

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.076.02 НА БАЗЕ  
ФГБОУ ВПО «КАБАРДИНО-БАЛКАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Х.М. БЕРБЕКОВА» МИНИСТЕРСТВА  
ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ  
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

О присуждении Альсурайхи Абдулазизу Салеху Али, гражданину  
Йемена, ученой степени кандидата физико-математических наук

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 24.06.2015 г. № 2

Диссертация «Поверхностные свойства легкоплавких сплавов бинарных и тонкопленочных систем с участием щелочных металлов» по специальности 01.04.07 - физика конденсированного состояния принята к защите 15.04.2015 г., протокол № 2, диссертационным советом Д 212.076.02 на базе ФГБОУ ВПО «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова» Министерства образования и науки РФ, 360004, г. Нальчик, ул. Чернышевского, 173, созданного приказом № 714/нк от 02.11.2012 г.

Соискатель Альсурайхи Абдулазиз Салех Али, 1978 года рождения, в 2010 г. окончил магистратуру ФГБОУ ВПО «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова», в 24.12.2014 г. окончил очную аспирантуру по специальности 01.04.07 - физика конденсированного состояния ФГБОУ ВПО «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова».

Диссертация выполнена на кафедре физики конденсированного состояния ФГБОУ ВПО «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова».

Научный руководитель - доктор физико-математических наук, профессор, Хоконов Хазратали Бесланович, заведующей кафедрой физики конденсированного состояния ФГБОУ ВПО «Кабардино-

Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова».

Официальные оппоненты:

1. Дохов Магомед Пашевич, доктор технических наук, профессор кафедры технической механики и физики ФГБОУ ВПО «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет им. В.М. Кокова»;
2. Кутуев Руслан Азаевич, кандидат физико-математических наук, доцент, заведующий лабораторией экспериментальной физики Комплексного Научно-исследовательского института им. Х.И. Ибрагимова РАН, дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет» (г. Ростов-на-Дону). Отзыв в своем положительном заключении подготовлен доктором физико-математических наук (01.04.07- физика конденсированного состояния), профессором, главным научным сотрудником, руководителем лаборатории физики поверхности и гетероструктур отдела рентгеновской и электронной спектроскопии Научно-исследовательского института физики Южного федерального университета Козаковым Алексеем Титовичем. Отзыв подписан директором НИИ физики Южного федерального университета д.ф.-м.н., профессором Виктором Львовичем Сухоруковым. В заключение указано, что «...следует, что рецензируемая работа представляет собой квалификационную работу в актуальной области по физике поверхности и для актуальных современных материалов - металлических сплавов с участием щелочных металлов. Основные научные результаты отличаются новизной и достоверностью. Также представляют научную и практическую ценность полученные в ходе выполнения работы аппроксимационные уравнения изотерм бинарных систем, имеющих фазовые диаграммы с особенностями.

Считаем, что диссертация Альсурайхи Абдулазиза Салеха Али «Поверхностные свойства легкоплавких сплавов бинарных и тонкопленочных систем с участием щелочных металлов» по актуальности, научной новизне, практической значимости и личному вкладу отвечает

высоким требованиям и полностью соответствует п. 9 Положения о присуждении ученых степеней ВАК Министерства образования и науки РФ, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния».

Соискатель имеет 14 опубликованных работ по теме диссертации, из них в рецензируемых научных изданиях - 3. Соискателем опубликовано 11 работ в материалах всероссийских и международных конференций и симпозиумов.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. **Альсурайхи, Абдулазиз Салех Али.** К расчету изотерм поверхностного натяжения и работы выхода электрона бинарных металлических систем / **Абдулазиз Салех Али Альсурайхи, З.Х. Калажоков, Х.Б. Хоконов** // Известия КБГУ. – 2013. – Т. 3, № 3. – С. 5–11 (из перечня ВАК).

2. **Альсурайхи, Абдулазиз Салех Али.** Определение элементного состава поверхностного слоя тонкоплёночных систем Sn–Na–Sn и In–Na–In на поверхности кремния / **Абдулазиз Салех Али Альсурайхи, С.Ж. Гонов, З.Х. Калажоков, Х.Х. Калажоков, Х.Б. Хоконов** // Известия КБГУ. – 2013. – Т. 3, № 4. – С. 9–12 (из перечня ВАК).

3. **Альсурайхи, Абдулазиз Салех Али.** Определение адсорбции натрия в тонкопленочных системах олово-натрий и индий-натрий / **Абдулазиз Салех Али Альсурайхи, З.Х. Калажоков, Х.Б. Хоконов** // Известия КБГУ. – 2014. – Т. 4, № 2. – С. 5–9 (из перечня ВАК).

4. **Алчагиров, Б.Б.** Работа выхода электрона поликристаллических плёнок лития / **Б.Б. Алчагиров, Л.Х. Афаунова, Ф.Ф. Дышекова, Абдулазиз Салех Али Альсурайхи, Х.Б. Хоконов, Т.М. Таова** // Труды международного междисциплинарного симпозиума «Физика поверхностных явлений, межфазных границ и фазовые переходы». – Ротсов-на-Дону: СКНЦ ВШ

ЮФУ. АПСН, 2013. – С. 5–10. (работа выполнена при поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 13–08–00121 а.)

5. Калажоков, З.Х. Расчет изотерм адсорбций компонентов бинарных сплавов систем щелочных металлов / З.Х. Калажоков, Заур Х. Калажоков, З.В. Карданова, **Абдулазиз Салех Али Альсурайхи**, А.М. Дзакуреев, Х.Х. Калажоков, Х.Б. Хоконов // Сборник трудов участников Всероссийской научной конференции по фундаментальным вопросам адсорбции с участием иностранных ученых. – Тверь: Тверской государственный технический университет, 2013. – С. 102–104.

6. Калажоков, З.Х. Температурная зависимость адсорбции свинца и висмута в системах Sn–Pb и Sn–Bi / З.Х. Калажоков, **Абдулазиз Салех Али Альсурайхи**, Х.Х. Калажоков // Труды международного междисциплинарного симпозиума «Физика поверхностных явлений, межфазных границ и фазовые переходы». – Ростов-на-Дону: СКНЦ ВШ ЮФУ. АПСН, 2013. – С. 87–89.

7. Калажоков, З.Х. Адсорбция щелочных металлов в системах индий – щелочной металл / З.Х. Калажоков, З.Х. (мл.) Калажоков, **Абдулазиз Салех Али Альсурайхи**, З.В. Карданова, К.В. Зихова, З.А. Кучменова, Х.Х. Калажоков // Труды международного междисциплинарного симпозиума «Физика поверхностных явлений, межфазных границ и фазовые переходы». – Ростов-на-Дону: СКНЦ ВШ ЮФУ. АПСН, 2013. – С. 85–86.

8. **Альсурайхи, Абдулазиз Салех Али**. Работа выхода электрона тонких плёнок олово–натрий и индий–натрий в зависимости от концентрации натрия / **Абдулазиз Салех Али Альсурайхи**, З.Х. Калажоков, Х.Х. Калажоков, Х.Б. Хоконов // Труды международного междисциплинарного симпозиума «Физика поверхностных явлений, межфазных границ и фазовые переходы». – Ростов-на-Дону: СКНЦ ВШ ЮФУ. АПСН, 2014. – С. 148–153.

На диссертацию и автореферат поступило 10 отзывов.

Отзыв поступил от доктора физико-математических наук, профессора, зав. отделом интеллектуальных материалов и нанотехнологий Л.А. Резниченко НИИ физики ЮФУ. В отзыве выделены наиболее важные

результаты работы, также содержатся три замечания: «1: При каких температурах приготовлены тонкие пленки Sn-Na и In-Na? 2. В работе приводятся много составленных автором аппроксимационных уравнений изотерм поверхностного натяжения и работы выхода электрона. Почему автор не использовал строгие теоретические уравнения для построения изотерм ПН и РВЭ? 3. Почему не отжигали сплавы тонкопленочных систем после напыления?».

Отзыв поступил от доктора физико-математических наук, профессора, зав. кафедрой рентгенодифракционной кристаллооптики Ю.П. Хапачева, ФГБОУ ВПО «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова». В отзыве приведены основные исследования, представленные в работе, а также имеются следующие замечания: «1. Из автореферата трудно оценить новые особенности методики получения тонкопленочных систем с участием щелочных металлов. 2. На наш взгляд было бы полезно построить политермы работы выхода электрона бинарных тонкопленочных систем. 3. В работе имеются стилистические и грамматические неточности».

Отзыв поступил от доктора физико-математических наук, профессора кафедры физики Х.Ш. Борлакова, ФГБОУ ВПО «Северо-Кавказская государственная гуманитарно-технологическая академия». В отзыве отмечен высокий уровень работы, а так же, приведены недостатки: « 1. Не указаны температуры, при которых были приготовлены тонкопленочные системы с участием Sn, In и Na. 2. Желательно было более подробно изложить в автореферате методики расчетов поверхностных натяжений сплавов через работы выхода электрона. 3. Имеются замечания по стилистическому и грамматическому оформлению некоторых предложений текста автореферата».

Отзыв поступил от доктора физико-математических наук, профессора, зав. кафедрой высшей математики Института компьютерных технологий и информационной безопасности Г.В. Куповых, ФГАОУ ВО «Южный

федеральный университет». В отзыве отмечены актуальность и основные результаты исследований, а так же приведены следующие замечания: «1. В автореферате не указана погрешность определения концентраций элементов и энергий связи электронов методом РФЭС системы K-Alpha фирмы Thermo Scientific. 2. Следовало бы более подробно изложить способ измерений работы выхода электрона тонких пленок».

Отзыв поступил от доктора физико-математических наук, профессора кафедры физики и математического моделирования, заслуженного деятеля науки РФ П.С. Попеля, Уральский государственный педагогический университет, В отзыве отмечена актуальность, научная новизна и научная и практическая значимость работы, а так же приведены следующие замечания: « 1. В частности, мне непонятно, почему автор при построении изотерм натяжения и работы выхода не сравнивает их с результатами расчетов по строгим теоретическим уравнениям? 2. Кроме того, в ходе защиты хотелось бы узнать мнение диссертанта о том, почему при высокой очистке лития может уменьшаться температурный коэффициент работы выхода электрона?».

Отзыв поступил от доктора физико-математических наук, профессора кафедры Общей и специальной физики В.С. Саввина, «Обнинский институт атомной энергетики - филиал ФГАОУ ВПО Национальный исследовательский ядерный университет МИФИ». В отзыве выделены наиболее интересные результаты работы, в качестве замечания отмечено: «1. Из текста автореферата следует, что параметры аппроксимирующих уравнений типа (4) получали путём использования двух значений измеряемой величины для двух составов сплава на рассматриваемой изотерме (стр. 12). Очевидно, что такой подход не обеспечивает однозначности искомых параметров, так как эти параметры будут зависеть от используемой пары исходных данных. Возможно, следовало бы для поиска параметров использовать стандартный метод наименьших квадратов. 2. При анализе некоторых результатов путём составления аппроксимирующих

уравнений применено деление интервала составов на два участка. Судя по тексту, стр. 13, такое деление опирается на особенности фазовых диаграмм. Однако фазовые диаграммы содержат значительно больше особенностей, чем можно предположить на основе предложенного деления. Так, например, фазовая диаграмма Sn-Na содержит восемь промежуточных твёрдых фаз, две из которых являются конгруэнтно-плавящимися».

Отзыв поступил от доктора физико-математических наук, профессора И.А. Керимова, вице – президента Академии наук Чеченской Республики. В отзыве отмечены актуальность темы диссертации и основные достижения автора, в качестве замечания отмечено: «1. Не указаны температуры, при которых были приготовлены тонкопленочные системы с участием Sn, In и Na. 2 Желательно было более подробно изложить в автореферате методики расчетов поверхностных натяжений сплавов через работы выхода электрона. 3. Имеются замечания по стилистическому и грамматическому оформлению некоторых предложений текста автореферата».

Отзыв поступил от доктора технических наук, профессора, зав. кафедрой электронных проборов Е.Н. Козырева, ФГБОУ ВПО «Северо-Кавказский горно- металлургический институт (ГТУ)». В отзыве отмечены актуальность и основные результаты исследований, содержатся следующие замечания: « 1. Понятно увеличение РВЭ лития на 10% при его высокой очистке. Как объяснить уменьшение температурного коэффициента РВЭ. 2. В работе приводятся много составленных автором аппроксимационных уравнений изотерм поверхностного натяжения и работы выхода электрона. Почему автор не использовал строгое теоретическое уравнение для построения изотерм ПН и РВЭ? 3. При расчетах изотерм РВЭ (рис. 6 и 7) автор делит интервалы концентраций на две группы и проводит расчет изотермы РВЭ по каждой подсистеме. По какому принципу определяется такое деление?».

Отзыв поступил от кандидата химических наук, доцента кафедры Физики и химии Самарского государственного университета

В.М. Яковлева. В отзыве выделены наиболее интересные результаты работы, в качестве замечания отмечено: «Из текста автореферата не ясно, как аппроксимировать постоянные  $\beta$  и  $F$  в уравнении (12) изотермы ПН  $\sigma(x)$  в зависимости от ПН исходных компонентов. Не объяснена причина заметного возрастания ( $\sim$  на 10 %) РВЭ очищенного лития при более тщательных измерениях в сверхвысоком вакууме. То же касается резкого уменьшения температурного коэффициента РВЭ в шесть раз».

Отзыв поступил от д.п.н., к.ф.-н., профессора, декана физико-технического факультета А.В. Райцева, ФГБОУ ВПО «Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова». В отзыве замечаний нет.

Во всех отзывах отмечается высокий уровень проведенных исследований, говорится, что автореферат соответствует всем требованиям ВАК, а автор Альсурайхи Абдулазиз Салех Али заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 - физика конденсированного состояния.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что:

официальные оппоненты являются компетентными специалистами в области теоретического и экспериментального изучения свойств поверхности конденсированного состояния, как работа выхода электрона, поверхностное натяжение, адсорбция, поверхностная концентрация и другие; получении тонких пленок, определении их элементного состава и энергию связи электронов, а также компетентны в вопросах разработки физических основ методов и методик получения материалов с определенными свойствами;

ведущая организация ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет» является широко известным научным учреждением, специализирующимся на решении задач в области исследований строения и физико-химических свойств конденсированных систем, используя такие

современные установки как рентгеновский фотоэлектронный спектрометр, Оже спектрометр, атомно-силовой микроскоп и другие. Также является широко известным научным учреждением по разработке, внедрению и эффективному использованию материалов бинарных металлических сплавов и тонких пленок.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

**разработаны** методы получения бинарных сплавов тонких пленок с участием щелочных металлов, построения изотерм поверхностного натяжения металлических бинарных систем и тонких пленок через работу выхода электрона и аналитический метод построения изотерм адсорбции бинарных сплавов и тонкопленочных систем;

**предложена** методика построения уравнений изотерм работы выхода электрона и поверхностного натяжения бинарных металлических сплавов и тонкопленочных систем с учетом особенностей их фазовых диаграмм;

**доказано**, что с повышением чистоты исходных образцов лития марки ЛЭ-1 на один порядок РВЭ возрастает на 10%, а температурный коэффициент уменьшается в шесть раз по абсолютной величине, что связано с тем, что с увеличением температуры растет десорбция примесей с поверхности; также доказано, что полученные расчетным путём данные обладают достаточно высокой достоверностью для сплавов бинарных систем;

**введен** новый аналитический метод построения изотерм адсорбции компонентов бинарных металлических сплавов и тонкопленочных систем, также введена новая методика построения изотерм ПН бинарных металлических сплавов и тонкопленочных систем через РВЭ;

**Теоретическая значимость исследования основана на том, что:**

**доказана** эффективность применения аппроксимационных уравнений для построения изотерм РВЭ и ПН бинарных сплавов и тонкопленочных систем, что позволило аналитическим методом построить изотермы адсорбций  $\Gamma_B^{(N)}(x)$  и исключить трудности при их расчёте графическим методом; возможность построения изотерм ПН через РВЭ, которая позволит получить

экспериментальные данные о ПН металлов и сплавов в жидком и твёрдом состояниях;

**изложены** методика получения бинарных сплавов тонких пленок, результаты экспериментальных определений их элементного состава и энергий связи электронов, методы определения работы выхода электрона, методика построения изотерм РВЭ, ПН и адсорбции компонентов бинарных сплавов и тонкопленочных систем;

**раскрыта** причина особенности хода изотерм работы выхода электрона тонких пленок Sn-Na и In-Na, которая связана с обнаруженными на изотермах РВЭ плёнок минимумов в области малых концентраций 15–25 ат.% Na и максимумов в области 50–60 ат.% Na;

**изучены** концентрационная зависимость РВЭ, ПН и адсорбции компонентов тонких пленок Sn-Na и In-Na; а также поверхностные свойства бинарных сплавов легкоплавких и щелочных металлов;

**проведена модернизация** экспериментальной установки для приготовления тонких пленок, а также экспериментальной установки для определения их РВЭ;

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

**разработаны и внедрены** методика получения бинарных сплавов тонких пленок, содержащих щелочные металлы, аналитические методы построения изотерм РВЭ, ПН, адсорбции и поверхностных концентраций компонентов бинарных металлических сплавов и тонкопленочных систем;

**определены** необходимые условия для применения разработанных методов на практике при исследованиях физических свойств бинарных систем;

**созданы** специальные программы расчетов и построения изотерм РВЭ, ПН, адсорбции и поверхностных концентраций по программе wolfram Mathematic;

**представлены** рекомендации для совершенствования методики получения и определения элементного состава и энергии связи

электронов в атомах.

**Оценка достоверности** результатов экспериментального определения РВЭ тонких пленок Sn-Na и In-Na показала их хорошее согласие с литературными данными, которые имеются для Sn-Na от 0 до 50 ат %  $x_{\text{Na}}$  и от 0 до 25 ат %  $x_{\text{Na}}$  для In-Na. РВЭ плёнок определялась методом Фаулера, относительная погрешность измерений  $\sim 1,0\%$ . Результаты расчётов изотерм ПН сплавов систем Sn-Pb и Na-Cs показали средние отклонения 0,20 % и 0,92 %; результаты расчётов РВЭ сплавов бинарных систем Na-Cs и In-Na показали отклонения от средних значений соответственно на 0,15 % и 0,71 %. Результаты расчётов изотерм РВЭ сплавов системы Pb-Na с учётом наличия химических соединений в фазовой диаграмме дали отклонение от экспериментальных данных  $\sim 1,5\%$ ;

**теория** расчетно-аналитического способа опирается на анализе существующих в литературе экспериментальных данных по РВЭ и ПН сплавов бинарных систем и на сравнении полученных результатов с литературными данными других авторов;

**установлено** количественное согласие результатов, полученных соискателем, с результатами независимых источников в полном объеме; при этом **использованы** наиболее достоверные результаты и выборочные совокупности с подбором данных, имеющих надежность не менее 95%.

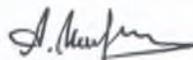
**Личный вклад автора.** Задачи получения тонкоплёночных систем, исследования их строения, элементного состава, определения РВЭ, ПН и адсорбции компонентов плёнок и легкоплавких бинарных сплавов поставлены научным руководителем Хоконовым Х.Б., который принимал участие в выборе методов решения, обсуждении полученных результатов. Проведение экспериментов, сбор данных и их обработка, описание методики экспериментов, получение уравнений изотерм ПН и РВЭ, расчёты поверхностных свойств тонких плёнок и бинарных сплавов легкоплавких и щелочных металлов, их анализ, выводы и следствия из них, а также подготовка результатов исследований для публикации принадлежат автору.

На заседании 24.06.2015 г. диссертационный совет принял решение присудить Альсурайхи Абдулазизом Салехом Али ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 10 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 17, против нет, недействительных бюллетеней нет.

Зам. председателя диссертационного совета Д. 212.076.02

д-р физ.-мат. наук, профессор



А.А. Шебзухов

Ученый секретарь диссертационного совета Д. 212.076.02

д-р физ.-мат. наук, профессор



А.А. Ахкубеков

*Ученый секретарь*

*Р.В. Ашишова*