

## ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

о диссертации Чукавина Андрея Игоревича «Локальная атомная структура и оптические свойства наноструктур на основе твердых растворов  $ZnS_xSe_{1-x}$  в матрицах пористого  $Al_2O_3$ », представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – «Физика конденсированного состояния»

Андрей Игоревич Чукавин в 2013 году закончил магистратуру Удмуртского государственного университета и поступил в аспирантуру Физико-технического института Уральского отделения РАН. За годы обучения в аспирантуре, которую он закончил в 2017 году, показал себя квалифицированным и грамотным специалистом с широким кругозором, умеющим грамотно и ответственно выполнять поставленные перед ним исследовательские задачи. После окончания аспирантуры принят на работу в ФТИ УрО РАН на должность младшего научного сотрудника. Характер и личные качества соискателя позволили ему влиться в коллективе лаборатории, на базе которой выполнялись исследования по диссертационной работе. Во время учебы в аспирантуре успешно освоил такие методы получения образцов и исследований, как вакуумно-термическое и магнетронное осаждение полупроводников, электрохимический синтез пористого оксида алюминия, рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия, УФ/ВИД спектроскопия, рентгеновская дифракция и другие, которые находятся в области его научных интересов. Во время подготовки диссертационной работы в рамках проекта РФФИ прошел стажировку на станции EXAFS-спектроскопии Курчатовского центра синхротронного излучения. Неоднократно получал дипломы тематических конференций за лучший устный доклад, в 2014 и 2016 годах за отличные результаты в учебе и достижения в научной деятельности был удостоен именной стипендии Главы Удмуртской Республики. Был исполнителем работ по грантам РФФИ, РФФИ и проектам РАН, выиграл конкурс проектов по программе «Умник» и успешно завершил его.

Андреем Игоревичем представлена диссертация, посвященная разработке методик получения наноструктур твердых растворов на основе тройного соединения  $ZnSSe$ , где концентрация серы и селена варьируется в пределах от 0 до 1. Данная задача была поставлена перед ним для решения фундаментальной научной проблемы выявления взаимосвязи между методиками получения тройных наноструктур полупроводниковых твердых растворов заданного состава в матрицах пористого анодного оксида алюминия и их структурой и оптическими свойствами. Считаю, что данная задача была успешно решена А.И. Чукавиным.

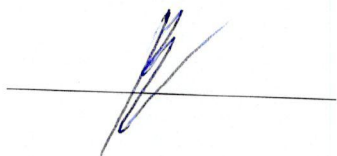
Им проведена большая работа по поиску, систематизации и описанию последних мировых достижений в области полупроводниковых твердых растворов на основе  $ZnS_xSe_{1-x}$ , что легло в основу литературного обзора по диссертации и позволило сформулировать цель и задачи исследования. Выявлены достоинства и недостатки различных методов синтеза исследуемых материалов, на основании чего был предложен оригинальный метод синтеза наноструктур  $ZnS_xSe_{1-x}$  различной морфологии с использованием матриц пористого  $Al_2O_3$ .

Проведенные исследования методами рентгеноэлектронной спектроскопии, рентгеновской дифракции, сканирующей электронной микроскопии и EXAFS спектроскопии привели к однозначным и достоверным результатам, а именно, выявленные различия длин связей Zn-S и Zn-Se приводят к локальным искажениям кристаллической решетки твердого раствора  $ZnS_xSe_{1-x}$  в нанокompозитах  $ZnS_xSe_{1-x}@Al_2O_3$ . Однако при этом зависимость параметра решетки и средневзвешенных радиусов первых двух координационных сфер твердого раствора  $ZnS_xSe_{1-x}$  от состава остается линейной. Отклонение зависимости оптической ширины запрещенной зоны от линейной с изменением состава твердого раствора в нанокompозитах  $ZnS_xSe_{1-x}@Al_2O_3$  связано с упомянутыми выше локальными искажениями кристаллической решетки. Образование в композитах  $ZnS_xSe_{1-x}@Al_2O_3$  экситонов в результате оптических переходов при комнатной температуре с энергиями связи, лежащими в диапазоне от 130 до 250 мэВ в результате эффекта диэлектрического усиления. При этом увеличение энергии связи экситона с уменьшением размеров наночастиц можно объяснить возрастанием влияния их диэлектрического окружения.

Практическое применение результатов, полученных А.И. Чукавиным, заключается в использовании методики синтеза упорядоченного массива наночастиц твердого раствора  $ZnS_xSe_{1-x}$  с заданным составом  $x$ , морфологией и структурой, синтезированного в матрице пористого анодного оксида алюминия, методом высоковакуумного термического напыления в оптоэлектронных устройствах, таких как фотодетекторы и солнечные элементы. Установленная зависимость ширины запрещенной зоны  $ZnS_xSe_{1-x}$  от диаметров пор матриц пористого оксида алюминия является основой для их применения в качестве материалов для оптоэлектронных устройств, работающих от УФ до синей области спектра.

Результаты опубликованы в 4 работах в изданиях, рекомендованных ВАК, неоднократно докладывались на международных и всероссийских конференциях и семинарах.

Как научный руководитель считаю, что выполненная А.И. Чукавиным диссертационная работа «Локальная атомная структура и оптические свойства наноструктур на основе твердых растворов  $ZnS_xSe_{1-x}$  в матрицах пористого  $Al_2O_3$ » является законченным научным исследованием, в полной мере отвечающим паспорту специальности 01.04.07 в части содержания формулы специальности («теоретическое и экспериментальное исследование природы кристаллических и аморфных, неорганических и органических веществ в твердом состоянии») и области исследования в п.п. 1 и 6 («Теоретическое и экспериментальное изучение физической природы свойств металлов и их сплавов, неорганических и органических соединений, диэлектриков и в том числе материалов световодов как в твердом, так и в аморфном состоянии в зависимости от их химического, изотопного состава, температуры и давления» и «Разработка экспериментальных методов изучения физических свойств и создание физических основ промышленной технологии получения материалов с определенными свойствами»), отрасли наук: физико-математические науки, а также требованиям, предъявляемым ВАК РФ к кандидатским диссертациям (п.9 Положения о присуждении ученых степеней), а сам Андрей Игоревич Чукавин заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 — Физика конденсированного состояния.



Валеев Ришат Галеевич,  
кандидат физико-математических  
наук, Федеральное государственное  
бюджетное учреждение науки Физико-  
технический институт Уральского  
отделения Российской академии наук,  
отдел физики и химии поверхности,  
лаборатория атомной структуры и  
анализа поверхности, старший научный  
сотрудник.

Адрес: 426000 г. Ижевск, ул. Кирова, 132,  
тел. сл. +7(3412)43-01-63;  
тел. моб. +79127681351,  
e-mail: rishatvaleev@mail.ru;  
rishatvaleev@udman.ru



Людмила Валеева  
Начальник отдела



В. В. Чукавин