

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 002.023.03 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
НАУКИ ФИЗИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА ИМ. П.Н. ЛЕБЕДЕВА
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ
УЧЁНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 25 декабря 2017 года № 50

О присуждении Селюкову Александру Сергеевичу, гражданину Российской Федерации, учёной степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация “Оптические свойства коллоидных полупроводниковых нанокристаллов CdSe планарной геометрии” по специальности 01.04.05 – оптика принята к защите 13 октября 2017 года, протокол № 45, диссертационным советом Д 002.023.03, созданным 11 апреля 2012 года приказом № 105/нк на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Физического института им. П.Н. Лебедева Российской академии наук (ФИАН), 119991, ГСП-1, Москва, Ленинский проспект, д. 53.

Соискатель Селюков Александр Сергеевич, 1989 года рождения, в 2012 году окончил Факультет проблем физики и энергетики Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)». С 03 октября 2012 года Селюков А.С. зачислен в очную аспирантуру ФИАН, которую окончил 03 октября 2016 года. С марта 2010 года работает в Отделе люминесценции Отделения оптики ФИАН, в настоящее время в должности младшего научного сотрудника.

Диссертационная работа выполнена в Отделе люминесценции Отделения оптики Федерального государственного бюджетного учреждения науки Физического института им. П.Н. Лебедева Российской академии наук.

Научный руководитель – кандидат физико-математических наук, Ващенко Андрей Александрович, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Физический институт им. П.Н. Лебедева Российской академии наук, Отделение оптики, Отдел люминесценции, старший научный сотрудник.

Научный консультант – доктор физико-математических наук, профессор Витухновский Алексей Григорьевич, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Физический институт им. П.Н. Лебедева Российской академии наук, Отделение оптики, Отдел люминесценции, главный научный сотрудник, заведующий отделом.

Официальные оппоненты:

1. Кокин Сергей Михайлович, доктор физико-математических наук, профессор кафедры «Физика» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет транспорта (МИИТ)»;

2. Овчинников Олег Владимирович, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой оптики и спектроскопии физического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный университет»

дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт электрофизики Уральского отделения Российской академии наук (ИЭФ УрО РАН), город Екатеринбург, в своем положительном заключении, подписанном доктором физико-математических наук, профессором Соломоновым Владимиром Ивановичем, ведущим научным сотрудником лаборатории квантовой электроники ИЭФ УрО РАН и утвержденном директором ИЭФ УрО РАН доктором физико-математических наук Чайковским Станиславом Анатольевичем, указала, что соискатель

заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук.

Соискатель имеет 27 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 18, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 5 работ. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем А.С. Селюковым работах.

Наиболее значимые результаты по теме диссертации опубликованы в работах:

1. Ващенко А.А., Витухновский А.Г., Лебедев В.С., Селюков А.С., Васильев Р.Б., и Соколова М.С. Органический светоизлучающий диод на основе плоского слоя полупроводниковых нанопластинок CdSe в качестве эмиттера // Письма в ЖЭТФ. — 2014. — Т. 100, № 2. — С. 94–98.
2. Васильев Р.Б., Соколова М.С., Витухновский А.Г., Амброзевич С.А., Селюков А.С., и Лебедев В.С. Оптика свёрнутых в виде свитков коллоидных квантоворазмерных наноструктур CdSe // Квантовая Электроника. — 2015. — Т. 45, № 9. — С. 853–857.
3. Селюков А.С., Витухновский А.Г., Лебедев В.С., Ващенко А.А., Васильев Р.Б., и Соколова М.С. Электролюминесценция коллоидных квазидвумерных полупроводниковых наноструктур CdSe в гибридном светоизлучающем диоде // Журнал Экспериментальной и Теоретической Физики. — 2015. — Т. 147, № 4. — С. 687–701.
4. Vitukhnovsky A.G., Lebedev V.S., Selyukov A.S., Vashchenko A.A., Vasiliev R.B., and Sokolikova M.S. Electroluminescence from colloidal semiconductor CdSe nanoplatelets in hybrid organic–inorganic light emitting diode // Chemical Physics Letters. — 2015. — Vol. 619. — Pp. 185–188.
5. Селюков А.С., Исаев А.А., Витухновский А.Г., Литвак В.Л., Кацаба А.В., Коршунов В.М., и Васильев Р.Б. Нелинейно-оптический отклик нанокристаллов CdSe планарной и сферической геометрии // Физика и Техника Полупроводников. — 2016. — Т. 50, № 7. — С. 947–950.

На автореферат диссертации поступили отзывы от доктора физико-математических наук Алексеева Александра Сергеевича, заведующего лабораторией тонкопленочных структур отдела экологических и медицинских проблем Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук и доктора технических наук, профессора Быкова Виктора Александровича, почетного президента группы компаний НТ-МДТ Спектрум Инструментс.

В отзыве на автореферат доктора физико-математических наук Алексеева А.С. отмечено, что в работе был впервые создан светодиод на основе планарных нанокристаллов CdSe, а также изучены и интерпретированы его оптические и электрофизические свойства. В отзыве на автореферат доктора технических наук Быкова В.А. отмечается принципиальная важность сформулированных в диссертации рекомендаций по использованию нанопластин в светодиодах и оптимизации таких устройств. В отзыве отмечено, что в диссертации могла быть рассмотрена электролюминесценция нанопластин CdSe всех возможных толщин, что позволило бы более полно судить о перспективах их использования. В отзывах Алексеева А.С. и Быкова В.А. указывается, что соискатель Селюков А.С. заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.05 – оптика.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается наличием у них признанных достижений в области оптики.

Диссертационный совет отмечает следующие результаты, на основании выполненных соискателем исследований.

Для нового класса коллоидных полупроводниковых наночастиц – 2D нанокристаллов CdSe – изучены спектральные и кинетические свойства. Показано, что положение линий межзонной фотолюминесценции дискретно ($\lambda = 461, 508, 558$ нм) зависит от толщины нанокристаллов (3, 4, 5 монослоёв CdSe), ширины линий при этом составляют $\Delta\lambda_{FWHM} \sim 10$ нм. Показано, что

возможный цветовой охват при использовании таких эмиттеров существенно шире, чем цветовое пространство sRGB. Особенности спектров поглощения 2D нанокристаллов также зависят от их толщины, при этом наблюдаются пары пиков, с максимумами 2.87 и 2.71 эВ, 2.61 и 2.46 эВ, 2.41 и 2.25 эВ, что соответствует толщинам пластин 3, 4, 5 монослоёв CdSe. При изучении затухания межзонной фотолюминесценции для нанопластин получены наименьшие среди всех коллоидных нанокристаллов различных форм и строения времена релаксации возбужденного состояния $\tau < 2$ нс.

Установлено, что при сворачивании нанопластин CdSe в свитки происходит красный сдвиг максимума их фотолюминесценции $\Delta E \approx 33$ мэВ (~ 6 нм), что объяснено возникновением внутренних полей при скручивании.

Обнаружено, что раствор планарных нанокристаллов CdSe проявляет фотоиндуцированный нелинейно-оптический отклик $\Delta n_{NPLs} = -1.2 \cdot 10^{-2}$, с временами накопления $\tau_{st} \sim 300$ мс, сопоставимый с откликом раствора сферических нанокристаллов. Сделан вывод о нетепловой природе эффекта.

Изготовлен гибридный светоизлучающий диод со структурой ITO/PEDOT:PSS/TPD/2D нанокристаллы CdSe/TAZ/Al и установлено, что центрами электролюминесценции в нём являются 2D нанокристаллы CdSe. Показано, что существенное влияние на их электролюминесценцию оказывает выбор транспортных слоёв. Обнаружено, что электролюминесценция 2D нанокристаллов CdSe сдвинута в красную область относительно их фотолюминесценции на величину $\Delta E_{EL} \sim 30$ мэВ (~ 7 нм) вследствие эффекта Штарка.

Результаты диссертации получены А.С. Селюковым лично или при его непосредственном участии.

Практическая значимость работы заключается в возможности использования изученных нанокристаллов в качестве эмиттеров в светоизлучающих диодах для дисплеев с расширенным цветовым охватом, а также в качестве элементной базы для нелинейно-оптических затворов, переключателей и нанофотонных интегральных схем.

Достоверность результатов, представленных в работе А.С. Селюкова, обеспечивается использованием современной измерительной аппаратуры, применением хорошо отработанных экспериментальных и технологических подходов, эффективных методов обработки и анализа данных, а также апробацией на российских и международных конференциях.

Научная новизна полученных результатов обусловлена тем, что для нанопластин CdSe впервые обнаружен и объяснен красный сдвиг фотолюминесценции при их сворачивании, обнаружена фотоиндуцированная оптическая нелинейность их коллоидного раствора, изучена их электролюминесценция, произведена оценка хроматических координат.

В диссертационной работе решена задача исследования оптических свойств нового класса коллоидных полупроводниковых наночастиц (2D нанокристаллов CdSe), а также разработки и оптимизации светоизлучающих устройств на их основе, что имеет важное значение для развития оптики.

На заседании 25 декабря 2017 года диссертационный совет принял решение присудить Селюкову Александру Сергеевичу учёную степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 21 человека, из них 9 докторов наук по специальности 01.04.05 (оптика), участвовавшие в заседании из 26 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 20, против 1, недействительных бюллетеней 0.

Председатель диссертационного совета,
академик, д.ф.-м.н.

Крохин Олег Николаевич

Учёный секретарь
диссертационного совета,
д.ф.-м.н.

Золотко Александр Степанович

25 декабря 2017 г.