

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.262.01 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
НАУКИ ФИЗИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА ИМ. П.Н. ЛЕБЕДЕВА РОССИЙСКОЙ
АКАДЕМИИ НАУК ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ
СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело №_____
решение диссертационного совета от 21 июня 2021 г. № 2

О присуждении Кацабе Алексею Викторовичу, гражданину Российской Федерации, учёной степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Поверхностные состояния и оптические свойства коллоидных нанокристаллов халькогенидов кадмия» по специальности 01.04.05 – Оптика принята к защите 16 апреля 2021 года, протокол № 93 диссертационного совета Д 002.023.03, созданного 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 Кацаба Алексей Викторович, 1989 года рождения, в 2013 году окончил Факультет общей и прикладной физики Московского физико-технического института (МФТИ), защитив магистерскую дипломную работу. С 29 августа 2013 года обучался в аспирантуре ФИАН по направлению 01.04.05 «Оптика» и закончил её 28 августа 2017 года. Справка об обучении и сдаче кандидатских экзаменов выдана ФИАН в 2021 году. С апреля 2011 года по настоящее время А.В. Кацаба работает в Отделе люминесценции им. С.И. Вавилова Отделения оптики ФИАН. В настоящее время по результатам конкурса занимает должность высококвалифицированного научного сотрудника.

Диссертационная работа А.В. Кацабы выполнена в Отделе люминесценции им. С.И. Вавилова Отделения оптики ФИАН.

Научный руководитель: доктор физико-математических наук, профессор Витухновский Алексей Григорьевич, высококвалифицированный главный

научный сотрудник Отдела люминесценции им. С.И. Вавилова Отделения оптики ФИАН.

Научный консультант: кандидат физико-математических наук Амброзевич Сергей Александрович, высококвалифицированный старший научный сотрудник Отдела люминесценции им. С.И. Вавилова Отделения оптики ФИАН.

Официальные оппоненты:

1. Вайнштейн Илья Александрович, доктор физико-математических наук, профессор РАН, главный научный сотрудник Научно-образовательного центра «Наноматериалы и нанотехнологии» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»;
2. Трофимов Алексей Владиславович, доктор химических наук, заместитель директора по науке, заведующий лабораторией фото- и хемилюминесцентных процессов Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института биохимической физики им. Н.М. Эмануэля Российской академии наук (ИБХФ РАН).

дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация — Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем химической физики Российской академии наук (ИПХФ РАН), город Черноголовка Московской области, в своем положительном заключении, подписанном доктором химических наук Бричкиным Сергеем Борисовичем, главным научным сотрудником Лаборатории фотоники наноразмерных структур ИПХФ РАН, и членом-корреспондентом РАН, доктором физико-математических наук Разумовым Владимиром Фёдоровичем, главным научным сотрудником ИПХФ РАН, и утвержденном доктором физико-математических наук Ломоносовым Игорем Владимировичем, и.о. директора ИПХФ РАН, указала, что соискатель заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук.

Соискатель имеет 37 опубликованных работ, в том числе по теме

диссертации 19 работ, из них 6 работ опубликованы в рецензируемых научных изданиях, индексируемых в базе данных Web of Science, 1 работа опубликована в журнале из списка, рекомендованного ВАК. Результаты работы доложены на 11 российских и международных конференциях.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем А.В. Кацабой работах.

Наиболее значимые результаты по теме диссертации опубликованы в работах:

1. Surface states effect on photoluminescence of CdS colloidal nanocrystals / A. Katsaba, S. Ambrozevich, A. Vitukhnovsky, V. Fedyanin, A. Lobanov, V. Krivobok, R. Vasiliev, I. Samatov // Journal of Applied Physics. — 2013. — May. — Vol. 113, no. 18. — P. 184306.
2. Характеризация дефектов в коллоидных нанокристаллах CdSe модифицированным методом термостимулированной люминесценции / А.В. Кацаба, В.В. Федягин, С.А. Амброзевич, А.Г. Витухновский, А.Н. Лобанов, А.С. Селюков, Р.Б. Васильев, И.Г. Саматов, П.Н. Брунков // Физика и Техника Полупроводников. — 2013. — Окт. — Т. 47, № 10. — С. 1339.
3. Плотность поверхностных состояний в полупроводниковых нанопластинах CdSe / А.В. Кацаба, В.В. Федягин, С.А. Амброзевич, А.Г. Витухновский, М.С. Соколикова, Р.Б. Васильев // Физика и Техника Полупроводников. — 2015. — Окт. — Т. 49, № 10. — С. 1367.
4. Effect of Auger recombination in ensemble of CdSe nanocrystals on their luminescence / A. V. Katsaba, S. A. Ambrozevich, V. V. Fedyanin, A. G. Vitukhnovsky, R. B. Vasiliev // Journal of Luminescence. — 2019. — Oct. — Vol. 214. — P. 116601.
5. Reversible and Irreversible Degradation of CdS/ZnSe Nanocrystals Capped with Oleic Acid / M. S. Zabolotskii, A. V. Katsaba, S. A. Ambrozevich, A. G. Vitukhnovsky, R. B. Vasiliev // physica status solidi (RRL) – Rapid Research Letters. — 2020. — May. — Vol. 14, no. 7. — P. 2000167.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается

наличием у них признанных достижений в области оптики, спектроскопии люминесцентных материалов, коллоидной химии и термolumинесцентных методов исследования.

Диссертационный совет отмечает, что в диссертации исследованы люминесцентные свойства поверхностных состояний полупроводниковых нанокристаллов халькогенидов кадмия.

В работе получены следующие результаты:

1. В спектрах фотolumинесценции нанокристаллов CdS обнаружены полосы с максимумами в области 2.15 эВ и 1.37 эВ. Показано, что этим полосам отвечают донорные уровни, энергия активации процессов захвата на которые составляет 18.2 мэВ.
2. Обнаружен новый механизм эмиссии и захвата электронов в ловушки поверхности нанопластин CdSe, реализующийся каскадным образом через промежуточные возбужденные состояния. Эмиссия носителей заряда из таких ловушек происходит при термическом, а затем – оптическом возбуждении. По результатам эксперимента установлена энергетическая плотность возбужденных состояний данных ловушек, в которой обнаружены два максимума в области 100 мэВ и 280 мэВ.
3. Показано, что в нанокристаллах CdSe сферической формы возникают дополнительные каналы безызлучательной релаксации, обусловленные Оже-рекомбинацией электрон-дырочной пары при нахождении одного из носителей заряда в ловушке. Этот процесс приводит к уменьшению квантового выхода люминесценции нанокристаллов.
4. Показано, что деградация интенсивности люминесценции сферических нанокристаллов CdS/ZnSe состоит как из обратимой, так и из необратимой компонент. Обратимая деградация обусловлена активацией дополнительных каналов безызлучательной релаксации за счет Оже-рекомбинации при захвате носителей заряда ловушками. Характерное время эмиссии дырок из ловушек составляет около 135 с при 300 К. Необратимая деградация связана с отрывом органического пассиватора от поверхности наночастицы при локализации на

нем дырок.

Результаты работы А.В. Кацабы оригинальны и научно обоснованы. Их достоверность подтверждается адекватным выбором экспериментальных методик, использованием современного оборудования и количественным согласием результатов численного моделирования с экспериментом. Все результаты получены лично автором либо при его непосредственном участии.

Научная новизна полученных результатов обусловлена тем, что впервые разработан комплексный подход по определению характеристик поверхностных состояний полупроводниковых нанокристаллов халькогенидов кадмия, позволяющий для ансамбля наночастиц установить свойства их поверхностных состояний. С использованием этого подхода была получена новая информация о типах и структуре запасающих поверхностных состояний в нанокристаллах халькогенидов кадмия, определен их вклад в процессы люминесценции и релаксации энергии электронного возбуждения.

Практическая значимость работы связана с тем, что полученные результаты являются важными для разработки и создания современных источников света и фотоприемников с использованием полупроводниковых наночастиц. Данные о поверхностных состояниях, полученные с применением разработанных люминесцентных методик, могут быть использованы для создания сенсоров следов газов и жидкостей. Данные методики дают возможность провести характеристизацию поверхностных состояний и получить информацию об их структуре как в лабораторных условиях, так и в условиях производства.

В диссертационной работе решена задача установления характеристик поверхностных состояний коллоидных нанокристаллов халькогенидов кадмия. Это имеет важное значение для практического применения таких нанокристаллов в оптоэлектронике.

Результаты работы могут быть использованы в области оптики и спектроскопии дефектов и поверхностных состояний полупроводниковых наноструктур, а также характеристизации новых наноматериалов при создании оптоэлектронных устройств нового поколения. Исследования в данных областях

проводятся в Физическом институте им. П.Н. Лебедева РАН, Институте спектроскопии РАН, Институте общей физики РАН, Физико-техническом институте имени А.Ф.Иоффе, Московском и Санкт-Петербургском государственных университетах, Уральском федеральном университете имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Московском физико-техническом институте, Институте проблем химической физики РАН, научно-производственном объединение «Орион», а также в целом ряде других образовательных, научно-исследовательских и производственных центрах РФ.

Автореферат соответствует содержанию диссертационной работы.

На заседании 21 июня 2021 года диссертационный совет принял решение присудить А.В. Кацабе учёную степень кандидата физико-математических наук.

При проведении голосования члены диссертационного совета в количестве 22 человек, из них 7 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации (01.04.05 – Оптика), участвовавшие в заседании, из 26 человек, входящих в состав совета, проголосовали:

за присуждение учёной степени - 22,
против присуждения учёной степени - 0,
воздержались - 0.

Председатель диссертационного совета,
член-корреспондент РАН, д.ф.-м.н.

Колачевский Николай Николаевич

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

Золотко Александр Степанович

21 июня 2021 г.