

**Заключение диссертационного совета Д 005.007.02  
на базе ФГБУН Института автоматики и процессов управления  
Дальневосточного отделения Российской академии наук по диссертации  
на соискание ученой степени кандидата наук**

аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от 09.12.2016 № 3

О присуждении Яковлеву Алексею Андреевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Структура и свойства поверхностных реконструкций  $\text{Si}(111)\sqrt{3}\times\sqrt{3}\text{-Bi}$  и  $\text{Si}(111)\sqrt{3}\times\sqrt{3}\text{-Au}$ , модифицированных атомами металлов» по специальности 01.04.10 «Физика полупроводников»

принята к защите 6 октября 2016 г. протокол № 2 диссертационным советом Д 005.007.02 на базе ФГБУН Института автоматики и процессов управления Дальневосточного отделения Российской академии наук, находящегося по адресу 690041, Приморский край, г. Владивосток, ул. Радио, д. 5, утверждённого приказом Рособнадзора Минобрнауки России от 04.07.2008 № 1484-1033.

Соискатель Яковлев Алексей Андреевич 1986 года рождения.

В 2009 году соискатель окончил ГОУ ВПО Дальневосточный государственный университет. В 2012 году окончил очную аспирантуру ФГБУН Института автоматики и процессов управления Дальневосточного отделения Российской академии наук. В настоящее время работает ведущим инженером в лаборатории технологии полупроводников и диэлектриков ФГБУН Института автоматики и процессов управления Дальневосточного отделения Российской академии наук (ИАПУ ДВО РАН).

Диссертация выполнена в лаборатории технологии полупроводников и диэлектриков ИАПУ ДВО РАН.

Научный руководитель – член-корреспондент РАН, доктор физико-математических наук, профессор, Саранин Александр Александрович, заместитель директора по научной работе ИАПУ ДВО РАН.

Официальные оппоненты:

Фёдоров Александр Семенович, доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник лаборатории физики магнитных явлений, ФГБНУ «ФИЦ» «КНЦ СО РАН» Институт Физики им. Л.В. Киренского СО РАН,

Пячин Александр Анатольевич, кандидат физико-математических наук, заведующий лабораторией функциональных материалов и покрытий ФГБУН Институт материаловедения ХНЦ ДВО РАН,

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук (ИОФ РАН) г. Москва, в своём положительном заключении, подписанном К.Н. Ельцовым, доктором физико-математических наук, заведующим отделом технологий и измерений атомного масштаба, указала, что диссертация Яковлева А.А. соответствует требованиям положения «О присуждении учёных степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.10 – физика полупроводников.

Соискатель имеет 12 опубликованных работ по теме диссертации, в том числе 3 работы, опубликованные в рецензируемых научных изданиях из перечня ВАК. Из них 1 статья в журнале «Scientific Reports» в соавторстве объёмом 0.5 п. л., 1 статья в журнале «Journal of Physics: Condensed Matter» в соавторстве объёмом 0.67 п. л., 1 статья в журнале «Surface Science» в соавторстве объёмом 0.875 п. л. Авторский вклад соискателя в опубликованных работах составляет от 40 до 60%.

Вклад Яковлева А.А. заключается в разработке экспериментальных установок, участии в создании методик выполнения лабораторных экспериментов и обработке полученных данных, в обсуждении и интерпретации результатов.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Bondarenko L.V., Gruznev D.V., **Yakovlev A.A.**, Tupchaya A.Y., Usachov D., Vilkov O., Fedorov A., Vyalikh D.V., Ereemeev S.V., Chulkov E.V., Zotov A.V., Saranin A.A. Large spin splitting of metallic surface-state bands at adsorbate-modified gold/silicon surface // Scientific Reports. – 2013. – Vol. 3. – P. 1826-1832.
2. Bondarenko L.V., Matetskiy A.V., **Yakovlev A.A.**, Tupchaya A.Y., Gruznev D.V., Ryzhkova M.V., Tsukanov D.A., Borisenko E.A., Chukurov E.N., Denisov N.V., Vilkov O., Vyalikh D.V., Zotov A.V., Saranin A.A. Effect of Na adsorption on the structural and electronic properties of Si(111) $\sqrt{3}\times\sqrt{3}$ -Au surface // Journal of Physics: Condensed Matter. – 2014. – Vol. 26. – P. 055009-055016.

3. Denisov N.V., Chukurov E.N., Luniakov Yu.V., Utas O.A., Azatyan S.G., Yakovlev A.A., Zotov A.V., Saranin A.A. Two-dimensional bismuth-silver structures on Si(111) // Surface Science. – 2014. – Vol. 623. – P. 17-24.

На автореферат диссертации поступили отзывы от:

1. Ланкина С.В. - д.ф.-м.н., заведующего лабораторией физики конденсированного состояния Благовещенского государственного педагогического университета.
2. Синебрюхова С.Л. - д.х.н., заведующего лабораторией нестационарных поверхностных процессов Института химии ДВО РАН.
3. Зайцева-Зотова С.В. - д.ф.-м.н., заместителя директора Института радиотехники и радиоэлектроники им. В.А. Котельникова РАН.
4. Новикова А.В. - к.ф.-м.н., заведующего лабораторией и Миронова В.Л. - д.ф.-м.н., ведущего сотрудника Института физики микроструктур РАН – филиала ФГБУН «ФИЦ» Институт прикладной физики РАН.
5. Русиной Г.Г. - д.ф.-м.н., старшего научного сотрудника лаборатории физики поверхностных явлений Института физики прочности и материаловедения СО РАН.
6. Шкляева А.А. - д.ф.-м.н., ведущего научного сотрудника Института физики полупроводников им. А.В. Ржанова СО РАН.
7. Солина Н.И. - д.ф.-м.н., и Ромашева Л.Н. – к.ф.-м.н., ведущих научных сотрудников отдела наноспинтроники ФГБУН Института физики металлов им. М.Н. Михеева УО РАН.

Все отзывы положительные. В отзывах содержатся следующие замечания: в работе не приведена методология исследования; не указан в % личный вклад соискателя; Наряду с адсорбцией атомов металлов наблюдается ли десорбция? Если да, то как она влияет на структурные электронные свойства исследуемых материалов.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их соответствием требованиям пунктов 22 и 24 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г №842, а также заключением комиссии диссертационного совета Д 005.007.02, зафиксированном в протоколе № 2 заседания диссертационного совета Д 005.007.02 в Институте автоматики и процессов управления Дальневосточного отделения Российской академии наук от 6 октября 2016 г.

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

1. Впервые получены двумерные сплавы Ag-Vi на полупроводниковой поверхности кремния, среди которых есть подходящие для применения в качестве прототипов в области спинтроники.

2. Показана возможность создания гомогенных поверхностей в системе Au-Si на поверхности Si(111) с помощью малых количеств третьего элемента. При этом в электронной структуре возникших реконструкций наблюдается спин-орбитальное расщепление поверхностных состояний. Выбор адсорбата и его концентрации позволяет варьировать степень заполнения зоны (0,3-0,7 электрона на ячейку) и величину спинового расщепления от  $\sim 0,018 \text{ \AA}^{-1}$  до  $\sim 0,052 \text{ \AA}^{-1}$  по волновому вектору на уровне Ферми и от  $\sim 100 \text{ мэВ}$  до  $\sim 190 \text{ мэВ}$  по энергии.

3. Показана природа возникших спиновых явлений в структурах Au/Si при добавлении элементов I и III групп. При этом установлено, что положение уровня Ферми в зависимости от выбора адсорбата и его концентрации может смещаться в диапазоне 350 мэВ.

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

- выявлены и изучены особенности атомной, электронной и спиновой структур бинарных адсорбционных систем на поверхности Si(111);
- показана возможность получения материалов со спин-орбитальным расщеплением на модифицированной Vi или Au полупроводниковой поверхности кремния с кристаллографической ориентацией (111) при малом количестве иных адсорбатов (Ag, Na, Cs, Tl).

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

- В ходе исследований были получены двумерные сплавы с заданными свойствами на полупроводниковой подложке, которые в дальнейшем могут использоваться для создания прототипов устройств наноэлектроники;
- Было установлена зависимость положения уровня Ферми от химической природы адсорбатов (элементы I и III групп) и их концентрации в системе Au-Si на поверхности Si(111).

**Оценка достоверности полученных результатов исследования выявила:**

- Личный вклад соискателя состоит** в непосредственном участии автора на всех этапах работы при проведении лабораторных исследований и обработке экспериментальных данных. Анализ данных и формулировка выводов проводились автором под руководством научного руководителя.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 22 человек, из них 7 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 22, против – нет, недействительных бюллетеней - нет.

Е.Л. Гамаюнов