

## ПРОТОКОЛ №7

заседания диссертационного совета Д 212.038.06 от «14» июня 2018г.

Состав диссертационного совета утвержден в количестве 28 человек. На заседании присутствовали 20 членов диссертационного совета, в том числе по специальности диссертации 7 докторов наук (*явочный лист прилагается*).

### Повестка дня:

Защита диссертации Усольцевой Дарьи Сергеевны на тему «Электронная, атомная структура и фазовый состав композитных пленок Al-Si», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 - «Физика конденсированного состояния».

Вопросы по защищаемой диссертации задали:

д.ф.-м.н. Овсянников В.Д., д.ф.-м.н. Курганский С.И.; д.т.н. Нахмансон Г.С., д.ф.-м.н. Чернов В.Е., д.ф.-м.н. Клинских А.Ф., д.ф.-м.н. Меремьянин А.В.

В дискуссии приняли участие:

д.ф.-м.н. Домашевская Э.П., д.ф.-м.н. Курганский С.И.

*(стенограмма заседания прилагается)*

Результаты голосования по вопросу о присуждении ученой степени кандидата физико-математических наук Усольцевой Д.С.:

«За» - 20,

«против» - нет,

недействительных бюллетеней - нет.

*(протокол счетной комиссии прилагается)*

Председатель комиссии



Ученый секретарь

О.В. Овчинников

С.Н. Дрождин

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.038.06**  
на базе Федерального государственного бюджетного образовательного  
учреждения высшего образования «Воронежский государственный  
университет», Министерство образования и науки РФ, по диссертации на  
соискание ученой степени кандидата наук

аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от 14.06.2018г. № 7

О присуждении Усольцевой Дарье Сергеевне, гражданке Российской Федерации ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Электронная, атомная структура и фазовый состав композитных пленок Al-Si» в виде рукописи по специальности 01.04.07 – «Физика конденсированного состояния» принята к защите «10» апреля 2018 года, протокол № 5, диссертационным советом Д 212.038.06 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный университет», министерство образования и науки РФ, 394018, г. Воронеж, Университетская площадь, 1, приказ Минобрнауки России №105/нк от 11.04.2012.

Соискатель Усольцева Дарья Сергеевна 1990 года рождения, работает экспертом-физиком по контролю за источниками ионизирующих излучений в физико-радиологическом отделении БУЗ ВО "Воронежский областной клинический онкологический диспансер", Министерство здравоохранения РФ.

В 2012 году окончила кафедру физики твердого тела и наноструктур физического факультета ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет».

В 2016 году окончила очную аспирантуру ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет».

Диссертация выполнена на кафедре физики твердого тела и наноструктур физического факультета ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», Министерство образования и науки РФ.

**Научный руководитель:** доктор физико-математических наук, профессор Терехов Владимир Андреевич, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», физический факультет, кафедра физики твердого тела и наноструктур, профессор.

**Официальные оппоненты:**

Виноградов Александр Степанович, доктор физико-математических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», физический факультет, кафедра электроники твердого тела, профессор,

Котов Геннадий Иванович, доктор физико-математических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», факультет пищевых машин и автоматов, кафедра физики, теплотехники и теплоэнергетики, профессор,

дали положительные отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация** – ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», г. Воронеж, в своем положительном заключении, подписанном Стогнеем Олегом Владимировичем, доктором физико-математических наук, профессором, и.о. заведующего кафедрой физики твердого тела указала, что представленную диссертацию Усольцевой Д.С. можно квалифицировать как завершённую научно-квалификационную работу, в которой содержится решение актуальной и важной задачи физики конденсированного состояния - исследования фазового состава и электронного строения композитных пленок Al-Si, полученных магнетронным и ионно-лучевым распылением. Содержание диссертации и форма ее представления соответствуют требованиям пунктов 9-14 Положения о присуждении ученых степеней ВАК Минобрнауки России (от 24 сентября 2013 года №842 с изменениями на 28 августа 2017 года), предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Соискатель имеет 22 опубликованные работы, в том числе по теме диссертации опубликовано 14 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 3 работы. Все работы посвящены изучению особенностей фазообразования в композитных пленках алюминий-кремний, полученных методами магнетронного и ионно-лучевого напыления, особенностям их электронно-энергетических спектров, влиянию кратковременного импульсного фотонного отжига на фазовый состав ионно-лучевых пленок, изменениям, происходящим при селективном вытравливании алюминия. Вклад автора составляет 91%, общий объем научных изданий составляет 6,6 п.л.

#### **Наиболее значительные работы:**

1. Терехов, В.А. Особенности электронной и атомной структуры нанокристаллов кремния в матрице алюминия / В.А. Терехов, С.К. Лазарук, Д.С. Усольцева, А.А. Лешок, П.С. Кацуба, И.Е. Занин, Д.Е. Спириин, А.А. Степанова, С.Ю. Турищев // Физика твердого тела. - 2014. - Т. 56, вып. 12. - С. 2452- 2456.

2. Терехов, В.А. Особенности фазообразования и электронного строения в пленочных композитах  $Al_{1-x}Si_x$  при магнетронном и ионно-лучевом напылении / В.А. Терехов, Д.С. Усольцева, О.В. Сербин, И.Е. Занин, Т.В. Куликова, Д.Н. Нестеров, К.А. Барков, А.В. Ситников, С.К. Лазарук, Э.П. Домашевская // Физика твердого тела. - 2018. - Т. 60, вып. 5. - С. 1004-1010.

3. Терехов, В.А. О возможности формирования метастабильной фазы  $Al_3Si$  в композитных пленках Al-Si, полученных ионно-лучевым и магнетронным напылением / В.А. Терехов, Д.С. Усольцева, О.В. Сербин, И.Е. Занин, Т.В. Куликова, Д.Н. Нестеров, К.А. Барков, А.В. Ситников, С.К. Лазарук, Э.П. Домашевская // Конденсированные среды и межфазные границы. - 2018. - Т. 20, № 1. - С. 135–147.

На диссертацию и автореферат поступило 4 отзыва:

1) Национальный исследовательский университет "МЭИ", д.т.н., профессор Попов А.И.; 2) ФГБОУ ВО "Вологодский государственный университет", д.ф.-м.н., профессор Горбунов В.А.; 3) ФГБОУ ВО "Донской государственный технический университет", д.ф.-м.н., профессор Лаврентьев А.А.; 4) Лаборатория ОФХП ФГБУ УдмФИЦ УрО РАН, д.ф.-м.н., профессор Шабанова И.Н.

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

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетенцией по специальности 01.04.07 – «Физика конденсированного состояния», способностью определить научную и практическую ценность диссертации, а так же наличием публикаций по теме диссертации в рецензируемых научных журналах.

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

*доказано* образование ранее неизвестной фазы  $Al_3Si$  при магнетронном и ионно-лучевом напылении пленок алюминий-кремний;

*показано*, что кратковременный импульсный фотонный отжиг приводит к частичному распаду метастабильной фазы  $Al_3Si$  с образованием фаз алюминия и нанокристаллического кремния;

*установлено*, что фаза  $Al_3Si$  представляет собой упорядоченный твердый раствор кубической сингонии  $Rm\bar{3}m$  с параметром примитивной ячейки  $a=4.085\text{Å}$ ;

*выявлено* влияние способов получения композитных пленок на их фазовый состав.

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

*доказана* локализация электронных состояний у дна валентной зоны и перестройка электронно-энергетического спектра кремния в кремниевых нанокристаллах размерами 20-30 нм, находящихся в алюминиевой матрице;

*установлено* уменьшение плотности  $Al\ 3s$ -состояний в центре валентной зоны и на уровне Ферми вследствие взаимодействия атомов алюминия и кремния в композитной пленке;

*изучены* особенности фазообразования магнетронных и ионно-лучевых пленок алюминий-кремний различного атомного состава.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:**

*определены* перспективы практического использования композитов алюминий-кремний для изготовления светоизлучающих структур;

*выявлено* существенное влияние образования фазы  $Al_3Si$  на скорость селективного травления алюминия и, как следствие, качество рисунка при гравировке с использованием фотолитографии;

*установлено*, что композитные пленки, полученные магнетронным напылением либо ионно-лучевым напылением с проведением последующего импульсного фотонного отжига, содержат нанокристаллы кремния со средними размерами от 20 до ~100 нм - в зависимости от способа их получения и режимов последующего отжига.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

*применительно к проблематике диссертации* результативно использован комплекс современных методов исследования: ультрамягкая рентгеновская эмиссионная спектроскопия, спектроскопия тонкой структуры края рентгеновского поглощения, рентгендифракционный фазовый анализ, растровая и просвечивающая электронная микроскопия;

**экспериментальные результаты**, представленные в диссертационной работе, получены с использованием сертифицированного оборудования высокого разрешения, что позволило получить высокую воспроизводимость экспериментальных данных;

**идеи базируются** на анализе и обобщении известных литературных данных;

**установлено** качественное и количественное соответствие авторских результатов с данными других авторов, представленными в независимых источниках по данной тематике;

**использованы** современные программные продукты для анализа и обработки экспериментальных данных.

**Личный вклад** соискателя состоит в проведении экспериментальных исследований на рентгеновском спектрометре-монокроматоре РСМ-500, активном участии в проведении исследований на растровом электронном микроскопе JEOL JSM-6380LV и просвечивающем электронном микроскопе Libra 120, а также обработке, анализе и интерпретации полученных результатов.

В диссертации Усольцевой Дарьи Сергеевны соблюдены установленные Положением о присуждении ученых степеней критерии, которым должна отвечать диссертация на соискание ученой степени кандидата наук.

В диссертации Усольцевой Дарьи Сергеевны отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

На заседании 14 июня 2018г. диссертационный совет принял решение присудить Усольцевой Дарье Сергеевне ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 20 человек, из них 7 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 28 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 20, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель  
диссертационного совета

Ученый секретарь



Олег Владимирович Овчинников

Сергей Николаевич Дрождин

«14» июня 2018г.