

Наименование института: **Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт спектроскопии Российской академии наук
(ИСАН)**

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

В состав Института, согласно штатному расписанию, входят:

А. Научные подразделения

- Теоретический отдел в составе сектора нелинейной спектроскопии и сектора спектроскопии фазовых переходов;
- Отдел атомной спектроскопии в составе лаборатории атомной спектроскопии, сектора спектроскопии высокотемпературной плазмы и сектора плазменных источников излучения;
- Отдел лазерной спектроскопии в составе лаборатории лазерной спектроскопии, лаборатории спектроскопии возбужденных состояний молекул и лаборатории спектроскопии ультрабыстрых процессов;
- Отдел спектроскопии твердого тела в составе лаборатории спектроскопии конденсированных сред и лаборатории Фурье-спектроскопии;
- Отдел молекулярной спектроскопии в составе лаборатории аналитической спектроскопии и лаборатории электронных спектров молекул;
- Отдел лазерно-спектрального приборостроения в составе лаборатории лазерно-спектрального приборостроения и сектора многоканальных систем регистрации;
- Лаборатория спектроскопии наноструктур;



057077

- Лаборатория экспериментальных методов спектроскопии;
- Б. Научно-технические и научно-вспомогательные подразделения
- Научно-организационный отдел;
- Отдел информационных технологий;
- Опытное производство;
- Отдел главного инженера в составе эксплуатационно-технической службы, автотранспортного участка, ремонтно-строительной группы и бюро по ремонту и обслуживанию приборов и систем;

- хозяйственный отдел;
- охрана;

В. Административно-управленческий аппарат в составе дирекции, бухгалтерии, планово-экономического отдела, отдела закупок и материально-технического снабжения, отдела по кадрам и режиму, отдела по охране и безопасности труда.

Научная, техническая и иная специализация перечисленных выше подразделений следует из их названий.

В период с 2013 по 2015 новые научные и вспомогательные подразделения не создавались.

3. Научно-исследовательская инфраструктура

Научные лаборатории, выполняющие экспериментальные исследования, оснащены современным лазерно-спектральным оборудованием и приборами. Институт располагает площадями для их размещения в необходимом объеме, в том числе специально оборудованными «чистыми» помещениями. Общая стоимость научного оборудования ИСАН составляет более 500 млн.рублей. В его составе имеется несколько уникальных (единственных в Европе) спектрометрических комплексов на основе современных коммерческих спектральных приборов известных зарубежных фирм:

- Комплекс широкодиапазонной вакуумной Фурье-спектрометрии сверхвысокого разрешения на базе Фурье-спектрометров фирмы Bruker Optik: IFS-125HR, IFS 66 v/s, RFS 100/s с микроскопами «Hyperion» и R590 фирмы Bruker Optik, криостатами трех типов и лазером возбуждения фирмы «Newport/Spectra-Physics».

- Многоцелевой (лазерная спектроскопия, 4D-микроскопия, люминесценция, время-пролетная масс-спектрометрия) автоматизированный фемтосекундный субволновый лазерно-диагностический спектрометрический комплекс на базе оборудования фирм Newport/Spectra- Physics, L.O.T.-Oriel, Tektronix, Wiley-McLaren (США), Hamamatsu (Япония), Light Conversion Ltd (Литва), Авеста-Проект, КДП, Видеоскан (Россия), Varian (Италия), Perkin-Elmer Intern. С.V. (Швейцария) и др.

- Многоцелевой люминесцентный микроскоп-спектрометр высокого разрешения для визуализации одиночных квантовых объектов, регистрации их спектров люминесценции и спектров возбуждения флуоресценции в широком диапазоне низких температур на базе



оборудования фирм Coherent, Thorlabs, Perkin Elmer (США), Standa (Литва), PCO, Carl Zeiss Jena (ФРГ), Nikon (Япония), L-Card, Авеста-Проект, Видеоскан, RTI (Россия) и др.

- Уникальная технологическая установка атомной литографии массивов наноструктур с контролем их характеристик в условиях чистого помещения класса ISO 5 на базе оборудования ИСАН, ЭЗНП, НТ-МДТ (Россия) и фирм Komponenten (ФРГ), Varian (Италия), Nikon (Япония), VEECO (США) и др.

Научное оборудование Института позволяет реализовать практически все возможные оптико-спектральные методы исследования материалов и наноструктур -- Фурье-спектроскопию, спектроскопию поглощения-отражения, комбинационное рассеяние света, фотонное эхо, фемтосекундную, терагерцовую, субволновую спектроскопию, спектроскопию одиночных молекул, сканирующую зондовую, атомно-силовую, инвертированную оптическую микроскопию, хромато-масс-спектрометрию, а также атомную нанолитографию для получения массивов наноструктур. С помощью традиционных и разработанных в ИСАН новых спектроскопических методов и научного оборудования получается достоверная детальная информация о структуре, оптических и магнитных свойствах, спектроскопических, релаксационных и других характеристиках различных материалов и наноструктур с сохранением их свойств и функциональной активности в широком спектральном интервале (200 нм - 1000 мкм) и с предельно высоким разрешением: пространственным - до единиц нанометров, временным - до десятков фемтосекунд, спектральным - до 0,001 см⁻¹, а также в температурном диапазоне 1,5 - 750 К, в магнитных полях - до 7Т, при внешних статических давлениях – до 30 кбар.

Можно смело сказать, что на сегодня ИСАН является самым мощным в стране исследовательским центром, обеспечивающим проведение проблемно-ориентированных неразрушающих оптических исследований одновременно в широком спектральном диапазоне, со сверхвысоким спектральным, временным и пространственным разрешением.

Высокий уровень проводимых ИСАН исследований и возможности его уникального оборудования привлекают к сотрудничеству с Институтом многие организации, в том числе зарубежные. Ежегодно по результатам таких исследований с использованием оборудования ИСАН публикуется более 40 научных статей в престижных российских и зарубежных изданиях.

Ниже приведены три основных научных результата, полученных в 2013-2015 гг. с использованием объектов научно-исследовательской инфраструктуры ИСАН:

-- В области наноскопии Впервые осуществлены эксперименты по трехмерной криогенной оптической микроскопии сверхвысокого разрешения с инструментальной модификацией аппаратной функции точечного излучателя, основанной на регистрации флуоресцентных изображений бесфононных спектральных линий и спектральной динамики одиночных зондовых молекул. Метод может быть использован для гиперспектральной многоцветовой нанодиагностики структуры и динамики твердых материалов и наноструктур благодаря ультравысокой чувствительности спектральных зондов к параметрам ло-



кального окружения. Полученный результат позволяет расширить возможности отмеченных Нобелевской премией по химии 2014 г. методов флуоресцентной микроскопии сверхвысокого разрешения для решения задач материаловедения и нанотехнологий.

-- В области спектроскопии конденсированных сред методом фурье-спектроскопии обнаружены различия в тонкой структуре спектров поглощения нелинейных лазерных кристаллов $Y_{1-x}Y_bxAl_3(BO_3)_4$, выращенных по различным раствор-расплавным технологиям. Эти различия соотнесены с изменениями содержания примесей, в частности, примеси молибдена, являющейся основным мешающим фактором при получении генерации в УФ области спектра. Метод может быть использован для экспресс-анализа качества кристаллов и для совершенствования раствор-расплавных технологий выращивания лазерных кристаллов и кристаллов для генерации четвертой гармоники Nd-YAG лазера. Обнаружена и исследована также сверхтонкая структура в спектрах иона Ho^{3+} в кристалле KY_3F_{10} , перспективном для построения трехуровневой Λ -схемы на сверхтонких уровнях редкоземельного иона, предлагаемых для использования в качестве кубита для хранения квантовой информации.

-- В области лазерной спектроскопии разработана новая технология низко-энергетического лазерного разделения изотопов в охлажденных струях молекулярных кластеров.

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

В период с 2013 по 2015 год Институт участвовал в разработке стратегии социально-экономического развития городского округа Троицк в городе Москве на 15-летний период. Стратегия разрабатывалась на долгосрочный период в целях определения приоритетов, целей и задач социально-экономического развития городского округа Троицк в городе Москве, в привязке к приоритетам и целям социально-экономического развития города Москвы и Российской Федерации. В состав рабочей группы по разработке стратегии вошел



директор ИСАН Задков В.Н. В стратегию развития Троицка как наукограда включены следующие приоритетные проекты Института, реализуемые в настоящее время:

- Разработка эффективных устройств органической электроники;
- Плазмонные наносистемы с атомарной точностью и их приложения;
- Высокоразрешающая спектральная диагностика современных функциональных материалов;
- Структурная динамика перспективных наноструктур и пленок методами сверхбыстрой дифракции электронов и фемтосекундной спектроскопии;
- Новые методы и приборы биофотоники для медицинских применений.

Указанные проекты тесно связаны с основными направлениями стратегического развития Троицка, и их реализация позволит развить научно-производственный комплекс и научный потенциал города; создать новые рабочие места; создать условия для эффективного инновационного предпринимательства и поддержки малого и среднего бизнеса; создать центр роста нового поколения российских ученых. Аналогичным целям служит и созданный в 2016 г. ООО «Центр трансфера технологий Института спектроскопии Российской академии наук» (сокращенно ООО «ЦТТ ИСАН»), документы об учреждении которого были подготовлены Институтом, ООО «РнД-ИСАН» и НП «ЦТТ РАН и РОСНАНО» в 2015 г.

Институт спектроскопии РАН принимает непосредственное участие в осуществлении целого ряда проектов, направленных на развитие связей образовательных учреждений и академической науки города:

- Конкурс научно-технического творчества «Физический марафон – Шаг в науку». предусматривает создание и презентацию командой школьников (под руководством учителя физики и представителя одного из институтов РАН) действующей модели, демонстрирующей физическое явление. В процессе подготовки школьники знакомятся с основными направлениями научной деятельности институтов РАН, осваивают выбранные разделы физики, приобретают навыки научно-исследовательской и опытно-конструкторской деятельности. Одновременно проводится профориентационная работа. Институт является одним из организаторов данного мероприятия (член оргкомитета и председатель жюри конкурса – Наумов А.В.). В настоящее время конкурс существенно расширил свои границы, в нем принимают участие команды из других регионов (Зеленоград, Дубна, Обнинск, Королев) и дальнего зарубежья (Дюссельдорф, Германия).

- Ежегодный фестиваль науки.

Предусматривает выступления и научно-популярные лекции ведущих ученых на базе Троицкого дома ученых.

- Дни открытых дверей.

Научно-популярные лекции и общеобразовательные экскурсии в лаборатории ИСАН для широкого круга жителей г.о. Троицк в г. Москве.



- Участие ведущих научных сотрудников института в различных образовательных мероприятиях, проводимых на базе школ г.о. Троицк (работа в жюри различных конкурсов и олимпиад, организация фестивалей, открытых уроков, постановка лабораторных работ)

- С 2008 г. на базе ИСАН работает научно-образовательный центр (НОЦ) «Оптическая спектроскопия перспективных материалов».

Основным направлением деятельности НОЦ является решение задач по интеграции ИСАН с вузами с целью подготовки специалистов высшей квалификации, способных решать современные проблемы науки и наукоемких производств. При институте работают базовые кафедры МФТИ и НИУ ВШЭ, установлены тесные контакты с ведущими вузами РФ (МГУ им. М.В.Ломоносова, МПГУ, МГТУ им. Баумана, МИФИ, КФУ и др.), имеется профильная научно-образовательная лаборатория по современным методам оптической спектроскопии.

- Сотрудники Института являются соучредителями и активными участниками общественного дискуссионного клуба «Лебедевский клуб», целью которого является разработка предложений для исполнительных органов власти региона, в т.ч. в части развития научно-технического и научно-образовательного комплексов региона.

- Институт принимает непосредственное участие в работе Троицкого территориального инновационного кластера.

8. Стратегическое развитие научной организации

Рассчитанная на пять лет (2014-2018 гг.) Программа развития Института «Развитие оптико-спектральных методов характеристики перспективных материалов, наноструктур, процессов и создания новых нанотехнологий и наноструктур», включающая научную часть, а также часть, связанную с укреплением материально-технической базы Института, повышением его кадрового потенциала, улучшением инфраструктуры, была утверждена директором ИСАН в 2014 г. и составила предмет заявки (№14-50-00064 от 09.09.2014 г.) в Российский научный фонд по приоритетному направлению деятельности РНФ «Реализация комплексных научных программ организаций».

Научную часть составили пять проектов ведущих ученых по следующим перспективным направлениям оптической спектроскопии:

- Плазмонные наносистемы с атомарной точностью и их приложения (рук. проф. Балыкин В.И.);

- Структурная динамика перспективных материалов методами сверхбыстрой дифракции электронов и фемтосекундной спектроскопии (рук. проф. Рябов Е.А.);

- Развитие методов оптической литографии следующего поколения на основе коротковолнового излучения с длиной волны 13,5 нм и короче (рук. проф. Рябцев А.Н.);

- Селективная лазерная спектроскопия и оптическая микроскопия сверхвысокого пространственного разрешения (рук. проф. Наумов А.В.)



- Спектроскопия высокого разрешения для диагностики современных функциональных материалов (рук.проф.Попова М.Н.).

По трем из указанных проектов были получены гранты РНФ (руководители Балыкин В.И., Наумов А.В. и Попова М.Н.).

В настоящее время научная часть программы развития Института дополнена еще двумя крупными проектами - «Международная лаборатория органической электроники» и «Разработка физико-технических основ высокоточных компактных квантовых датчиков нового поколения»).

Планами укрепления материально-технической базы Института, улучшения его научной инфраструктуры предусматривается закупка современного научного оборудования для обновления имеющегося, оборудование трех «чистых лабораторных помещений» класса 7 по международному стандарту ISO 14644-1 в лабораторно-экспериментальном корпусе Института и капитальный ремонт «лазерного» лабораторного корпуса № 2.

Повышение кадрового потенциала Института осуществляется за счет увеличения числа привлекаемых к НИР студентов старших курсов и аспирантов МФТИ и НИУ ВШЭ, чьи базовые кафедры располагаются в ИСАН.

В настоящее время Институт заключил также соглашение о совместной магистратуре со Сколковским Институтом науки и технологий (Сколтех).

На базе ИСАН успешно развивается научное направление оптической нанодиагностики перспективных материалов. Данное направление имеет ярко выраженный междисциплинарный характер и уже зарекомендовало себя в качестве источника новых диагностических методик для материаловедения, нанотехнологий и биомедицинских приложений. Так, одним из прорывных направлений стала флуоресцентная микроскопия сверхвысокого пространственного разрешения (наноскопия) – направление, отмеченное Нобелевской премией по химии в 2014 г. Институт спектроскопии РАН является одним из немногих в РФ, где данные методики реализованы экспериментально на высоком международном уровне. Сотрудниками ИСАН с использованием разработанных методик получены получившие международное признание принципиально важные результаты в области физики конденсированных сред. Стратегия развития организации предусматривает создание универсального центра оптической нанодиагностики для решения широкого круга фундаментальных и прикладных задач в различных областях естествознания. В частности, значительное внимание планируется уделить внедрению развиваемых методик в биомедицинских приложениях (проточная цитометрия, наносенсорика, тераностика).

Данные работы проводятся в сотрудничестве с ведущими российскими и зарубежными научными и научно-образовательными учреждениями: МФТИ, SkolTech, МПГУ, КФУ, КФТИ им. Завойского РАН, ФИАН им. П.Н.Лебедева, ТИСНУМ, Bayreuth University (Germany), University of Queensland (Australia). Установлено тесное сотрудничество с рядом инновационных бизнес-структур (компании Scontel, NanoScanTechnology, ScanLab). В рамках стратегического планирования развития данного направления начаты работы над



совместными проектами с Technical University of Dortmund (Germany), Kansas University (USA), Aston University (UK), Southamton University (UK). Предусмотрено участие в конкурсе «мегагрантов» для государственной поддержки научных исследований под руководством ведущих ученых.

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

В период с 2013 по 2015 год Институт спектроскопии участвовал как полноценный партнер в следующих международных консорциумах:

- Координационный исследовательский проект МАГАТЭ по теме «Спектроскопические и столкновительные данные для вольфрама от 1 эВ до 20 кэВ», 2010-2015 гг. (Соглашение с МАГАТЭ № 16224 от 28.04.2010 г.).

В области 16.0-27.1 нм измерено и идентифицировано 187 спектральных линий семикратно ионизованного вольфрама, найдено 98 уровней энергии и рассчитаны вероятности переходов. Измерены длины волн и интенсивности 483 линий восьмикратно ионизованного вольфрама в области 17.0-19.9 нм. Эти данные необходимы для интерпретации результатов спектроскопических измерений в проводимых и будущих экспериментах по ядерному термоядерному синтезу.

- Сотрудничество с Брукхейвенской Национальной лабораторией США по направлению «Исследование новых функциональных материалов», 2012-2015 гг. (продлен до 2019 г.) (Соглашение с Брукхейвенской лабораторией № 003104-N P-L-03-2012 от 05.04.2012 гг.).

Цель сотрудничества - научная работа в области исследований на синхротронном источнике излучения NSLS спектров редкоземельных ферроборатов в далекой инфракрасной области.

Впервые получены спектры в терагерцовом диапазоне соединений семейства мультиферроиков, что позволило исследовать фазовые переходы и механизм спин-фононного взаимодействия в таких соединениях. По результатам работы в 2013-2015 гг. опубликовано три статьи в престижных физических журналах.

- Международный Виртуальный Институт Нанопленок (www.vinf.eu) – ассоциация институтов восьми европейских стран, зарегистрирована в Бельгии как некоммерческая организация 22.03.2007 г. (функционирует по наст.вр.), призванная усилить сотрудничество между учеными европейских стран для реализации исследовательских проектов, организации специализированных тренингов и конференций (ECNF), повышения и обмена научных и технологических знаний в области физики и техники нанопленок.

ИСАН в этой научной ассоциации (зарегистрирован под номером 17) является головной организацией по оптико-спектральным исследованиям и экспертизе тонких пленок, при-



сылаемых для характеристики из институтов стран-партнеров, а также соорганизатор ECNF-2014. Кроме ИСАН из России в эту ассоциацию вошел только МИСиС.

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

В период с 2013 по 2015 год Институт выполнял 10 проектов по зарубежным грантам и международным исследовательским программам:

- Международный исследовательский проект в области физики и технологии следующего поколения EUV литографии, компания ASML, Нидерланды, 2013-2015 гг. (Соглашение с ASML от 01.02.2013 г.).

Моделирование EUV оптики, теоретическое моделирование методов очистки EUV оптики, экспериментов по очистке многослойных зеркал, теоретические и экспериментальные исследования динамики источников EUV на основе лазерной плазмы.

- Международный исследовательский проект «Моделирование нанoeлектронных и нанoeлектромеханических систем на основе графена», САМСУНГ ЭЛЕКТРОНИКС Ко.Лтд., Институт перспективных технологий Самсунг, Республика Корея, 2012-2013 гг. (Договор о НИР с САМСУНГ ЭЛЕКТРОНИКС Ко. Лтд. от 20.11.2012 г.).

Первопринципные расчеты температурной зависимости проводимости в графенах (одно-, двух-, трех- и четырехслойных структурах) и в функциональных материалах Ca₂N и др.

- Международный исследовательский проект «Моделирование графеновых структур и перспективных функциональных материалов», САМСУНГ ЭЛЕКТРОНИКС Ко.Лтд., Институт перспективных технологий Самсунг, Республика Корея, 2014-2015 гг. (Договор о НИР с САМСУНГ ЭЛЕКТРОНИКС Ко. Лтд. от 18.09.2014 г.).

Вычисление в приближении DFT температурной зависимости проводимости в графенах и в перспективных функциональных материалах Ca₂N, Ag₂F, PdTe₂ и HF₃Te₂.

- Международный исследовательский проект «Исследования в области микроволновой спектроскопии молекулярных ван-дер-ваальсовых комплексов и малых гелиевых и водородных кластеров», 1-ый Физический институт Кельнского университета, Германия, 2011-2016 гг. (Соглашения с 1-ым Физическим институтом Кельнского университета от 01.06.2011 г. и 01.01.2014 г.).

Исследования в области микроволновой спектроскопии ван дер ваальсовых комплексов и малых гелиевых и водородных кластеров.



- Совместный грант БелРФФИ-РФФИ «Нанoeлектромеханика низкоразмерных углеродных систем», Белорусский государственный университет, Республика Беларусь, 2014-2016 гг. (Договор РФФИ-БелРФФИ № НК 14-02-90040 от 09.07.2014 г.).

Исследование электронных явлений в графене, углеродных нанотрубках и других наноструктурах, разработка концепций, принципов работы, принципиальных схем. Расчет характеристик принципиально новых нанoeлектронных приборов и нанoeлектромеханических систем (НЭМС), основанных на исследованных явлениях.

- Совместный грант DFG-РФФИ «Внутренняя динамика и «сверхтекучесть» в малых гелиевых и водородных кластерах», 1-ый Физический институт Кельнского университета, Германия, 2012-2014 гг. (Договор РФФИ-DFG № НК 12-02-91337 от 03.10.2012 г.).

Фундаментальные исследования микроскопической природы сверхтекучести на примере малых кластеров, содержащих несколько атомов гелия или молекул водорода, с присоединенной к ним молекулой-хромофором (монооксид углерода СО).

- Совместный проект "Спектроскопия кристаллов со структурой перовскита" в рамках Соглашения о научном сотрудничестве между Российской Академией наук и Польской Академией наук (Распоряжение ПРАН №10107 от 20.12.2011 г.), Институт низких температур и структурных исследований Польской академии наук, г. Вроцлав, Польша, 2012-2013 гг.

Оптические исследования кристаллов со структурой перовскита и нанoфосфоров для применений в качестве сенсоров и фосфоров.

- Совместный проект «Исследование новых функциональных материалов, содержащих редкие земли» в рамках Соглашения о научном сотрудничестве между Российской академией наук и Национальным Центром научных исследований (НЦНИ) Франции (Проект № 25156, Протокол ПРАН от 25.06.2010. г.), Лаборатория химии конденсированного состояния НЦНИ Франции, Париж, Франция, 2012-2013 гг.

Исследования материалов для квантовой информатики, квантовых генераторов, оптически активных сред для нелинейной оптики.

- Договор о сотрудничестве в сфере образования и науки между Евразийским национальным университетом им. Л.Н.Гумилева и Институтом спектроскопии Российской академии наук (от 01.12.2012). Договор бессрочный, финансовые взаимоотношения обсуждаются отдельно в каждом конкретном случае. Организация стажировок, подача совместных грантов, проведение лекционных курсов.

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



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

- Обнаружен оптический линейный дихроизм (ЛД) в изотропной кристаллографической базовой плоскости тетрагонального кристалла метабората меди – сегнетомагнетика с уникальными свойствами. Выяснена природа ЛД и показано, что он может служить чувствительным, селективным по подрешеткам методом обнаружения фазовых переходов и зондирования магнитных структур. Данная работа ставит точку в принципиальной дискуссии о возможности контролировать киральность кристалла с помощью магнитного поля. [K.N.Boldyrev, R.V.Pisarev, L.N.Bezmaternykh, M.N.Popova. Phys. Rev. Lett. 114, 247210 (2015)].

- Развита метод усиления резонансной оптической нелинейности в гибридных структурах. В зависимости от толщины органического слоя и температуры рассчитана эффективность безызлучательной передачи энергии от экситонов Френкеля в тетрацене к квантовой яме. Исследованы особенности процессов, возникающих при наличии безызлучательного переноса энергии в данной гибридной наноструктуре и позволило теоретически оптимизировать параметры гибридной наноструктуры. Завершено развитие теории поверхностных плазмон-поляритонов на металлах покрытых резонансными тонкими пленками. [V.M.Agranovich, O. A.Dubovskii, G.C.La Rocca. JETP Letters, 99, p. 323-326 (2014); A.A.Strashko, V.M.Agranovich. Optics Communication, 332, p.201-205(2014)]

- Показано методами физического и компьютерного моделирования, что при формировании пространственно закрученной слоевой структуры из жестко фиксированных в слое вытянутых объектов и последующего сечения под углом к оси такой структуры на срезе наблюдаются дугообразные структуры. Сопоставление их с дугообразными структурами при сечении хромосом разных видов динофлагеллят и на срезах быстро замороженной холестерической жидкокристаллической фазы ДНК свидетельствует в пользу возможности существования «квазинематических» слоев из ориентационно упорядоченных соседних молекул ДНК в структуре как жидкокристаллических фаз, так и частиц дисперсий этой фазы, причем поворот ориентации молекул в этих слоях на небольшой угол обеспечивает формирование холестерической структуры с характерными для нее физико-химическими свойствами [Ю.М.Евдокимов, С.Г.Скуридин, В.И.Салянов, В.В.Волков, Л.А.Дадинова, О.Н.Компанец, Е.И.Кац, Биофизика, т. 60, вып.5, с. 861-876 (2015)].

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

- При использовании фемтосекундных лазерных импульсов для генерации и детектирования полносимметричных и дважды вырожденных когерентных фононов в топологическом изоляторе Bi_2Te_3 установлено, что низкосимметричные моды регистрируются при изотропном детектировании для случая возбуждения в ближнем ИК диапазоне и отсутствуют при возбуждении на 830 нм. Сравнение начальных фаз и амплитуд когерентных фононов позволяет утверждать, что механизмы возбуждения полносимметричных мод и



дважды выраженных мод низкой симметрии в топологическом изоляторе различны. Полученный результат важен для понимания особенностей когерентной динамики решетки и контроля свойств этого необычного состояния. [О.В.Мисочко, А.А.Мельников, С.В.Чекалин, А.Ю.Быков. Письма в ЖЭТФ, том 102, вып. 4, с. 262–268 (2015)].

- Проведено исследование новых люминесцентных центров в легированных различными изотопами германия алмазах, синтезированных при высоких давлениях и температурах. Показано, что германий входит в решетку алмаза рядом с вакансиями, образуя центры германий-бивакансия. Определены электронная структура этих центров и характеристики люминесценции. Предложено использовать Ge-V центры в устройствах квантовой информатики в качестве однофотонных эмиттеров и для построения трехуровневых Λ систем. [Е.А. Ekimov, S.G. Lyapin, K.N. Boldyrev, M.V. Kondrin, R. Khmel'nitskiy, V.A. Gavva, T.V. Kotereva, M.N. Popova, Письма в ЖЭТФ, 102, № 11 (2015)].

- Создана уникальная техника трёхмерной гиперспектральной микроскопии сверхвысокого пространственного разрешения, основанной на компьютерной реконструкции структуры образца по расположению одиночных точечных излучателей-зондов с регистрацией их бесфонных спектральных линий; исследованы фотофизических свойств широкого круга одиночных квантовых излучателей разной природы и их ансамблей (органические молекулы красителей, полупроводниковые нанокристаллы – квантовые точки); развита техника комбинированной нанодиагностики твёрдых сред и структур с использованием методов оптической спектроскопии и атомно-силовой микроскопии. [Т.А. Anikushina, M.G. Gladush, A.A. Gorshchev, A.V. Naumov, Faraday Discussions, 184 (2015); A.L. Shchukina, I.Y. Eremchev, A.V. Naumov, Physical Review E, 92, 032102 (2015); I.S. Osad'ko, I.Y. Eremchev, A.V. Naumov, J. of Phys. Chem. C, 119 (2015); A.V. Naumov, I.Y. Eremchev, A.A. Gorshchev, The European Phys. J. D, v.68, Iss.11, p.348-(2014); А.В. Наумов, УФН, 183 (6), 633-652 (2013)]

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.

- Развита новая методика оптической флуоресцентной микроскопии со сверхвысоким пространственным разрешением в аксиальном направлении, достигнуто разрешение несколько нанометров. Метод основан на управляемом введении флуоресцентных молекул-зондов в приповерхностные нанослои изучаемых сред на заданную глубину и в нанопленки с помощью контролируемой диффузии. С применением метода обнаружено существование в полимерах приповерхностного слоя толщиной около 20 нм, внутренняя динамика которого отличается от соответствующей динамики в толще образца.[Ya.I. Sobolev, A.V. Naumov, Yu.G. Vainer, L. Kador, J.Chem.Phys., vol.140, p.204907 (2014)].



- Установлено, что образование световых пуль и их последовательности при филаментации фемтосекундного лазерного излучения на длине волны, которая лежит в области аномальной дисперсии групповой скорости среды в филаменте, имеет единый сценарий как в конденсированной среде, так и в газах. Во фторидах возникновение плазменного канала в филаменте фемтосекундного импульса на длине волны 3 мкм сопровождается гигантским сдвигом излучения суперконтинуума в видимую часть спектра, причем сдвиг растет, а спектральный контур сужается при увеличении длины волны. Полученный результат важен для масштабирования формирования световых пуль в воздухе в задачах зондирования и мониторинга окружающей среды. [Dormidonov, V. O. Kompanets, E. O. Smetanina and V. P. Kandidov, *J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys.* 48 094008 (2015); S.V. Chekalin, V.O. Kompanets, A.E. Dokukina, A.E. Dormidonov, E.O. Smetanina, V.P. Kandidov, *Quantum Electronics* 45 (5) 401 – 407 (2015)].

- Изучен неизвестный ранее спектр восьмикратно ионизованного рения в вакуумной УФ области. Идентифицировано 112 спектральных линий, найдены энергии 83 уровней, получены значения энергетических параметров и рассчитаны вероятности переходов. Путем анализа закономерностей энергетических параметров вдоль изоэлектронной последовательности от пятикратно ионизованного гафния до восьмикратно ионизованного рения верифицированы атомные данные для изоэлектронного спектра семикратно ионизованного вольфрама, необходимого для диагностики плазмы токамаков в области дивертора. [Ryabtsev, A. N.; Kononov, E. Ya; Kildiyarova, R. R.; Tchong-Brillet, W.-Ü. L.; Wyart, J.-F.; Champion, N.; Blaess, C., *Phys. Scr.*, V. 90, No. 9, 095401 (2015); A. Ryabtsev, E. Kononov, R. Kildiyarova, Wan-Ü L. Tchong-Brillet, J.-F. Wyart, N. Champion, and C. Blaess, *Atoms* 3, 273-298, (2015)].

- Предсказано, что при обтекании двухкомпонентным конденсатом Бозе-Эйнштейна поляризованного препятствия, которое притягивает одну компоненту конденсата и отталкивает другую, возможно формирование косых бризеров. Характерной особенностью двухкомпонентных конденсатов в нелинейном режиме является существование в них двух разных типов возмущений, распространяющихся на фоне нелинейной плоской волны. Существование двух типов возмущений означает наличие двух типов звуковых волн, а также двух разных конусов Маха при обтекании подобными конденсатами локализованных препятствий. В случае, если конденсат обтекает неполяризованное препятствие, которое отталкивает обе компоненты возбуждаются лишь волны плотности и происходит формирование двух косых темных солитонов, лежащих внутри конуса Маха. Именно такие солитоны наблюдались в экспериментах с конденсатами Бозе-Эйнштейна и поляритонными конденсатами. Полученный результат имеет фундаментальное значение, поскольку фактически предсказан новый тип нелинейной волны в двухкомпонентной модели. [R. Driben, Y. V. Kartashov, B. A. Malomed, T. Meier, L. Torner, *Physical Review Letters*, vol. 112, n. 2, p. 020404 (2014); Y. V. Kartashov, B. A. Malomed, Y. Shnir, L. Torner, *Physical Review Letters*, vol. 113, n. 26, paper 264101 (2014)].



Фундаментальные основы лазерных технологий, включая обработку и модификацию материалов, оптическую информатику, связь, навигацию и медицину

- Методами фемтосекундной лазерной спектроскопии впервые исследована динамика наведенного поглощения изолированных тримеров фотосистемы 1 *Arthrospira platensis*, возбуждаемых импульсами длительностью 70 фс на длине волны 620 нм при 77 К. Обнаружено, что между двумя формами тримеров с соответствующими максимумами поглощения на 710 и 730 нм нет передачи возбуждения и обе они заселяются за счет прямой передачи возбуждения от хлорофилла. Полученный результат важен для понимания первичных процессов фотосинтеза в зеленых растениях и, в конечном счете, для создания высокоэффективных преобразователей солнечной энергии. [V. Kompanets, V. Shubin, I. Terekhova, E. Kotova, V. Kozlovsky, V. Novoderezhkin, S. Chekalin, N. Karapetyan, A. Razjivin, FEBS Letters 588, 3441–3444 (2014)].

- Впервые измерена сверхбыстрая динамика диссоциации наноразмерных кластеров в результате возбуждения входящих в них молекул резонансным фемтосекундным ИК излучением. Эксперименты проведены с кластерами $[\text{Fe}(\text{CO})_5]_n$ ($n \sim 250$ – размер кластеров). ИК импульс (~ 5 мкм) возбуждал колебания связи $\text{C}\equiv\text{O}$, УФ импульс детектировал вылетающие свободные молекулы $\text{Fe}(\text{CO})_5$. Измерена кинетика образования молекул $\text{Fe}(\text{CO})_5$ при разных условиях ИК лазерного возбуждения. Предложена модель, хорошо описывающая результаты эксперимента и позволившая определить профиль изменения температуры кластеров. Оценены скорости внутримолекулярной и внутрикластерной релаксации колебательной энергии (IVR) в $[\text{Fe}(\text{CO})_5]_n$ кластерах. Полученные данные важны для понимания внутренних процессов в кластерах. [D.G. Poydashev, V.N. Lokhman, V.O. Kompanets, S.V. Chekalin, E.A. Ryabov. J. Physical Chemistry A, 118 (47), pp 11177–11184 (2014)].

- Теоретически предсказано и экспериментально подтверждено гигантское нарушение принципа взаимности планарной оптической линейной системы без магнитных полей, состоящей из металлической плёнки с наноотверстиями на поверхности планарного многослойного диэлектрического метаматериала (фотонного кристалла). Гигантская не-взаимность (с контрастом не менее 40) объясняется возбуждением оптического Таммовского состояния в данной структуре и поглощением света в металлической пленке. Результат может быть использован для создания невзаимных устройств нанофотоники, для управления распространением света в наномасштабах. [P.N. Melentiev, A.E. Afanasiev, A.A. Kuzin, A.S. Baturin, V.I. Balykin, Optics Express, 21 (12), p. 13896-13905 (2013)]

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

(№ п/п; Библиографическое описание; Журнал; Импакт-фактор; Квартиль; Число цитир.)

1. Skowron, ST; Lebedeva, IV; Popov, AM; Bichoutskaia, E. Energetics of atomic scale structure changes in graphene, CHEMICAL SOCIETY REVIEWS, V. 44, No 10, P. 3143-3176 (2015); CHEMICAL SOCIETY REVIEWS; 34,09; CHEMISTRY, MULTIDISCIPLINARY Q1; 22

2. Voronova, NS; Elistratov, AA; Lozovik, YE. Detuning-Controlled Internal Oscillations in an Exciton-Polariton Condensate, PHYSICAL REVIEW LETTERS, V. 115, No 18, Art. No 186402 (2015); PHYSICAL REVIEW LETTERS; 7,645; PHYSICS, MULTIDISCIPLINARY Q1; 10

3. Boldyrev, KN; Pisarev, RV; Bezmaternykh, LN; Popova, MN. Antiferromagnetic Dichroism in a Complex Multisublattice Magnetolectric CuB_2O_4 , PHYSICAL REVIEW LETTERS, V. 114, No 24, Art. No 247210 (2015); PHYSICAL REVIEW LETTERS; 7,645; PHYSICS, MULTIDISCIPLINARY Q1; 3

4. Kamchatnov, AM; Kartashov, YV. Oblique Breathers Generated by a Flow of Two-Component Bose-Einstein Condensates Past a Polarized Obstacle, PHYSICAL REVIEW LETTERS, V. 111, No 14, Art. No 140402 (2013); PHYSICAL REVIEW LETTERS; 7,645; PHYSICS, MULTIDISCIPLINARY Q1; 8

5. Altshuler, BL; Aleiner, IL; Yudson, VI. Localization at the Edge of a 2D Topological Insulator by Kondo Impurities with Random Anisotropies, PHYSICAL REVIEW LETTERS, V. 111, No 8, Art. No 086401 (2013); PHYSICAL REVIEW LETTERS; 7,645; PHYSICS, MULTIDISCIPLINARY Q1; 26

6. Evlashin, S; Svyakhovskiy, S; Suetin, N; Pilevsky, A; Murzina, T; Novikova, N; Stepanov, A; Egorov, A; Rakhimov, A. Optical and IR absorption of multilayer carbon nanowalls, CARBON, V. 70, P. 111-118 (2014); CARBON; 6,198; CHEMISTRY, PHYSICAL MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY Q1; 9

7. Fedyunina, NN; Seregina, IF; Ossipov, K; Dubenskiy, AS; Tsysin, GI; Bolshov, MA. Specificity of noble metals dynamic sorption preconcentration on reversed-phase sorbents, ANALYTICA CHIMICA ACTA, V. 798, P. 109-114 (2013); ANALYTICA CHIMICA ACTA; 4,712; CHEMISTRY, ANALYTICAL Q1; 2

8. Osad'ko, IS; Eremchev, IY; Naumov, AV.

Two Mechanisms of Fluorescence Intermittency in Single Core/Shell Quantum Dot, JOURNAL OF PHYSICAL CHEMISTRY C, V. 119, No 39, P. 22646-22652 (2015); JOURNAL OF PHYSICAL CHEMISTRY C; 4,509; CHEMISTRY, PHYSICAL MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY Q1; 9

9. Pozdnyakov, IP; Melnikov, AA; Tkachenko, N; Chekalin, SV; Lemmetyinen, H; Plyusnin, VF. Ultrafast photophysical processes for Fe(III)-carboxylates, DALTON TRANSACTIONS,



V. 43, No 47, P. 17590-17595 (2014); DALTON TRANSACTIONS; 4,177; CHEMISTRY, INORGANIC & NUCLEAR Q1; 4

10. P.N. Melentiev, A.E. Afanasiev, A.A. Kuzin, A.S. Baturin, V.I. Balykin, "Giant optical nonlinearity of a single plasmonic nanostructure". OPTICS EXPRESS, 21 (12), p. 13896-13905 (2013).; OPTICS EXPRESS; 3,148; OPTICS Q1; 32

Монографии и главы в монографиях в 2013-2015 гг.:

1. V.M.Agranovich, "Excitations in Organic Solids". Oxford (Int'l Series of Monographs in Physics, 142), 496 pp. (2014), ISBN 978-0-19-871243-5.

2. А.В. Наумов, «Спектромикроскопия одиночных молекул и нанодиагностика неупорядоченных твердых сред», - Москва: МПГУ, 2015. – 212 с.; ISBN: 978-5-4263-0271-6; Тираж 500 экз.

3. O.L. Berman, R.Ya. Kezerashvili, Y.E. Lozovik, Nanoscale Materials and Devices for Electronics, Photonics and Solar Energy (eds. A.Korkin, S.Goodnick, R.Nemanich). Nanostructure Science and Technology series, Chapter 3, pp. 93-126, Springer International Publishing Switzerland (2015); ISBN 978-3-319-18632-0 (Print), ISBN 978-3-319-18633-7 (Online); DOI 10.1007/978-3-319-18633-7.

4. Y.V. Kartashov, V.V. Konotop, V.A. Vysloukh, D.A. Zezyulin, Guided modes and symmetry breaking supported by localized gain, in Spontaneous symmetry breaking, self-trapping, and Josephson oscillations (Ed. B.A. Malomed). Progress in Optical Science and Photonics series, vol. 1, pp. 167-200 (2013); ISBN: 978-3-642-21206-2 (Print), 978-3-642-21207-9 (Online); DOI: 10.1007/978-3-642-21207-9.

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

Всего - 93 гранта, реализованных при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) и Российского научного фонда (РНФ) в 2013-2015 гг.

Наиболее значимые гранты:

1. РНФ 14-12-00729

Плазмонная нанолокализация света и новое поколение оптических устройств (2014-2016 гг.).

Объем финансирования – 13800000 руб.

2. РНФ 14-12-01033

Оптическая спектроскопия редкоземельных боратов со структурой хантита (2014-2016 гг.)

Объем финансирования – 15000000 руб.

3. РНФ 14-12-01415

Статистические методы исследования люминесценции одиночных нанобъектов:

фундаментальные аспекты и применение спектромикроскопии одиночных молекул и



квантовых точек в материаловедении и нанотехнологиях (2014-2016 гг.)

Объем финансирования – 15000000 руб.

4. РФФИ 12-02-33073 мол вед

Генерация единичных фотонов от индивидуальных квантовых центров (2012-2013 гг.)

Объем финансирования - 2000000 руб.

5. РФФИ 12-02-33027 мол вед

Развитие методов селективной лазерной спектроскопии и зондово-оптической микроскопии примесных конденсированных сред и наноструктур (2012-2013 гг.)

Объем финансирования - 2500000 руб.

6. РФФИ 12-02-048 офи м

Разработка метода диагностики сверхвысокого пространственно-временного разрешения на основе нелинейно-оптического возбуждения вещества и зондирования ультракоротким электронным пучком (2012-2013 гг.)

Объем финансирования - 3500000 руб.

7. РФФИ 14-29-07132 офи

Физические основы создания нового поколения нелинейно-оптических материалов на резонансных гибридных полупроводниковых наноструктурах (2012-2016 гг.)

Объем финансирования - 2100000 руб.

8. РФФИ 14-22-02035 офи

Динамическая микроскопия перспективных материалов на основе импульсных электронных пучков сверхкороткой длительности (2012-2016 гг.)

Объем финансирования - 2500000 руб.

9. РФФИ 14-29-07197 офи

Управление динамикой и параметрами фемтосекундных лазерных импульсов в дифракционно толстых фотонных кристаллах на основе нанопористых материалов (2012-2016 гг.)

Объем финансирования - 2900000 руб.

10. РФФИ 14-20-07270 офи

Наносенсорика и нанодиагностика материалов на основе лазерной спектроскопии одиночных молекул и квантовых точек (2012-2016 гг.)

Объем финансирования - 1500000 руб.

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

Общее количество проектов, реализованных в рамках Федеральных целевых программ (ФЦП), – 6:

ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы:

1. Соглашение № 8399 на выполнение НИР «Исследование плазмонных эффектов в наноструктурах для построения на их основе химических и биологических нано-сенсоров с одномолекулярной чувствительностью», Балыкин В.И., 2 830 000 руб., 2012-2013 гг.

2. Соглашение № 8372 на выполнение НИР «Сверхбыстрая электронная микроскопия и оптическая спектроскопия перспективных материалов и структур», Рябов Е.А., 6 638 000 руб., 2012-2013 гг.

3. Соглашение № 8710 на выполнение НИР «Исследование сцинтилляционных характеристик фторидных материалов, перспективных для детектирования радиоактивного излучения», К.Н.Болдырев, 721 000 руб., 2012-2013 гг.

4. Соглашение № 8734 на выполнение НИР «Определение концентрации электроактивных примесей в высокочистом кремнии для микроэлектроники при помощи фурье-спектроскопии высокого разрешения», К.Н. Болдырев, 663 000 руб., 2012-2013 гг.

5. Гос. контракт № 16.740.11.0590 на выполнение НИР «Эхо-спектроскопия ультрабыстрых процессов и исследование фотофизических свойств конденсированных сред, легированных флуоресцентными зондами, в широком диапазоне температур и гидростатических давлений», К.Р. Каримуллин, 1 200 000 руб., 2011-2013 гг.

ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2013 годы»

6. Госконтракт № 14.513.11.0083 на выполнение НИР «Разработка научно-технических основ дальнеполевой оптической спектроскопии нанообъектов применительно к диагностике загрязнений и дефектов литографической маски», Ю.Г.Вайнер, 8 400 000 руб., 2013 год.

Внедренческий потенциал научной организации

18. Наличие технологической инфраструктуры для прикладных исследований

В Институте функционирует небольшое опытное экспериментальное производство (ОП), которое не только обеспечивает потребности лабораторий в изготовлении деталей



и узлов экспериментальных установок, но и способно изготовить разрабатываемые в лабораториях экспериментальные макеты и опытные образцы приборов, а также их опытные (малые) партии.

В состав ОП входят механический участок, имеющий токарные, фрезерные, сверлильные, шлифовальные, координатно-расточные станки; оптический участок для производства нестандартной, в том числе соляной оптики; слесарно-сборочный участок и участок монтажа и регулировки электронных компонентов разрабатываемых в лабораториях экспериментальных установок и их побочного продукта – спектрально-аналитических приборов. Эскизная и рабочая конструкторская документация, с которой работает ОП, разрабатывается в электронном виде конструкторами, имеющимися практически во всех лабораториях экспериментального профиля.

Ниже даны 3 примера прикладных результатов разработок, полученных с использованием объектов технологической инфраструктуры ИСАН в период с 2013 по 2015 год:

- Источник лазерно-индуцированного излучения экстремального ультрафиолетового диапазона (ЭУФ-13,5 нм) высокой яркости, получаемого в разряде между двумя струями жидкого олова (пробран источника для использования в технологиях проекционной ЭУФ литографии);

- Оптические биосенсоры биомедицинского назначения на основе портативного дихроматра и ДНК-биодатчиков для экспрессного детектирования биологически активных соединений в жидкости (совместно с ИМБ РАН);

- Анализатор водорода в титановых сплавах на основе генератора конденсированной искры и мини-спектрометра для регистрации спектра водорода в диапазоне 550-680 нм (в интересах ракетно-космической и авиационной отрасли).

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

Ниже приведен перечень внедренных (используемых на других предприятиях и организациях) разработок ИСАН:

- Источник лазерно-индуцированного излучения экстремального ультрафиолетового диапазона (ЭУФ-13,5 нм) высокой яркости, получаемого в разряде между двумя струями жидкого олова. Область применения – литография в производстве микросхем, бизнес-партнер - известная голландская фирма ASML (Вельдховен, Нидерланды);

- Оптические биосенсоры СКД-2 и СКД-2МУФ на основе портативного дихроматра и ДНК-биодатчиков - используются в более чем 10 организациях биомедицинского профиля для экспрессного определения в жидкости, в том числе биологической, наличия и концентрации различных биологически активных соединений (антибиотики, фитопрепараты, гепарин и др.). Бизнес-партнер разработки и изготовитель – ООО «Лаборатория оптико-электронных приборов» (Москва).



- Анализатор водорода в титановых сплавах - поставлен в пять организаций ракетно-космической и авиационной отрасли. Бизнес-партнер разработки и изготовитель – ООО «Многоканальные оптические регистраторы спектров» (Москва) , свидетельство об утверждении типа средств измерений Ru.C.31.003.A №52105 от 23.08.2013 г.

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

- 2014-2015 гг. – Подготовка и направление в Минпромторг России предложений ИСАН в Программу развития приоритетных направлений оптоэлектронных технологий (фотоники), в том числе лазерных технологий, информационно-коммуникационных технологий и систем, новых материалов и сенсорики, технологий биофотоники, а также предложений по созданию центров превосходства (проф. В.Н.Задков).

- С 2015 г. по н/вр.– Подписано соглашение с Фондом перспективных исследований о включении ИСАН в реестр экспертных организаций ФПИ по нижеуказанной тематике рубрикатора Фонда: оптика и квантовая электроника; навигация и управление (атомные гироскопы); энергетика (лазерное разделение изотопов); приборы и технология обнаружения опасных веществ и компонентов (спектральные методы); материалы и композиты (оптическая диагностика).

- С 2012 г. по н.вр. – Экспертиза проектов по направлению «Оптическая медицинская диагностика; медицинские методы, приборы, материалы на физических принципах; ядерная медицина» в Научно-техническом совете Минпромторга России по реализации мероприятий в области развития химической, медицинской и фармацевтической промышленности, а также биотехнологического комплекса России (секция «Медицинская промышленность», д.ф.-м.н. О.Н.Компанец).

- С 2013 г. по н/вр. - Разработка аналитических материалов для обоснования приоритетных направлений развития раздела «Диагностика материалов» тематической области «Новые материалы и нанотехнологии» Государственной программы «Развитие науки и технологий на 2013-2020 гг.» (проф. А.В.Наумов, РИНКЦЭ).

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 № 47.3-03/148 от 16.10. 2013 г. на выполнение НИР «Исследование молекулярных кластеров».

Заказчик: НИЦ «Курчатовский институт»

Цена договора 11 000 000 (Одиннадцать миллионов) рублей.

Краткие результаты работы:

Проведены исследования УФ многофотонной фрагментации и ионизации Хе кластеров с осажденными на них молекулами CF₃I, а также диссоциации этих кластеров в результате возбуждения осажденных молекул CF₃I ИК лазерным излучением. Отработана методика получения смешанных кластеров вида (CF₃I)_n(Хе)_m с расположением молекул CF₃I как внутри, так и на поверхности кластеров (Хе)_m. Выполнены исследования УФ МФИ этих кластеров. Обнаружено, что три типа кластеров (чистые, а также два вида смешанных) имеют разную стабильность по отношению к УФ фрагментации и совершенно разные зависимости вероятности фрагментации от энергии УФ излучения. Проведены исследования ИК диссоциации всех трёх типов кластеров. Обнаружена отчетливая разница в характере самих зависимостей эффективности диссоциации от плотности энергии ДИК-ИК излучения, а также разница в значениях ДИК, при которых происходит фрагментация кластеров. Полученные данные важны для проведения и интерпретации экспериментов со скрещенными пучками.

2. Договор № 03/13 от 15.03.2013 г. на выполнение НИОКР «Исследование методики лазерной абсорбционной спектроскопии для измерения параметров реагирующих потоков, разработка и изготовление опытного образца диодного лазерного абсорбционного спектрометра»

Заказчик: Федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н.Е.Жуковского (ФГУП «ЦАГИ»)

Цена договора 2 285 000 (два миллиона двести восемьдесят пять тысяч) рублей.

Основные результаты НИОКР:

Разработана методика измерения температуры газовой среды на основе абсорбционной спектроскопии с диодными лазерами. Определены оптимальные участки спектра, в которых перестраиваются длины волн лазеров и регистрируется поглощение молекул воды. Разработано несколько вариантов алгоритмов обработки экспериментальных спектров для получения конечной информации. Разработаны и изготовлены узлы макета лазерного абсорбционного спектрометра, проведены лабораторные испытания его работоспособности на примере измерения температуры газовой смеси в кювете. Опробованы различные варианты алгоритмов обработки экспериментальных спектров поглощения.



3. Договор № 10/1-12 от 10.01.2012 г. (срок договора по 15.11.2013 г.) на выполнение НИОКР «Разработка биосенсорного аналитического устройства (биосенсора) для определения концентрации гепарина в жидкости».

Заказчик: Общество с ограниченной ответственностью «Лаборатория оптико-электронных приборов» (ООО «ЛОЭП»).

Цена договора 3 000 000 (Три миллиона) рублей.

Краткий результат работы:

Разработан опытный образец и изготовлена опытная партия биосенсорных аналитических устройств (биосенсоров) для определения концентрации гепарина в жидкости, разработаны соответствующие аналитические методики.

4. Договор № 1327 от 05.05.2014 г. на выполнение НИР «Управление оптическими свойствами квантовых объектов с помощью плазмонных наноструктур» в рамках проекта «Разработка оптических устройств нового поколения на основе квантовой наноплазмоники», выполняемого Заказчиком по договору с Фондом перспективных исследований.

Заказчик: Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт автоматики им. Н.Л. Духова» (ФГУП «ВНИИА»).

Предельная цена Договора 60 000 000 (Шестьдесят миллионов) руб.

Срок выполнения Договора: начало – 01.02.2014 г., окончание – 30.09.2018 г.

Основные результаты НИР:

1 этап (2014 г.) - Создан экспериментальный стенд для возбуждения и регистрации плазмонных волн в наноплёнках, проведены предварительные экспериментальные исследования возбуждения и регистрации плазмонных волн в наноплёнках, а также возбуждения и регистрации единичных квантовых точек. Изготовлены экспериментальные образцы квантовых излучателей.

2 этап (2015 г.) - Измерены параметры распространения плазмонных волн в наноплёнках; измерены нелинейные оптические свойства наноплёнок при возбуждении плазмонных волн; разработаны методики создания плазмонных волноводов; изготовлены экспериментальные образцы плазмонных волноводов различных конфигураций (линейные непрерывные волноводы, структурированные волноводы); разработаны методики возбуждения плазмонных волн в волноводах.

5. Договор № 45.1-03/22 от 11.06.2014 г. на выполнение НИР «Исследование молекулярных кластеров».

Заказчик: НИЦ «Курчатовский институт».

Цена договора 3 000 000 (три миллиона) руб.

Краткие результаты работы:

Продолжены эксперименты по селективному лазерному управлению процессами образования кластеров с участием молекул SF₆ на установке с квадрупольным масс-спектрометром (КМС), в том числе: выполнены исследования сверхзвукового истечения смеси SF₆ + Ar, включая образование собственных кластеров (SF₆)_n и смешанных – типа



(SF₆)_nAr_m, в зависимости от состава смеси и её давления для разных диаметров выходного отверстия импульсного сопла; выполнены эксперименты по диссоциации кластеров молекул SF₆ излучением непрерывного CO₂ лазера при разных условиях – составе и давлении газа над соплом, расстоянии от среза сопла, частоте лазерного излучения; экспериментально показана возможность селективной по изотопам ³²S и ³⁴S диссоциации кластеров молекул SF₆.

6. Договор № 43-03/31 от 08.06.2015 г. на выполнение НИР «Исследование молекулярных кластеров».

Заказчик: НИЦ «Курчатовский институт».

Цена договора 2 500 000 (два миллиона пятьсот тысяч) руб.

Краткие результаты работы:

Проведены исследования и оптимизация изотопически-селективного управления процессом кластеризации молекул SF₆ с помощью излучения CO₂ лазера. Выполнены эксперименты с разными газами-разбавителями (He, CH₄, Kr) и их смесями с аргоном.

7. Договор № 01-1/15 от 19 января 2015 г. на выполнение НИР «Измерение скорости абляции оловянной мишени под воздействием излучения импульсного CO₂ лазера».

Заказчик: ООО «ЭУФ ЛАБС».

Цена договора 1 200 000 (Один миллион двести тысяч) руб.

Краткие результаты работы:

Создан стенд для измерений скорости абляции вещества оловянной мишени под воздействием плазмы, возбуждаемой излучением CO₂ лазера. Выполнены измерения скорости абляции оловянного слоя мишени под воздействием плазмы, возбуждаемой излучением CO₂ лазера в диапазоне плотностей мощности возбуждающего лазерного излучения 109–1010 Вт/см².

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

Институт спектроскопии, в соответствии со своим Уставом, ориентирован преимущественно на получение новых знаний путем проведения фундаментальных, поисковых и прикладных научных исследований в области естественных наук по направлению «общая физика», включающему в себя следующие поднаправления:

- спектроскопия атомов, ионов, молекул, кластеров, объема и поверхности конденсированных сред, в том числе лазерная спектроскопия с активным воздействием света на вещество, и физико-технические основы применения ее результатов для разделения изо-



топов, управления движением атомов, в нанофотонике, фемтооптике, фотохимии, фото-биологии, аналитической химии, нанотехнологиях, информационных и др. технологиях;

- аналитическая спектроскопия и физико-технические основы применения ее результатов для диагностических целей, технологического контроля, в медицине, материаловедении, в экологическом мониторинге, для охраны здоровья человека, для изучения природных и техногенных катастроф и т.п.;

- разработка новых методов спектроскопии, научные основы разработки и создания уникальных приборов, спектральной аппаратуры, оптических и аналитических приборов, систем регистрации, методик и метрики измерений для обеспечения фундаментальных исследований и практических применений.

Хотя установленная численность работников Института не так велика (около 200 человек, из которых примерно половина – научные сотрудники, в их числе 25 докторов и 43 кандидата наук), Институт показывает высокий уровень публикационной активности, в т.ч. в ведущих мировых журналах, и по этому показателю входит в пятерку лучших институтов страны физического профиля (<http://www.scimagoir.com/methodology.php>). 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.

ИСАН является головной организацией по исполнению Программы фундаментальных исследований Отделения физических наук РАН "Фундаментальная оптическая спектроскопия и ее приложения". Координатор - член-корр. РАН Е.А. Виноградов.

На базе ИСАН успешно работает Ведущая научная школа РФ «Спектроскопия атомов, молекул и конденсированных сред» (НШ-1049.2012.2, НШ-134.2014.2, НШ-7035.2016.2).

На начало 2013 год ИСАН занимал 3-е место в экспертном рейтинге Российской венчурной компании (<http://polit.ru/article/2012/11/09/ostrovki-nauki-rbk/>). По состоянию на начало 2017 года, по данным системы Scimago Institutions Rankings, ИСАН занимает 3-е место в России (511 in Global Rank). (<http://www.scimagoir.com/rankings.php?country=RUS>)

Директор Института (с 1989 по 2015 г.) член-корреспондент РАН Е.А. Виноградов избран в Бюро Отделения физических наук РАН, Совет по подготовке кадрового резерва РАН и ФАНО, с 2002 г. он - действительный член Европейской Академии наук.

Действующий (с 2015 г.) директор Института профессор Задков В.Н. — член редколлегии *European Physical Journal D*, *J. of Quantum Computers and Quantum Computing*, *New Scientist* (RU), зам. главного редактора журнала «Вестник Московского университета. Физика и астрономия», член Ученого совета ИСАН, Физического факультета МГУ, МЛЦ МГУ, Научного совета РАН по лазерной физике и оптике, Совета Европейского физического общества, Международного совета Американского оптического общества.



С 2015 г. Институт имеет представителя (Наумов А.В.) в Совете по квантовой электронике и оптике Европейского физического общества (Quantum Electronics and Optics division of the European Physical Society).

Другие ведущие ученые ИСАН также входят в различные советы научных обществ и организаций и редколлежий журналов.

ИСАН – соорганизатор проведения многочисленных научных съездов, конференций и школ, в их числе:

- X Юбилейный Международный симпозиум по фотонному эхо и когерентной спектроскопии (Йошкар-Ола, 2013);

- VI Международный Симпозиум по современным проблемам лазерной физики (Новосибирск, 2013);

- VI Троицкая конференция «Медицинская физика и инновации в медицине» (2014);

- XII Международные чтения по квантовой оптике (Москва, 2015);

- XIX Международная научная школа «Когерентная оптика и оптическая спектроскопия» (Казань, 2015).

ФИО руководителя _____

В. И. Задков

Подпись

Дата

22 мая 2017

