

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.285.02 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «УРАЛЬСКИЙ
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ПЕРВОГО ПРЕЗИДЕНТА
РОССИИ Б.Н. ЕЛЬЦИНА», МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 23.01.2015 № 1

О присуждении Зырянову Степану Сергеевичу, гражданство Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Анализ и модификация поверхности твердых тел с использованием пучков ускоренных заряженных частиц» по специальностям 01.04.07 – Физика конденсированного состояния и 01.04.01 – Приборы и методы экспериментальной физики принята к защите 24 октября 2014 г., протокол № 31 диссертационным советом Д 212.285.02 на базе ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Минобрнауки России, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19; созданным приказом Минобрнауки России № 105/нк от 11.04.2012 г.

Соискатель, Зырянов Степан Сергеевич, 1986 года рождения.

В 2009 году окончил ГОУ ВПО «Уральский государственный технический – УПИ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» по специальности «Радиационная безопасность человека и окружающей среды», в 2012 году окончил очную аспирантуру ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния; работает в должности ведущего инженера Инновационно-внедренческого центра «Центр радиационной стерилизации» ФГАОУ ВПО «Уральский

федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Минобрнауки России.

Диссертация «Анализ и модификация поверхности твердых тел с использованием пучков ускоренных заряженных частиц» выполнена на кафедре экспериментальной физики Физико-технологического института ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Минобрнауки России.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, профессор, Кружалов Александр Васильевич, ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», кафедра экспериментальной физики, профессор.

Официальные оппоненты:

Крючков Юрий Юрьевич, доктор физико-математических наук, профессор, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», кафедра общей физики, профессор;

Емлин Рафаил Вениаминович, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник, ФГБУН Институт электрофизики Уральского отделения Российской академии наук (г. Екатеринбург), группа физики диэлектриков, руководитель,

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Научно-исследовательский институт ядерной физики имени Д. В. Скобельцына ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова», г. Москва – в своем положительном заключении, подписанном Похилом Григорием Павловичем, доктором физико-математических наук, ведущим научным сотрудником лаборатории взаимодействия ионов с веществом; Чечениным Николаем Гавриловичем, доктором физико-математических наук, профессором, заведующим отделом физики атомного ядра; Панасюком Михаилом Игоревичем, доктором физико-математических наук, профессором, директором института – указала, что диссертационная работа отвечает критериям Положения о присуждении

ученых степеней (пункт 9), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Зырянов Степан Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальностям 01.04.07 – Физика конденсированного состояния и 01.04.01 – Приборы и методы экспериментальной физики.

Соискатель имеет 27 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 13 работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях – 3. Другие публикации по теме диссертации представлены в виде 3 статей в сборниках научных трудов, 3 статей и 4 тезисов докладов, опубликованных в сборниках трудов международных конференций. Общий объем опубликованных работ – 3,9 п.л., авторский вклад – 1,05 п.л.

Наиболее значительные научные работы по теме диссертации:

1. Зырянов С.С. Исследование поверхности стали, облученной протонами в иодной среде / Зырянов С.С., А.В. Кружалов, М.В. Кузнецов, Ф.Г. Нешов, О.В. Рябухин // Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования. 2013. № 4. С. 29–35 (0,45 п.л./0,1 п.л.).

2. Зырянов С.С. Коррозия конструкционной стали при облучении протонами в воздухе / Зырянов С.С., Нешов Ф.Г., Оштрах М.И., Рябухин О.В., Семенкин В.А // Известия вузов. Физика. 2009. № 11/2. С. 212-216 (0,4 п.л./0,1 п.л.).

3. S.S. Zyryanov Investigation of Stainless Steel Surface Irradiated by Protons in Iodine Medium / S.S. Zyryanov, A.V. Kruzhalov, M.V.Kuznetsov, F.G. Neshov, O.V. Ryaboukhin // Izvestia Vuzov Fizika. 2012. V. 11/3. P.173-178 (0,4 п.л./0,1 п.л.).

На автореферат поступили отзывы от:

1. Борисова Анатолия Михайловича, доктора физико-математических наук, профессора кафедры «Технологии производства приборов и информационных систем управления летательных аппаратов» ФГБОУ ВПО «МАТИ – Российский государственный технологический университет имени К.Э. Циолковского», г. Москва. Содержит вопросы: 1) уместной была бы

литературная ссылка на программу SIMNRA; 2) на многих приведенных спектрах ОР нет идентификации экспериментальных и расчетных данных. При этом возникает вопрос о причинах сильного расхождения расчетов и эксперимента в области малых энергий; 3) нет комментариев по сопоставлению различных данных по кулоновскому барьеру.

2. Скуридина Виктора Сергеевича, доктора технических наук, профессора, заведующего лабораторией Физико-технического института ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», г. Томск,. Содержит вопросы: 1) не совсем понятно, зачем так много представлено результатов исследований и полимеров, и покрытий, и др.? 2) не приведены аналитические характеристики методов РОР и ЯОР. Непонятно, по какому критерию сравнивать? Какой критерий достоверности использовался; 3) на рис. 5 ничего нельзя сказать о кислороде? 4) сечение ОР носит резонансный характер, оценивать его нужно очень осторожно.

3. Козлова Александра Владимировича, доктора технических наук, главного научного сотрудника отделения радиационного материаловедения ОАО «Институт реакторных материалов», г. Заречный (Свердловская область). Содержит вопросы: 1) на странице 6 автореферата используется термин «редкоионизирующее излучение», который не является общепринятым, поэтому требует либо пояснения, либо замены; 2) на странице 13 описан метод моделирования атмосферной коррозии действием пучка протонов, что позволяет значительно ускорить процесс. В то же время говорится, что для атмосферной коррозии характерно образование гидрата окиси железа $Fe(OH)_3$, а при протонном облучении образуется оксигидроокись железа $FeOОН$. Такое различие свидетельствует о различиях механизма процессов в этих двух случаях, что вызывает сомнения в корректности моделирования.

4. Кащенко Михаила Петровича, доктора физико-математических наук, профессора, заведующего кафедрой физики ФГБОУ ВПО «Уральский

государственный лесотехнический университет», г. Екатеринбург. Без замечаний.

5. Жуковского Михаила Владимировича, доктора технических наук, профессора, директора Института промышленной экологии УрО РАН, г. Екатеринбург. Без замечаний.

6. Владимирова Александра Петровича, доктора технических наук, профессора, старшего научного сотрудника лаборатории технической диагностики Института машиноведения УрО РАН, г. Екатеринбург. Содержит вопрос: разрабатываемый метод ядерного обратного рассеяния протонов дает информацию о содержании элементов вне зависимости от их химических связей. Поэтому более однозначным подтверждением образования боридов железа было бы исследование поверхностных слоев методами РФА или РФЭС, которыми, как следует из автореферата, владеет соискатель.

7. Баянкина Владимира Яковлевича, доктора технических наук, профессора, заведующего лабораторией электронной структуры поверхности, и Быкова Павла Владимировича, кандидата химических наук, старшего научного сотрудника лаборатории электронной структуры поверхности Физико-технического института УрО РАН, г. Ижевск. Содержит вопросы: 1) на стр.10 автореферата представлено: «Показана применимость методики для определения сечений рассеяния как по спектрам обратного рассеяния от однокомпонентных, так и от многокомпонентных образцов». Однако описания разделения спектров от отдельных составляющих многокомпонентных мишеней и результатов применения методики отсутствуют; 2) в таблице 1, где представлены полученные результаты значений границы резерфордского и нерезерфордского обратного рассеяния для некоторых элементов и кулоновского барьера, отсутствуют погрешности; 3) известно, что радиационно-химические превращения органических материалов протекают с заметно большими выходами при повышении температуры. Каким образом удалось (или не удалось) разделить

вклады в общую деструкцию лавсана термодеструкцию и собственно радиационную?

8. Ташлыковой-Бушкевич Ии Игоревны, кандидата физико-математических наук, доцента, доцента кафедры физики Учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», г. Минск (Республика Беларусь). Содержит замечания: 1) в п.3 научной новизны (стр.5) не расшифровано сокращение РАО; 2) если пишется об ускорении коррозии, то необходимо указывать «на 3 порядка» по величине (стр.7, стр.21); 3) в списке публикаций под № 12 следует писать «Тезисы докладов XLIV международной Тулиновской конференции».

9. Балашовой Анны Александровны, кандидата физико-математических наук, старшего научного сотрудника ФГУП «РОССИЙСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЯДЕРНЫЙ ЦЕНТР Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики», г. Саров. Без замечаний.

10. Ананьева Олега Леонидовича, директора филиала «Уральский территориальный округ» ФГУП «Предприятие по обращению с радиоактивными отходами “РосРАО”» и Чемериса Николая Васильевича, кандидата технических наук, научного консультанта филиала. Содержит замечание: при прочтении автореферата диссертации вызвали недоумение различные цифры, характеризующие скорость коррозии (в одном разделе указано «на 3 порядка», в другом – «в 100 раз»).

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их широкой известностью своими достижениями и высокой научной компетентностью в области исследований взаимодействия пучков ускоренных заряженных частиц с твердым телом, а также в области фундаментальных исследований физики конденсированного состояния.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

– **разработана** методика и **получены** энергетические зависимости дифференциального сечения рассеяния протонов для угла 160° в диапазоне 4,5-6,6 МэВ для элементов В, Ti, V, Cr, Fe, Co, Ni, Zr, Mo, Ag, Cd, Sn. Полученные данные дополняют имеющиеся базы данных по сечениям рассеяния для протонов, необходимые при элементном анализе методом ЯОР;

– **разработана** методика и **определены** энергетические границы резерфордовского и ядерного обратного рассеяния протонов с использованием «толстых» мишеней для элементов Zr, Ag, La, Nd;

– **создана** экспериментальная установка на базе классического циклотрона Р7-М УрФУ, обеспечивающая получение фундаментальных данных о сечениях рассеяния, анализ и модификацию поверхности твердых тел при одновременном воздействии пучков ускоренных частиц, температуры, влажности и различных газовых сред;

– **проведено** моделирование условий реакторного облучения и облучения РАО для конструкционных сталей, исследована их радиационно-стимулированная и иодная коррозия. Установлено, что ионизирующее излучение существенно ускоряет коррозионные процессы, расширяет диапазон относительной влажности и создает специфические химические соединения;

– **обоснован** и **реализован** научно-методический подход *in situ* с применением пучка ускоренных заряженных частиц для исследования радиационной модификации и элементного состава материалов с низкой радиационной стойкостью (полиэтилен, полиэтилентерефталат), установлены существенные радиационно-химические отличия деструкции данных полимеров по сравнению с воздействием редкоионизирующего излучения;

Теоретическая значимость исследований обоснована тем, что:

– **получены** фундаментальные ядерно-физические данные о сечениях рассеяния протонов рядом химических элементов, которые пополняют международную базу данных по сечениям рассеяния;

– **предложен способ и определены** границы резерфордовского и ядерного обратного рассеяния по спектрам обратного рассеяния;

– **показана** возможность эффективного анализа на легкие элементы с использованием пучка ускоренных заряженных частиц околобарьерных энергий;

– **развит** научно-обоснованный комплексный подход к проведению коррозионных испытаний на ускорителях заряженных частиц.

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

– в плане развития ионно-пучковых методов анализа и их использования в современных технологиях модификации материалов **показана** высокая эффективность упругого обратного рассеяния протонов и ионов гелия околобарьерных энергий для элементного анализа и распределения по глубине легких элементов в твердых телах;

– **изучена** радиационно-стимулированная атмосферная и иодная коррозия реакторных конструкционных сталей, установлены лимитирующие факторы и причины ускорения коррозионных процессов в реакторных условиях;

– с применением полученных сечений ЯОР **изучены** составы упрочняющих покрытий и установлены оптимальные режимы нанесения износостойких слоев на основе карбида вольфрама и бора.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

– теория построена на известных литературных данных и фактах, согласуется с опубликованными данными по теме диссертации;

– эксперименты на ускорителе Р7-М выполнены в строгом соответствии со стандартами, принятыми в данной научной области;

– дополнительные исследования проведены на сертифицированном оборудовании под руководством квалифицированных сотрудников;

– все эксперименты и результаты обработки воспроизводимы, использовались современные методы сбора и обработки исходной

информации, представительные выборочные совокупности с обоснованием подбора объектов наблюдения и измерения;

– полученные результаты непротиворечиво согласуются друг с другом, предлагаемыми моделями и известными литературными данными.

Личный вклад соискателя состоит в следующем: формулирование цели и задач диссертационной работы, а также защищаемых положений проведено совместно с научным руководителем. Диссертантом спроектированы и отлажены экспериментальные установки, подготовлены образцы и проведены эксперименты на циклотроне Уральского федерального университета. Обработка, анализ и интерпретация экспериментальных данных принадлежат лично автору, обсуждение результатов и подготовка научных публикаций происходила с участием научного руководителя.

На заседании 23 января 2015 г. диссертационный совет принял решение присудить Зырянову Степану Сергеевичу ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 20 человек, из них 7 докторов наук по специальности 01.04.07 и 3 доктора наук по специальности 01.04.01, участвовавших в заседании, из 22 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 3 человека, проголосовали: за 20, против – нет, недействительных – нет.

Председатель
диссертационного совета



Кортов Всеволод Семенович

Ученый секретарь
диссертационного совета

Ищенко Алексей Владимирович

23 января 2015 г.