

Наименование института: **Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Казанский физико-технический институт им. Е.К. Завойского Казанского научного центра Российской академии наук (КФТИ КазНЦ РАН)**

Отчет по основной референтной группе 3 Общая физика

Дата формирования отчета: **22.05.2017**

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НАУЧНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Инфраструктура научной организации

1. Профиль деятельности согласно перечню, утвержденному протоколом заседания Межведомственной комиссии по оценке результативности деятельности научных организаций, выполняющих научно-исследовательские, опытно-конструкторские и технологические работы гражданского назначения от 19 января 2016 г. № ДЛ-2/14пр

«Генерация знаний». Организация преимущественно ориентирована на получение новых знаний. Характеризуется высоким уровнем публикационной активности, в т.ч. в ведущих мировых журналах. Исследования и разработки, связанные с получением прикладных результатов и их практическим применением, занимают незначительную часть, что отражается в относительно невысоких показателях по созданию РИД и небольших объемах доходов от оказания научно-технических услуг. (1)

2. Информация о структурных подразделениях научной организации

Отдел химической физики, состоит из 5 лабораторий:

1. Лаборатория спиновой физики и спиновой химии.

Основные направления деятельности: Исследования методами ЭПР и ЯМР спектроскопии спиновых свойств новых материалов и биологических объектов, реализации квантовых алгоритмов на электронных и ядерных спинах, в том числе: развитие теорий импульсного ЭПР, гиперполяризации электронных спинов и бимолекулярного обмена; изучение фотоиндуцированных молекулярных процессов, обменных взаимодействий в многоядерных кластерах и низкоразмерных системах; исследование систем, перспективных для квантовых компьютеров, спинтроники, оптоэлектроники и молекулярного магнетизма; исследование интенсивности формирования оксида азота в тканях животных при внешнем воздействии на сердечно-сосудистую и нервную системы

Сотрудники участвовали в выполнении проектов:

1. Программа Президиума 1.26. Электронный спиновый резонанс, спин-зависящие электронные эффекты и спиновые технологии (6 проектов),



2. Проект «Развитие научных основ управления оптическими, спиновыми и магнитными свойствами соединений на основе светопоглощающих и излучающих систем» в рамках программы ОФН Спиновые явления в твёрдотельных наноструктурах и спинтроника.

8 проектов РФФИ,:

1. Исследование влияния спин-спиновых взаимодействий на температуру блокирования намагниченности гетероспиновых кластеров с ионами Dy(III) или Tb(III) (№ 13-02-01157).

2. Исследование электронной спиновой поляризации высокоспиновых состояний, индуцированных обменными взаимодействиями между парамагнитными центрами и фото-возбуждёнными триплетными молекулами (№ 12-03-97078-р_Поволжье).

3. Исследование изменений продукции оксида азота в различных тканях крысы при травматической болезни спинного мозга методом ЭПР-спектроскопии (№ 12-04-97035-р_Поволжье).

4. Исследование роли монооксида азота в механизмах пластичности и запоминания при моделировании ишемического и геморрагического инсульта в условиях посттетанической потенциации методами электрофизиологии и ЭПР - спектроскопии (№ 12-04-90033-Бел).

5. Исследование спинового обмена между заряженными парамагнитными частицами в растворах (№ 12-03-97071-р_Поволжье).

6. Исследование молекулярного механизма стабилизирующего и криопротекторного влияния трегалозы на функциональные свойства белков и белковых комплексов фотосинтетических реакционных центров (№ 15-43-02538_Поволжье).

7. Димеры редкоземельных ионов для квантовой информатики (№ 15-42-02324_Поволжье).

8. Разработка квантовой памяти микроволнового диапазона длин волн на электронно-ядерных спиновых ансамблях (№ 15-42-02462_Поволжье).

Избранные публикации:

1. Electron Spin Density on the N Donor Atoms of Cu(II)–(Bis)oxamidato Complexes As Probed by a Pulse ELDOR Detected by NMR/A. Aliabadi, R. Zaripov, K.Salikhov, и др. // J.Phys.Chem.B 2015.

2. A. A. Sukhanov, K. B. Konov, K. M. Salikhov, V. K. Voronkova и др. Time-Resolved Continuous-Wave and Pulse EPR Investigation of Photoinduced States of Zinc Porphyrin Linked with an Ethylenediamine Copper Complex. Appl. Magn. Reson., 46, 1190-1220 (2015).

3. K.M. Salikhov, I.T. Khairuzhdinov, and R.B. Zaripov. Three pulse ELDOR Theory Revisited. Appl. Magn. Reson. 45, 573-620 (2014).

4. K.M. Salikhov, A.E. Mambetov, M.M Bakirov and etc. Spin exchange between charged paramagnetic particles in dilute solutions. Appl. Magn. Reson 45, 911-940 (2014).

5. Magnetic anisotropy and exchange coupling in a family of isostructural FeIII2LnIII2 complexes / A. Baniodeh, Y. Lan, G. Novitchi и др. // Dalton Trans. – 2013. – V.42. – P. 8926–8938.



2. Лаборатория физики и химии поверхности

Основные направления деятельности: Создание и изучение методами сканирующей зондовой микроскопии магнитных наноструктур и наночастиц с каталитическими свойствами.

Исследования выполнялись при поддержке: грантов РФФИ (12-02-00820, 14-02-31853, 15-02-02728), Программ Президиума РАН («Фундаментальные основы технологий наноструктур и наноматериалов») и ОФН РАН («Физика новых материалов и структур»).

Избранные публикации:

1. Нургазизов Н.И., Бизяев Д.А., Бухараев А.А. и др./ Определение температуры Кюри отдельной Ni нанопроволоки на основе анализа вольтамперных характеристик// Письма в ЖЭТФ, 2013, т. 97, вып 3, стр.161-164.

2. D. Lebedev, N. Nurgazizov, A. Chuklanov, A. Bukharaev / Isolated Cobalt Nanoparticles Prepared on HOPG in Ultrahigh Vacuum Using Thermal Annealing // Advances in Nanoparticles, 2013, V.2, P. 236-240.

3. Н.И. Нургазизов, Т.Ф. Ханипов, Д.А. Бизяев, А.А. Бухараев, А.П. Чукланов / Исследование процессов перемангничивания частиц пермаллоя при высоких температурах методами магнитно-силовой микроскопии // ФТТ, 2014, т., с.1756-1762.

4. Д. А. Бизяев, А. А. Бухараев и др. /Создание литографических масок с помощью сканирующего зондового микроскопа // Микроэлектроника, 2015, Т.44, с. 437-447.

5. R. F. Mamin, J. Strle, D. A. Bizyaevi др. Influence of magnetic field on electric-field-induced local polar states in manganites Applied Physics Letters, 2015, V.107, P.192906.

3. Лаборатория быстропротекающих молекулярных процессов

Основные направления: Разработка стратегии получения и использования в электронике и информатике высокоорганизованных материалов заданной функциональности на основе металлсодержащих жидких кристаллов и гибридных полифункциональных систем управляемых внешними воздействиями, В том числе: изучение свойств и разработка новых люминесцентных материалов, изучение молекулярной динамики в жидкости, носителей заряда в полупроводниках и гетероструктурах методами оптической спектроскопии (люминесцентный и абсорбционный анализ) и фемтосекундной спектроскопии (фотонное эхо, накачка-зондирование, оптический эффект Керра, ап-конверсия, четырехволновое смешение).

Гранты : РФФИ № 15-03-02544 «Новые гибридные оптические наноматериалы с высокой фотостабильностью и с управляемыми люминесцентными свойствами »

«Создание и исследование новых материалов для оптоэлектроники и информатики», в рамках Программы ОФН «Физика новых материалов и структур»

Наиболее важные публикации:

1. Study of the electronic properties of hydrogenated amorphous silicon films by femtosecond spectroscopy. Sevastyanov M.G., Matuhin V.L., Lobkov V.S., и др. Semiconductors. 2013. Т. 47. № 10. С. 1358-1361.



2. Femtosecond photon echo and four-wave mixing in dye-doped polymer films, semiconductors and heterostructures. Samartsev V.V., Lobkov V.S., Mitrofanova T.G. *Laser Physics*. 2014. Т. 24. № 9. С. 094013.

3. Laser control and temperature switching of luminescence intensity in photostable transparent film based on terbium(iii) β -diketonate complex. Lapaev D.V., Nikiforov V.G., Safiullin G.M., Lobkov V.S. и др. *Optical Materials*. 2014. Т. 37. № С. С. 593-597.

4. Detailed mechanism of the ligand-to-metal energy transfer of silica-coated Tb(III) complex with p-sulfonatocalix[4]arene. Safiullin, G.M., Nikiforov, V.G., Davydov, N.A., Lobkov V.S., Salikhov, K.M., Konovalov, A.I. 2015 *Journal of Luminescence*

4. Лаборатория углеродных наноструктур и композитных систем (образована 01.06.2015, путем слияния группы наносистем для водородной энергетики и группы роста кристаллов, которые входили в состав отдела химической физики)

Основные направления: Фундаментальные проблемы, связанные с изучением структуры, сорбционных и каталитических свойств новых функциональных материалов для систем хранения и преобразования энергии (литиевые ионные аккумуляторы, топливные элементы, суперконденсаторы). Разработка и исследование композитных материалов с заданными физико-механическими и электрофизическими свойствами на основе цементных и полимерных сред, легированных углеродными нанотрубками.

Публикации:

1. N.M. Suleimanov, S.R.S. Prabakaran, D.R. Abdullin, M.S. Michael. *Nanotechnology in Advanced Electrochemical Power Sources*. – 2015.– 350 pages, pp. 199-218.

2. N.M. Suleimanov, S.M. Khantimerov, R. Scheuermann, et al. In situ muSR and NMR investigation of methanol dissociation on carbon-supported nanoscaled Pt-Ru catalyst // *J. Solid State Electrochem.* – 2013. – Vol. 17. – P. 2115-2121.

3. S.M. Khantimerov, E.F. Kukovitsky, N.A. Sainov, N.M. Suleimanov. Fuel Cell Electrodes Based on Carbon Nanotube/Metallic Nanoparticles Hybrids Formed on Porous Stainless Steel Pellets // *Inter. J. Chem. Eng.* – 2013. – Vol. 2013. – P. 1-4.

4. S.M. Khantimerov, V.A. Shustov, N.V. Kurbatova, et al. Effect of electrochemical treatment on structural properties of conical carbon nanotubes // *Appl. Phys. A: Materials Science & Processing*. – 2013. – Vol. 113. – P. 597-602.

5. Лаборатория квантовой оптики и информатики

Основные направления: Квантовая оптика, оптическая квантовая информатика, квантовый компьютер, квантовая память на фотонном эхе, квантовая электродинамика когерентных ансамблей, квантовая интерференция фотонов, когерентные явления в средах с фазовой памятью.

Гранты: проект «Квантовый процессор на нановолоконных кольцевых резонаторах, связанных через управляемую квантовую точку» в рамках программы Элементарная база квантовых компьютеров (ОНИТ)



РФФИ Высокоэффективная долгоживущая квантовая память на рамановском эхе в резонаторе (№ 14-02-00903).

РФФИ Разработка квантовой памяти микроволнового диапазона длин волн на электронно-ядерных спиновых ансамблях (№ 15-42-02462_ Поволжье).

РФФИ и Национальный исследовательский фонд Республики Корея . Оптическая квантовая память и квантовый процессинг однофотонными полями (№ 12-02-91700-НИФ).

Избранные публикации:

1. S.A. Moiseev. Off-resonant Raman-echo quantum memory for inhomogeneously broadened atoms in a cavity. *Phys.Rev.A* 88, 012304 (2013).

2. Moiseev S.A., Sidorova A.I., Ham B.S.: Stationary and quasistationary light pulse in three-level cold atomic system. *Phys. Rev. A* 89, 043802(1-8) (2014).

3. Gerasimov K. I., S. A. Moiseev, V. I. Morosov, and R. B. Zaripov. Spin frequency comb echo memory controlled by a pulsed-gradient of magnetic field. *SPIE Vol. 9533*, 953310 (1-8) (2015).

4. Moiseev S. A., V. A. Skrebnev. Short cycle pulse sequence for dynamical decoupling of local fields and dipole-dipole interactions. *Phys.Rev.A.* 91, 022329 (2015).

5. Moiseev S. A., V. A. Skrebnev. Symmetric pulse sequence for dynamical decoupling of local fields and dipole-dipole interactions. *J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys.* 48, 135503 (2015).

Отдел медицинской физики. Лаборатория методов медицинской физики

Основные направления деятельности: Разработка новых методов и средств медицинской физики, основанных на магнитной радиоспектроскопии (ЯМР- и ЭПР-томографии и спектроскопии). Изучение свойств нанокompозитов и субмикронных слоев, сформированных ионнолучевым и импульсноэнергетическим методами, для приложений в наноэлектронике, оптоэлектронике и спинтронике.

Гранты: Договор на выполнение НИОКР с КФУ.

РФФИ-Поволжье №15-48-02525 "Создание при помощи ионной имплантации и исследование дифракционных решеток на новых типах полимерных и композиционных наноматериалов для нужд специального машиностроения.

Отдел радиационных воздействий на материалы, 3 лаборатории.

1. Лаборатория радиационной физики

Основные направления: С использованием ионной имплантации и метода ионно-стимулированного осаждения формирование новых нанокompозитных материалов и микроструктур с необходимым и управляемым элементно-фазовым составом, структурными параметрами и широким спектром физических свойств: магнитные полупроводники, нанокompозитные мультиферроики, магнитные и магнитно-анизотропные слои, нелинейно-оптические среды на основе наночастиц благородных металлов, полупроводниковые слои с различным уровнем легирования, дефектности, природные кристаллы с наведенной окраской. Разработка и оптимизация ионно-лучевых методов синтеза новых нанострукту-



рированных материалов на основе диэлектриков и полупроводников и определить перспективы их применения.

Гранты:

1. Грант Президиума РАН «Контроль ферромагнетизма в оксидных полупроводниках, легированных 3d-элементами, путем электромиграции или инъекции кислородных вакансий»

2. Грант РФФИ № 12-02-97008-р_поволжье_а «Ионно-лучевой синтез и исследование новых нанокompозитных материалов на основе кремния, широкозонных полупроводников, углеродных нанотрубных слоев и металлических наночастиц и исследование их физико-химических свойств».

3. Грант РФФИ № 12-02-97008-р_поволжье_а «Ионно-лучевой синтез и исследование новых нанокompозитных мультиферроиков на основе BaTiO₃».

4. Грант РФФИ № 12-02-97029-р_поволжье_а «Ионный синтез нелинейно-оптических наноматериалов».

5. Грант РФФИ № 12-02-00528_а «Плазмонные и дифракционные резонансы микроструктур с металлическими и полупроводниковыми наночастицами».

6. Грант РФФИ № 13-02-12012_офи «Новый подход к синтезу слоев пористого кремния с металлическими наночастицами на основе метода ионной имплантации».

7. Грант РФФИ № 13-08-00906 «Пиннинг вихрей на точечных и протяженных дефектах в композитах на основе высокотемпературных сверхпроводников, углеродных нанотрубок и металлических нанопорошков».

8. Договор № 2.2014.ИОФ, в рамках выполнения гранта РФФИ № 14-02-91374 «Разработка новых тонкопленочных мультиферроиков и композитных материалов для приложений в спинтронике».

9. Грант РФФИ № 15-48-02525_Поволжье «Создание при помощи ионной имплантации и исследование дифракционных решеток на новых типах полимерных и композиционных наноматериалов для нужд специального машиностроения».

10. Договор между ФГАОУВПО К(П)ФУ и КФТИ КазНЦ РАН № 51-14/1К от 1 сентября 2014 г. «Электронно-микроскопическое исследование морфологии и локального элементного состава образцов природного глиносодержащего сырья и техногенных отходов – модификаторов» в рамках выполнения постановления Правительства РФ № 218 от 9 апреля 2010 г.

Наиболее значимые публикации за 2013 – 2015 г.г.

1. Н.И. Халитов, Н.М. Лядов, В.Ф. Валеев, Р.И. Хайбуллин и др. Ионно-лучевой синтез и исследование нанокompозитных мультиферроиков на основе титаната бария (BaTiO₃) с наночастицами 3d-металлов. ФТТ, Т. 55, вып. 6 (2013) С. 1187-1196.

2. S. Güner, O. Gürbüz, S. Çalışkan, V.I. Nuzhdin и др. The structural and magnetic properties of Co⁺ implanted ZnO films. Applied Surface Science, Vol. 310, (2014) pp. 235-241.



3. N.I. Khalitov, V.F. Valeev, I.A. Faizrahmanov, R.I. Khaibullin и др. Structural, magnetic and magnetoelectric studies of BaTiO₃:Co nanocomposite films formed by ion-beam methods. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms, Vol. 331 (2014) pp. 163-167.

4. Lyadov N.M., Gumarov A.I., Valeev V.F., Nuzhdin V.I., Khaibullin R.I. and Faizrahmanov I. A.: Optical and electrical studies of ZnO thin films heavily implanted with silver ions. J. Phys.: Conf. Ser. 572, 012022(2014).

5. M. Maksutoğlu, S. Kazan, N.I. Khalitov и др. Magnetic resonance and magnetization in Fe implanted BaTiO₃ crystal. JMMM, Vol. 373 (2015) pp. 103-107.

2. Лаборатория интенсивных радиационных воздействий

Основные направления: Исследование процессов примесного легирования полупроводников и синтеза тонкопленочных полупроводниковых соединений под действием ионной имплантации и интенсивных потоков светового и корпускулярного излучений.

Формирование светодиодных и фотодиодных гетероструктур для кремниевой микро- и оптоэлектроники с использованием импульсных энергетических воздействий. Исследование их структурных оптических, электрических свойств. Создание сильно легированных и напряженных слоев кремния и германия для микро - оптоэлектроники с использованием интенсивных импульсных воздействий. Компьютерное моделирование тепловых полей, фазовых переходов и перераспределения примесей в полупроводниках при импульсных воздействиях.

Гранты:

РФФИ №13-02-00348_a (2013-2015 гг.) Исследование механизмов роста и оптоэлектронных свойств Si-Ge тонкопленочных структур, полученных сверхбыстрыми термическими воздействиями.

Программа ОФН РАН «Физика новых материалов и структур»

Избранные публикации:

1. Н.Г. Галкин, С.В. Ваванова, К.Н. Галкин и др. Наносекундный импульсный отжиг кремния, имплантированного ионами магния // ЖТФ, Т.83, вып.1, С.99-104 (2013).

2. Г.А. Новиков, Р.И. Баталов, Р.М. Баязитов и др. Оптическая диагностика лазерно-индуцированных фазовых превращений в тонких пленках германия на кремнии, сапфире и кварце // ЖТФ, Т.85(№3), с.89-95 (2015)

3. Г.А. Новиков, Р.И. Баталов, Р.М. Баязитов и др. Импульсная модификация пленок германия на подложках кремния, сапфира и кварца: Структура и оптические свойства // ФТП, Т.49(№6), с.746-752 (2015).

4. К. Андреев, Р.И. Баталов, Р.М. Баязитов, Т.Н. Львова. Нанотехнологии и микроэлектронные устройства // Коллективная монография «Наноматериалы и нанотехнологии в энергетике», с. 201-208, под ред. Э.В. Шамсутдинова и О.С. Зуевой, в 2 т., Т.II, Казань: Изд. КГЭУ, 2014, 376 с

3. Лаборатория радиационной химии и радиобиологии



Основные направления: Ионно-лучевой синтез и исследование наноструктурированных магнитных субмикронных пленок. Синтез и исследование методами ЯМР и ЭПР структуры и свойств новых лекарственных препаратов.

Гранты :

1. Проект «Синтез перспективных нанокompозитных материалов на основе кремния, широкозонных полупроводников, углеродных нанотрубных слоев и металлических наночастиц и исследование их физико-химических свойств» по программе «Физика новых материалов и структур».

2. Проект 1.12: «Синтез и исследование магнитных наноразмерных систем нанoeлектроники, квантовой информатики и оптоэлектроники» по программе ОНИТ «Элементная база микроэлектроники, нанoeлектроники и квантовых компьютеров, материалы для микро- и нанoeлектроники, микросистемная техника».

3. РФФИ № 13-02-97065. «Разработка нового метода на основе ЭПР-спектроскопии для диагностики нарушений обмена веществ при интенсивных физических нагрузках».

4. Договор с ФТИ № 3.2014-ФТИ УрО от 25.11.2014 г. на проведение научно-исследовательской работы по проекту РФФИ № 12-02-01316-а (ФТИ УрО РАН) "Исследование механоиндуцированных превращений, молекулярной и электронной структуры и механизмов формирования свойств бионеорганических соединений глюконатов металлов".

Наиболее значимые публикации за 2013 – 2015 г.г.

1. Г.Г.Гумаров, В.Ю.Петухов, Г.Н.Коньгин и др. Образование парамагнитных центров при механохимической обработке глюконата кальция. ЖФХ, 2013, т. 87, № 9, С. 1578-1581.

2. Г.Г.Гумаров, В.И.Нуждин, В.Ю.Петухов и др. Высокотемпературный блок для приемника ионов ускорителя ИЛУ-3. ПТЭ, 2014. № 5.- С. 135–138.

3. M. I. Ibragimova, A. I. Chushnikov, G. V. Cherepnev et al EPR Study of Iron Status in Human Body during Intensive Physical Activity. Biophysics, 2014, Vol. 59, No. 3, pp. 425–430

4. В.В. Чирков, Г.Г. Гумаров, В.Ю. Петухов и др. Изменение знака эффекта Керра в ионно-синтезированных пленках Fe₃Si.- Поверхность. рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования.- 2014.- № 6.- С. 59–62.

Лаборатория радиоспектроскопии диэлектриков

Основные направления исследований: Изучение радиоспектроскопическими методами магнетизма и динамики кристаллической решетки в кристаллах и неупорядоченных системах, перспективных для применения в лазерной физике, квантовой информатике и спинтронике, используя методы многочастотной ЭПР-спектроскопии на частотах 10 и 35 ГГц и перестраиваемой по частоте в диапазоне от 65 до 750 ГГц, оптической спектроскопии, магнитометрии, акустической спектроскопии в диапазоне 1-100 МГц . В 2013-2015 гг: Определение структурных магнитных и оптических характеристик парамагнитных центров, образованных примесными парамагнитными ионами в кристаллах. Изучение фазового расслоения в соединениях с колоссальным магнитосопротивлением, в том числе



в легированных цинком лантан-стронциевых манганитах. Определение параметров анизотропных спин-спиновых взаимодействий в низкоразмерных магнетиках, в том числе в спиновых цепочках. Изучение характеристик фазовых переходов спектроскопическими методами, обнаружение и исследование структурного фазового перехода в монокристалле Rb_2NaYF_6 и вызванного давлением и магнитным полем ориентационного магнитного фазового перехода в гематите.

Гранты 2013-2015 РФФИ:

1. 12-02-00535 а. Электрический квадрупольный спиновый резонанс.
2. 12-02-97018 р_поволжье_a. Динамика спектроскопических переходов ванфлековских парамагнитных центров в субмиллиметровом диапазоне.
3. 12-02-31148 мол_a. Структура и магнитные свойства микроскопических кристаллических частиц, образующихся в объеме кристаллов структурной группы флюорита при их легировании примесными d-ионами.
4. 13-02-97031 р_поволжье_a. Исследование наноструктурных парамагнитных комплексов во фторидных кристаллах методами магнитной и оптической спектроскопии.
5. 13-02-97120 р_поволжье_a. Исследование магнитных свойств ферромагнитных нанокластеров в мультиферроиках $\text{Re}_{1-x}\text{Sr}_x\text{Mn}_{1-y}\text{Fe}_y\text{O}_3$ ($\text{Re}=\text{Gd}, \text{Er}, \text{Yb}, \text{Ho}$) методами магнитного резонанса.
6. 15-33-50153 мол_нр; Влияние разных условий термообработки на структуру и механические свойства кристаллов частично стабилизированного диоксида циркония (ЧСЦ).
7. 15-42-02324 р_поволжье_a. Димеры редкоземельных ионов для квантовой информатики.

Наиболее значимые публикации за 2013-2015 гг

1. M. A. Fayzullin, R. M. Eremina, M. V. Eremin, et. al. Spin correlations and Dzyaloshinskii-Moriya interaction in Cs_2CuCl_4 . *Phys. Rev. B.*, 88, 174421 (2013).
2. Р.М. Еремина, К.Р. Шарипов, Л.В. Мингалиева и др. Суперпарамагнитные свойства манганитов лантана $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{Mn}_{0.925}\text{Zn}_{0.075}\text{O}_3$ ($x=0.075; 0.095; 0.115$). *Письма в ЖЭТФ*, 98, 952 (2013).
3. G.S. Shakurov, E.P. Chukalina, M.N. Popova et al. Random strain effects in optical and EPR spectra of electron-nuclear excitations in $\text{CaWO}_4:\text{Ho}^{3+}$ single crystals. *Phys. Chem. Chem. Phys.* 16, 24727-24738 (2014).
4. M.L. Falin, K.I. Gerasimov, V.A. Latypov. Determination of the position of the impurity Yb^{3+} ion in the CsCaF_3 crystals. *Appl. Magn. Reson.*, 45, 707 (2014).
5. С.А. Мигачев, Х.Г. Богданова, М.И. Куркин. Акустические свойства гематита вблизи ориентационных фазовых переходов по магнитному полю и давлению. *ФТТ*, 57, 37 (2015).

Лаборатория молекулярной радиоспектроскопии

Основные направления: - синтез и исследование фото- и термоуправляемых спин-переменных (спин-кроссовер $S=1/2 - 5/2$) металлокомплексов железа и наноструктур на основе дендримеров способных проявлять жидкокристаллические свойства;



- исследование дендримерных нанокмозитов с магнитными/полупроводниковыми наночастицами гамма-оксида железа, а также оксида железа биогенного происхождения.

Гранты:

Программа Президиума РАН № 24 (1 проект), №32 (2 проекта)

РФФИ № 11-03-01028 «Железосодержащие жидкокристаллические дендримеры с фотоуправляемыми спиновыми состояниями».

РФФИ (№ 12-03-97090-р_поволжье) «Фотопереключаемый магнетизм спин-переменных (спин-кроссовер) Fe(III) комплексов в твердом, жидкокристаллическом и мономолекулярном состояниях».

Основные публикации:

1. Domracheva N.E., Pyataev A.V., Vorobeva V.E., Zueva E.M. Detailed EPR study of spin crossover dendrimeric iron(III) complex. *J. Phys. Chem. B*, 117, 7833-7842 (2013).

2. Овчинников И.В., Иванова Т.А., Туранова О.А. и др. Термо- и фотоиндуцированные свойства комплексов Fe(III) с пятидентатным лигандом по данным ЭПР. *Координационная химия* 39, 8, 502-506 (2013)

3. Domracheva N. Iron(III)-containing paramagnetic liquid crystals: EPR and Mössbauer spectroscopy characterization, in book: *New Developments in Liquid Crystal Research* (Petkoska A., Broach A., eds.), pp. 91-157. New York: Nova Publishers 2015.

4. Domracheva N.E., Vorobeva V.E. et al. Blue shift in optical absorption, magnetism and light-induced superparamagnetism in g-Fe₂O₃ nanoparticles formed in dendrimer. *J. Nanopart. Res.* 17, 83(1-8) (2015).

Лаборатория физики перспективных материалов

Основные направления:

1. Анализ особенностей магнитных и транспортных свойств сильно коррелированных электронных систем и высокотемпературных сверхпроводников: получение локальной информации о сосуществующих на микромасштабах различных фазах для понимания природы сильно коррелированных электронных систем.

2. Проблемы сверхпроводящей спинтроники: выяснение особенностей взаимодействия сверхпроводимости и магнетизма в тонкопленочных гетероструктурах. Они направлены на решение одной из принципиальных проблем спинтроники - создание спинового клапана для сверхпроводящего тока, работающего на основе эффекта близости сверхпроводник/ферромагнетик.

Гранты и программы:

1. «Сверхпроводящий спиновый клапан и триплетная сверхпроводимость»

РФФИ №14-02-00350.

2. «Размытые фазовые переходы и фазовое разделение, связанное с зарядовыми неоднородностями», РФФИ № 14-02-01154.

3. «Новые состояния низкоразмерных квантовых магнетиков» РФФИ 14-02-01194.



4. «Разработка физических основ новых элементов спинтроники на базе топологических изоляторов» РФФИ № 15-42-02477.

5. Программа фундаментальных исследований Президиума РАН №1 «НАНОСТРУКТУРЫ: ФИЗИКА, ХИМИЯ, БИОЛОГИЯ, ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИЙ».

Проект: «Изучение особенностей функционирования спинового клапана для сверхпроводящего тока на основе эффекта близости сверхпроводник/ферромагнетик».

6. Программа фундаментальных исследований Президиума РАН № 2 «АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ФИЗИКИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР».

Проект: «Особенности энергетического спектра в псевдощелевой фазе сверхпроводящих соединений»,

7. Программы фундаментальных исследований Президиума РАН № 32 «ЭЛЕКТРОННЫЙ СПИНОВЫЙ РЕЗОНАНС, СПИН-ЗАВИСЯЩИЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ ЭФФЕКТЫ И СПИНОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ». Проект: «Разработка методики ЭПР исследований неоднородных свойств материалов с сильными электронными корреляциями (сверхпроводников, топологических изоляторов и квантовых магнетиков)».

8. Программа фундаментальных исследований Отделения физических наук РАН II.2 «ЭЛЕКТРОННЫЕ КОРРЕЛЯЦИИ В СИСТЕМАХ С СИЛЬНЫМ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕМ». Проект: «Эффекты сильных электронных корреляций в локальных свойствах сверхпроводящих и магнитных систем».

Наиболее значимые публикации в отчетный период:

1. On the dual role of the d-electrons in iron-pnictides. Lev P. Gorkov, Gregory B. Teitelbaum: Phys. Rev. B 87, 024504 (2013).

2. ESR of coupled spin-1/2 chains in copper pyrazine dinitrate: unveiling geometrical frustration. Validov, A. A., M. Ozerov et al. Journal of Physics: Condensed Matter 26, 2 (2014): 026003.

3. The superconducting spin valve and triplet superconductivity. I.A. Garifullin, P.V. Leksin, N.N. Garif'yanov, A.A. Kamashev, Ya.V. Fominov, J. Schumann, Y. Krupskaya, V. Kataev, O.G. Schmidt, B. Büchner, Journal of Magnetism and Magnetic Materials Vol. 373, p. 18 (2015).

4. Superconducting spin-valve effect and triplet superconductivity in CoOx/Fe1/Cu/Fe2/Cu/Pb multilayer P. V. Leksin, N. N. Garif'yanov, A. A. Kamashev et al. Phys. Rev. B Vol. 91, 214508 (2015).

5. Two-component energy spectrum of cuprates in the pseudogap phase and its evolution with temperature and at charge ordering. Gor'kov, L.P. & Teitel'baum, G.B., Nature Scientific Rep. 5, 8524; DOI:10.1038/srep08524 (2015).

Лаборатория нелинейной оптики

Основные направления исследований: Теоретическое и экспериментальное исследование механизма влияния слабых импульсных магнитных и электрических полей на поведение фотонного эха в кристаллах. Разработка и апробация нового метода модуляционной эхоспектроскопии, позволяющего с высокой степенью точности определять величину Зеема-



новского и псевдо-Штарковского расщеплений оптических линий по частоте биений временной формы фотонного эха. Развитие нового метода оптической спектроскопии со спектральным разрешением, меньшим естественной ширины линии, методов контроля сверхмалых смещений с помощью коротковолнового излучения и разработка методов управления слабым излучением с помощью оптически плотных резонансных поглотителей.

Фемтосекундная многоимпульсная селективная спектроскопия диссипативной динамики колебательно-вращательных состояний молекул в жидкостях с помощью оптически гетеродинируемого сверхбыстрого эффекта Керра (совместно с лабораторией быстропротекающих процессов).

Разработка схем оптической квантовой памяти в кристаллах, активированных редкоземельными ионами. Теоретические и экспериментальные исследования спонтанного параметрического рассеяния и спонтанного четырехволнового смешения. Разработка методов генерации узкополосных однофотонных состояний.

Гранты (2013 – 2015 г.г.):

1. РФФ №14-12-00806 «Разработка базовых устройств дальнедействующей оптической квантовой связи» (2014 – 2015 г.г.), рук.: А.А. Калачев.

2. РФФИ №11-02-00040-а «Диагностика ультрабыстрых релаксационных процессов в полупроводниках, гетероструктурах и легированных полимерных пленках методами фемтосекундного эха и четырехволнового смешения» (2013 г. – завершающий год исполнения проекта).

3. РФФИ №12-02-90000_Бел-а «Фемтосекундная диагностика ультрабыстрых процессов в полупроводниках, нанокompозитах и гетероструктурах с использованием дифракционной оптики» (2013 г. – завершающий год исполнения проекта).

4. РФФИ №12-02-00263-а «Развитие методов управления однофотонным излучением с помощью резонансных поглотителей и создание на их основе новых принципов прецизионных измерений и стандартов для метрологии».

5. РФФИ №11-02-00878-а «Лазерное охлаждение и фемтосекундная диагностика сверхбыстрых релаксационных процессов в нанокompозитах сульфида и селенида кадмия» (2011-2013 г.).

6. РФФИ №12-02-00651-а «Кооперативные и нелинейные оптические явления в средах с управляемым показателем преломления» (2012 – 2014 г.г.).

7. РФФИ №13-02-01090-а «Фундаментальные проблемы создания однофотонных источников на основе спонтанного параметрического рассеяния света» (2013 – 2015 г.г.).

8. РФФИ №14-02-00041-а «Фемтосекундная когерентная спектроскопия полупроводников и гетероструктур с участием коррелированных фотонов, рожденных при двухквантовом возбуждении переходных процессов скрещенными лазерными пучками» (2014 – 2015 г.г.).

9. РФФИ №14-02-90000_Бел-а «Фемтосекундная многоимпульсная селективная спектроскопия диссипативной динамики колебательно-вращательных состояний молекул в



жидкости, а также электронных и спиновых состояний в полупроводниковых наноструктурах» (2014 – 2015 г.г.).

10. РФФИ №15-02-05478 «Оптическая квантовая память и однофотонные источники на основе многоатомных систем и нановолокон» (2015-2017 г.).

11. Программа Президиума РАН «Квантовые мезоскопические и неупорядоченные системы», проект «Квантовая информатика на основе переходных и коллективных процессов» (2013 – 2014 г.г.).

12. Программа Президиума РАН «Актуальные проблемы физики низких температур», проект «Квантовая информатика на основе переходных и коллективных процессов при низких температурах» (2015 г.).

13. Программа ОФН РАН «Фундаментальная оптическая спектроскопия и ее применения», проект «Когерентная оптическая спектроскопия примесных кристаллов, аморфных сред, полупроводников и гетероструктур» (2013 – 2015 г.г.).

Основные публикации (2013 – 2015 г.г.):

1. Zhang X., Kalachev A., Kocharovskaya O.: Quantum storage based on control-field angular scanning. *Phys. Rev. A* 87, 013811 (2013).

2. Vagizov F., Antonov V., Radeonychev Y.V., Shakhmuratov R.N., Kocharovskaya O.: Coherent control of the waveforms of recoilless gamma-ray photons. *Nature* 508, 80-83 (2014).

3. Samartsev V.V., Lobkov V.S., Mitrofanova T.G.: Femtosecond photon echo and four-wave mixing in dye-doped polymer films, semiconductors and heterostructures. *Laser Physics* 24, no. 9, 094013 (2014).

4. Lisin V.N., Shegeda A.M., Samartsev V.V.: The application of the weak magnetic field pulse to measure g-factors of ground and excited optical states by a photon echo method. *Laser Physics Letters* 12, 025701(1–6) (2015).

5. Vagizov F., Shakhmuratov R.N., Sadykov E.: Application of the Mossbauer effect to the study of opto-acoustic phenomena. *Phys. Status Solidi B* 252, iss. 3, 469–475 (2015).

Лаборатория физического приборостроения

Основные направления деятельности: - Разработка аппаратно-программных решений и экспериментально-исследовательских установок для проведения физических экспериментов и практического применения.

Наиболее значимые публикации за 2013-2015 гг

1. Фотопроводимость и фотостимулированные явления в керамике РВ1-YLAY(ZR1-ХТІХ)ОЗ / Мамин Р.Ф., Мигачев С.А., Садыков М.Ф., Юсупов Р.В. ФТТ. 2015. Т. 57. № 3. С. 519-522.

2. Модернизация атомно-абсорбционных спектрометров серии мга-915 для выполнения анализа горных пород и донных отложений в виде суспензий / Захаров Ю.А., Окунев Р.В., Хайбуллин Р.Р., и др. Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2014. Т. 80. № 2. С. 12-17.



3. Аппаратно-программный комплекс для атомно-абсорбционной спектроскопии с многостадийной зондовой атомизацией / Захаров Ю.А., Хайбуллин Р.Р., Ирисов Д.С., Садыков М.Ф., Гайнутдинов А.Р. Научное приборостроение. 2013. Т. 23. № 4. С. 104-111..

Лаборатория моделирования физико-механических процессов и систем имени С. К. Черникова

Основные направления : Моделирование процессов в сложных физико-механических системах: решение сложных нелинейных задач физики, разработка методик моделирования и решение задач деформирования и разрушения сложных структур в условиях геометрической, физической и конструктивной нелинейности при статическом, динамическом и ударном нагружении, разработка методик моделирования слоистых композитных материалов методом конечных элементов, проектирование слоистых композитов, обеспечивающих требуемые свойства конструкции, оптимизация композитных конструкций, создание и развитие гетерогенных параллельных вычислительных систем.

3. Научно-исследовательская инфраструктура

Научно-экспериментальная база института включает четыре группы оборудования:

1. Оборудование для изготовления и обработки объектов исследования.
2. Аналитическое оборудование для исследования конденсированных сред.
3. Вычислительная техника
4. Технологическое оборудование.

В каждой группе имеются серийно изготовленное оборудование с большим сроком эксплуатации, новое оборудование и уникальные лабораторные установки, изготовленные в институте.

Среди оборудования для изготовления и обработки объектов исследования можно отметить:

- Ионно-лучевой ускоритель ИЛУ-3 1968 г. выпуска, предназначенный для получения моноизотопных пучков ионов различных элементов (от ионов водорода до золота) с энергией до 80 кэВ и легирования этими ионами различных материалов. Ускоритель находится в рабочем состоянии и оснащен современной компьютерной системой управления, ряд его узлов модернизирован. Использование ускорителя дает уникальные возможности модификации свойств приповерхностных слоев, в том числе ионно-стимулированного осаждения тонких пленок (алмазоподобные пленки углерода, металлы, полупроводники, оксиды, нанокompозитные слои с наночастицами), очистки поверхности, ионного распыления различных материалов в условиях высокого вакуума.

- Импульсный ионный ускоритель ТЕМП 1990 г. вып., предназначенный модификации свойств приповерхностных слоев и тонкопленочных покрытий. Поскольку доза ионов с энергией до 300 кеВ, водимых за один импульс, не превышает 10^{14} см⁻², то такая обработка не приводит к заметному примесному легированию образцов. Обработка имеет энергетический характер воздействия, приводящий к быстрому плавлению и кристалли-



зации приповерхностной области (до 1 мкм). Воздействие аналогично лазерной обработке, однако из-за более однородного выделения энергии по глубине позволяет избежать перегрева и разрушения поверхности.

- Оригинальная лабораторная установка химического вакуумного осаждения (CVD) для синтеза углеродных нанотрубок на пористых катализаторах на различных подложках с нанесённым катализатором, а также на поверхности каталитически активных металлов. Каталитическое и некаталитическое осаждение углерода может осуществляться в интервале температур 400-1100 С при давлении газовой атмосферы до 5 атм. На установке могут быть получены углеродные (нанотрубные) плёнки и слои на площади 1 x1 см² в случае жёстких подложек и до 50 см² на поверхности каталитически активной металлической фольги.

2. Аналитическое оборудование для исследования конденсированных сред:

Значительную часть аналитического оборудования составляет парк спектрометров электронного парамагнитного резонанса (ЭПР), позволяющий решать разнообразные задачи в области физики, химии, биологии и медицины.

Институт располагает рядом современных спектрометров ЭПР производства фирмы "Bruker Biospin" (Германия), ведущего мирового производителя ЭПР-спектрометров:

- Два импульсных спектрометра с фурье-преобразованием: ELEXSYS E580, работающий в X- и Q-диапазонах, и ELEXSYS E680, работающий в X-и W-диапазонах. Спектрометры позволяют записывать спектры ЭПР как в стандартном режиме с модуляцией внешнего магнитного поля, так и в виде зависимости амплитуды электронного спинового эхо от величины магнитного поля, измерять времена спин-решеточной и спин-спиновой релаксаций, проводить эксперименты в режимах импульсных двойных электронно-ядерного и электрон-электронного резонансов, проводить одномерные и двумерные измерения модуляции огибающей амплитуды электронного эхо.

- Спектрометр EMXplus, для исследования в стационарном режиме стабильных парамагнитных центров в X-диапазоне.

- Спектрометр ELEXSYS E540, работающий в L-диапазоне на частоте 1 ГГц, снабженный устройством для ЭПР-томографии и оптимизированный для исследования биологических объектов.

Кроме этого, в институте имеются самодельные спектрометры ЭПР с уникальными характеристиками:

- Высокочастотный спектрометр, рабочая частота которого может плавно перестраиваться в диапазоне 65 – 1250 ГГц. В качестве генераторов микроволнового излучения в этом спектрометре используются лампы обратной волны производства НПО "Исток", г. Фрязино.

- Спектрометр оптико-магнитного резонанса с возможностью оптического детектирования ЭПР. Спектрометр позволяет в температурном диапазоне 2 - 300 К измерять оптические спектры поглощения, люминесценции, возбуждения люминесценции, исследовать



ап-конверсионные процессы, осуществлять оптическое детектирование ЭПР (ОДЭПР) и двойного электронно-ядерного резонанса (ОДДЭЯР). Диапазон длин волн оптического излучения: 200 - 2000 нм., частота микроволнового излучения 9.0-37.0 ГГц, частота накачки ядерных спинов 1 - 1000 МГц.

Ряд старых спектрометров ЭПР автоматизирован и модернизирован для проведения исследований в режимах, не предусмотренных конструкцией спектрометра, например,:

- Спектрометр ЭПР BER 418 S производства фирмы "Bruker", Германия, в 2008 г. оснащен специализированным криостатом производства РНЦ "Курчатовский институт", позволяющим проводить измерения при сверхнизких температурах до 0,4 К.

В институте имеется современный многофункциональный многоядерный Фурье-спектрометр ядерного магнитного резонанса (ЯМР) AVANCE400 2004 г. вып., производства фирмы "Bruker", Германия, с частотой для ядер водорода 400 МГц. Спектрометр позволяет получать одномерные и двумерные спектры ЯМР с динамической развязкой и измерять времена релаксаций в жидкостях и твердых телах, исследовать процессы самодиффузии.

ЯКР спектрометр Redstone Tecmag, рабочая частота 0.2 - 120 МГц, широкополосный выходной тракт, возможность двухчастотных экспериментов. Имеются приставки для экспериментов в температурном диапазоне 3 - 350 К.

Экспериментальная база оптической спектроскопии представлена как серийными оптическими спектрометрами, такими, как ДФС 52, СФ-20, "Hitachi 330" и др., так и уникальными лабораторными установками, созданными в институте:

- Фемтосекундный спектрометрический комплекс с современной диагностической аппаратурой предназначенный для исследования сверхбыстрых фотоиндуцированных процессов в жидкостях, полимерных пленках и твердом теле. Комплекс включает фемтосекундный титан-сапфировый осциллятор, регенеративный титан-сапфировый усилитель и параметрический усилитель и имеет следующие выходные характеристики:

длительность импульса – 35 фс., диапазон перестройки длин волн – 400 – 2500 нм., энергия импульса – 6 мкДж., частота следования импульсов – 3 кГц.

- Экспериментальная установка фотонного эха, позволяющая в широком спектральном диапазоне в узкой спектральной полосе исследовать особенности формирования фотонного эха в кристаллах, активированных ионами ван-флековских парамагнетиков. Основным элементом установки является непрерывный кольцевой титан-сапфировый лазер модели TIS –SF-07 отечественного производства (TEKHNOSCAN Joint-Stock Company, г. Новосибирск), работающий в диапазоне длин волн 750-950 нм со спектральной шириной менее 10 МГц и с выходной мощностью до 1 Вт в центре диапазона перестройки (800 нм). Возбуждающие импульсы формируются с помощью акусто-оптических модуляторов (АОМ) (производство НИИ "Полюс", г. Москва), а регистрация эха осуществляется фотоумножителем ФЭУ-79 в режиме счета фотонов.

- Установка спонтанного параметрического рассеяния (СПР) света, представляющая собой автоматизированный измерительный комплекс для исследования корреляционных



функции второго и четвертого порядка в схеме интерферометра интенсивности Брауна-Твиса. Основными элементами установки являются непрерывный лазер накачки, нелинейные кристаллы, однофотонные детекторы и схема совпадений. Данная установка лежит в основе исследований, направленных на создание эффективных источников однофотонных состояний, развитие методов бифотонной спектроскопии и поляризационной томографии бифотонного поля.

- Установка для времязрешенной фото-фононной спектроскопии, предназначенная для изучения время-разрешенной интегральной фононной флуоресценции при облучении исследуемых образцов импульсами лазера на красителях. В эксперименте исследуется плотность потока фононов, падающих на болометр, в зависимости от длины волны возбуждающего света, от времени, прошедшего после действия света и от расстояния между оптически возбужденным объемом и сверхпроводящим болометром. При этом регистрируются баллистические и диффузные неравновесные фононы, вызывающие изменение температуры болометра $10^{-6} \div 10^{-7}$ К с временным разрешением $20 \div 30$ нс.

Для изучения свойств поверхности твердых тел с нанометровым разрешением в институте имеется сверхвысоковакуумная установка Multiprobe P VT AFM/STM 25 фирмы Omicron, Германия, 2006 г. вып., работающая в режимах атомной силовой и сканирующей туннельной микроскопии. Установка оснащена камерой предварительной подготовки и напыления образцов, ионной пушкой, гелиевой продувкой и нагревателями для поддержания температуры образца в интервале 30-1000К (Multiprobe P приобретен на средства ЦКП КФУ). Имеется также комплекс сканирующих зондовых микроскопов производства компании НТ МДТ (г. Зеленоград) для проведения измерений в атмосфере, вакууме и жидкой среде. Один из этих микроскопов оснащен магнитом с максимальным магнитным полем 3 кГс для исследования магниторезистивных и спин-зависимых эффектов в наноконтактах.

Для анализа фазового состава твердых тел и пленок, структуры и параметров кристаллической решетки институт располагает рядом электронных микроскопов, в том числе растровым микроскопом LEO EVO 50 XVP (К. Цейс, Германия) 2007 г. вып., рентгеновскими дифрактометрами ДРОН-2, ДРОН-3М и ДРОН-7.

3. Вычислительный кластер Арко-9А 2200 (вычислительная установка).

4. Технологическое оборудование и опытно-конструкторская база.

- В институте имеется гелиевый ожижитель отечественного производства для получения жидкого гелия. В комнаты, где проводятся экспериментальные работы с жидким гелием, подведена обратная гелиевая линия для сбора газообразного гелия. Отдел криогенной техники обеспечивает жидким гелием низкотемпературные исследования и сверхпроводящие магниты.

- В институте имеется экспериментальная мастерская, оснащенная металлообрабатывающими станками (токарные, фрезерные, сверлильные, координатно-расточной).

Основные результаты:



1. Показана возможность замедления релаксации квантовой когерентности в системе электронных спинов с помощью последовательностей СВЧ – импульсов (Проявление квантового эффекта Зенона).

Теоретически показана возможность проявления в импульсных экспериментах электронного парамагнитного резонанса известного в квантовой информатике парадокса Зенона. Проявление эффекта Зенона в экспериментах с использованием импульсной последовательности Кара-Парселла экспериментально наблюдается для системы электронных спинов при исследовании времени релаксации квантовой когерентности электронных спинов молекулярных комплексов, содержащих парамагнитные ионы марганца. Показано, что последовательность СВЧ - импульсов существенно замедляет потерю квантовой когерентности электронных спинов, связанную со спектральной диффузией, которая вызвана сверхтонким взаимодействием электронов с магнитными ядрами (Zaripov R., Vavilova E., Miluykov V., Bezkishko I., Sinyashin O., Salikhov K., Kataev V., Büchner B.: Boosting the electron spin coherence in binuclear Mn complexes by multiple microwave pulses. *Phys. Rev. B* 88, iss. 9, 094418(1-8) (2013))

2. Предложена новая методика формирования дифракционных периодических микроструктур на полимерной матрице, основанная на низкоэнергетической имплантации ионами металла поверхности полимерных слоёв.

В результате применения ионной имплантации через поверхностные маски, получены тонкоплёночные дифракционные решётки и двумерные фотонные кристаллы с периодически изменяемым комплексным показателем преломления, который обеспечивается областями, содержащими ионно-синтезированные металлические наночастицы. Подобные структуры могут применяться на практике в элементах оптической коммуникации для введения в плёночные волноводы лазерного излучения, для оптического контроля за напряжениями и термической деформаций поверхности твёрдого тела и др. (Kavetskyu T., Tsmots V., Kinomura A., Kobayashi Y., Suzuki R., Mohamed H.F.M., Sausa O., Nuzhdin V.I., Valeev V.F., Stepanov A.L.: *J. Phys. Chem. B* 118, 4194-4200 (2014))

3. Предложен и реализован новый метод спектроскопии для измерения зеемановских и псевдо-штарковских расщеплений частот оптических переходов. При этом величина измеряемых расщеплений на несколько порядков меньше неоднородной ширины линии и спектральной ширины лазерного импульса. Показано, что если во время излучения эхотклика подействовать на систему импульсом магнитного или электрического поля, то временная форма эха модулируется. Частота модуляции, с хорошей точностью совпадает с величиной зеемановского или псевдо-штарковского расщепления в поле, равном амплитуде поля импульса (Lisin V.N., Shegeda A.M., Samartsev V.V. The application of the weak magnetic field pulse to measure g-factors of ground and excited optical states by a photon echo method.: *Laser Phys. Lett.* 12, 025701(6pp) (2015)).



4. Общая площадь опытных полей, закрепленных за учреждением. Заполняется организациями, выбравшими референтную группу № 29 «Технологии растениеводства»

Информация не предоставлена

5. Количество длительных стационарных опытов, проведенных организацией за период с 2013 по 2015 год. Заполняется организациями, выбравшими референтную группу № 29 «Технологии растениеводства»

Информация не предоставлена

6. Показатели деятельности организаций по хранению и приумножению предметной базы научных исследований

Информация не предоставлена

7. Значение деятельности организации для социально-экономического развития соответствующего региона

1. Институт успешно занимается разработкой, созданием и введением в эксплуатацию медицинских магнитно-резонансных томографов. В 2015 начата разработка специализированного магнитно-резонансного томографа с индукцией магнитного поля 0.4 Тл для диагностики заболеваний и травм суставов. Республика Татарстан заинтересована в таких томографах и готова приобрести 5 томографов (письмо министра здравоохранения РТ).

2. Прикладные исследования и разработки института для машиностроения востребованы промышленностью республики Татарстан. Так, модели, методы и средства расчетного сопровождения процесса проектирования используются в ПАО «КамАЗ» и ряде других предприятий. В рамках совместной лаборатории технического моделирования КФТИ КазКЦ РАН и КНИТУ-КАИ им. А.Н.Туполева выполнялись работы по теме «Создание семейства двигателей КАМАЗ на альтернативных видах топлива с диапазоном мощностей 300...400 л.с. и потенциалом выполнения перспективных экологических требований» в рамках договора №9932/17/07-R-12 от 20.11.2012(2013-2015 гг).

3. Выполнены исследования по теме: «Силовые и подетальные прочностные расчеты конструкции планера, исходя из расчетных случаев нагружения». Составная часть НИР по разработке экспериментального образца беспилотного летательного аппарата большой продолжительности полета. Заказчик - ОАО НПО "ОКБ им. Симонова", договор №11С-13 от 01.09.13г. Казань. Работа по НИР завершена созданием опытного образца летательного аппарата.

8. Стратегическое развитие научной организации



В данный момент КФТИ участвует в проекте создания Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Казанский научный центр РАН», цели которого:

формирование междисциплинарных фундаментальных и прикладных научных направлений ФИЦ КазНЦ РАН как международного научного центра широкого профиля, занимающего лидирующие позиции в приоритетных областях науки, имеющих стратегическое значение для социально-экономического развития страны;

создание новых фундаментальных знаний и прорывных технологий, обеспечивающих глобальную конкурентоспособность России и Татарстана в реальных секторах экономики и социальной сфере.

Интеграция в мировое научное сообщество

9. Участие в крупных международных консорциумах (например - CERN, ОИЯИ, FAIR, DESY, МКС и другие) в период с 2013 по 2015 год

Информация не предоставлена

10. Включение полевых опытов организации в российские и международные исследовательские сети. Заполняется организациями, выбравшими референтную группу № 29 «Технологии растениеводства»

Информация не предоставлена

11. Наличие зарубежных грантов, международных исследовательских программ или проектов за период с 2013 по 2015 год

РФФИ и Белорусский республиканский фонд фундаментальных исследований

1. Исследование роли монооксида азота в механизмах пластичности и запоминания при моделировании ишемического и геморрагического инсульта в условиях посттетанической потенциации методами электрофизиологии и ЭПР - спектроскопии (№ 12-04-90033-Бел). 2012-2013 гг. Партнеры-Институт физиологии НАН Беларуси. В КФТИ методом ЭПР спектроскопии впервые обнаружено, что уровень продукции оксида азота в гиппокампе (мозге) через 5 часов при моделирован геморрагического инсульта снижается в 2-3 раза, и это снижение сохраняется в течение 72 часов; найдено, что принципиального различия от изменений при ишемическом инсульте нет.

2. Фемтосекундная диагностика ультрабыстрых процессов в полупроводниках, нанокompозитах и гетероструктурах с использованием дифракционной оптики (№ 12-02-90000-Бел). 2012-2013 гг. Партнер: Научно-практический центр НАНБ по материаловедению. В КФТИ поставлены эксперименты по фемтосекундной записи наведенных «решеток» электронов и их спинов в гетероструктуре GaAs/AlGaAs с последующим их фемтосекундным зондированием с целью получения информации о коэффициентах диффузии электронов и их спинов, о временах релаксации, а также о временах дефазировки и распада наве-



денных «решеток» при комнатной температуре. Объяснена причина столь большого измеренного коэффициента диффузии электронов $D_e=200$ см²/с в гетероструктуре за счет существования в ней слоя двумерного вырожденного электронного газа.

3. Фемтосекундная многоимпульсная селективная спектроскопия диссипативной динамики колебательно-вращательных состояний молекул в жидкости, а также электронных и спиновых состояний в полупроводниковых наноструктурах (грант РФФИ № 14-02-90000-Бел). 2014-2015 гг. Партнер: Научно-практический центр НАНБ по материаловедению. В КФТИ модернизирована экспериментальная установка «возбуждающая последовательность импульсов – пробный импульс» на основе фемтосекундного титан-сапфирового лазера (Avesta LTD). Собрана система регистрации интенсивности пробного импульса, прошедшего через поляризатор, образец и скрещенный с поляризатором анализатор, для последующей регистрации сверхбыстрого оптического эффекта Керра. Предложен и на примере ортодихлорбензола реализован четырехимпульсный нерезонансный метод фемтосекундного лазерного возбуждения когерентных движений молекул жидкости. Предложена и на примере ацетонитрила C₂H₃N реализована нерезонансная двухимпульсная селективная спектроскопия жидкостей с помощью оптического эффекта Керра в режиме оптического гетеродинамирования.

РФФИ и Национальный исследовательский фонд Республики Корея. Оптическая квантовая память и квантовый процессинг однофотонными полями (№ 12-02-91700-НИФ). Партнер: Inha University, Инчхон (Южная Корея). Предложена новая схема реализации оптической квантовой памяти на фотонном эхе, которая может работать на атомных(молекулярных) системах с естественным неоднородным уширением резонансного перехода. Изучено влияние динамики когерентного контроля квантовой памяти на фотонном эхе с нерезонансными комбинационными переходами, реализуемого за счет процессов включения и выключения управляющих лазерных световых полей. Показано, что для достижения более высокой квантовой эффективности необходимо достаточно медленное выключение контролирующих полей и наоборот, их включение должно быть более быстрым при инициализации излучения сигнала эха.

НАУЧНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ОРГАНИЗАЦИИ

Наиболее значимые результаты фундаментальных исследований

12. Научные направления исследований, проводимых организацией, и их наиболее значимые результаты, полученные в период с 2013 по 2015 год

II.8. Актуальные проблемы физики конденсированных сред, в том числе квантовой макрофизики, мезоскопии, наноструктур, спинтроники, сверхпроводимости.

1. Установлено, что энергетический спектр сверхпроводящих купратов в псевдощелевой фазе при всех температурах состоит из когерентных дырочных возбуждений на Ферми



арках и электронного кармана в центре зоны Бриллюэна. При наступающем с понижением температуры зарядовом упорядочении носители на Ферми арках сильно рассеиваются на флуктуациях, связанных с волнами зарядовой плотности, их подвижность быстро падает и основная роль в транспортных свойствах переходит к носителям из электронного кармана. Предложенная модель эволюции спектра позволяет решить известную проблему смены знака холловского коэффициента в сильных магнитных полях при понижении температуры.

2. Развита теория 3-х и 4-х импульсного двойного электрон-электронного резонанса для определения взаимного расположения нитроксильных радикалов в качестве спиновых меток, расположенных в интервале 1-8 нм друг от друга.

3. Обнаружено обратимое усиление люминесцентных свойств иона Tb(III) в аддукте трис(□-дикетоната) при лазерном УФ-облучении.

Избранные публикации:

1. Lev P. Gor'kov and Gregory B. Teitel'baum, Two regimes in conductivity and the Hall coefficient of underdoped cuprates in strong magnetic fields, *J. Phys.: Condens. Matter* 26, 042202 (2014).

2. K.M. Salikhov, I.T. Khairuzhdinov, R.B. Zaripov. Three-pulse ELDOR theory revisited. *Appl. Magn. Reson.* 45, 573-619 (2014).

3. Leksin P.V., Garif'yanov N.N., Kamashev A.A., Fominov Ya.V., Schumann J., Hess C., Kataev V., Büchner B., Garifullin I.A.: Superconducting spin-valve effect and triplet superconductivity in CoOx/Fe1/Cu/Fe2/Cu/Pb multilayer. *Phys. Rev.* 91, 214508(1–12) (2015).

4. Fayzullin M.A., Eremina R.M., Eremin M.V., Dittl A., van Well N., Ritter F., Assmus W., Deisenhofer J., Krug von Nidda H.-A., Loidl A. // Spin correlations and Dzyaloshinskii-Moriya interaction in Cs2CuCl4. // *Phys. Rev. B*, vol. 88, iss. 17, 174421(1–7) (2013).

5. R.F. Mamin, J. Strle, D.A. Bizyaev, R.V. Yusupov, V.V. Kabanov, A. Kranjec, M. Borovsak, D. Mihailovic A.A. Bukharaev, Influence of magnetic field on locally electric-field-induced polar states in manganites, *Appl. Phys. Lett.* 107, 192906 (2015).

II.9. Физическое материаловедение: новые материалы и структуры, в том числе фуллерены, нанотрубки, графены, другие наноматериалы, а также метаматериалы.

1. Разработан метод создания напряженных и сильно легированных донорной примесью слоев германия на полупроводниковых и изолирующих подложках. Метод включает ионно-лучевое распыление германия и последующую наносекундную лазерную обработку осажденных слоев. Данный метод перспективен для микро- и оптоэлектроники при создании быстродействующих транзисторов, светодиодов и фотоприемников в ближней ИК-области.

2. Развита метод сканирующей зондовой литографии (СЗЛ), позволяющий существенно улучшить качество литографических масок из полиметилметакрилата, используемых для изготовления ансамблей металлических наночастиц с заданным аспектным соотношением, и нанопроволок с массивными контактами из разных металлов. Минимальные размеры



наночастиц и нанопроволок (порядка 100 нм) получены при формировании масок с помощью специальных алмазных зондов. Показано, что сформированные электрохимическим методом наночастицы Co и Ni обладают каталитическими свойствами при электроокислении этанола. Зарегистрирован эффект гигантского комбинационного рассеяния света на серебряных и медных наночастицах, полученных методом ионной имплантации.

3. Предложена новая методика формирования дифракционных периодических микроструктур на полимерной матрице, основанная на низкоэнергетической имплантации ионами металла поверхности полимерных слоев. В результате применения ионной имплантации через поверхностные маски, получены тонкопленочные дифракционные решетки и двумерные фотонные кристаллы с периодически изменяемым комплексным показателем преломления, который обеспечивается областями, содержащими ионно-синтезированные металлические наночастицы. Подобные структуры могут применяться на практике в элементах оптической коммуникации для введения в пленочные волноводы лазерного излучения, для оптического контроля за напряжениями и термической деформаций поверхности твердого тела и др.

Избранные публикации:

1. Gubina N.S., Gerasimov A.V., Gorbachuk V.V., Ziganshina S.A., Chuklanov A.P., Bukharaev A.A. // Interaction of L-alanyl-L-valine and L-valyl-L-alanine with organic vapors: thermal stability of clathrates, sorption capacity and the change in the morphology of dipeptide films.// *Physical Chemistry Chemical Physics*, vol.17, 20168–20177 (2015).

2. Edelman I.S., Petrov D.A., Ivantsov R.I., Zharkov S.M., Ivantsov R.D., Gumarov G.G., Valeev V.F., Nuzhdin V.I., Stepanov A.L. // Study of morphology, magnetic properties, and visible magnetic circular dichroism of Ni nanoparticles synthesized in SiO₂ by ion implantation.// *Phys. Rev. B*, vol. 87, iss. 11, 115435(1–11) (2013).

3. Mackova A., Malinsky P., Miksova R., Khaibullin R.I., Valeev V.F., Svorcik V., Slepicka P., Slouf M.: The characterization of PEEK, PET and PI implanted with Co ions to high fluences. *Appl. Surf. Sci.* 275, 311–315 (2013).

4. Патент на изобретение № 2566371 Российская Федерация «Способ изготовления дифракционной решетки на полимерной основе» / А.Л. Степанов, В.И. Нуждин, В.Ф. Валеев, М.Ф. Галяутдинов, Ю.Н. Осин. Зарегистрирован в Государственном реестре изобретений 28.09.2015.

5. Патент на изобретение № 2547515 «Способ изготовления пористого кремния» / А.Л. Степанов, В.И. Нуждин, В.Ф. Валеев, Ю.Н. Осин // Зарегистрирован в Государственном реестре изобретений РФ 12.03.2015.

II.10. Актуальные проблемы оптики и лазерной физики, в том числе достижение предельных концентраций мощности и энергии во времени, пространстве и спектральном диапазоне, освоение новых диапазонов спектра, спектроскопия сверхвысокого разрешения и стандарты частоты, прецизионные оптические измерения, проблемы квантовой и атомной оптики, взаимодействие излучения с веществом. Оптическая квантовая память.



1. Предложен и экспериментально реализован универсальный метод формирования последовательности коротких импульсов из однофотонных волновых пакетов, который может быть использован для управления фотонами в оптическом диапазоне частот, например, с помощью газа холодных атомов. Предложенный метод открывает новые возможности для формирования фотонных кубитов с помощью поглощающей среды с целью их дальнейшего использования в квантовой информатике. Эксперимент проводился с гамма-квантами, которые испускаются радиоактивным источником, содержащим ядра ^{57}Co .

2. Предложен новый подход к созданию оптической квантовой памяти на основе нерезонансного комбинационного (рамановского) взаимодействия однофотонного импульса и сильного управляющего поля в многоатомной системе, основанный на угловой модуляции волнового вектора управляющего поля. В рамках данного подхода разработаны схемы памяти, которые не требуют синхронизации управляющего поля с однофотонным импульсом и управления частотами резонансных атомных переходов с помощью внешних электрических или магнитных полей. Схемы обладают высокой информационной ёмкостью, что является важным для разработки систем оптической квантовой связи и квантовых вычислений.

3. Предложен и реализован новый метод спектроскопии для измерения зеемановских и псевдо-штарковских расщеплений частот оптических переходов. При этом величина измеряемых расщеплений на несколько порядков меньше неоднородной ширины линии и спектральной ширины лазерного импульса.

Избранные публикации:

1. Kalachev A., Kocharovskaya O.: Multimode cavity-assisted quantum storage via continuous phase-matching control. *Phys. Rev. A* 88, iss. 3, 033846(1-7) (2013).

2. Moiseev S.A.: Off-resonant Raman-echo quantum memory for inhomogeneously broadened atoms in a cavity. *Phys. Rev. A* 88, iss. 1, 012304(1-9) (2013).

3. Latypov I.Z., Shkalikov A.V., Kalachev A.A.: Optimization of a heralded single-photon source with spatial and temporal multiplexing. *J. Phys.: Conf. Ser.* 613, 012009(1–6) (2015).

4. Вагизов Ф.Г., Шахмуратов Р.Н., Кочаровская О.А.: Когерентные методы управления мёссбауэровскими фотонами. *Изв. РАН. Сер. физ.* 79, № 8, 1070–1073 (2015).

5. Lisin V.N., Shegeda A.M., Samartsev V.V. The application of the weak magnetic field pulse to measure g-factors of ground and excited optical states by a photon echo method. *Laser Phys. Lett.* 12, 025701(6pp) (2015).

12. Современные проблемы радиофизики и акустики, в том числе фундаментальные основы радиофизических и акустических методов связи, локации и диагностики, изучение нелинейных волновых явлений.

1. Разрабатывается специализированный магнитно-резонансный томограф с индукцией магнитного поля 0.4 Тл для диагностики заболеваний и травм суставов.



2. С целью создания систем безопасности разработана методика пространственного обнаружения и идентификации жидких веществ, в том числе запрещенных, методом низкополевой ЯМР-томографии. Эксперименты на томографе собственной конструкции и производства «ТМР-0.06-КФТИ» успешно продемонстрировали возможность обнаружения в багаже жидкостей и их идентификация с использованием программ визуализации, а также измерения времён продольной и поперечной релаксации и коэффициента самодиффузии.

Публикации:

1. Хусаинов Р.Н., Галимов М.Д. Разработка прототипа программно-аппаратного комплекса для управления мощными источниками токов // Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т.17, № 1. С.307-308.

2. Сагадеев В.В., Галимов М.Д. Разработка параметризованного автогенератора программного кода формирователя импульсов на языках описания аппаратуры Verilog/VHDL, для дальнейшей прошивки программируемых логических интегральных схем фирм Altera/Xilinx // Вестник Казанского технологического университета (2014) Т.17, № 10. С.234-237.

3. Murtazina L.I., Ryzhkina I.S., Mishina O.A., Andrianov V.V., Bogodvid T.Kh., Gainutdinov Kh.L., Muranova L.N., Konovalov A.I. Aqueous and salt solutions of quinine of low concentrations: self-organization, physicochemical properties and actions on the electrical characteristics of neurons. *Biophysics*, 59 (4), 588-592 (2014).

4. Krylatykh N.A., Fattakhov Ya.V., Fakhrutdinov A.R., Shagalov V.A., Khabipov R.Sh.: Detection of explosive precursors using low-field magnetic resonance imaging and spectroscopy. *Laser Physics* 25, 015701 (2015).

5. Патент на изобретение: Прецизионный усилитель аналоговых сигналов большой мощности с высоким КПД. Авторы: Галялtdинов М.К., Нурмамятов И.А., Фаттахов Я.В., Фахрутдинов А.Р. Опубликовано 10.05.2014, Бюллетень № 13.

13. Защищенные диссертационные работы, подготовленные период с 2013 по 2015 год на основе полевой опытной работы учреждения. Заполняется организациями, выбравшими референтную группу № 29 «Технологии растениеводства».

Информация не предоставлена

14. Перечень наиболее значимых публикаций и монографий, подготовленных сотрудниками научной организации за период с 2013 по 2015 год

Статьи (все статьи процитированы в WofS и Scopus):

1. Vagizov F., Antonov V., Radeonychev Y.V., Shakhmuratov R.N., Kocharovskaya O. //Coherent control of the waveforms of recoilless gamma-ray photons.// *Nature*, vol.508, 80–83 (2014).

IF – 42.351



doi:10.1038/nature13018

2. Mamin R.F., Kabanov V.V. //Giant dielectric permittivity and magneto-capacitance effects in low doped manganites.// *New Journal Of Physics*, vol.16, 073011(1–12) (2014).

IF – 3.673

<https://doi.org/10.1088/1367-2630/16/7/073011>

3. Gerasimov K.I., Moiseev S.A., Morosov V.I., Zaripov R.B. //Room-temperature storage of electromagnetic pulses on a high-finesse natural spin-frequency comb.// *Physical Review A*, vol.90, 042306(1–6) (2014).

IF – 2.991

<https://doi.org/10.1103/PhysRevA.90.042306>

4. Lisin V.N., Shegeda A.M., Samartsev V.V. //The application of the weak magnetic field pulse to measure g-factors of ground and excited optical states by a photon echo method.// *Laser Physics Letters*, vol.12, no. 2 (2014).

IF - 2.964

doi:10.1088/1612-2011/12/2/025701

5. Akhmedzhanov R.A., Gushchin L.A., Kalachev A.A., Litvak A.G., Sobgayda D.A., Zelensky I.V.: Single-qubit gates for ensemble qubits via off-resonant Raman interaction. *Laser Phys.* 25, no. 5, 055202(1–5) (2015).

IF - 1.032

<https://doi.org/10.1088/1054-660X/25/5/055202>

6. Gor'kov L.P., Teitel'baum B.G. // Two-component energy spectrum of cuprates in the pseudogap phase and its evolution with temperature and at charge ordering.// *Scientific Reports*, vol. 5, 8524 (2015).

IF - 5.576

Doi:10.1038/srep08524

7. Leksin P.V., Garif'yanov N.N., Kamashev A.A., Fominov Ya.V., Schumann J., Hess C., Kataev V., Büchner B., Garifullin I.A. // Superconducting spin-valve effect and triplet superconductivity in CoOx/Fe1/Cu/Fe2/Cu/Pb multilayer.// *Phys. Rev. B*, vol. 91, iss.21, 214508(1–12) (2015).

IF – 3.736

DOI: <https://doi.org/10.1103/PhysRevB.91.214508>

8. Abdulmalic M.A., Aliabadi A., Petr A., Krupskaya Y., Kataev V., Büchner B., Zaripov R., Vavilova E., Voronkova V., Salikhov K., Hahn T., Kortus J., Francois Eya'ane Meva, Schaarschmidt D., Ruffer T. // Magnetic superexchange interactions: trinuclear bis(oxamidato) versus bis(oxamato) type complexes.// *Dalton Transactions*, vol. 44, 8062–8079 (2015).

IF – 4.197

DOI:10.1039/C4DT03579H

9. Safiullin G.M., Nikiforov V.G., Davydov N.A., Mustafina R.A., Solov'eva S.Ye., Lobkov V.S., Salikhov K.M., Konovalov A.I. // Detailed mechanism of the ligand-to-metal energy



transfer of silica-coated Tb(III) complex with p-sulfonatothiacalix[4]arene.// Journal of Luminescence, vol.157, 158–162 (2015).

IF – 2.693

<https://doi.org/10.1016/j.jlumin.2014.08.050>

10. Maksutoğlu M., S. Kazan, N.I. Khalitov, V.I. Nuzhdin, R.I. Khaibullin, L.R. Tagirov, V.V. Roddatis, K.E. Prikhodko, F.A. Mikailzade, Magnetic resonance and magnetization in Fe implanted BaTiO₃ crystal. Journal of Magnetism and Magnetic Materials, Vol. 373 (2015) pp. 103-107.

IF - 1.97

<http://dx.doi.org/10.1016/j.jmmm.2014.03.075>

Монографии и т.д. (тираж многих монографий не указан)

1. Kozlov S.A., Samartsev V.V.: Fundamentals of Femtosecond Optics. Cambridge (UK): Int. Sci. Publ, 2013, 272 p.

ISBN 9781782421283, ISBN 9781782421290 (eBook)

DOI 10.1533/9781782421290

2. Лопатин О.Н., Николаев А., Хайбуллин Р.: Ионно-лучевая модификация свойств природных алмазов. Saarbrücken, Deutschland: LAMBERT Acad. Publ. 2013. 124 с.

ISBN 978-3-659-50660-4

3. Apih T., Rameev B., Mozhukhin G., Barras J. (eds.) Magnetic Resonance Detection of Explosives and Illicit Materials. “NATO Science for Peace and Security Series B: Phys. and Biophys”. Dordrecht, Netherlands: Springer 2014. 168 p.

ISBN: 978-94-007-7264-9 (Print) 978-94-007-7265-6 (Online),

DOI 10.1007/978-94-007-7265-6

4. Степанов А.Л.: Фотонные среды с наночастицами, синтезированными ионной имплантацией. Саарбрюккен: Lambert Academic Publishing. 2014. 353 с.

ISBN 978-3-659-60899-5

5. Samartsev V.V.: Correlated Photons and Their Applications. Cambridge (UK): CISP 2015. 182 p.

ISBN 978-1-907343-44-5

6. 4 главы в монографии :NATO Science for Peace and Security Series A: Chemistry and Biology (Petkov P., Tsiulyanu D., Kulisch W., Popov C., eds)Dordrecht, Netherlands: Springer 2015. DOI 10.1007/978-94-017-9697-2_9,

Print ISBN 978-94-017-9696-5, Online ISBN 978-94-017-9697-2

7. Suleimanov N.M., Prabakaran S.R.S., Abdullin D.R., Michael M.S.: chapt. 7 “Nanotechnology in Advanced Electrochemical Power Sources”. Electron Spin Resonance Studies of Lithium-Ion Battery Materials, pp. 199–218. Singapore: Pan Stanford Publishing Ltd. 2015. 350 p.

Print ISBN: 978-981-4241-43-4, eBook ISBN: 978-981-4303-05-7,

DOI: 10.1201/b15492-8



8. Domracheva N.: “Iron(III)-Containing Paramagnetic Liquid Crystals: EPR and Mössbauer Spectroscopy Characterization”. *New Developments in Liquid Crystal Research* (Petkoska A., Broach A., eds.), pp. 91–157. New York: Nova Publishers 2015.

ISBN: 978-1-63482-480-4

9. Казанский физико-технический институт имени Е. К. Завойского 2013. Ежегодник. (Под общей редакцией Салихова К. М.) – Казань: Издательство “ФизтехПресс” КФТИ КазНЦ РАН, 2014. 219 с. 225 экз.

ISBN: 978-5-94469-032-6

10. Казанский физико-технический институт имени Е. К. Завойского 2014. Ежегодник. (Под общей редакцией Салихова К. М.) – Казань: Издательство “ФизтехПресс” КФТИ КазНЦ РАН, 2015. 227 с. 225 экз.

ISBN: 978-5-94469-035-7

15. Гранты на проведение фундаментальных исследований, реализованные при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, Российского гуманитарного научного фонда, Российского научного фонда и другие

Гранты на проведение фундаментальных исследований- 38

РНФ -1

РФФИ (инициативные) - 26

РФФИ (ориентированный) - 1

РФФИ (международные) - 4

РФФИ (для молодых ученых) - 3

РФФИ (на проведение конференций) - 3

1. Российский фонд научных исследований, № 14-12-00806, рук. А.А. Калачев. Разработка базовых устройств дальнедействующей оптической квантовой связи, 2014-2016. Финансирование - 15 млн.руб.

Основные результаты: Экспериментально реализован протокол оптической квантовой памяти на основе частотной гребёнки в изотопически чистом кристалле $\text{YLiF}_4:\text{Nd}^{3+}$ (с изотопами Li-7, Nd-143). Выполнены эксперименты по спектральному выжиганию провалов и на некоторых переходах обнаружено формирование модулированной структуры частотного провала. Это позволило реализовать протокол квантовой памяти с тремя вариантами частотной гребёнки, один из которых имел два периода по частоте и приводил к испусканию двух эхо-сигналов с различной задержкой. Выполнены эксперименты по спектральному выжиганию провалов в изотопически чистом кристалле $\text{Y}_2\text{SiO}_5:\text{Nd}^{3+}$. Обнаружены спектральные провалы с временем жизни ~ 888 мс, что соответствует долгоживущим сверхтонким подуровнями основного электронного состояния примесных ионов. 4. Экспериментально исследован противонаправленный режим спонтанного параметрического рассеяния в нелинейном волноводе РР КТР с использованием пикосекундной импульсной накачки.



2. РФФИ, № 12-02-00651, рук. Калачёв А.А. Кооперативные и нелинейные оптические явления в средах с управляемым показателем преломления. 2012-2014гг. Финансирование – 1325 тыс.руб.

Определены оптимальные условия наблюдения эффектов сверхизлучения и субизлучения в ансамбле двухуровневых атомов, находящихся в волноводе, обкладка которого сделана из метаматериала с близким к нулю показателем преломления. Развита теория оптической квантовой памяти на основе нерезонансного взаимодействия сильного контрольного поля, слабого пробного поля и трехуровневой системы атомов, в которой запись и считывание пробного поля осуществляется за счёт частотной модуляции контрольного поля. Сделан сравнительный анализ различных вариантов оптической квантовой памяти, основанной на непрерывном управлении фазовым синхронизмом. Показано, что при использовании резонатора предлагаемые схемы памяти можно реализовать в примесных кристаллах, активированных редкоземельными ионами, а также в алмазе с NV-центрами.

3. РФФИ № 12-02-00263, рук. Шахмуратов Р.Н.: Развитие методов управления однофотонным излучением с помощью резонансных поглотителей и создание на их основе новых принципов прецизионных измерений и стандартов для метрологии. Финансирование 1180 тыс.руб.

Предложен и экспериментально подтвержден новый метод преобразования однофотонного волнового пакета в последовательность групп коротких импульсов с контролируемой длительностью, временем появления и количеством импульсов в каждой группе.

4. РФФИ № 13-02-12012, рук. Степанов А.Л.: Новый подход к синтезу слоёв пористого кремния с металлическими наночастицами на основе метода ионной имплантации. Финансирование 3600 тыс.руб.

Впервые на практике реализованы оригинальные экспериментальные поисковые исследования по низкоэнергетической высокодозовой имплантации ионов меди и железа, серебра и кобальта, в монокристаллические подложки кремния и германия с целью синтеза металлических наночастиц в формируемых слоях одновременно с формированием пористых полупроводниковых сред. Дополнительно, в результате использования новой методики ионного синтеза пористых полупроводников применения имплантации через поверхностные маски, получены тонкопленочные дифракционные решетки с периодически изменяемым комплексным показателем преломления, который обеспечивается имплантированными областями, содержащими наночастицы благородного металла, характеризующиеся плазмонным поглощением, и эффективной средой пористого кремния.

5. РФФИ № 12-02-00820, рук. Бухараев А.А., д.ф.-м.н.: Размерные и спиновые эффекты в магнитных наноструктурах, полученных методом зондовой литографии. Финансирование: 1285 тыс.руб.

Методом сканирующей зондовой литографии (СЗЛ) получены на непроводящих подложках структуры в виде никелевой нанопроволоки с контактными площадками из никеля или меди. Зафиксирован и изучен фазовый переход из ферромагнитного в парамагнитное



состояние в никелевой нанопроволоке при прохождении через нее тока высокой плотности. Разработан новый метод измерения температуры Кюри отдельной ферромагнитной нанопроволоки, лежащей на поверхности непроводящей подложки. С использованием литографических масок, полученных методом СЗЛ, на подложках из диоксида кремния были получены структуры из упорядоченно расположенных субмикронных частиц пермаллоя. С помощью магнитно-силового микроскопа (МСМ) проведены исследования влияния внешнего магнитного поля на намагниченность частиц пермаллоя в зависимости от их формы, размеров и температуры. На основе сопоставления экспериментальных и смоделированных МСМ изображений частиц были построены картины распределения намагниченности в частице после воздействия на образец внешнего поля при определенной температуре. Это позволило показать, что переключение направления намагниченности частицы сопровождается формированием в ней промежуточного состояния с неоднородной структурой намагниченности.

6. РФФИ № 14-02-00350, рук. Гарифуллин И.А., д.ф.-м.н.: Сверхпроводящий спиновый клапан и триплетная сверхпроводимость. Финансирование: 1895 тыс. руб.

Завершены исследования эффекта сверхпроводящего спинового клапана и триплетной сверхпроводимости в системах $\text{CoO/Fe1/Cu/Fe2/Cu/Pb}$ и CoO/Py1/Cu/Py2/Pb ($\text{Py}=\text{Ni}_{\{0.8\}}\text{Fe}_{\{0.2\}}$). Для структуры $\text{CoO(3)/Py(3)/Cu(4)/Py(0/6)/Cu(2)/Pb(70 \text{ нм})$ наблюдался большой стандартный эффект спинового клапана с $\Delta T_c=110 \text{ мК}$. При изменении взаимной ориентации намагниченностей от параллельной ($\alpha=0$) к антипараллельной ($\alpha=180^\circ$) T_c изменялось немонотонно, проходя через минимум вблизи ортогональной ориентации. В связи с этим появилась возможность полного включения и выключения сверхпроводящего тока при использовании дополнительного триплетного вклада в эффект спинового клапана.

7. РФФИ № 14-02-00041, рук. Самарцев В.В.: Фемтосекундная когерентная спектроскопия полупроводников и гетероструктур с участием коррелированных фотонов, рожденных при двухквантовом возбуждении переходных процессов скрещенными лазерными пучками. Финансирование 1496 тыс.руб.

Исследованы возможность записи и считывания в полупроводниковом кристалле CdS двухквантовых коррелированных динамических голограмм и возможность фемтосекундного возбуждения и испускания сигнала свободной световой индукции (ССИ) наночастицами CdSe-CdS (частицами типа «ядро-оболочка») в трехквантовом режиме. 3. Экспериментально реализована новая схема измерения g-факторов как основного, так и возбужденного оптических состояний парамагнитного иона по форме сигнала фотонного эха, формируемого в слабом импульсном магнитном поле ($< 20 \text{ Э}$); значение g-фактора (9.6) для Er^{3+} в LuLiF_4 получено впервые.

8. РФФИ № 15-03-02544, рук. Лобков В.С.: Новые гибридные оптические наноматериалы с высокой фотостабильностью и с управляемыми люминесцентными свойствами. Финансирование: 1420 тыс. руб.



1. Методами оптической спектроскопии изучены фотофизические свойства новых комплексов Tb(III)–TCAS (тиакаликсарен) в нанооболочках SiO₂. Установлено, что комплексы в нанооболочках обладают хорошей фотостабильностью и являются перспективными оптическими материалами для прикладных задач.

2. Разработаны физико-химические принципы управления структурой застеклованных пленок и уникальный метод манипулирования полосой поглощения и люминесцентными свойствами образцов путем воздействия на них интенсивного лазерного УФ-излучения и определенного режима термической обработки.

Разработана и запатентована (Патент РФ на изобретение № 2499022) уникальная методика синтеза полифункциональных бета-дикетонатных комплексов лантаноидов, молекулярная структура которых содержит длинные углеводородные цепочки и гибкие циклогексановые кольца. Благодаря низкой температуре плавления, синтезированные соединения позволяют создавать прозрачные застеклованные пленки высокого оптического качества.

9. РФФИ № 15-43-02538_ Поволжье, рук. Салихов К.М.: Исследование молекулярного механизма стабилизирующего и криопротекторного влияния трегалозы на функциональные свойства белков и белковых комплексов фотосинтетических реакционных центров. Финансирование: 3000 тыс. руб.

Исследовано влияние трегалозы на реакцию рекомбинации разделенных зарядов в реакционном центре фотосистемы 1 при разных температурах и разных уровнях дегидратации (интервал изменения относительной влажности 11%–63%). В водно-глицериновом растворе реакционных центров фотосистемы 1 наблюдаемая кинетика гибели P⁺ может быть разложена на две экспоненты. В отличие от растворов, в трегалозных стеклах кинетика разделения зарядов и рекомбинации зарядов в фотосистеме 1 описывается набором времен жизни электрон-дырочных пар. Кинетика рекомбинации зарядов в трегалозном стекле не описывается простой экспоненциальной функцией. Эту кинетику удается хорошо описать, если ввести распределение разделенных зарядов по времени жизни. С уменьшением влажности вклад сравнительно долгоживущих состояний уменьшается, а вклад короткоживущих состояний возрастает.

С помощью спинового зонда и использования эффекта модуляции спада сигнала первичного электронного спинового эха (ESEEM метод), вызванной сверхтонким взаимодействием неспаренного электрона спинового зонда с магнитными ядрами трегалозы была исследована локальная концентрация дисахаридов на поверхности и внутри мембраны с помощью метода модуляции спада огибающей сигналов первичного спинового эха. С помощью таких экспериментов экспериментально подтверждена гипотеза вытеснения воды для объяснения криозащитного эффекта трегалозы. Используемый в данной работе метод предоставил одно из самых прямых доказательств гипотезы вытеснения воды.

10. РФФИ № 15-42-02324_ Поволжье, рук. Тарасов В.Ф.: Димеры редкоземельных ионов для квантовой информатики. Финансирование: 2400 тыс.руб.



Методом многочастотной ЭПР-спектроскопии установлено, что ионы эрбия в монокристаллах синтетического форстерита (Mg_2SiO_4), легированного эрбием, преимущественно замещают ионы магния в кристаллографической позиции M1 с инверсионной симметрией кристаллического поля. Обнаружен эффект самоорганизации примесных ионов эрбия в димерные ассоциаты в процессе роста кристалла из расплава. Эффект проявляется в том, что концентрация димерных ассоциатов эрбия на 4 порядка превышает концентрацию димеров, ожидаемую при статистическом распределении примесных ионов эрбия по магниевым позициям кристаллической решетки форстерита.

16. Гранты, реализованные на основе полевой опытной работы организации при поддержке российских и международных научных фондов. Заполняется организациями, выбравшими референтную группу № 29 «Технологии растениеводства».

Информация не предоставлена

ИННОВАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ НАУЧНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Наиболее значимые результаты поисковых и прикладных исследований

17. Поисковые и прикладные проекты, реализованные в рамках федеральных целевых программ, а также при поддержке фондов развития в период с 2013 по 2015 год

КФТИ КазНЦ РАН принимал участие в выполнении двух проектов в рамках Постановления Правительства Российской Федерации № 218. Исследования выполнялись по договорам с организациями – головными исполнителями проектов, получившими субсидии на реализацию комплексных проектов по созданию высокотехнологичного производства.

1. Разработка блока сканирования диэлектрических свойств породы (СДСП) для комплексного скважинного прибора магнитно-резонансного каротажа. Договор с КФУ №5925201112 от 19.11.2012, как часть проекта «Разработка высокотехнологичного комплекса геофизических приборов и методов для эффективного освоения месторождений высоковязких нефтей и природных битумов», для ООО «ТНГ Групп» в рамках постановления №218. (2013-2015гг.) Финансирование: 12300 тыс. руб. Изготовлен блок СДСП, проведены приемочные испытания блока.

2. Проведение поверочных расчетов принятых конструкторских решений по ходовой части и центральных редукторов ведущих мостов колесной машины 8x8 с осевой нагрузкой до 10 тонн (составная часть НИОКР «Создание системы привода ведущих колес транспортных систем с независимой подвеской с осевой нагрузкой до 10 тонн», выполняемой МГТУ им. Н.Э.Баумана для ОАО КАМАЗ, договор №9905/05/17/07-г-12 от 19 ноября



2012 г в рамках постановления №218, КФТИ-соисполнитель, договоры с МГТУ №50Е2 от 08.04.2014 и №357Е2 от 15.10.2014) (2014). Финансирование: 4000 тыс.руб.

Определены на основе динамических математических моделей подвесок и агрегатов трансмиссии полноприводного четырехосного автомобиля нагрузки и внутренние усилия в агрегатах. По этим нагрузкам в дальнейшем определены характеристики напряженно-деформированного состояния вариантов деталей и узлов трансмиссии и подвески автомобиля. Кроме того, расчетным путем был спрогнозирован ресурс ряда деталей.

Внедренческий потенциал научной организации

18. Наличие технологической инфраструктуры для прикладных исследований

Информация не предоставлена

19. Перечень наиболее значимых разработок организации, которые были внедрены за период с 2013 по 2015 год

Информация не предоставлена

ЭКСПЕРТНАЯ И ДОГОВОРНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ОРГАНИЗАЦИИ

Экспертная деятельность научных организаций

20. Подготовка нормативно-технических документов международного, межгосударственного и национального значения, в том числе стандартов, норм, правил, технических регламентов и иных регулирующих документов, утвержденных федеральными органами исполнительной власти, международными и межгосударственными органами

Информация не предоставлена

Выполнение научно-исследовательских работ и услуг в интересах других организаций

21. Перечень наиболее значимых научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ и услуг, выполненных по договорам за период с 2013 по 2015 год

1. Договор с КФУ на выполнение проекта «Разработка блока сканирования диэлектрических свойств породы (СДСП) для комплексного скважинного прибора ядерно-магнитного каротажа», который является частью проекта «Разработка высокотехнологического комплекса геофизических приборов и методов для эффективного освоения месторождений высоковязких нефтей и природных битумов», выполняемого в рамках создания высокотехнологичного производства согласно постановлению Правительства РФ №218. Договор



с КФУ от «19» ноября 2013 г. № 5925201112 с дополнительным соглашением от «12» марта 2013 г. № 1 и с дополнительным соглашением от «29» мая 2015 г. № 2. (2013-2015 гг).

Разработана рабочая конструкторская документация (РКД) блока СДСП, разработана эксплуатационная документация блока, изготовлен блок СДСП, проведены приемочные испытания блока, проведена корректировка РКД по результатам приемочных испытаний, разработано программное обеспечение для управления и обработки данных блока СДСП.

2. Договор №1С-12 от 01.05.2012 с ОКБ "Сокол" в рамках ГОЗ «Разработка электронных моделей воздушной мишени "Дань М" (2013).

3. Договор на выполнение научно-исследовательской работы «Исследование областей пластической деформации металлических образцов методами сканирующей зондовой микроскопии и растровой электронной микроскопии») с Исследовательским центром проблем энергетики Федерального государственного бюджетного учреждения науки Казанский научный центр (2013).

Методами сканирующей зондовой микроскопии и растровой электронной микроскопии исследовано зарождение трещин в металлических изделиях различной формы под действием механической нагрузки. Выявлены области зарождения трещин.

4. Два договора с МГТУ им. Н.Э.Баумана МГТУ №50Е2 от 08.04.2014 и №357Е2 от 15.10.2014 по теме: Проведение поверочных расчетов принятых конструкторских решений по ходовой части и центральных редукторов ведущих мостов колесной машины 8x8 с осевой нагрузкой до 10 тонн (составная часть НИОКР «Создание системы привода ведущих колес транспортных систем с независимой подвеской с осевой нагрузкой до 10 тонн», выполняемой МГТУ им. Н.Э.Баумана для ОАО КАМАЗ, договор №9905/05/17/07-г-12 от 19 ноября 2012 г в рамках постановления №218, КФТИ-соисполнитель) (2014).

Определены на основе динамических математических моделей подвесок и агрегатов трансмиссии полноприводного четырехосного автомобиля нагрузки и внутренние усилия в агрегатах. По этим нагрузкам в дальнейшем определены характеристики напряженно-деформированного состояния вариантов деталей и узлов трансмиссии и подвески автомобиля. Кроме того, расчетным путем был спрогнозирован ресурс ряда деталей.

5. Договор с ФТИ № 3.2014-ФТИ УрО от 25.11.2014 г. На проведение научно-исследовательской работы по проекту РФФИ № 12-02-01316-а (ФТИ УрО РАН) "Исследование механоиндуцированных превращений, молекулярной и электронной структуры и механизмов формирования свойств бионеорганических соединений глюконатов металлов".

6. Договор между ФГАОУВПО К(П)ФУ и КФТИ КазНЦ РАН № 51-14/1К от 1 сентября 2014 г. «Электронно-микроскопическое исследование морфологии и локального элементного состава образцов природного глиносодержащего сырья и техногенных отходов – модификаторов» в рамках проекта «Разработка промышленной технологии и организация энергоэффективного производства импортозамещающих керамических материалов с ис-



пользованием регионального сырья и техногенных отходов», в рамках выполнения постановления Правительства РФ №218 от 9 апреля 2010.

Методом электронной сканирующей микроскопии с элементным микроанализом проведены исследования глинистого сырья для керамического кирпича из месторождений Камского региона Республики Татарстан, техногенные отходы промышленного комплекса Камского региона, применяемые для модификации глинистого сырья и цеолит/трепел содержащие породы – модификаторы. Описаны свойства глин и модификаторов, отработана методика по проведению анализа внутренней структуры и состава керамических материалов.

7. Договор с ИОФ им.А.М. Прохорова РАН № 2.2014 и №2.2015 от 07.07.2015, в рамках выполнения гранта РФФИ № 14-02-91374: «Разработка новых тонкопленочных мультиферроиков и композитных материалов для приложений в спинтронике».

Ионы Co^{+} с энергией 40 кэВ и высокой дозой 1.0×10^{17} ион/см² были имплантированы в сегнетоэлектрические кристаллы тройных слоистых халькогенидов, $TlInS_2$ и $TlGaSe_2$. Показано, что высокодозная имплантация магнитной примеси в $TlInS_2$ и $TlGaSe_2$ приводит к формированию в облученном поверхностном слое кристаллов наночастиц металлического кобальта.. Обнаружено, что формирование магнитной наноразмерной фазы кобальта в имплантированных пластинах $TlInS_2$ и $TlGaSe_2$ приводит к значительному сдвигу (~ 10 К) точки фазового перехода на температурной зависимости диэлектрической восприимчивости в область более высоких температур в режиме нагрева образцов. В случае приложения магнитного поля перпендикулярно к имплантированной поверхности, точка фазового перехода, напротив, сдвигается в обратную низкотемпературную область. Наблюдаемые особенности рассматриваются как магнитоёмкостные (магнитодиэлектрические) эффекты, которые возникают в результате пиннинга доменных стенок в сегнетоэлектрической матрице за счет ферромагнитных включений кобальта.

8. Договор №АК2/204 от 07.04.2015 с ОАО Научно-производственное объединение «ОКБ им. М.П. Симонова»

Разработаны расчётные модели для определения НДС конструкции планера БЛА «Альтиус-К». Исследовано НДС крыла и оперения в полётных случаях нагружения.

Другие показатели, свидетельствующие о лидирующем положении организации в соответствующем научном направлении (представляются по желанию организации в свободной форме)

22. Другие показатели, свидетельствующие о лидирующем положении организации в соответствующем научном направлении, а также информация, которую организация хочет сообщить о себе дополнительно

В КФТИ на конец 2015 года работал 1 академик РАН (Салихов К.М), 2 член-корр. академии наук РТ, 27 докторов наук.



КФТИ претендует на лидирующие позиции в нескольких направлениях.

1. "Развитие методологии ЭПР спектроскопии и ее применения в науке и технологии" - направление науки, в котором КФТИ является лидером, номером 1 в России. КФТИ является признанным лидером мировой науки в области ЭПР спектроскопии, в развитии методологии ЭПР спектроскопии и ее приложений в науке, медицине, технологии. Первооткрыватель эффекта ЭПР Е.К. Завойский был одним из основателей КФТИ, КФТИ был головным научным учреждением АН СССР в области ЭПР спектроскопии. И вот уже 70 лет Казанский физико-технический институт им. Е.К. Завойского является ведущим научным центром в области развития и применений методов спектроскопии ЭПР, в развитии современных спиновых технологий, в подготовке кадров высшей квалификации в этой области науки.

Начиная с 1996 г, научная школа под рук. проф., акад. К.М. Салихова является победителем конкурсов на право получения грантов Президента РФ по государственной поддержке ведущих научных школ в области знания Физика и астрономия. Так, в 2014-2015 выполнялся грант Грант Президента РФ «Ведущие научные школы». Экспериментальное и теоретическое исследование новых систем, перспективных для квантовой информатики и квантовых вычислений, спинтроники, оптоэлектроники методами ЭПР, сканирующей зондовой микроскопии и фемтосекундной спектроскопии (НШ-4653.2014.2). Салихов К.М., д.ф.-м.н

Акад. Салихов К.М. является координатором Программы Президиума « Электронный спиновый резонанс, спин-зависящие электронные эффекты и спиновые технологии» В КФТИ выполняется 13 проектов в рамках этой программы

Международное признание в области ЭПР подтверждают многочисленные награды: золотая медаль Международного общества ЭПР (1996), награда Общества магнитного резонанса Австралии и Новой Зеландии (2000), премия фонда Александра фон Гумбольдта (2001) , Международная премия им. Е.К. Завойского (2004), Брукеровская премия Королевского химического общества Великобритании за достижения в области ЭПР (2012), Избрание Почетным членом («Fellow of the Society 2014») Международного общества ЭПР, Салихов К.М. Избрание Почетным членом («Fellow of the Society 2015») Международного общества магнитного резонанса, Салихов К.М.

Лидерство КФТИ им. Е.К. Завойского в области ЭПР основано на научных достижениях физтеха в этой области. Дополнительно это могут иллюстрировать следующие факты.

В сотрудничестве с издательством “Шпрингер” КФТИ выпускает международный журнал “Applied Magnetic Resonance”. Главный редактор К.М. Салихов. Импакт-фактор журнала 1.367 (2014 г). <http://kfti.knc.ru/publishing-activity/applied-magnetic-resonance/>

В сотрудничестве с международным обществом ЭПР и фирмой “Брукер” мы выпускаем журнал “EPR Newsletter”, главный редактор с.н.с. Мосина Ляйла Васильевна.



