

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.232.33 НА БАЗЕ  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»,  
ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ  
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

Решение диссертационного совета от 20 октября 2016 г. № 34.06-33-1-15 о присуждении Луцеву Леониду Владимировичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени доктора физико-математических наук.

Диссертация «Спинволновые возбуждения и спинзависимые электротранспортные явления в наноразмерных магнитных металл-диэлектрических гетероструктурах» на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.07 - «Физика конденсированного состояния», принята к защите 18 июня 2015 года, протокол № 26 диссертационным советом Д 212.232.33, созданным на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный университет», Правительство Российской Федерации, 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб. д.7-9. Диссертационный совет утвержден приказом Минобрнауки РФ № 105/нк от 11 апреля 2012 г.

Соискатель Луцев Леонид Владимирович 1955 года рождения. Диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук "Дисперсионные характеристики магнитостатических волн и спинволновой резонанс в многослойных и неоднородных по толщине эпитаксиальных гранатовых структурах" защитил в 1991 году, в

диссертационном совете, созданном на базе Ленинградского ордена Ленина и ордена Октябрьской революции Электротехнического института имени В.И. Ульянова (Ленина). Луцев Л.В. работает старшим научным сотрудником в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Физико-техническом институте им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук.

*Диссертация выполнена* в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Физико-техническом институте им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук.

***Официальные оппоненты:***

1. Шараевский Юрий Павлович, доктор физико-математических наук, профессор кафедры нелинейной физики Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского», г. Саратов.
2. Фетисов Юрий Константинович, доктор физико-математических наук, директор Научно-образовательного центра «Магнитоэлектрические материалы и устройства» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет информационных технологий, радиотехники и электроники», г. Москва.
3. Дунаевский Сергей Михайлович, доктор физико-математических наук, профессор, главный научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения «Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова», Ленинградская область, г. Гатчина, дали положительные отзывы на диссертацию.

***Ведущая организация*** — Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский

политехнический университет Петра Великого", в своем положительном заключении, подписанном заведующим кафедрой экспериментальной физики СПбПУ, доктором физико-математических наук, профессором Ивановым В.К. и утверждённом Проректором по научной работе Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, доктором технических наук Остапенко О.Н., указала, что совокупность результатов и положений, содержащихся в диссертации Луцева Л.В., позволяет квалифицировать ее как серьезное достижение в теоретических и экспериментальных исследованиях спиновых волн и спинзависимого электронного транспорта в наноразмерных магнитных металл-диэлектрических гетероструктурах; основные результаты работы представляют большую ценность не только для фундаментальных исследований, но и имеют практическую значимость, которая заключается в том, что:

- полученные теоретические результаты по распространению и релаксации спиновых волн в наноразмерных ферромагнитных пленках дают возможность разработать спинволновые приборы наноразмерного масштаба (фильтры, линии задержки) СВЧ диапазона с низкими уровнями потерь;
- развитый метод спинволновой спектроскопии позволяет получать информацию о магнитных и проводящих свойствах исследуемых магнитных нанокompозитных структур;
- на основе проведенных исследований гранулированных структур с ферромагнитными наночастицами разработаны многослойные тонкие широкополосные поглощающие покрытия электромагнитных волн СВЧ диапазона, которые обладают преимуществами перед покрытиями, основанными на ферритах - по толщине, весу и широкополосности поглощения;
- эффект гигантского инжекционного магнитосопротивления, наблюдаемый в

гетероструктурах полупроводник/гранулированная пленка с ферромагнитными металлическими наночастицами, дает возможность создания высокочувствительных магнитных сенсоров.

Результаты диссертации могут использоваться в научных исследованиях, проводимых в вузах и институтах РАН, а также в научно-исследовательских организациях, занимающихся исследованиями и разработками в области СВЧ твердотельной микроэлектроники, спинтроники, магнитных датчиков и радиопоглощающих покрытий. Результаты исследования могут быть использованы в научных, производственных и учебных организациях, в которых ведутся исследования по близкой тематике: в Санкт-Петербургском политехническом университете Петра Великого, Физико-техническом институте им. А.Ф. Иоффе, Московском государственном университете им. М. В. Ломоносова, Институте радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова, ОАО НИИ «Феррит-Домен», ОАО «Завод Магнетон», Саратовском государственном университете им. Н.Г. Чернышевского, Московском государственном университете информационных технологий, радиотехники и электроники, Санкт-Петербургском государственном электротехническом университете "ЛЭТИ", Институте физики микроструктур, Институте физики им. Л. В. Киренского СО РАН, Институте физики металлов УрО РАН, НИЦ Курчатовский институт, Объединенном институте физики твердого тела и полупроводников НАН Беларуси, а также в других вузах и научно-исследовательских институтах аналогичного профиля.

В отзыве указывается, что диссертация Л.В. Луцева является законченным исследованием и соответствует требованиям, предъявляемым ВАК РФ к докторским диссертациям; автор диссертации, Л.В. Луцев, безусловно, заслуживает присуждения ему ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.07 - «Физика конденсированного состояния».

Соискатель имеет 145 опубликованных работ общим объемом порядка 600 страниц, в том числе 48 научных статей, одна монография, одна глава в монографии, 7 патентов на изобретения и полезную модель. Материалы диссертации полностью изложены в 45 научных статьях: в т.ч. 19 статей опубликованы в журналах, включённых Высшей аттестационной комиссией (ВАК) РФ в список изданий, рекомендуемых для опубликования основных научных результатов диссертации на соискание учёной степени доктора наук, 45 статей в журналах, индексируемых в базе данных РИНЦ, 42 статьи в журналах, индексируемых в международных библиографических базах данных Web of Science и Scopus, в т.ч. 6 статей опубликовано в высоко-рейтинговых журналах с импакт-фактором больше 3-х, одна глава в книге издательства Nova Science Publishers (New York) и 1 монография. Тематика работ связана с распространением и затуханием спиновых волн в наноразмерных структурах, исследованию спинзависимых электротранспортных явлений в наноразмерных магнитных металл-диэлектрических гетероструктурах и исследованию гигантского инжекционного магнитосопротивления в структурах полупроводник/гранулированная пленка с магнитными металлическими наночастицами. Из 45-ти статей Луцев Л.В. является первым автором в 31 статье, вторым – в 3 работах. В целом, вклад соискателя в работу над статьями превысил 70%.

Среди опубликованных статей можно выделить следующие наиболее важные работы:

- 1) Л.В. Луцев, *Спинволновые магнитостатические возбуждения в неоднородных по толщине ферромагнитных пленках*, ЖТФ, 1991, 61(3), 80-87.
- 2) Л.В. Луцев, В.О. Щербакова, Г.Я. Федорова, *Магнитостатические волны, спин-волновой резонанс и механизм образования неоднородности магнитных параметров в гранатовых эпитаксиальных пленках с изменением состава по толщине*,/ ФТТ, 1993, 35(8), 2208-2224.

- 3) Л.В. Луцев, *Дисперсионные зависимости дипольно-обменных спинволновых волн и межмодовые переходы в неоднородных ферромагнитных пленках*, ЖТФ, 1995, 65(2), 41-54.
- 4) Л.В. Луцев, С.В. Яковлев, В.И. Сиклицкий, *Электронный транспорт в наноразмерной кластерной структуре углерод-медь*, ФТТ, 2000, 42(6), 1105-1112.
- 5) Л.В. Луцев, Т.К. Звонарева, В.М. Лебедев, *Электронный транспорт в гранулированных пленках аморфного углерода с наночастицами кобальта*, Письма в ЖТФ, 2001, 27(15), 84-89.
- 6) Л.В. Луцев, *Спиновые возбуждения в гранулированных структурах с ферромагнитными наночастицами*, ФТТ, 2002, 44(1), 97-105.
- 7) В.И. Сиклицкий, Л.В. Луцев, М.В. Байдакова, *Структура гранулированных пленок аморфного углерода с наночастицами кобальта*, Письма в ЖТФ, 2002, 28 (7), 46-51.
- 8) Л.В. Луцев, Ю.Е. Калинин, А.В. Ситников, О.В. Стогней, *Электронный транспорт в магнитном поле в гранулированных пленках аморфной двуокиси кремния с ферромагнитными наночастицами*, ФТТ, 2002, 44(10), 1802-1810.
- 9) L.V. Lutsev, N.E. Kazantseva, I.A. Tchmutin, N.G. Ryvkina, Yu.E. Kalinin, and A.V. Sitnikoff, *Dielectric and magnetic losses of microwave electromagnetic radiation in granular structures with ferromagnetic nanoparticles*, J. Phys.: Condensed Matter, 2003, Vol. 15, No. 22, pp. 3665–3681.
- 10) Л.В. Луцев, А.И. Стогний, Н.Н. Новицкий, *Гигантское инжекционное магнитосопротивление в гетероструктурах арсенид галлия / гранулированная пленка с наноразмерными включениями кобальта*, Письма в ЖЭТФ, 2005, 81(10), 636-641.
- 11) L.V. Lutsev, S.V. Yakovlev, T. K. Zvonareva, A.G.Alexeyev, A.P.Starostin, S.V. Kozyrev, *Microwave Properties of Granular Amorphous Carbon Films with Cobalt Nanoparticles*, Journal of Applied Physics, 2005, 97(10), 104327.
- 12) Л.В. Луцев, М.Н. Копытин, А.В. Ситников, О.В. Стогней, *Свойства наногранулированных композитов металл-диэлектрик в сильных электрических полях и кластерные электронные состояния*, ФТТ, 2005, 47(11), 2080-2090.

- 13) L.V. Lutsev, *Landau–Lifshitz equations and relaxation of spin wave modes in the Heisenberg model with dipole–exchange interaction*, J. Phys.: Condensed Matter, 2005, 17(38), 6057-6080.
- 14) L.V. Lutsev, *Potential barrier for spin polarized electrons induced by the exchange interaction at the interface in the ferromagnet / semiconductor heterostructure*, J. Phys.: Condensed Matter, 2006, 18(26), 5881-5894.
- 15) Leonid Lutsev, Sergey Yakovlev, and Christian Brosseau, *Spin wave spectroscopy and microwave losses in granular two-phase magnetic nanocomposites*, Journal of Applied Physics, 2007, 101(3), 034320.
- 16) L.V. Lutsev, *Diagram technique for models with internal Lie-group dynamics*, J. Phys. A: Mathematical and Theoretical, 2007, 40(39), 11791-11814.
- 17) M. Khodzitskiy, L. Lutsev, S. Tarapov, A. Zamkovoij, A. Stognij, and N. Novitskii, *Electron spin resonance properties of semiconductor/granular film heterostructures with cobalt nanoparticles in millimeter waveband*, JMMM, 2008, 320(5), L7-L11.
- 18) L.V. Lutsev, *Diagram technique for quantum models with internal Lie-group dynamics*, in: *Mathematical Physics Research Developments*, Editor: Morris B. Levy, (Nova Science Publishers, New York, 2009), pp. 141-188, ISBN-13: 978-1-60456-963-6.
- 19) M.K. Khodzitskiy, T.V. Bagmut, I.G. Shipkova, L.V. Lutsev, S.I. Tarapov, A.I. Stognij, and N.N. Novitskii, *Abnormal Magnetic Properties of Granular Co-SiO<sub>2</sub>/GaAs Nanostructures at the Percolation Threshold Region*, Telecommunications and Radio Engineering, 2009, 68(7), 607-620.
- 20) Л.В. Луцев, *Спинволновая спектроскопия магнитных наноструктур/ Наноструктуры. Математическая физика и моделирование*, 2009, 1(1), 59–82.
- 21) L.V. Lutsev, A.I. Stognij, and N.N. Novitskii, *Giant magnetoresistance in semiconductor / granular film heterostructures with cobalt nanoparticles*, Physical Review B, 2009, 80(18), 184423.
- 22) L. Lutsev, S. Yakovlev, V. Castel, and C. Brosseau, *Spin wave dynamics in magnetoelectric Ni/BaTiO<sub>3</sub> nanocomposites*, Journal of Physics D: Applied Physics, 2010, 43(32), 325302.
- 23) Л.В. Луцев, *Спинволновая спектроскопия и применение ее методов к гетероструктурам диоксида кремния с наночастицами Co на подложке GaAs*, ФТТ, 2011, 53(5), 1014-1025.
- 24) L.V. Lutsev, A.I. Stognij, N.N. Novitskii and A.S. Shulenkov, *Giant Magnetoresistance in Magnetic Nanostructures and Spintronic Devices*, Solid State Phenomena, 2011, 168-169, 23-26.
- 25) L.V. Lutsev, A.I. Stognij, N.N. Novitskii, and A.S. Shulenkov, *Spintronic devices based on magnetic nanostructures*, Functional Materials, 2012, 19(1), 33-37.

- 26) L.V. Lutsev, *Dispersion relations and low relaxation of spin waves in thin magnetic films*, Physical Review B, 2012, 85(21), 214413.
- 27) V.A. Ukleev, N.A. Grigoryeva, E.A. Dyadkina, A.A. Vorobiev, D. Lott, L.V. Lutsev, A.I. Stognij, N.N. Novitskiy, A.A. Mistonov, D. Menzel, and S.V. Grigoriev, *Magnetic properties of the SiO<sub>2</sub>(Co)/GaAs interface: Polarized neutron reflectometry and SQUID magnetometry*, Physical Review B, 2012, 86(13), 134424.
- 28) L.V. Lutsev, V.V. Pavlov, P.A. Usachev, A.A. Astretsov, A.I. Stognij, and N.N. Novitskii, *Negative photoconductance in SiO<sub>2</sub>(Co)/GaAs heterostructure in the avalanche regime*, Applied Physics Letters, 2012, 101(24), 242104.
- 29) Леонид Луцев *Гигантское инжекционное магнитосопротивление. Экспериментальные и теоретические исследования, перспективы применения*, (Lambert Academic Publishing, Saarbrucken, Germany, 2013), 116 с., ISBN 978-3-659-43964-3.

**На автореферат** диссертации поступило 10 отзывов от:

1. Доктора физико-математических наук Калинина Юрия Егоровича, профессора, заведующего кафедрой физики твердого тела ФГБОУ ВПО "Воронежский государственный технический университет" (г. Воронеж).
2. Доктора физико-математических наук Янушкевича Казимира Иосифовича, заведующего лабораторией Физики магнитных материалов Государственного научно-производственного объединения «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по материаловедению» (г. Минск).
3. Доктора физико-математических наук Аронзон Бориса Ароновича, заведующего лабораторией физики твердотельных структур для космических приложений в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки «Физический институт Академии наук имени П.Н. Лебедева» (г. Москва).
4. Доктора физико-математических наук Филимонова Юрия Александровича, профессора, директора Саратовского филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт Радиотехники и Электроники имени В.А. Котельникова РАН» (г. Саратов).



5. Доктора технических наук Петрова Валентина Васильевича, главного научного сотрудника Акционерного Общества «Научно-исследовательский институт Феррит-Домен» (г. Санкт-Петербург).
6. Доктора физико-математических наук Исхакова Рауфа Садыковича, профессора, заведующего лабораторией Физики магнитных пленок в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки «Институт физики имени Л.В. Киренского СО РАН» (г. Красноярск).
7. Доктора физико-математических наук Зюзина Александра Михайловича, профессора, заведующего кафедрой экспериментальной физики ФГБОУ ВПО "Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарева" (г. Саранск).
8. Доктора физико-математических наук Локка Эдвина Гарривича, заведующего лабораторией Исследования СВЧ свойств ферромагнетиков и доктора физико-математических наук Геруса Сергея Валериановича, ведущего научного сотрудника той же лаборатории Фрязинского филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт Радиотехники и Электроники имени В.А. Котельникова РАН» (г. Фрязино).
9. Доктора физико-математических наук Ринкевича Анатолия Брониславовича, заместителя директора по научной работе Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт физики металлов УРО РАН» (г. Екатеринбург).
10. Доктора физико-математических наук Лачинова Алексея Николаевича, профессора, заведующего кафедрой прикладной физики и нанотехнологий и кандидата физико-математических наук Воробьевой Натальи Викторовны, доцента кафедры прикладной физики и нанотехнологий ФГБОУ ВПО "Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы".

В отзывах отмечается актуальность темы, научная новизна, фундаментальная и практическая значимость. Все отзывы положительные, содержат замечания рекомендательного характера.

*Выбор официальных оппонентов* обосновывается тем, что

Дунаевский С.М. является ведущим ученым в области физики магнитных явлений и исследовании магнитных свойств и магнитосопротивления манганитов; Шараевский Ю.П. является специалистом мирового уровня в области теоретических и экспериментальных исследований по распространению спиновых волн в слоистых структурах и по взаимодействию спиновых волн в магнитных кристаллах; Фетисов Ю.К. является известным специалистом в области экспериментального исследования спиновых волн в мультиферроидных структурах и нелинейного взаимодействия спиновых волн. Таким образом, выбранные оппоненты способны всесторонне оценить материал диссертации, включающий в себя результаты аналитической теории, компьютерного моделирования и эксперимента.

Выбор ведущей организации обосновывается её широкой известностью своими достижениями в данной отрасли науки, а также наличием в ее штате высококвалифицированных специалистов, таких как доктор физико-математических наук, профессор В.К. Иванов, доктор физико-математических наук, профессор А.В. Приходько, доктор физико-математических наук, профессор В.В. Козловский и др., способных провести объективную оценку научной и практической ценности диссертационной работы.

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

*разработаны* (i) диаграммная техника для квантовых систем с внутренней Ли-групповой динамикой, на основе которой обобщены уравнения Ландау-Лифшица и определена спинволновая релаксация, обусловленная

собственными процессами; (ii) модель спиновых возбуждений в гранулированных структурах с ферромагнитными наночастицами в диэлектрической матрице и найден механизм спин-поляризационной релаксации; (iii) модель кластерных электронных состояний в гранулированных структурах с металлическими наночастицами; (iv) модель спин-ориентированного электронного транспорта в гранулированных структурах с ферромагнитными металлическими наночастицами, который происходит посредством неупругого резонансного туннелирования через цепочку слабосцепленных локализованных состояний в матрице; (v) модель эффекта гигантского инжекционного магнитосопротивления в гетероструктурах гранулированная пленка/полупроводник, основанная на образовании спин-зависимого потенциального барьера в полупроводнике вблизи интерфейса и положительной обратной связи, формируемой дырками при лавинном процессе;

*предложен* метод определения магнитных и электрических характеристик магнитных наноструктур из дисперсионных зависимостей и групповых скоростей спиновых волн;

*доказано, что* (i) диэлектрическая проницаемость гранулированных структур обусловлена образованием кластерных электронных состояний; (ii) коэффициент затухания спиновых возбуждений уменьшается с ростом концентрации магнитных гранул в гранулированных структурах; (iii) спиновая разупорядоченность ферромагнитных наночастиц приводит к существенному изменению дисперсионных кривых спиновых волн и к появлению дополнительных ветвей.

*введено* понятие инжекционного магнитосопротивления, связанное с эффектом гигантского магнитосопротивления в гетероструктурах  $\text{SiO}_2(\text{Co})/\text{GaAs}$ .

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

*доказано*, что (i) магнитное дипольное взаимодействие дает главный вклад в релаксацию длинноволновых спиновых волн и однородной прецессии в ферромагнитном образце по сравнению с обменным взаимодействием; (ii) в ферромагнитных пленках наноразмерной толщины при толщине пленки меньшей определенного значения должны наблюдаться слабозатухающие спиновые волны; (iii) в гетероструктурах гранулированная пленка/полупроводник гигантское инжекционное магнитосопротивление обусловлено спин-зависимым потенциальным барьером, действие которого усиливается рассеянием электронов назад на обменно-расщепленных уровнях квантовой ямы, образованной в интерфейсной области полупроводника, и накоплением заряда в яме.

*применительно* к исследованию спинволновых возбуждений и спинзависимых электротранспортных явлений в наноразмерных структурах в диссертации *использован* комплексный подход, базирующийся на согласованном использовании теории, компьютерного моделирования и эксперимента;

*изложены* (i) новые модели, описывающие спиновые волны в наноразмерных пленках и в гетероструктурах с ферромагнитными наночастицами; (ii) модель кластерных электронных состояний, влияющая на электронный транспорт в гранулированных структурах; (iii) модель эффекта гигантского магнитосопротивления в гетероструктурах гранулированная пленка/полупроводник;

*раскрыто* влияние кластерных электронных состояний на электронный транспорт в гранулированных структурах и проявление теоретической модели эффекта гигантского инжекционного магнитосопротивления в гетероструктурах гранулированная пленка / полупроводник, выраженное в

температурных зависимостях магнитосопротивления и подтвержденное экспериментально;

*изучено* влияние различных факторов (температура, отжиг, действие электрических и магнитных полей) на спинволновые возбуждения и спинзависимые электротранспортные явления в наноразмерных структурах;

*проведена модернизация* математической модели и алгоритмов вычисления, связанных с нахождением дисперсионных зависимостей спиновых волн в наноразмерных структурах.

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

*определена* возможность создания спинволновых приборов (фильтров и линий задержек) СВЧ диапазона с низкими уровнями потерь на основе наноразмерных ферромагнитных пленок;

*разработан* метод спинволновой спектроскопии, с помощью которого может быть получена информация о магнитных и проводящих свойствах исследуемых магнитных нанокompозитных структур в СВЧ диапазоне из дисперсионных характеристик спиновых волн;

*разработаны и внедрены* многослойные тонкие широкополосные поглощающие покрытия электромагнитных волн СВЧ диапазона, которые обладают преимуществами перед покрытиями, основанными на ферритах - по толщине, весу и частотной широкополосности поглощения, радиопоглощающие покрытия защищены патентами;

*определена* возможность создания высокочувствительных магнитных сенсоров на основе эффекта гигантского магнитосопротивления, наблюдаемого в гетероструктурах полупроводник / гранулированная пленка с ферромагнитными металлическими наночастицами.

***Оценка достоверности результатов исследования выявила, что:***

*экспериментальные результаты исследований* получены на современном оборудовании с использованием хорошо апробированных методик проведения эксперимента и являются воспроизводимыми;

*теория* построена на широко используемых в физике твердого тела и в статистической физике моделях;

*установлено* качественное и количественное согласие результатов в экспериментальных и теоретических работах автора, а также качественное совпадение с результатами, представленными в независимых источниках по релаксации спиновых волн в ферритовых пленках и в гетероструктурах, содержащих ферромагнитные наночастицы;

*использованы* современные методы сбора и обработки информации.

***Личный вклад соискателя состоит в:***

выборе направлений исследований и используемых экспериментальных и теоретических методов, разработке новых компьютерных программ для проведения численных и аналитических расчетов, непосредственном участии в экспериментах, анализе и систематизации полученных результатов, проведении теоретических расчетов, обработке и интерпретации данных компьютерного моделирования, написании статей и выступлениях с докладами на конференциях.

На заседании 20 октября 2016 года диссертационный совет принял решение присудить Луцеву Леониду Владимировичу ученую степень доктора физико-математических наук, протокол № 34.06-33-1-15.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 8 докторов наук по специальности 01.04.07 – «Физика

конденсированного состояния», участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, проголосовал: за – 19, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель

диссертационного совета Д 212.232.33

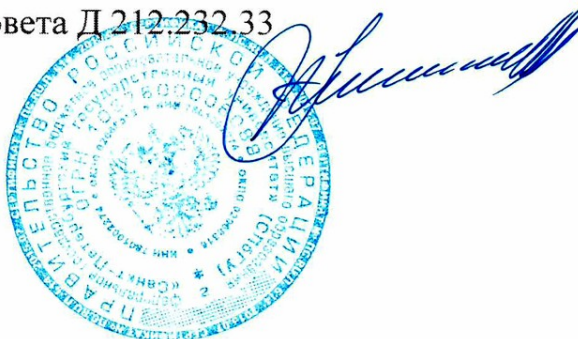
д.ф.-м.н., профессор

Барабан А.П.

Ученый секретарь

диссертационного совета Д 212.232.33

к.ф.-м.н., доцент



Поляничко А.М.

20.10.2016