

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.190.06 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ПЕТРОЗАВОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 20 ноября 2015 г. протокол № 20

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

Диссертация «*Электрохромный эффект в гидратированном пентаоксиде ванадия*» в виде рукописи по специальности 01.04.04 – физическая электроника принята к защите 17.09.2015 г., протокол № 12 диссертационным советом Д 212.190.06 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Петрозаводский государственный университет» (ФГБОУ ВПО ПетрГУ) (185910, г. Петрозаводск, пр. Ленина, 33, действующего на основании приказа Министерства образования и науки Российской Федерации №156/нк от 1 апреля 2013 года).

Соискатель Яковлева Дарья Сергеевна, 1978 года рождения, на момент защиты работает на кафедре общей физики физико-технического факультета ФГБОУ ВПО ПетрГУ в должности старшего преподавателя. В 2002 году соискатель окончила магистратуру ФГБОУ ВПО ПетрГУ по направлению «Физика» с присвоением дополнительной квалификации «Преподаватель высшей школы». В 2006 году окончила очную аспирантуру ФГБОУ ВПО ПетрГУ по направлению 01.04.04 физическая электроника.

Диссертация выполнена на кафедре информационно-измерительных систем и физической электроники физико-технического факультета ФГБОУ ВПО ПетрГУ.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, доцент **Пергамент Александр Лионович**, работает в должности профессора кафедры информационно-измерительных систем и физической электроники физико-технического факультета ФГБОУ ВПО ПетрГУ.

Официальные оппоненты:

1. **Пронин Владимир Петрович**, гражданин Российской Федерации, доктор физико-математических наук, доцент, профессор кафедры теоретической физики и астрономии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена»,
2. **Стукова Елена Владимировна**, гражданка Российской Федерации, доктор физико-математических наук, доцент, заведующая кафедрой физики Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Амурский государственный университет», дали **положительные** отзывы на диссертацию.

Ведущая организация **Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева Кольского научного центра Российской академии наук»**, г. Апатиты, в своем **положительном** заключении, подписанном заведующим лабораторией материалов электронной техники, доктором технических наук, старшим научным сотрудником *Палатниковым Михаилом Николаевичем* и кандидатом физико-математических наук, старшим научным сотрудником лаборатории материалов электронной техники *Сандлером Владимиром Абрамовичем* и утвержденным вр.и.о. директора ФГБУН Института химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева Кольского научного центра Российской академии наук к.т.н. *Васильевой Татьяной Николаевной*, указала, что «диссертация представляет собой завершённую научно-исследовательскую работу на актуальную тему», а также «отвечает требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» (утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842) для кандидатских диссертаций». Отзыв о диссертационной работе *Яковлевой Д.С.* рассмотрен и одобрен на заседании Ученого совета Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева Кольского научного центра РАН (ИХТРЭМС КНЦ РАН) от 30 сентября 2015 г., протокол № 15.

Соискатель имеет 19 опубликованных работ, из них по теме диссертации опубликовано 17 научных работ общим объёмом 5 печатных листов, в том числе 5

статей в научных журналах и изданиях, которые включены в перечень российских рецензируемых научных журналов и изданий для опубликования основных научных результатов диссертаций.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Казакова, Е.Л. Внутренний электрохромный эффект в гидратированном пентаоксиде ванадия / Е.Л. Казакова, А.Л. Пергамент, Г.Б. Стефанович, Д.С. Гаврилова (Яковлева) // Конденсированные среды и межфазные границы. – 2001. – т. 3, в. 2. – с. 153–156.

2. Березина, О.Я. Модификация свойств пленок гидратированного пентаоксида ванадия методами плазменной и ионно-лучевой обработки / О.Я. Березина, А.А. Величко, Е.Л. Казакова, А.Л. Пергамент, Г.Б. Стефанович, Д.С. Яковлева // Конденсированные среды и межфазные границы. – 2005. – т. 7. – № 2. – с. 123–129.

3. Яковлева, Д.С. Электрические и оптические свойства тонких пленок гидратированного пентаоксида ванадия при электрохромном эффекте / Д.С. Яковлева, В.П. Малиненко, А.Л. Пергамент, Г.Б. Стефанович // Письма в ЖТФ. – 2007. – т. 33. – в. 23. – с. 75–80.

4. Березина, О.Я. Влияние способа изготовления и легирования на свойства пленок оксидов ванадия / О.Я. Березина, В.П. Зломанов, Д.А. Кириенко, А.Л. Пергамент, С.С. Татевосян, Д.С. Яковлева / Современные проблемы науки и образования: Электронный журнал. – 2013. – № 4. URL: <http://www.science-education.ru/110-9646>

5. Березина, О.Я. Влияние электрополевого воздействия на свойства тонких пленок гидратированного пентаоксида ванадия / О.Я. Березина, Д.А. Кириенко, Т.А. Ключкова, Д.С. Яковлева // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. Серия «Естественные и технические науки». – 2013. – № 6. – с. 107–111.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. **Гудилина Евгения Алексеевича**, доктора химических наук, члена-корреспондента РАН, профессора химического факультета, МГУ им. М.В. Ломоносова.

Замечания:

а) Предложенную модель ЭХЭ следовало бы дополнить данными о зависимости состава высших ванадиевых кислот (дека- ($[V_{10}O_{28}]^{6-}$) и гекса- ($[V_6O_{17}]^{4-}$) ванадат-ионов) от величины рН и концентрации ванадия.

б) Следовало бы уточнить число химических связей V-O, учитываемых в расчетах: на рис. 11 число таких связей составляет пять.

2. **Горбенко Анны Петровны**, кандидата физико-математических наук, доцента физического факультета, Санкт-Петербургского государственного университета.

Замечания:

а) На рисунке 7 непонятно указан размер области.

б) На рисунке 6 не прописаны кривые и не указана погрешность, погрешность также не указана на рисунке 2.

3. **Рожковой Натальи Николаевны**, доктора химических наук, доцента, заведующей лабораторией физико-химических исследований наноуглеродных материалов ФГБУН «Институт геологии Карельского научного центра Российской академии наук»

4. **Сона Эдуарда Евгеньевича**, доктора физико-математических наук, профессора, члена-корреспондента РАН, заведующего кафедрой физической механики, ФГОУ ВПО «Московский физико-технический институт (государственный университет)».

Замечания:

а) В таблице 1 указаны всего три значения толщины образца, нельзя сделать вывод о характере зависимости напряжения и времени окрашивания от толщины. Параметры t и t_0 – разные?

б) На рис 2. указана толщина пленки, на прочих рисунках (с 3-го по 9-й) не указана.

в) Подписи к осям на графиках указаны то на русском языке, то на латинице.

Все отзывы, поступившие на диссертацию и автореферат, **положительные** (из них 3 отзыва с замечаниями, указанными выше) и заканчиваются выводом, что диссертационная работа Яковлевой Д.С. полностью соответствует требованиям, которые ВАК предъявляет к кандидатским диссертациям, а её автор – Яковлева Д.С. – заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.04 – физическая электроника.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается компетентностью оппонентов в области физической электроники, значимым вкладом ведущей организации в области изучения электрофизических и оптических свойств, а также структуры оксидных материалов, что подтверждается публикациями за последние пять лет оппонентов и учёных из ведущей организации в

высокорейтинговых научных журналах в области физики твердого тела и физической электроники.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

получены новые экспериментальные данные об изменении состава, структуры и морфологии поверхности пленок ксергеля $V_2O_5 \cdot nH_2O$ при электрохромном эффекте;

предложена модель механизма внутреннего электрохромного эффекта, основанная на гипотезе о разрыве мостиковых связей V-O-V между ванадий-кислородными октаэдрами в цепочках V_2O_5 под воздействием протонов, образующихся в результате диссоциации воды в межслоевом пространстве ксергеля;

доказана перспективность изученного в работе внутреннего электрохромного эффекта для практической реализации безэлектролитных электрохромных устройств.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

изложены и корректно обоснованы модельные представления о механизме внутреннего электрохромного эффекта в гидратированном пентаоксиде ванадия состава $V_2O_5 \cdot nH_2O$, подтвержденные расчетными данными энергетических характеристик химических связей в слоях оксидной фазы ксергеля;

раскрыт характер влияния условий дегидратации и ряда других воздействий (травления, облучения ультрафиолетом, легирования ионами других металлов, старения, циклирования) на протекание внутреннего электрохромного эффекта в тонких пленках ксергеля $V_2O_5 \cdot nH_2O$;

изучено влияние приложенной разности потенциалов на прочность связей ванадий-кислородных октаэдров оксидной фазы пленок ксергеля, *установлено*, что из трех типов связей в ванадий-кислородных октаэдрах (граневая, вершинная и мостиковая) мостиковая связь является наименее прочной, разрыв которой в результате протонирования способствует формированию фрагментов высших поливанадиевых кислот, в частности соединений типа гексаванадиевой $H_4V_6O_{17}$ ($3V_2O_5 \cdot 2H_2O$) кислоты или декаванадиевой кислоты $H_6V_{10}O_{28}$ ($5V_2O_5 \cdot 3H_2O$);

доказано, что механизм внутреннего электрохромного эффекта обусловлен разрывом мостиковых связей V-O-V между ванадий-кислородными октаэдрами в цепочках V_2O_5 под воздействием протонов, образующихся в результате диссоциации воды в межслоевом пространстве ксергеля.

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

определены перспективы использования внутреннего электрохромного эффекта в тонких пленках ксерогеля $V_2O_5 \cdot nH_2O$ для реализации таких электронных и оптических устройств как безэлектролитные электрохромные индикаторы и покрытия с контролируемым переменным светопропусканием, для разработки различных устройств гибкой электроники.

представлены методические рекомендации относительно выбора оптимальных параметров, необходимых для эффективной реализации внутреннего электрохромного эффекта: стартовое напряжение для начала процесса окраски, сила тока, время t_0 с момента подключения образца к электродам и до начала изменения цвета пленки варьируется в зависимости от толщины пленки.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

результаты получены на сертифицированном оборудовании, в работе использованы современные методы получения и обработки данных атомно-силовой микроскопии, сканирующей электронной микроскопии, рентгеноструктурного анализа, инфракрасной спектроскопии и квантово-химического расчета с применением современных вычислительных алгоритмов;

идея механизма реализации электрохромного эффекта в тонких пленках ксерогеля $V_2O_5 \cdot nH_2O$ *базируется* на сопоставлении экспериментальных данных, подтвержденных результатами компьютерных расчетов;

использовано сравнение результатов исследований, полученных автором, с экспериментальными данными ряда работ по рассматриваемой тематике; результаты экспериментов и расчетов воспроизводимы и не противоречат литературным данным по тематике исследования;

установлено качественное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике, для исходных и модифицированных пленок, выражающееся в совпадении данных о морфологии поверхности исходных пленок, значении ширины запрещенной зоны пленок ксерогеля и ее изменении, характерном для структурного разупорядочения материала.

Личный вклад соискателя состоит в активном участии в исследовании на всех этапах процесса: планировании и проведении экспериментов, в выполненной лично

автором обработке и интерпретации полученных экспериментальных данных, а также написании текста диссертации, статей и подготовке их к публикации.

Диссертация охватывает основные вопросы поставленной научной задачи и соответствует критерию внутреннего единства, что подтверждается наличием последовательного плана исследований, непротиворечивостью результатов и взаимосвязью выводов.

Диссертационный совет Д 212.190.06 на заседании 20 ноября 2015 г. пришёл к выводу о том, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, и принял решение присудить **Яковлевой Дарье Сергеевне** ученую степень кандидата физико-математических наук 01.04.04 – физическая электроника.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 7 докторов наук по специальности 01.04.04 – физическая электроника, участвовавших в заседании и голосовании, из 22 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение учёной степени – 16, против присуждения учёной степени – 0 (нет), недействительных бюллетеней – 1 (один).

Председатель
диссертационного совета

Гуртов Валерий Алексеевич

Ученый секретарь
диссертационного совета



Гикулев Виталий Борисович

20 ноября 2015 г.

Ученый секретарь	
Уч. секретарь ученого совета	
« 20 »	ноября 2015 г.