/ZnS quantum dots / S. S.



**Savchenko, A. S. Vokhmintsev, I. A. Weinstein** // Journal of Luminescence. – 2022. – V. 242. – P. 118550; 1,36 п.л./0,45 п.л. (Web of Science, Scopus).

2. **Savchenko S. S.** Non-radiative relaxation processes in luminescence of InP/ZnS quantum dots / **S. S. Savchenko, A. S. Vokhmintsev, I. A. Weinstein** // Journal of Physics: Conference Series. – 2020. – V. 1537. – № 1. – P. 012015; 0,29 п.л./0,10 п.л. (Scopus).

3. **Savchenko S. S.** Inhomogeneous broadening of the exciton band in optical absorption spectra of InP/ZnS nanocrystals / **S. S. Savchenko, I. A. Weinstein** // Nanomaterials. – 2019. – V. 9. – № 5. – P. 716; 1,07 п.л./0,54 п.л. (Web of Science, Scopus).

4. **Savchenko S. S.** Photoluminescence thermal quenching of yellow-emitting InP/ZnS quantum dots / **S. S. Savchenko, A. S. Vokhmintsev, I. A. Weinstein** // AIP Conference Proceedings. – 2018. – V. 2015. – P. 020085; 0,46 п.л./0,15 п.л. (Web of Science, Scopus).

5. **Savchenko S. S.** Effect of temperature on the spectral properties of InP/ZnS nanocrystals / **S. S. Savchenko, A. S. Vokhmintsev, I. A. Weinstein** // Journal of Physics: Conference Series. – 2018. – V. 961. – № 1. – P. 012003; 0,39 п.л./0,13 п.л. (Web of Science, Scopus).

6. **Savchenko S. S.** Temperature-induced shift of the exciton absorption band in InP/ZnS quantum dots / **S. S. Savchenko, A. S. Vokhmintsev, I. A. Weinstein** // Optical Materials Express. – 2017. – V. 7. – № 2. – P. 354–359; 0,58 п.л./0,19 п.л. (Web of Science, Scopus).

7. **Савченко С. С.** Температурное поведение спектров оптического поглощения квантовых точек InP/ZnS / **С. С. Савченко, А. С. Вохминцев, И. А. Вайнштейн** // Письма в ЖТФ. – 2017. – Т. 43. – № 6. – С. 39–47; 0,37 п.л./0,12 п.л. [**Savchenko S. S.** Temperature dependence of the optical absorption spectra of InP/ZnS quantum dots / **S. S. Savchenko, A. S. Vokhmintsev, I. A. Weinstein** // Technical Physics Letters. – 2017. – V. 43. – № 3. – P. 297–300 (Web of Science, Scopus)].

8. **Savchenko S. S.** Optical properties of InP/ZnS quantum dots deposited into nanoporous anodic alumina / **S. S. Savchenko, A. S. Vokhmintsev, I. A.**



Weinstein // Journal of Physics: Conference Series. – 2016. – V. 741. – № 1. – P. 012151; 0,36 п.л./0,12 п.л. (Web of Science, Scopus).

9. **Savchenko S. S.** Luminescence parameters of InP/ZnS@AAO nanostructures / **S. S. Savchenko**, A. S. Vokhmintsev, I. A. Weinstein // AIP Conference Proceedings. – 2016. – V. 1717. – P. 040028; 0,24 п.л./0,08 п.л (Web of Science, Scopus).

*свидетельства о государственной регистрации программ для электронных вычислительных машин:*

10. **Савченко С. С.** Программа анализа процессов температурного тушения люминесценции в твердых телах с учетом распределения энергии активации «PL-QD» : свид. № 2022665197 Рос. Федерация / **С. С. Савченко**, А. С. Вохминцев, И. А. Вайнштейн; правообладатель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина". – № 2022664747 ; заявл. 10.08.2022 ; опубли. 11.08.2022.

11. Виртуальный прибор для управления температурным режимом работы гелиевого криостата «VI CrioCon» : свид. № 2020611053 Рос. Федерация / А. С. Вохминцев, **С. С. Савченко**, Г. Б. Михалевский, И. А. Вайнштейн; правообладатель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина". – № 2019667707 ; заявл. 30.12.2019 ; опубли. 23.01.2020.

*глава в монографии:*

12. **Savchenko S. S.** Exciton-phonon interactions and temperature behavior of optical spectra in core/shell InP/ZnS quantum dots / **S. S. Savchenko**, A. S. Vokhmintsev, I. A. Weinstein // Core/shell quantum dots: synthesis, properties and devices, Lecture notes in nanoscale science and technology, vol. 28 / ed. X. Tong, Z. M. Wang. – Cham : Springer, 2020. – P. 165–196. – 1,97 п.л./0,66 п.л.



На автореферат поступили отзывы от:

1. **Витухновского Алексея Григорьевича**, доктора физико-математических наук, профессора, высококвалифицированного главного научного сотрудника Отдела люминесценции им. С.И. Вавилова Федерального государственного бюджетного учреждения науки Физический институт им. П.Н. Лебедева Российской академии наук, г. Москва. Без замечаний.

2. **Светличного Валерия Анатольевича**, кандидата физико-математических наук, доцента, заведующего лабораторией новых материалов и перспективных технологий Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет», г. Томск. Содержит замечания: при представлении спектральных данных автор использует, преимущественно параметр – энергию фотонов, однако на рисунке 3 результаты приведены в шкале длин волн; на рисунке 2 самые длинноволновые полосы, вероятно, относятся к фотолюминесценции, но это не отражено в тексте и подписи к рисунку; в автореферате не указано, при какой температуре был определен квантовый выход люминесценции исследованных квантовых точек.

3. **Смирнова Михаила Сергеевича**, доктора физико-математических наук, доцента кафедры оптики и спектроскопии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный университет», г. Воронеж. Содержит замечания: допущена некоторая путаница в данных о размерах образцов – на стр. 10 и 11 автореферата для образцов КТ-1 и КТ-3 указаны разные размеры; неясно, что понимает автор под однородным уширением в 73 мэВ (стр. 15 автореферата).

Выбор официальных оппонентов обосновывается их широкой известностью своими достижениями и высокой научной компетентностью в области физики конденсированного состояния, близостью тематики проводимых ими исследований и темы диссертационной работы.



Диссертационный совет отмечает, что представленная диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук соответствует п. 9 Положения о присуждении ученых степеней в УрФУ и является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи, связанной с анализом спектральных особенностей и установлением температурных закономерностей процессов поглощения и эмиссии оптического излучения с участием экситонных и дефектных энергетических состояний в квантовых точках ядро/оболочка InP/ZnS и в наноструктурах на их основе, и имеющей значение для развития физики конденсированного состояния в области изучения низкоразмерных объектов.

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:

- на основе анализа спектров оптического поглощения квантовых точек ядро/оболочка InP/ZnS в широком диапазоне температур 6,5–296 К установлено, что наблюдаемое смещение положения первой экситонной полосы преимущественно обусловлено взаимодействием с эффективными модами продольных акустических колебаний, впервые определены температурные коэффициенты ширины энергетической щели;

- показано, что отсутствие температурной зависимости полуширины экситонного поглощения в исследуемых ансамблях КТ обусловлено процессами неоднородного уширения за счет преобладающего вклада структурного беспорядка статического типа;

- для описания механизмов температурного тушения фотолюминесценции нанокристаллов InP/ZnS в диапазоне от 6,5 до 296 К предложены зонные схемы с участием экситонных и дефектных состояний, учитывающие распределение по энергии соответствующих активационных барьеров, выполнены оценки параметров указанных распределений;

- синтезированы композиционные структуры с использованием нанопористых матриц оксида алюминия с квантовыми точками InP/ZnS.



Показано, что на их основе могут быть созданы перспективные источники белого излучения с настраиваемой в широком диапазоне коррелированной цветовой температурой.

Полученные результаты о спектрально-температурных закономерностях оптического поглощения и люминесценции квантовых точек InP/ZnS, а также предложенные модели для механизмов возбуждения и релаксации в широком температурном диапазоне представляют интерес для разработки высокоэффективных нетоксичных люминофоров с возможностями спектральной перестройки в видимой и ближней ИК областях, являются актуальными при решении практических задач микро- и наноэлектроники, фотоники и биомедицинских приложений.

На заседании 24 марта 2023 г. диссертационный совет УрФУ 1.3.02.06 принял решение присудить Савченко С.С. ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет УрФУ 1.3.02.06 в количестве 20 человек, из них 5 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 25 человек, входящих в состав совета, проголосовали за – 20, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель  
диссертационного совета  
УрФУ 1.3.02.06

1.02.25

Огородников Игорь Николаевич

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
УрФУ 1.3.02.06  
24 марта 2023 г.



Ищенко Алексей Владимирович