

Форма сбора сведений, отражающая результаты научной деятельности
организации в период с 2015 по 2017 год,
для экспертного анализа

Организация: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
"Федеральный исследовательский центр "Казанский научный центр
Российской академии наук"
ОГРН: 1021602842359

I. Блок сведений об организации

п/п	Запрашиваемые сведения	Характеристика
РЕФЕРЕНТНЫЕ ГРУППЫ ОРГАНИЗАЦИИ		
1	Тип организации	Научная организация
2	Направление деятельности организации	3. Общая физика Все дальнейшие сведения указываются исключительно в разрезе выбранного направления.
2.1	Значимость указанного направления деятельности организации	21%.
3	Профиль деятельности организации	I. Генерация знаний
4	Информация о структурных подразделениях организации	Казанский физико-технический институт им. Е.К. Завойского - обособленное структурное подразделение Федерального исследовательского центра "Казанский научный центр Российской академии наук" (КФТИ ФИЦ КазНЦ РАН). Специализация: Электронный парамагнитный резонанс в спиновой физике и спиновой химии. Квантовые оптические технологии. Нанопизика перспективных материалов и гибридных мезоскопических структур. Когерентная и нелинейная оптика. Синтез и исследование новых материалов и структур с заданными функциональными свойствами. Ионно-лучевая модификация материалов. Магнитно-резонансные методы в биомедицинской физике

5	Информация о кадровом составе организации	<p>- общее количество работников организации; 2015 г. – 168 2016 г. – 164 2017 г. – 159</p> <p>- общее количество научных работников (исследователей) организации: 2015 г. – 125 2016 г. – 121 2017 г. – 116</p> <p>- количество научных работников (исследователей), работающих по выбранному направлению, указанному в п.2: 2015 г. – 125 2016 г. – 121 2017 г. – 116</p>
6	Показатели, свидетельствующие о лидирующем положении организации	<p>Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук» (ФИЦ КазНЦ РАН) организован на базе Казанского научного центра Российской академии наук путем присоединения к нему 6 научных учреждений и поликлиники. В результате ФИЦ КазНЦ РАН сегодня является одним из крупнейших многопрофильных научно-исследовательских центров в РФ, что обеспечивает ему лидирующие позиции в России и в мире по следующим направлениям фундаментальных и прикладных исследований: химия, физика, биология, энергетика, механика и машиностроение, сельское хозяйство. Проводимые исследования отвечают основным приоритетным направлениям Стратегии научно-технологического развития РФ (СНТР), включающим такие сферы, как природные ресурсы и их переработка, перспективные технологии и новые материалы, качество жизни. ФИЦ КазНЦ РАН обладает мощным научным потенциалом, который включает 8 членов РАН, более 100 докторов и около 400 кандидатов наук. Здесь не только развиваются всемирно известные научные школы в вышеуказанных областях науки, но и активно формируются новые школы. Неоспоримым достоинством ФИЦ КазНЦ РАН является значительное число молодых ученых в возрасте до 39 лет, которое составляет около 50% всех научных сотрудников. Исследовательский потенциал существенно укреплен рядом «молодежных» научных лабораторий, созданных в рамках реализации приоритетных направлений СНТР путем привлечения молодых сотрудников НИИ,</p>

		<p>выпускников и аспирантов ВУЗов Казани. ФИЦ КазНЦ РАН интегрирован с ведущими ВУЗами Республики Татарстан (РТ) и России, что позволяет активно реализовывать молодежную политику в сфере науки. Развитая инфраструктура, эффективно используемое уникальное научное и технологическое оборудование мирового уровня и биоресурсные коллекции, составляющие основу Центра коллективного пользования (ЦКП), обеспечивают конкурентоспособность научных результатов, полученных ФИЦ КазНЦ РАН, как в России, так и за рубежом, а также позволяют реализовывать полный «инновационный цикл» - от научной идеи до коммерческого продукта. Сегодня более 25 % научных публикаций ФИЦ КазНЦ РАН вышли в изданиях, относящихся к Q1 и Q2. Такой результат обусловлен, в том числе, широкой научной кооперацией ФИЦ КазНЦ РАН с ведущими российскими и мировыми научными центрами. Финансирование научных исследований ФИЦ КазНЦ РАН обеспечивается не только за счет средств государственного задания, но и путем активного привлечения внебюджетных средств, доля которых достигает 40 %. Основной вклад внебюджетной составляющей обеспечивает участие сотрудников в реализации конкурсных проектов российских и международных научных фондов, а также выполнении прикладных исследований в интересах российских и иностранных индустриальных партнеров в таких отраслях реального сектора экономики как нефтехимия, машиностроение, фармацевтика, семеноводство. Результаты интеллектуальной деятельности защищены российскими и международными патентами. В частности, в 2018 г. завершен крупный проект РНФ по созданию международного научно-инновационного центра нейробиологии и фармакологии, также с 2018 г. реализуется «мегагрант» Минобрнауки РФ по организации международной лаборатории в области квантовых оптических технологий под руководством ведущего ученого из США. Создана семеноводческая станция по проекту КПНИ «Селекция и семеноводство картофеля» в рамках Федеральной научно-технической программы по сельскому хозяйству и продовольствию. Результаты интеллектуальной деятельности защищены российскими и международными патентами, часть из которых передана в реальный сектор экономики на основе лицензионных договоров. ФИЦ КазНЦ РАН и его</p>
--	--	---

		<p>обособленные структурные подразделения ежегодно являются организаторами крупных международных научных мероприятий, определяющих мировые тенденции развития профильных областей науки. Направление «ОБЩАЯ ФИЗИКА» выбрано ФИЦ КазНЦ РАН, поскольку в центре сформирован крупный исследовательский блок, ориентированный на разработку оптических и спиновых квантовых технологий, развитие спиновой физики и спиновой химии, спинтронику сверхпроводящих и магнитных топологических систем, синтез и исследование новых материалов и структур с заданными функциональными свойствами. Особое место в этих исследованиях занимают работы по созданию оптической квантовой памяти и однофотонных источников, разработка методов квантовых вычислений на электронных спинах, оптическая и ЭПР-спектроскопия материалов, перспективных для квантовых технологий, нанoeлектроники и оптоэлектроники, разработка и исследование гибридных мезоскопических структур, в частности спинового клапана, ионно-лучевая модификация материалов, в том числе создание новых центров окраски в алмазе для квантовых сенсоров,</p>
--	--	--

**II. Блок сведений о научной деятельности организации
(ориентированный блок экспертов РАН)**

п/п	Запрашиваемые сведения	Характеристика
НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОРГАНИЗАЦИИ		
7	Наиболее значимые научные результаты, полученные в период с 2015 по 2017 год.	<p>В 2015-2017 гг. получены значимые результаты в области развития квантовых технологий, исследования и создания новых материалов, в том числе для сверхпроводниковой спинтроники, оптоэлектроники, квантовой информатики, микроэлектроники, логических элементов стрейнтроники, развиты и реализованы новые методы исследования. Все результаты соответствуют приоритетным направлениям СНТР РФ в плане перехода к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам, новым материалам и способам конструирования, создание систем обработки больших объемов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта:</p> <p>1. Предложена модель энергетического спектра сверхпроводящих купратов в псевдощелевой фазе,</p>

		<p>включающая помимо когерентных дырочных возбуждений на Ферми арках малый электронный карман в центре зоны Бриллюэна.</p> <p>2. Показана возможность генерации спин-поляризованного тока в сверхпроводящем слое, что будет использоваться при разработке элементной базы сверхпроводниковой спинтроники.</p> <p>3. Синтезирована и исследована гетероструктура сверхпроводник-ферромагнетик, которая переключается из сверхпроводящего состояния в нормальное с помощью импульса относительно небольшого магнитного поля.</p> <p>4. Впервые реализованы протоколы оптической квантовой памяти на основе атомной частотной гребёнки в изотопически чистом кристалле $YLiF_4$, обогащённом изотопом лития-7 и легированном примесными ионами неодима-143.</p> <p>5. Теоретически показана возможность создания интегрального источника коррелированных бифотонных состояний с оповещением, когда рождающиеся фотоны можно разделять по частоте, а вероятность генерации бифотонов можно повышать за счёт пространственного мультиплексирования.</p> <p>6. 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.</p> <p>7. Развита новая методика спектроскопии, позволяющая определять резонансные частоты квантовых переходов с точностью до одной сотой естественной ширины линии поглощения. Метод основан на низкочастотной фазовой модуляции излучения, преобразующей его спектр в гребенку с частотным интервалом меньшим ширины линии поглощения.</p> <p>8. Впервые обнаружен эффект 27-кратного увеличения средней интенсивности люминесценции иона Tb^{3+} в открытой застеклованной пленке бета-дикетонатного комплекса тербия(III) после 40 минутной лазерной УФ-модификации (длительное облучение образца импульсным азотным лазером на длине волны 337 нм) образца в присутствии кислорода и $T=300$ К.</p> <p>9. Создан новый термочувствительный материал с интенсивной люминесценцией ионов Eu^{3+}, эффективно возбуждаемой при облучении светом в диапазоне длин волн 280-415 нм.</p>
--	--	--

		<p>10. Разработаны теоретические основы применения импульсных методов двойного электронного парамагнитного резонанса для исследования структуры неупорядоченных систем, в частности, биологических систем.</p> <p>11. Предложен многоимпульсный протокол для эффективного управления спиновой когерентностью в ЭПР-экспериментах.</p> <p>12. Развита последовательная теория формы спектров магнитного резонанса с учетом переноса спиновой когерентности, вызванного случайным процессом релаксации. Представлен детальный теоретический анализ проявления спинового обмена между стабильными нитроксильными радикалами в стационарных спектрах электронного парамагнитного резонанса (ЭПР). На основании полученных результатов предложен новый алгоритм определения скорости переноса спиновой когерентности из анализа формы спектров ЭПР.</p> <p>13. Обнаружено сильное влияние магнитного поля на локальные состояния, индуцированные электрическим полем иглы атомного силового микроскопа, в образцах лантан стронциевых манганитов</p> <p>14. Обнаружено возникновение квази-двумерного электронного газа на границе сегнетоэлектрика $Ba_{0.8}Sr_{0.2}TiO_3$ и антиферромагнетика $LaMnO_3$.</p> <p>15. Методами ферромагнитного резонанса (ФМР) и магнитно-силовой микроскопии (МСМ) – исследован магнитоупругий эффект в микрочастицах пермаллоя. Продемонстрировано, что при сжатии микрочастиц происходит существенное снижение порога формирования в них однородной намагниченности под воздействием внешнего магнитного поля. Актуальность полученных результатов обусловлена возможностью их использования при создании запоминающих ячеек и логических элементов стрейтронники.</p> <p>16. Впервые с помощью атомно-силового микроскопа визуализирована твёрдофазная химическая реакция циклизации дипептида.</p> <p>17. 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</p>
--	--	--

		<p>ближней ИК-области. 18. Впервые методом ионно-стимулированного осаждения получены тонкие пленки нанокристаллического железа, проявляющие перпендикулярную к поверхности одноосную магнитную анизотропию и полосовую доменную структуру.</p>
7.1	<p>Подробное описание полученных результатов</p>	<p>1. Предложена модель энергетического спектра сверхпроводящих купратов в псевдощелевой фазе, включающая помимо когерентных дырочных возбуждений на Ферми арках малый электронный карман в центре зоны Бриллюэна (2015 г.). Особый научный и технологический интерес представляют физические системы, сочетающие различные, часто взаимоисключающие, свойства: проводимость и диэлектричество, сверхпроводимость и магнетизм. К таким системам относятся сильнокоррелированные электронные системы (высокотемпературные сверхпроводники, тяжелофермионные системы, магнетики с сильными электронными корреляциями). При изучении природы нестандартной кинетики носителей тока в псевдощелевой фазе купратов, предложена модель энергетического спектра сверхпроводящих купратов в псевдощелевой фазе, включающая помимо когерентных дырочных возбуждений на Ферми арках малый электронный карман в центре зоны Бриллюэна. 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 наступавшем 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. Полученные результаты имеют большой научный потенциал для создания новых перспективных материалов.</p> <p>Публикации:</p> <ol style="list-style-type: none"> 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. Lev P. Gor'kov & Gregory B. Teitel'baum, Two-

	<p>component energy spectrum of cuprates in the pseudogap phase and its evolution with temperature and at charge ordering, Sci. Rep. 5, 8524 (2015).</p> <p>2. Показана возможность генерации спин-поляризованного тока в сверхпроводящем слое, что будет использоваться при разработке элементной базы сверхпроводниковой спинтроники. (2016 г.)</p> <p>В последнее десятилетие все большее внимание уделяется идеям и экспериментам по созданию элементов сверхпроводящей спинтроники. Для использования в элементах квантовой логики перспективными могут оказаться пленочные гетероструктуры сверхпроводник / ферромагнетик / сверхпроводник (С/Ф/С). При создании сверхпроводящей спинтроники возникнет нужда в сверхпроводящем ключе. Возможность его создания на основе эффекта близости С/Ф была впервые теоретически предложена в 1997 г. [S. Oh, D. Youm, and M. R. Beasley, Appl. Phys. Lett. 71, 2376 (1997)].</p> <p>В КФТИ ФИЦ КазНЦ РАН при исследовании эффекта спинового клапана в тонкопленочных гетероструктурах Fe1/Fe2/Pb обнаружен минимум в зависимости температуры сверхпроводящего перехода тонкопленочной гетероструктуры Fe1/Fe2/Pb от угла между намагниченностями ферромагнитных слоев железа Fe1 и Fe2. Данная структура является сверхпроводниковым спиновым клапаном. Установлено, что минимум обусловлен возникновением триплетной компоненты в куперовском конденсате. Последнее означает возможность генерации спин-поляризованного тока в сверхпроводящем слое, что будет использоваться при разработке элементной базы сверхпроводниковой спинтроники. Исследования в данной области соответствуют приоритетным направлениям СНТР РФ в плане перехода к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам, новым материалам и способам конструирования, создание систем обработки больших объемов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта.</p> <p>Совместно с ИТФ РАН им. Л.Д. Ландау РАН, МФТИ и Институтом твердого тела и материаловедения (IFW) Дрезден, Германия)</p> <p>Публикации:</p> <p>1. P. V. Leksin, N. N. Garif'yanov, A. A. Kamashev, Ya. V. Fominov, J. Schumann, C. Hess, V. Kataev, B. Büchner, I.A. Garifullin. Superconducting spin-valve</p>
--	---

		<p>effect and triplet superconductivity in CoOx/Fe1/Cu/Fe2/Cu/Pb multilayer. <i>Physical Review B</i> 91, 214508 (2015).</p> <p>2. P. V. Leksin, A. Kamashev, J. Schumann, P. V. Leksin, A. A. Kamashev, J. Schumann¹, V. E. Kataev, J. Thomas, B. Büchner, and I. A. Garifullin . Boosting the superconducting spin valve effect in a metallic superconductor/ferromagnet heterostructure. <i>Nano Research</i>. Vol. 9. P. 1005–1011 (2016).</p> <p>3. Isolation of proximity-induced triplet pairing channel in a superconductor/ferromagnet spin valve / P. V. Leksin, N. N. Garif'yanov, A. Kamashev, A. A. Validov, Ya. V. Fominov, J. Schumann, V. Kataev, J. Thomas, B. Büchner, and I. A. Garifullin. <i>Physical Review B</i>. Vol. 93, P. 100502(R) (1–5) (2016).</p> <p>3. Синтезирована и исследована гетероструктура сверхпроводник-ферромагнетик, которая переключается из сверхпроводящего состояния в нормальное с помощью импульса относительно небольшого магнитного поля. (2017 г.) Для поддержания полученного после импульса сверхпроводящего или нормального состояния не требуется поддерживающего магнитного поля. Такая гетероструктура может работать в качестве ячейки сверхпроводящей памяти. Публикации: 1. Lenk D., Morari R., Zdravkov V.I., Ullrich A., Khaydukov Yu., Obermeier G., Müller C., Sidorenko A.S., Krug von Nidda H.-A., Horn S., Tagirov L.R., Tidecks R. Full Switching FSF-type Superconducting Spin-Triplet MRAM-Element / <i>Physical Review B</i>. 2017. 96, No. 18., 184521.</p> <p>4. Впервые реализованы протоколы оптической квантовой памяти на основе атомной частотной гребёнки в моноизотопном кристалле YLiF₄, обогащённом изотопом лития-7 и легированном примесными ионами неодима-143. (2016 г.) Запись и воспроизведение слабых световых импульсов впервые реализована с использованием атомных частотных гребёнок, имеющих двойной период по частоте, а также с использованием перестраиваемого резонатора, находящегося в криостате при температуре жидкого гелия. Достигнута общая эффективность протокола квантовой памяти 12%. Работа выполнена совместно с ИПФ РАН и поддержана грантом РФФИ. Актуальность и практическая значимость работы связана с тем, что устройства квантовой памяти</p>
--	--	---

		<p>являются необходимыми компонентами разрабатываемых в настоящее время квантовых сетей связи и квантовых компьютеров. При этом моноизотопные кристаллы, активированные редкоземельными ионами, считаются перспективными носителями информации, поскольку позволяют совместить большие времена когерентности и большие значения оптической плотности. Исследования в данной области соответствуют приоритетным направлениям СНТР РФ в плане перехода к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам, новым материалам и способам конструирования, создание систем обработки больших объемов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта.</p> <p>Публикации:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. R.A. Akhmedzhanov, L.A. Gushchin, A.A. Kalachev, S.L. Korableva, D.A. Sobgayda, I.V. Zelensky. Atomic frequency comb memory in an isotopically pure $^{143}\text{Nd}^{3+}:\text{Y7LiF}_4$ crystal // Laser Physics Letters, V.13, No.1, 015202(1-5) (2016). 2. R.A. Akhmedzhanov, L.A. Gushchin, A.A. Kalachev, N.A. Nizov, V.A. Nizov, D.A. Sobgayda, I.V. Zelensky. Cavity-assisted atomic frequency comb memory in an isotopically pure $^{143}\text{Nd}^{3+}:\text{Y7LiF}_4$ crystal // Laser Physics Letters, V.13, No.11, 115203(1-5) (2016). 5. Теоретически исследована возможность генерации коррелированных трёхфотонных состояний в кольцевом микрорезонаторе в процессе трёхфотонного спонтанного параметрического рассеяния (ТСПР)(2016 г.). Показано, что в случае резонатора из нитрида кремния можно одновременно выполнить условия фазового синхронизма для вырожденного ТСПР и нулевой дисперсии групповой скорости на частоте ТСПР, что позволяет реализовать невырожденный режим ТСПР и генерировать перепутанные по частоте фотоны. Таким образом, результаты расчёта показывают возможность создания интегрального источника коррелированных бифотонных состояний с оповещением, когда рождающиеся фотоны можно разделять по частоте, а вероятность генерации бифотонов можно повышать за счёт пространственного мультиплексирования. Работа поддержана грантом РФФИ. Актуальность исследования связана с тем, что источники однофотонных и двухфотонных состояний света являются базовыми компонентами квантовых
--	--	---

	<p>оптических технологий и необходимы для реализации эффективных схем дальнедействующей квантовой связи и оптических квантовых вычислений. При этом кольцевые микрорезонаторы считаются перспективными системами для реализации подобных источников на оптических интегральных схемах, а возможность наблюдения ТСПР в кольцевом микрорезонаторе рассмотрена в настоящей работе впервые. Исследования в данной области соответствуют приоритетным направлениям СНТР РФ в плане перехода к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам, новым материалам и способам конструирования, создание систем обработки больших объемов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта.</p> <p>Публикации: M. Akbari, A.A. Kalachev. Third-order spontaneous parametric down-conversion in a ring microcavity // Laser Physics Letters, V.13, No.11, 115204(1-5) (2016).</p> <p>6. Предложен и реализован новый метод спектроскопии для измерения зеемановских и псевдо-штарковских расщеплений частот оптических переходов (2015 г.). При этом величина измеряемых расщеплений на несколько порядков меньше неоднородной ширины линии и спектральной ширины лазерного импульса. Показано, что если во время излучения эхо-отклика 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. Таким способом были измерены зеемановские расщепления линии примесного иона Er^{3+} в двух кристаллических матрицах LuLiF_4 и YLiF_4 [1,2] и псевдо-штарковское расщепление R1-линии иона Cr^{3+} в рубине. Это позволило с хорошей точностью определить линейные и штарковские коэффициенты, что актуально для ряда приложений, таких как память на градиентном эхе, управление групповой скоростью посредством выжигания спектральных провалов и др.</p> <p>Публикации: 1. 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</p>
--	--

	<p>photon echo method. Laser Phys. Lett. 12, 025701(6pp) (2015).</p> <p>2. Lisin V.N., Shegeda A.M., Samartsev V.V. Definition of Shifts of Optical Transitions Frequencies due to Pulse Perturbation Action by the Photon Echo Signal Form. EPJ Web of Conferences 103, 07004 (2015).</p> <p>7. Развiт новый метод спектроскопии, позволяющий определять резонансные частоты квантовых переходов с точностью до одной сотой естественной ширины линии поглощения (2016 г.). Развитие новых методов повышения точности измерения частот в оптическом, ультрафиолетовом и рентгеновском диапазонах частот открывает новые возможности увеличения точности определения координат в системах геопозиционирования. В этом направлении нами развит новый метод спектроскопии, позволяющий определять резонансные частоты квантовых переходов с точностью до одной сотой естественной ширины линии поглощения, что существенно превышает точность измерений существующими методами. Метод основан на низкочастотной фазовой модуляции излучения, преобразующей его спектр в гребенку с частотным интервалом меньшим ширины линии поглощения. Фильтрация такого излучения резонансной средой приводит к осцилляциям интенсивности. Вдали от точного резонанса основной вклад дают первая и вторая гармоники осцилляций. В точном резонансе остается только вклад второй гармоники. Исследуя частотный состав модуляции интенсивности излучения, можно определить резонансную частоту перехода с высокой точностью. Совместно с КФУ и T&M University, USA. Исследования в данной области соответствуют приоритетным направлениям СНТР РФ в плане перехода к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам, новым материалам и способам конструирования, создание систем обработки больших объемов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта. Публикации: R.N. Shakhmuratov, F.G. Vagizov, M.O. Scully, O. Kocharovskaya, Phys. Rev. A 94, No. 4, 043849 (1-8) (2016).</p> <p>8. Впервые обнаружен эффект 27-кратного увеличения средней интенсивности люминесценции иона Tb³⁺ в открытой застеклованной пленке бета-</p>
--	---

	<p>дикетонатного комплекса тербия(III)(2016 г.). Бета-дикетонатные комплексы лантаноидов являются одним из наиболее перспективных и детально исследованных классов координационных соединений лантаноидов(III). Уникальная особенность данных соединений заключается в способности бета-дикетонатных лигандов эффективно поглощать и передавать энергию возбуждения иону лантаноида, который затем излучает ее в виде монохроматической люминесценции. Препятствием для широкого использования бета-дикетонатных комплексов лантаноидов(III) в коммерческих устройствах является их низкая устойчивость к воздействию УФ-света в присутствии кислорода, которое приводит к фотоокислительной деструкции, сопровождающейся необратимым уменьшением интенсивности люминесценции. С целью создания новых оптических сред и гибридных нанокмпозитов с улучшенными люминесцентными свойствами использованы методы оптической спектроскопии при T=300 K для изучения влияния лазерной УФ-модификации на фотофизические свойства открытой застеклованной пленки Tb(CPDK37)3phen. Впервые обнаружен эффект 27-кратного увеличения средней интенсивности люминесценции иона Tb³⁺ в открытой застеклованной пленке бета-дикетонатного комплекса тербия(III) после 40 минутной лазерной УФ-модификации (длительное облучение образца импульсным азотным лазером на длине волны 337 нм) образца в присутствии кислорода и T=300 K. Сравнительный анализ данных люминесцентной спектроскопии показал, что лазерная УФ-модификация в присутствии кислорода приводит к повышению энергий триплетных уровней лигандов, что и является причиной увеличения интенсивности люминесценции иона Tb³⁺ в образце.</p> <p>Публикации: D.V. Lapaev, V.G. Nikiforov, G.M. Safiullin, V.S. Lobkov, A. A. Knyazev, A.S. Krupin, Y.G. Galyametdinov Changes in luminescent properties of vitrified films of terbium(III) β-diketonate complex upon UV laser irradiation // Journal of Luminescence. (2016), V. 175, pp. 106–112.</p> <p>9. Создан новый термочувствительный материал с интенсивной люминесценцией ионов Eu³⁺, эффективно возбуждаемой при облучении светом в диапазоне длин волн 280–415 нм (2017 г.).</p>
--	--

		<p>Материал представляет собой застеклованную плёнку толщиной 20 мкм, изготовленную из порошка мезогенного бета-дикетонатного комплекса европия(III) и защищённую двумя кварцевыми пластинами от контакта с атмосферным кислородом. Преимуществами данного материала по сравнению с ближайшими аналогами является полная устойчивость к УФ-излучению, высокое оптическое качество, обратимость температурной зависимости интенсивности и времени затухания люминесценции в области 298–348 К и рекордная температурная чувствительность времени затухания люминесценции. Исследования показали, что созданный материал является многообещающим лабораторным прототипом термочувствительного элемента многоразового действия для люминесцентных термометров длительного мониторинга температуры в диапазоне 298–348 К.</p> <p>Публикации: Lapaev D.V., Nikiforov V.G., Lobkov V.S., Knyazev A.A., Galyametdinov Y.G.: Reusable temperature-sensitive luminescent material based on vitrified film of europium(III) β-diketonate complex // Optical material (2017). 75:787-795.</p> <p>10. Разработаны теоретические основы применения импульсных методов двойного электронного парамагнитного резонанса для исследования структуры неупорядоченных систем, в частности, биологических систем (2015 г.). В развитии методологии ЭПР/ЭСР важным достижением является обобщение теории импульсного двойного электронного резонанса (ДЭЭР) на случай с перекрывающимися или даже совпадающими спектрами ЭПР. Учет эффектов перекрывания спектров спиновых меток имеет особенно большое значение при исследовании групп из трех и более спиновых меток. Разработаны теоретические основы применения импульсных методов двойного электронного парамагнитного резонанса для исследования структуры неупорядоченных систем, в частности, биологических систем. Последовательным образом учтены перекрывание спектров ЭПР спиновых меток, перекрывание спектров возбуждения СВЧ импульсами при формировании наблюдаемых сигналов в экспериментах по двойному электронному резонансу. Полученные результаты позволяют с большей точностью измерять</p>
--	--	---

		<p>современными методами ЭПР расстояния между спиновыми зондами, пространственную “архитектуру” спиновых меток. Показано, что учет эффектов перекрытия спектров спиновых меток имеет особенно большое значение при исследовании групп из трех и более спиновых меток. Результаты данной работы могут оказать заметное влияние на развитие “ЭПР кристаллографии” биологических систем и других некристаллических объектов.</p> <p>Публикации:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. K.M. Salikhov, I.T. Khairuzhdinov, R.B. Zaripov. Three-pulse ELDOR theory revisited. Appl. Magn. Reson. 45, 573-619 (2014). 2. K. M. Salikhov and I. T. Khairuzhdinov. Four-Pulse ELDOR Theory of the Spin $\frac{1}{2}$ Label Pairs Extended to Overlapping EPR Spectra and to Overlapping Pump and Observer Excitation Bands. Appl. Magn. Reson. 46, 57-83 (2015). <p>11. Предложен многоимпульсный протокол для эффективного управления спиновой когерентностью в ЭПР-экспериментах (2017 г.).</p> <p>С помощью импульсного метода ЭПР в X- и Q-диапазонах частот изучались процессы декогерентности спинов иона меди в двух монокристаллах диамагнитно разбавленных комплексах с различным лигандным окружением. Времена дефазировки электронного спина T_m при разных температурах измерялись с помощью первичного эха и специальной многоимпульсной последовательности Карра-Парсела-Мейбума-Гилла (КПМГ). Применение протокола КПМГ привело к значительному увеличению времени жизни спиновой когерентности в обоих комплексах по сравнению с результатами первичного эха. Протокол показал эффективность подавления канала декогеренции в изученных комплексах, возникающих из-за спектральной диффузии, вызванной случайной модуляцией сверхтонкого взаимодействия ядерными спинами. Кроме того, в предлагается усовершенствованный протокол КПМГ. Показано, что данный протокол может эффективно устранять эффекты, связанные с проявлением нежелательных сигналов спинового эха, влияющих на сохранение спиновой когерентности в изучаемой системе, которые неизбежно возникают в случае неоднородно уширенных спектров ЭПР из-за селективного характера возбуждения электронных</p>
--	--	--

	<p>спинов.</p> <p>Публикации: Zaripov R., Vavilova E., Khairuzhdinov I., Salikhov K., Voronkova V., Abdulmalic M.A., Meva F.E., Weheabby S., Ruffer T., Buchner B., Kataev V. Tuning the spin coherence time of Cu(II)-(bis)oxamato and Cu(II)-(bis)oxamidato complexes by advanced ESR pulse protocols / Beilstein J. Nanotechnol. 2017. V. 8. P. 943–955.</p> <p>12. Развита последовательная теория формы спектров магнитного резонанса с учетом переноса спиновой когерентности, вызванного случайным процессом релаксации (2016 г.). Получены результаты, которые стали основой новой парадигмы спинового обмена между парамагнитными частицами при их бимолекулярных столкновениях в растворах и измерения скорости спинового обмена методами ЭПР спектроскопии. ЭПР/ЭСР играет большую роль при исследовании электронной спиновой динамики и применении спиновых эффектов. Было показано, что перенос спиновой когерентности при случайных бимолекулярных столкновениях формирует коллективные моды эволюции квантовой когерентности электронных спинов парамагнитных частиц в разбавленных растворах. Полученные результаты позволили разработать новый протокол измерения скорости спинового обмена, который позволяет получать константу скорости спинового обмена с большей достоверностью в сложных, в том числе биологических системах. Этот алгоритм успешно применен для анализа изученных нами экспериментально трансформаций спектров ЭПР нитроксильных радикалов при изменении концентрации радикалов. Развита в этой работе последовательная теория дала толчок для постановки новых опытов, поиска новых протоколов эксперимента, которые позволят с большей точностью определять скорости переноса спиновой квантовой когерентности из данных спектроскопии магнитного резонанса.</p> <p>Публикации: 1. K. M. Salikhov, M. M. Bakirov, R. T. Galeev. Detailed Analysis of Manifestations of the Spin Coherence Transfer in EPR Spectra of ¹⁴N Nitroxide Free Radicals in Non-Viscous Liquids. Appl. Magn. Reson. 47, 1095-1122 (2016). 2. K.M. Salikhov. Consistent paradigm of the spectra decomposition into independent resonance lines. Appl. Magn. Reson. 47, № 11 (2016).</p>
--	---

		<p>13. Обнаружено сильное влияние магнитного поля на локальные состояния, индуцированные электрическим полем иглы атомного силового микроскопа, в образцах лантан стронциевых манганитов. Исследованы свойства локальных зарядовых состояний, индуцированных электрическим полем иглы атомного силового микроскопа на поверхности монокристаллов лантан стронциевых манганитов в присутствии магнитного поля (2015 г.).</p> <p>Обнаружено сильное влияние магнитного поля на объем и скорость роста локальных состояний, индуцированные электрическим полем иглы атомного силового микроскопа. Состояния обладают избыточным зарядом и проявляют пьезоэлектрические свойства. При записи состояний в слабых магнитных полях (0.1-0.3 Т) электрический потенциал от индуцированной области увеличивается в 2-3 раза. Предложена модель, описывающая возникновение таких магнитоэлектрических свойств локальных состояний, обладающих пьезоэлектрическими свойствами. Актуальность полученных результатов связана с потребностью разработок различных multifunctional элементов малых размеров для современной электроники. Новизна полученных результатов заключается в возможности управлять с помощью магнитного поля локальными состояниями, индуцируемыми при воздействии электрического поля. Совместно с Открытой лабораторией «Новые материалы для квантовых технологий», Казанский (Приволжский) федеральный университет.</p> <p>Публикации: 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).</p> <p>14. Предсказан и обнаружен квази-двумерный электронный газ на границе раздела сегнетоэлектрик/антиферромагнетик (2017 г.). Проведено моделирование структурных и электронных свойств гетероструктуры сегнетоэлектрик–антиферромагнетик ВаTiO₃/LaMnO₃. Экспериментально обнаружен переход в состояние с высокой плотностью носителей и металлических характером</p>
--	--	---

		<p>температурной зависимости сопротивления на интерфейсе при нанесении эпитаксиальной сегнетоэлектрической пленки $\text{Ba}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{TiO}_3$ толщиной 350 нм на монокристалл антиферромагнетика LaMnO_3. Получение квази-двумерных проводящих состояний являются актуальной проблемой для создания следующего поколения элементной базы электронной и компьютерной техники с размерами меньше 7 нм. Обнаруженные состояния уникальны и имеют огромный потенциал для применения в связи с возможностью управлять этими состояниями путем воздействия электрическим полем, а также в связи возможными магнитными свойствами.</p> <p>Публикации: Д.П. Павлов, И.И. Пиянзина, В.М. Мухортов, А.М. Балбашов, Д.А. Таюрский, И.А. Гарифуллин, Р.Ф. Мамин, Двумерный электронный газ на границе сегнетоэлектрика $\text{Ba}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{TiO}_3$ и антиферромагнетика LaMnO_3 // Письма в ЖЭТФ, 2017, Т. 106, Вып. 7, С. 440 – 444.</p> <p>15. Впервые методами ферромагнитного резонанса (ФМР) и магнитно-силовой микроскопии (МСМ) исследован магнитоупругий эффект в микрочастицах пермаллоя (2016 г.). Актуальность полученных результатов обусловлена возможностью их использования при создании запоминающих ячеек и логических элементов стрейнтроники. Методом МСМ показано, что за счет магнитоупругого эффекта, нанесенные на подложку микрочастицы пермаллоя чувствительны к локальным упругим напряжениям, вызванным механической деформацией подложки. Анализ экспериментальных и смоделированных МСМ изображений от микрочастиц, позволил определить величину наведенной локальной магнитоупругой анизотропии в каждой из микрочастиц, покрывающих всю поверхность образца. Эти данные подтверждены с помощью сканирующего магнитополяриметра. Из анализа спектров ФМР получены значения поля эффективной магнитоупругой анизотропии, индуцированной механическим сжатием микрочастиц. С использованием этих данных смоделированы МСМ изображения напряженных и ненапряженных микрочастиц, которые хорошо совпадают с экспериментальными МСМ изображениями. Продемонстрировано, что при сжатии микрочастиц происходит существенное снижение порога</p>
--	--	--

	<p>формирования в них однородной намагниченности под воздействием внешнего магнитного поля. Полученные результаты могут быть использованы при создании микросенсоров для определения с высоким пространственным разрешением латерального распределения значений компонент тензора механических напряжений и для разработки принципиально новой низкоэнергосоздающей элементной базы микроэлектроники.</p> <p>Публикации:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Bizyaev, D.A., Bukharaev, A.A., Ziganshina, S.A., Khanipov, T.F., Chuklanov, A.P. Creation of lithographic masks using a scanning probe microscope// Russian Microelectronics (2015), V. 44, pp. 389-398. 2. D. A. Bizyaev , A. A. Bukharaev, Yu. E. Kandrashkin , L. V. Mingalieva, N. I. Nurgazizov , and T. F. Khanipov / The Magnetoelastic Effect in Permalloy Particles // Technical Physics Letters (2016), Vol. 42, No. 10, pp. 1034–1037. 3. A. P. Chuklanov, N. I. Nurgazizov, D. A. Bizyaev, T. F. Khanipov, A. A. Bukharaev, V. Yu. Petukhov, V. V. Chirkov and G. G. Gumarov / Investigation of strain-induced magnetization change in ferromagnetic microparticles // Journal of Physics: C., (2016), V.714, P. 012006. <p>16. Впервые с помощью атомно-силового микроскопа визуализирована твёрдофазная химическая реакция циклизации дипептида (2017 г.).</p> <p>Термическая обработка олигопептидов является одним из методов синтеза органических наноструктур. Однако нагрев может привести не только к самоорганизации исходных молекул, но и к химическим реакциям, приводящим к образованию новых неожиданных наноструктур или изменению свойств существующих. В работе впервые с помощью атомно-силового микроскопа визуализирована твёрдофазная химическая реакция. Изучалась реакция циклизации дипептида L-лейцил-L-лейцина в твёрдом состоянии при нагревании. Изменение морфологии тонкой плёнки дипептида и образование наноструктур после нагревания было визуализировано с использованием атомно-силовой микроскопии. Этот метод также использовался для демонстрации различий в самосборке линейных и циклических дипептидов. Химическая структура продукта реакции характеризовалась ЯМР-спектроскопией, спектроскопией FTIR и анализом ГХ-МС.</p>
--	---

		<p>Результаты, полученные в настоящей работе, полезны для объяснения изменений свойств наноструктур на основе короткоцепных олигопептидов, особенно лейцил-лейцина, после термической обработки, а также для синтеза циклических олигопептидов.</p> <p>Публикации: Ziganshin M.A., Safiullina A.S., Gerasimov A.V., Ziganshina S.A., Klimovitskii A.E., Khayarov K.R., Gorbachuk V.V. Thermally induced self-assembly and cyclization of L-leucyl-L-leucine in solid state / J. Phys. Chem. B. 2017. V. 121. P. 8603–8610.</p> <p>17. Разработан новый метод создания напряженных и сильно легированных донорной примесью слоев германия на полупроводниковых и изолирующих подложках (2015 г.). Создание сильно-легированных полупроводниковых слоев и новых тонкопленочных соединений представляет актуальную и практически важную задачу для современной микроэлектроники. Разработан новый 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. Получены пленки Ge с высоким уровнем растягивающей деформации (до 1%), низким сопротивлением и высокой концентрацией электронов проводимости (до $5 \times 10^{20} \text{см}^{-3}$), превышающей равновесную растворимость примесей и значения, полученные при традиционных термических обработках.</p> <p>Публикации: 1. 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). 2. 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).</p> <p>18. Впервые методом ионно-стимулированного</p>
--	--	--

		<p>осаждения получены тонкие пленки нанокристаллического железа, проявляющие перпендикулярную к поверхности одноосную магнитную анизотропию и полосовую доменную структуру (2016 г.).</p> <p>Обнаружено, что тонкие (~100 нм) пленки железа, полученные методом ионно-стимулированного осаждения, проявляют ряд особенностей в структуре и магнитных характеристиках. Пленки представляют собой наноструктурированный материал, состоящий из наноразмерных (~10 нм) кристаллитов α-Fe и межкристаллитной неупорядоченной среды (фазы) железа. Пленки характеризуются микронапряжениями растяжения, величина которых более чем на порядок превышает предел пластической деформации массивного железа. Кривые намагничивания пленок, регистрируемые при комнатной температуре, как в плоскости, так и перпендикулярно к плоскости пленки свидетельствуют о наличии перпендикулярной к поверхности пленки одноосной магнитной анизотропии. Пленки проявляют полосовую магнитную доменную структуру. Термический отжиг в вакууме ведет к кристаллизации пленки, снятию микронапряжений, и отожженные образцы проявляют типичное для кристаллических пленок железа магнитное поведение. Исследования в данной области соответствуют приоритетным направлениям СНТР РФ в плане перехода к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам, новым материалам и способам конструирования, создание систем обработки больших объемов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта</p> <p>Публикации: N.M. Lyadov, V.V. Bazarov, F.G. Vagizov, I.R. Vakhitov, E.N. Dulov, R.N. Kashapov, A.I. Noskov, R.I. Khaibullin, V.A. Shustov, I.A. Faizrahmanov. Structural and magnetic studies of thin Fe⁵⁷films formed by ion beam assisted deposition // Applied Surface Science. (2016), Vol.378. p. 114-119.</p>
8	<p>Диссертационные работы сотрудников организации, защищенные в период с 2015 по 2017 год.</p>	<p>1. Высокочастотная ЭПР спектроскопия примесных парамагнитных ионов в диэлектрических и полупроводниковых кристаллах. Шакуров Г.С., д.ф.-м.н., 01.04.11, 2015 г.</p> <p>2. Исследование каталитических и сорбционных свойств композитов на основе углеродных наноструктур и металлических наночастиц. Хантимиров С.М., к.ф.-м.н., 01.04.17, 2015 г.</p>

		<p>3. Экспериментальное исследование роли триплетного спаривания в эффекте сверхпроводящего спинового клапана. Камашев А.А. к.ф.-м.н., 01.04.11, 2016 г.</p> <p>4. Исследование методами ЭПР взаимодействия криопротекторов сахарозы, трегалозы, глицина и сорбита на структуру и динамику модельной липидной мембраны. Конов К.Б., к.ф.-м.н., 01.04.11, 2016 г.</p> <p>5. Создание и исследование магнитных микро- и наноструктур методами сканирующей зондовой микроскопии. Бизяев Д.А., к.ф.-м.н., 01.04.11, 2017 г.</p> <p>6. ЭПР исследование железосодержащих дендримеров с термо- и фотоуправляемыми свойствами. Воробьева В.Е., к.ф.-м.н., 01.04.11, 2017 г.</p> <p>7. Сверхбыстрая динамика фотовозбужденных состояний фталоцианина и сульфида кадмия при комнатной температуре. Леонтьев Андрей Владимирович, к.ф.-м.н., 07.09.17, 2017 г.</p>
ИНТЕГРАЦИЯ В МИРОВОЕ НАУЧНОЕ СООБЩЕСТВО		
9	Участие в крупных международных консорциумах и международных исследовательских сетях в период с 2015 по 2017 год	
10	Наличие зарубежных грантов, международных исследовательских программ или проектов в период с 2015 по 2017 год.	<p>По направлению «ОБЩАЯ ФИЗИКА» в отчетный период выполнялись 3 совместных гранта РФФИ и Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований:</p> <p>1. «Фемтосекундная многоимпульсная селективная спектроскопия диссипативной динамики колебательно-вращательных состояний молекул в жидкости, а также электронных и спиновых состояний в полупроводниковых наноструктурах», №14-02-90000_Бел-а, РФФИ, общее финансирование 1350 тыс.руб. Вклад организации - научная идея, способ ее реализации и реализация. Предложен и на примере ортодихлорбензола реализован четырехимпульсный нерезонансный метод фемтосекундного лазерного возбуждения когерентных движений молекул жидкости. Продемонстрирована эффективность в управлении амплитудами откликов отдельных колебательных мод в сигнале оптического эффекта Керра при слабом возбуждении вращательных откликов.</p>

		<p>Предложена и на примере ацетонитрила C₂H₃N реализована нерезонансная двухимпульсная селективная спектроскопия жидкостей с помощью оптического эффекта Керра в режиме оптического гетеродинамирования.</p> <p>2. «Повышение эффективности функционирования нейронных сетей головного мозга путем контроля уровня монооксида азота после травмы мозга и/или нарушения церебрального кровотока». №16-54-00098_Бел-а, РФФИ, общее финансирование 1200 тыс.руб. Вклад организации - научная идея, способ ее реализации и реализация. Контроль уровня монооксида азота после травмы мозга и/или нарушения церебрального кровотока методом ЭПР</p> <p>3. «Модифицирование зонной структуры тонкопленочного германия и исследование его оптических и электрофизических свойств. №16-52-00021_Бел-а, РФФИ, общее финансирование 1350 тыс. руб. Вклад организации - научная идея, способ ее реализации и реализация. Модификация зонной структуры.</p>
11	Участие в качестве организатора крупных научных мероприятий (с более чем 1000 участников), прошедших в период с 2015 по 2017 год	
12	Членство сотрудников организации в признанных международных академиях, обществах и профессиональных научных сообществах в период с 2015 по 2017 год	Академик РАН Салихов К.М. является почетным членом Международного общества ЭПР (International EPR/ESR Society, с 2014 г.) и почетным членом Международного общества магнитного резонанса (ISMAR, с 2015 г.)
ЭКСПЕРТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ОРГАНИЗАЦИИ		
13	Участие сотрудников организации в экспертных сообществах в период с 2015 по 2017 год	<p>Сотрудники Казанского физико-технического института являются экспертами в РАН, РФФИ, РФФИ, Академии наук Республики Татарстан.</p> <p>Члены редакционных коллегий: Калачев А.А., журнал «Известия вузов. Радиофизика» ("Radiophysics and Quantum Electronics") Тейтельбаум Г.Б., журнал «Scientific Reports» (Nature) Тейтельбаум Г.Б., Тарасов В.Ф., Овчинников И.В.,</p>

		<p>Гарифуллин И.А., журнал «Applied Magnetic Resonance» (Springer) Салихов К.М. - главный редактор журнала «Applied Magnetic Resonance» (Springer) Степанов А.Л., журнал “Advances in Biology and Earth Science” Самарцев В.В., журнал Laser Physics Бухараев А.А., журнал Микроэлектроника Тагиров Л.Р. рецензирует статьи в журналах Physical Rev. B, J. of Aloys and Compounds, Nature Materials Шахмуратов Р.Г. рецензирует статьи в журналах Physical Rev A., Laser Physics</p> <p>Члены программных комитетов международных конференций и премий: Самарцев В.В. - неизменный организатор международных конференций и Школ по фотонному эхо, когерентной и квантовой оптике, оптической спектроскопии (PECS, IWQO и COOS). Салихов К.М. - председатель программного комитета ежегодной международной конференции «Modern development of Magnetic Resonance”, Калачев А.А. - председатель оргкомитета международной конференции «Modern development of Magnetic Resonance Салихов К.М. - председатель Международного комитета по присуждению Международной премии им. Е.К. Завойского Мамин Р.Ф. - член Программного комитета International Workshop on Phase Transition and Inhomogeneous State in Oxides (Kazan, 2015)</p>
14	<p>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 в период с 2015 по 2017 год</p>	
ЗНАЧИМОСТЬ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ		

15	<p>Значимость деятельности организации для социально-экономического развития соответствующего региона в период с 2015 по 2017 год</p>	<p>«Разработка и развитие новых методов и средств медицинской физики, основанных на магнитной радиоспектроскопии (ЯМР-томографии, ЭПР-, ЯМР- и ЯКР-спектроскопии)», 2014-2016. В рамках госзадания: Разработан специализированный магнитно-резонансный томограф с индукцией магнитного поля 0.4 Тл для диагностики заболеваний и травм суставов. Разработанный томограф дешевле импортного аналога на 20% и имеет более высокие технические характеристики.</p> <p>Договора:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. «Разработка гидродинамических маркеров для мониторинга разработки месторождений СВН». Договор с КФУ 2016-2017 гг., 6 млн. руб., внедрен. КФУ совместно с ПАО Татнефть использует для мониторинга разработки месторождений сверхвязкой нефти в Республике Татарстан. 2. «Расчеты конструкции планера». Договор с ОКБ им. М.П. Симонова, 2015 г., 1,485 млн. руб. <p>Региональные гранты 2015-2017 гг.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Проекты, направленные на создание новых материалов для нужд РТ: <ul style="list-style-type: none"> «Разработка физических основ новых элементов спинтроники на базе топологических изоляторов» № 15-42-02477, рук. Тейтельбаум Г.Б. «Создание при помощи ионной имплантации и исследование дифракционных решеток на новых типах полимерных и композиционных наноматериалов для нужд специального машиностроения» № 15-48-02525, рук. Степанов А.Л. 2. Проекты, направленные на развитие квантовой информатики в РТ: <ul style="list-style-type: none"> - «Димеры редкоземельных ионов для квантовой информатики», № 15-42-02324, рук. Тарасов В.Ф. - «Разработка квантовой памяти микроволнового диапазона длин волн на электронно-ядерных спиновых ансамблях», № 15-42-02462, рук. Моисеев С.А. 3. Проект, направленный на развитие научных основ создания новых функциональных материалов, перспективных для изготовления биосенсоров, высокоэффективных фотовольтаических ячеек, биореакторов на основе пигмент-белковых комплексов фотосинтетических систем. <p>«Исследование молекулярного механизма</p>
----	---	--

		стабилизирующего и криопротекторного влияния трегалозы на функциональные свойства белков и белковых комплексов фотосинтетических реакционных центров», № 15-43-02538_поволжье, рук. Салихов К.М.
ИННОВАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ОРГАНИЗАЦИИ		
16	Инновационная деятельность организации в период с 2015 по 2017 год	

III. Блок сведений об инфраструктурном и внедренческом потенциале организации, партнерах, доходах от внедренческой и договорной деятельности
(ориентированный блок внешних экспертов)

п/п	Запрашиваемые сведения	Характеристика
ИНФРАСТРУКТУРА ОРГАНИЗАЦИИ		
17	Научно-исследовательская инфраструктура организации в период с 2015 по 2017 год	<p>Направление «ОБЩАЯ ФИЗИКА» обеспечено уникальным оборудованием, позволяющим получать научные результаты мирового уровня в рамках реализации приоритетных направлений Стратегии научно-технологического развития РФ (СНТР) в области создания элементной базы для квантовых спиновых и оптических технологий и новых функциональных материалов с заданными физическими свойствами. Приборный парк включает: полную линейку ЭПР спектрометров ELEXSYS в модификациях E 580, E 540 и E 680, а также ЭПР спектрометр EMX; фемтосекундный спектрометрический комплекс, состоящий из Ti:сапфирового и трехдиапазонного лазеров, регенеративного усилителя лазерных импульсов, системы контроля параметров излучения; линейка сканирующих зондовых микроскопов следующих типов: Solver (фирма НТ-МДТ), «Multiprobe Р» (фирма Omicron), в также сканирующий электронный микроскоп LEO EVO 50 XVP. Балансовая стоимость данного оборудования составляет более 260 млн. руб. Большая часть указанного оборудования входит в ЦКП ФИЦ КазНЦ РАН, что делает его доступным для большого круга исследователей.</p>
18	Показатели деятельности организаций по хранению и приумножению предметной базы научных исследований в период с 2015 по 2017 год	
ДОЛГОСРОЧНЫЕ ПАРТНЕРЫ ОРГАНИЗАЦИИ		
19	Стратегическое развитие организации в период с 2015 по 2017 год.	<p>Зарубежные партнеры:</p> <ul style="list-style-type: none"> - California State University Northridge (США) - Max-Planck-Institut fuer Bioanorganische Chemie (Германия) - Институт физики твёрдого тела и материалов им. Лейбница (Германия) - Institute of Scientific and Industrial Research, Osaka University (Япония) - Aachen Technical University (Германия) - Институт Джозефа Стефана (Словения) - Институт Технологии Гебзе (Турция)

		<p>Российские партнеры:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Казанский (Приволжский) федеральный университет (Казань) - Институт химической кинетики и горения СО РАН (Новосибирск) - Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН (Санкт-Петербург) - ФИЦ Институт прикладной физики Российской академии наук (Нижний Новгород) - Институт спектроскопии РАН (Троицк)
РИД И ПУБЛИКАЦИИ ОРГАНИЗАЦИИ		
20	Количество созданных результатов интеллектуальной деятельности, имеющих государственную регистрацию и (или) правовую охрану в Российской Федерации или за ее пределами, а также количество выпущенной конструкторской и технологической документации в период с 2015 по 2017 год, ед.	<p>2015 г. – 9</p> <p>2016 г. – 12</p> <p>2017 г. – 3</p>
21	Объем доходов от использования результатов интеллектуальной деятельности в период с 2015 по 2017 год, тыс. руб.	<p>2015 г. – 0.000</p> <p>2016 г. – 0.000</p> <p>2017 г. – 0.000</p>
22	Совокупный доход малых инновационных предприятий в период с 2015 по 2017 год, тыс. руб.	<p>2015 г. – 6.000</p> <p>2016 г. – 3.260</p> <p>2017 г. – 1.000</p>
23	Число опубликованных произведений и публикаций, индексируемых в международных информационно-аналитических системах научного цитирования в период с 2015 по 2017 год, ед.	<p>2015 г. – 90</p> <p>2016 г. – 106</p> <p>2017 г. – 114</p>
ПРИВЛЕЧЕННОЕ ФИНАНСИРОВАНИЕ		
24	Гранты на проведение	4 проекта (один из них был продлен) РНФ, 40

	<p>исследований Российского фонда фундаментальных исследований, Российского научного фонда и др. источников в период с 2015 по 2017 год.</p>	<p>проектов РФФИ.</p> <p>1. "Разработка базовых устройств дальнедействующей оптической квантовой связи", 2014-2017 гг., РФФИ, 18 млн. руб., рук. А.А. Калачев. Получены новые теоретические модели, схемы, протоколы для квантовой информатики и реализация новых протоколов оптической квантовой памяти на основе атомной частотной гребёнки в изотопически чистом кристалле $YLiF_4$, обогащённом изотопом лития-7 и легированном примесными ионами неодима-143. Полученные экспериментальные и теоретические результаты являются важным шагом на пути создания квантовых повторителей, которые необходимы для реализации дальнедействующей оптоволоконной квантовой связи. В перспективе, внедрение абсолютно безопасной квантовой связи на федеральном уровне является принципиально важной задачей как по обеспечению научно-технологической безопасности РФ, так и по импортозамещению по критически важным видам продукции</p> <p>2. "Изотопически чистые примесные кристаллы для квантовой памяти", 2016-2018 гг., РФФИ, 18 млн. руб., рук. В.Ф. Тарасов. Методом Чохральского выращены моноизотопные кристаллы ортосиликатов иттрия и скандия и ванадата иттрия, легированные изотопически чистыми редкоземельными ионами неодим-143, неодим-145, эрбий-167, иттербий-171, иттербий-173 и тулий-169. Для выращенных образцов стационарными и импульсными методами электронного парамагнитного резонанса определены структура парамагнитных центров, образованных примесными редкоземельными ионами в кристаллах-матрицах, направления главных магнитных осей относительно кристаллографических осей, величины g-факторов электронных спиновых уровней, параметры сверхтонкого взаимодействия между электронными и ядерными спинами, времена фазовой и спин-решеточной релаксации электронно-ядерных уровней. Полученные данные необходимы для оценки перспективности реализации твердотельных устройств квантовой памяти на электронных спинах примесных редкоземельных ионов в кристаллах ортосиликата иттрия.</p>
--	--	---

		<p>3. "Интегральные однофотонные источники света с мультиплексированием", 2016-2018 гг., РНФ, 18 млн. руб., рук. Г.Н. Гольцман. Выполнены численные расчёты спектральных параметров кольцевых микрорезонаторов из нитрида кремния, которые планируется использовать в однофотонном источнике. С помощью электронно-лучевой литографии и плазмохимического травления изготовлены кольцевые микрорезонаторы и фокусирующие дифракционные решетки для ввода/вывода излучения. Получено хорошее согласие теоретических результатов с экспериментальными данными. Развита теория спонтанного четырёхволнового смешения в кольцевых микрорезонаторах. Получены аналитические выражения, описывающие скорость рождения коррелированных пар фотонов как для монохроматической непрерывной, так и для импульсной накачки, с учётом дисперсии групповой скорости в нелинейной среде. Найдены оптимальные параметры однофотонного детектора для регистрации холостого и сигнального фотонов, позволяющие получить внутреннюю квантовую эффективность, близкую к 100% в широком диапазоне токов смещения образца.</p> <p>4. "Формирование слоев пористого кремния и германия с металлическими наночастицами методом ионной имплантации", 2017-2019 гг., РНФ, 18 млн. руб. рук. А.Л. Степанов. Впервые с использованием низкоэнергетической высокодозной имплантации ионов серебра (Ag^+) в монокристаллическую подложку p-Si с последующим импульсным лазерным отжигом тонких аморфизованных слоев через фазу расплава получены кристаллические композитные слои Ag:Si, содержащие наночастицы Ag с размерами 10-60 нм. Темновые вольт-амперные характеристики перехода между слоем Ag:Si и подложкой p-Si показали формирование диодной структуры (n-Ag:Si/p-Si) в результате проведенной лазерной обработки. Измерения фотопроводимости на сформированных образцах продемонстрировали появление сигнала в области длин волн 500-1200 нм. Интенсивность фотоотклика повышалась при увеличении плотности энергии в лазерном импульсе и достигала уровня сравнимого была сравнима с промышленным кремниевым фотодиодом. Полученные результаты демонстрируют</p>
--	--	---

		<p>потенциальную возможность применения композитных слоев Ag:Si и метода их формирования в технологии создания солнечных элементов и фотоприемных устройств.</p> <p>5. "Высокоэффективная долгоживущая квантовая память на рамановском эхе в резонаторе", 2014-2016 гг., РФФИ, 1,43 млн. руб., рук. С.А. Моисеев. Получены новые теоретические знания о свойствах квантовой памяти на фотонном эхе с нерезонансными рамановскими переходами трехуровневых атомов, что актуально для создания научного задела для разработки устройств хранения большого объема информации и для квантового процессинга с фотонными кубитами.</p> <p>6. "Оптическая квантовая память и однофотонные источники на основе многоатомных систем и нановолокон". 2015-2017 гг., РФФИ, 1,508 млн. руб., рук. А.А. Калачев. Разработана теория СЧВС в нерегулярных оптических нановолокнах, т.е. волокнах с переменным сечением, которые получают из стандартного волокна методом нагрева и растяжения; теоретически проанализирована возможность генерации коррелированных трёхфотонных состояний (трифотоннов) в режиме спонтанного параметрического рассеяния в оптическом нановолоконном резонаторе; осуществлена модернизация экспериментальной установки.</p> <p>7. "Сверхпроводящий спиновый клапан и триплетная сверхпроводимость", 2014-2016 гг., РФФИ, 1,895 млн. руб., рук. И.А. Гарифуллин. Завершены исследования эффекта сверхпроводящего спинового клапана и триплетной сверхпроводимости в системах $\text{CoO/Fe}_1\text{/Cu/Fe}_2\text{/Cu/Pb}$ и $\text{CoO/Py}_1\text{/Cu/Py}_2\text{/Pb}$ ($\text{Py}=\text{Ni}_{0.8}\text{Fe}_{0.2}$). 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</p>
--	--	---

		<p>вклада в эффект спинового клапана.</p> <p>8. "Новые гибридные оптические наноматериалы с высокой фотостабильностью и с управляемыми люминесцентными свойствами", 2015-2017 гг., РФФИ, 1,42 млн. руб., рук. В.С. Лобков. Синтезировано 20 координационных соединений лантаноидов, 15 из которых являлись новыми и не описанными ранее в литературе. Установлено влияние строения лигандов на спектры поглощения, возбуждения и интенсивность люминесценции. На основе комплексов Eu(III), Sm(III), Tb(III) получены люминесцентные материалы, излучающие красный, оранжевый и зеленый свет, с максимумами на длине волны 613 нм, 648 нм и 545 нм, соответственно. Впервые обнаружен эффект 27-кратного увеличения средней интенсивности люминесценции иона Tb³⁺ в открытой застеклованной пленке бета-дикетонатного комплекса тербия(III) после 40 минутной лазерной УФ-модификации (длительное облучение образца импульсным азотным лазером на длине волны 337 нм) образца в присутствии кислорода и T=300 К.</p> <p>9. "Размытые фазовые переходы и фазовое разделение, связанное с зарядовыми неоднородностями", 2014-2016 гг., РФФИ, 1,454 млн. руб., рук. Р.Ф. Мамин. Исследованы фотопроводящие свойства магно-ниобата свинца, легированного титаном, и особенности диэлектрических свойств на низких частотах, возникающие в релаксорах различного состава при освещении. Исследованы особенности неоднородных индуцированных состояний в зависимости от амплитуды и времени приложения внешнего электрического поля и при воздействии внешнего магнитного поля различной величины в образцах лантан стронциевых манганитов. Теоретически объяснено изменения диэлектрических свойств в магно-ниобате свинца, легированном титаном, с изменением концентрации титана – переход от размытого фазового перехода к поведению с резким фазовым переходом.</p> <p>10. "Изучение влияния упругих напряжений на термоассистированный процесс перемангнивания ферромагнитных частиц", 2015-2017 гг., РФФИ, 1,42 млн. руб., рук. А.А. Бухараев. Разработана методика и получены образцы в виде</p>
--	--	---

		<p>упорядоченно расположенных одинаковых ферромагнитных микрочастиц пермаллоя на тонкой подложке, в которых механически индуцированы упругие напряжения. Методом магнитно-силовой микроскопии (МСМ) показано, что под действием механической деформации за счет магнитоупругого эффекта в частицах происходит перестройка доменной структуры.</p>
25	<p>Перечень наиболее значимых научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ и услуг, выполненных по договорам (в том числе по госконтрактам с привлечением бизнес-партнеров) в период с 2015 по 2017 год</p>	<p>1. Разработка блока сканирования диэлектрических свойств породы для комплексного скважинного прибора магнитно-резонансного каротажа. Договор 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 в рамках Государственного контракта с Министерством образования и науки Российской Федерации по Постановлению Правительства РФ № 218 (6-я очередь) о реализации проектов по созданию высокотехнологичных производств.</p> <p>2. Разработка адаптивного блока расширения центральной земляной станции спутниковой связи. Договор с ФГАОУ МФТИ. Основанием для выполнения работ является договор между ПАО Радиофизика и Министерством образования и науки РФ о предоставлении и использования субсидии на реализацию комплексного проекта по созданию высокотехнологичного производства, выполняемого с участием МФТИ., 2017-2019 гг., 20 млн. руб.</p> <p>3. Разработка подходов к организации квантовых каналов между компонентами распределенного ЦОД по открытому пространству. Договор с ФГАОУ «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологиями, механики и оптики» в рамках выполнения комплексного проекта «Создание новых технологических компонентов систем управления географически распределенными ЦОДами, включая виртуализацию ресурсов (памяти, линий связи, вычислительной мощности, инженерной инфраструктуры) с использованием квантовых технологий для защиты линий связи». 2017 г., 5 млн. руб.</p> <p>4. Разработка гидродинамических маркеров для мониторинга разработки месторождений СВН. Договор с ФГАОУ ВПО КФУ. 2016-2017 гг., 6 млн. руб.</p>

		<p>5. Расчеты конструкции планера. Договор с ОКБ им. М.П. Симонова, 2015 г., 1 485 тыс.руб.</p> <p>6. Электронно-микроскопическое исследование морфологии и локального элементного состава образцов природного глиносодержащего сырья и техногенных отходов-модификаторов». Договор с ФГАОУ ВПО КФУ, 2017 г.</p>
26	Доля внебюджетного финансирования в общем финансировании организации в период с 2015 по 2017 год,	0.25000
26.1	Объем выполненных работ, оказанных услуг (исследования и разработки, научно-технические услуги, доходы от использования результатов интеллектуальной деятельности), тыс. руб.	<p>2015 г. – 116825.460</p> <p>2016 г. – 113282.100</p> <p>2017 г. – 117321.400</p>
26.2	Объем доходов от конкурсного финансирования, тыс. руб.	<p>2015 г. – 24255.700</p> <p>2016 г. – 19870.000</p> <p>2017 г. – 33956.700</p>

УЧАСТИЕ ОРГАНИЗАЦИИ В ЗНАЧИМЫХ ПРОГРАММАХ И ПРОЕКТАХ

27	Участие организации в федеральных научно-технических программах, комплексных научно-технических программах и проектах полного инновационного цикла в период с 2015 по 2017 год.	<p>1. Разработка блока сканирования диэлектрических свойств породы для комплексного скважинного прибора магнитно-резонансного каротажа. Договор 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 в рамках Государственного контракта с Министерством образования и науки Российской Федерации по Постановлению Правительства РФ № 218 (6-я очередь) о реализации проектов по созданию высокотехнологичных производств.</p> <p>2. «Разработка адаптивного блока расширения центральной земляной станции спутниковой связи. Договор с ФГАОУ МФТИ. Основанием для выполнения работ является договор между ПАО «Радиофизика и Министерством образования и науки РФ о предоставлении и использования субсидии на реализацию комплексного проекта по созданию высокотехнологичного производства, выполняемого с участием МФТИ., 2017-2019 гг., 20</p>
----	---	--

		<p>млн. руб.</p> <p>3. Разработка подходов к организации квантовых каналов между компонентами распределенного ЦОД по открытому пространству. Договор с ФГАОУ «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики» в рамках выполнения комплексного проекта «Создание новых технологических компонентов систем управления географически распределенными ЦОДами, включая виртуализацию ресурсов (памяти, линий связи, вычислительной мощности, инженерной инфраструктуры) с использованием квантовых технологий для защиты линий связи». 2017 г., 5 млн. руб.</p>
ВНЕДРЕНЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ОРГАНИЗАЦИИ		
28	Наличие современной технологической инфраструктуры для прикладных исследований в период с 2015 по 2017 год.	
29	Перечень наиболее значимых разработок организации, которые были внедрены в период с 2015 по 2017 год	
30	Участие организации в разработке и производстве продукции двойного назначения (не составляющих государственную тайну) в период с 2015 по 2017 год	

IV. Блок дополнительных сведений

ДРУГИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОРГАНИЗАЦИИ		
31	Любые дополнительные сведения организации о своей деятельности в период с 2015 по 2017 год	<p>2015 г. Государственная премия Республики Татарстан в области науки и техники 2015 г. за работу «Направленный синтез физиологически активных веществ для медицины и ветеринарии на основе биомиметического подхода» - Гнездилов О.И. Медаль Михаила Ломоносова, учрежденная Президиумом РАН совместно с Европейским научно-промышленным консорциумом, за вклад в развитие образования и науки в области фундаментальных и прикладных исследований – Степанов А.Л. Почетное звание Профессора РАН - Калачев А.А.</p> <p>2016 г. Благодарственное письмо Президента Республики Татарстан – Казанский физико-технический институт им. Е.К. Завойского Благодарственное письмо Председателя Государственного Совета Республики Татарстан– Казанский физико-технический институт им. Е.К. Завойского Медаль Республики Татарстан «За доблестный труд» - Салихов К.М. Звание «заслуженный деятель науки Республики Татарстан» - Калачев А.А., Шахмуратов Р.Н. Благодарность Президента Республики Татарстан – Гусева Р.Р., Мосина Л.В., Хлебников С.Я.</p> <p>2017 г. Орден «За заслуги перед отечеством» III степени – Салихов К.М.</p>

Руководитель
организации

Директор

(должность)

(личная подпись)

О.Г. Сняшин

(расшифровка
подписи)

