

Наименование института: **Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт общей физики им. А.М.Прохорова Российской академии наук  
(ИОФ РАН)**

**Отчет по основной референтной группе 3 Общая физика**

Дата формирования отчета: **17.05.2017**

## **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**

Научно-исследовательские подразделения ИОФ РАН

##### **1. Отдел Взаимодействия когерентного излучения с веществом**

Лаборатория Исследования лазерной плазмы

Лаборатория Лазерной плазмы

Лаборатория Газоразрядных лазеров

Лаборатория Плазменных процессов

Лаборатория Нелинейной оптики примесных центров

Лаборатория Гиперкомбинационных рассеяний

##### **2. Отдел Диодной лазерной спектроскопии**

Лаборатория Прикладной диодной лазерной спектроскопии

Лаборатория Теплофизической спектроскопии

Лаборатория Спектроскопии межмолекулярных взаимодействий

Лаборатория Аналитических измерений

##### **3. Отдел Когерентной и нелинейной оптики**

Лаборатория Информационной оптоэлектроники

Лаборатория Нелинейной оптики



057039

Лаборатория Материалов электронной техники и оптики

Лаборатория Радиофизики

Лаборатория Теории нелинейных взаимодействий

Лаборатория Фотонных устройств и технологий

4. Отдел Колебаний

Лаборатория Лазерной диагностики

Лаборатория Оптики поверхности

Лаборатория Резонансных явлений

Лаборатория Лазерной физики твердого тела

Лаборатория Теории полупроводниковых наноструктур

Лаборатория Физики импульсных газоразрядных лазеров

Лаборатория Лазерной спектроскопии

5. Научно-образовательный центр института

6. Отдел Мощных лазеров

Лаборатория Лазерной оптики

Теоретическая лаборатория

Лаборатория Оптических резонаторов

Лаборатория Полупроводниковых лазерных систем

7. Отдел Низких температур и криогенной техники

Лаборатория Низких температур

Лаборатория Криогенной техники

8. Отдел Инфракрасной техники

Лаборатория Нанофотоники

Лаборатория Кристаллических лазеров среднего ИК-диапазона

9. Отдел Оптической спектроскопии

10. Отдел Субмиллиметровой спектроскопии

Лаборатория Субмиллиметровой диэлектрической спектроскопии

Лаборатория Экспериментальных методов субмиллиметровой спектроскопии

Лаборатория Субмиллиметровой спектроскопии межмолекулярных взаимодействий

Лаборатория Магнитных материалов

11. Теоретический отдел

12. Отдел Фотоэлектроники

Лаборатория Пико-фемтосекундных лазеров

Лаборатория Теоретической и вычислительной электронной оптики

Лаборатория Пико-фемтосекундных электронно-оптических преобразователей

Лаборатория Электронно-оптических камер

Лаборатория Электронно-оптических информационных систем

Лаборатория Электронно-оптической диагностики

13. Отдел Физики плазмы



Сектор Теории плазмы  
Лаборатория Плазменной радиофизики  
Лаборатория Физико-технических проблем  
Лаборатория Рамус  
Лаборатория Газодинамических явлений в СВЧ-разряде  
Лаборатория Плазменных процессов  
Лаборатория Плазменной электроники  
Лаборатория Физики и диагностики горячей плазмы  
Конструкторская группа  
Научный совет по комплексной проблеме "Физика плазмы"  
Лаборатория Ливень  
14. Отдел Экологических и медицинских проблем  
Лаборатория Лазерной диагностики  
Лаборатория Физики живых систем  
Лаборатория Радиобиологии  
Лаборатория Тонкопленочных структур  
Подразделения Научного центра лазерных материалов и технологий ИОФ РАН  
15. Отдел Лазерных кристаллов и твердотельных лазеров ИЦЛМТ  
Лаборатория Физики роста кристаллов  
Лаборатория Активных сред твердотельных лазеров  
Лаборатория Физики и прикладных проблем твердотельных лазеров  
Лаборатория Спектроскопии лазерных кристаллов  
16. Отдел Нанотехнологий ИЦЛМТ  
Лаборатория Фианит  
Лаборатория Лазерной технологии  
Лаборатория Рентгено-дифракционных исследований  
Лаборатория Технологии наноматериалов для фотоники  
Лаборатория Роста кристаллов многокомпонентных соединений  
17. Отдел Лазерных материалов и фотоники ИЦЛМТ  
Лаборатория Рамановские лазеры  
Лаборатория Спектроскопии кристаллов и стекол  
Лаборатория Концентрированных лазерных материалов  
Лаборатория Нелинейно-оптических материалов  
Лаборатория Технологии фторидных материалов  
Лаборатория Лазерной спектроскопии твердого тела  
Лаборатория Нелинейной и волноводной оптики  
Подразделения Центра естественно-научных исследований ИОФ РАН  
18. Отдел Лазерной физики ЦЕНИ  
Лаборатория Лазерной биофизики



Лаборатория Рентгеновской диагностики  
Лаборатория Прикладной волоконной оптики  
Лаборатория Гетерофазных оптических процессов  
Лаборатория Электрофизических исследований  
Лаборатория Медицинской лазерной техники  
Лаборатория Систем экологического мониторинга  
19. Отдел Светоиндуцированных поверхностных явлений ЦЕНИ  
Лаборатория Биофотоники  
Лаборатория Алмазные материалы  
Лаборатория Лазерной биоспектроскопии  
Лаборатория Спектроскопии наноматериалов  
Лаборатория Лазерной оптики поверхности  
Лаборатория Углеродной нанофотоники  
20. Отдел Технологии и измерения атомного масштаба ЦЕНИ  
Лаборатория Сканирующей зондовой микроскопии  
Лаборатория Физики поверхности  
Подразделения Научного центра волновых исследований ИОФ РАН (филиал)  
32. Отдел Волновых явлений  
Лаборатория Ультраакустики  
Лаборатория Лазерной спектроскопии  
Лаборатория Макрокинеки неравновесных процессов  
Лаборатория Акустики и физики жидкости  
Лаборатория Гидрофизики  
Лаборатория Прикладной акустики  
33. Отдел Морские технологии НЦВИ  
Специальное конструкторское бюро морские технологии  
Лаборатория активного гашения акустических шумов и вибраций  
Подразделения центра Физического приборостроения ИОФ РАН (филиал)  
34. Научно-исследовательский отдел  
Сектор 1  
Сектор 2  
Сектор 3  
35. Конструкторский отдел  
Сектор 1  
Сектор 2  
36. Отдел Твердотельных лазеров (ТКО-3)  
37. Отдел Газовых лазеров (ТКО-7)  
Сектор 1  
Сектор 2



Сектор 3

### **3. Научно-исследовательская инфраструктура**

Уникальные научные установки:

1. Стелларатор Л-2М (Управляемый Термоядерный Синтез)
2. Плазменный релятивистский СВЧ генератор (Генерация СВЧ импульсов Гигаваттного уровня)
3. ВЧ установка для выращивания крупногабаритных кристаллов на основе диоксида циркония мощностью 700 кВт (Выращивание крупных кристаллов стабилизированного диоксида циркония методом направленной кристаллизации в холодном тигле)
4. Сверхвысоковакуумный низкотемпературный сканирующий туннельный микроскоп (Изучение поверхностных процессов на атомном уровне и развитие технологий атомного конструирования)

**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**

ИОФ РАН осуществляет различную деятельность для социально-экономического развития Москвы, в том числе организует:

- международные научные конференции;
- лекции и экскурсии школьникам;
- защиты кандидатских и докторских диссертаций;
- преподавательскую деятельность в сотрудничестве с Вузами;
- исследования физических основ энергосберегающих технологий и нанотехнологий;
- многолетний мониторинг концентраций приземного озона в г. Москва и других регионах;



изучает основы прогнозирования динамики ценных бумаг, функционирования бирж, поведения людей в местах большого скопления, возникновение паники, автомобильный трафик и т.п.;

сотрудничает с различными медицинскими учреждениями г. Москвы (РНИМУ им. Н.И. Пирогова, РМАПО и др.), поставляя и совершенствуя техническую и методическую базу.

### **8. Стратегическое развитие научной организации**

ИОФ РАН принимает участие в работах, проводимых во ФГУП "РФЯЦ-ВНИИЭФ" г. Саров, по созданию установки для лазерного термоядерного синтеза УФЛ-2М, а также ведет серию научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, направленных на повышение обороноспособности Российской Федерации.

Фундаментальными научными задачами Института, для достижения которых необходимо создание новой или модернизация существующей материально-технической базы, а также развитие кадров, являются:

1. Создание, исследование и модификация наноматериалов, наноструктур и метаматериалов для фотоники, электроники, сенсорики и биомедицинских приложений.
2. Лазерные системы с предельно возможными концентрациями энергии во времени и пространстве
3. Лазеры в новых спектральных диапазонах
4. Новые методы лазерной спектроскопии и их применения
5. Лазерные технологии в медицине, экологии
6. Нелинейная акустическая диагностика
7. Регистрация быстро протекающих процессов
8. Мощные плазменные релятивистские источники СВЧ излучения
9. Плазменные технологические процессы
10. Исследования высокотемпературной плазмы в рамках проблемы УТС

### **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**

ОИЯИ, создание совместной лаборатории.

Совместные работы со следующими иностранными научными организациями:

DESY, г. Гамбург, Германия,

Университет г. Ульм, Германия,

Физический центр Бад Хоннер, Германия,

Институт электроники, г. Лилль, Франция,

Университет Восточной Финляндии, г. Йоенсуу, Финляндия,



Принстонский университет, г. Принстон, США,  
 Технологический университет, г. Тампере, Финляндия,  
 Третий Римский университет, г. Рим, Италия,  
 Институт им. П.Шеррера, г. Филлиген, Швейцария.  
 Чешский технический университет, г. Прага, Чехия,  
 Институт физики твердого тела, г. Будапешт, Венгрия,  
 Институт физики твердого тела, г. Берлин, Германия,  
 CIEMAT, г. Мадрид, Испания,  
 Институт им. Ф.Хабера, г.Берлин, Германия,  
 Институт исследования материалов, г. Нант, Франция,  
 Эколь Централь де Лилль, г. Лилль, Франция,  
 Венский технический университет, г. Вена, Австрия,  
 Институт лазерных технологий, г. Штутгарт, Германия,  
 Лаборатория CELIA университета г.Бордо, г. Бордо, Франция,  
 Лионский институт нанотехнологий, г. Лион, Франция,  
 Тайванский университет, г. Тайбей, Тайвань,  
 Университет г. Чикаго, г. Чикаго, США,  
 Шанхайский университет, г. Шанхай, КНР,  
 Бернский университет, г.Бургдорф, Швейцария,  
 Чаньчунский Институт оптики, точной механики и физики, г.Чаньчунь, Китай,  
 и рядом других.

**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**

1. Грант CRDF , "Выяснение фрикционного механизма генерации шума с помощью развития новых численных и экспериментальных подходов", Компания "Nihon Michelin Tyre Co., Ltd.", Япония, 01.10.2012-30.09.2016,

2. Грант CRDF «Исследование спектроскопических свойств переходов ионов эрбия в силикатных и фосфатных стеклах, легированных Er и Yb/Er, в зависимости от состава», Научно-исследовательская лаборатория BBC США (Air Force Office of Scientific Research (AFOSR)/ European Office of Aerospace Research & Development (EOARD)), 01.12.2013-27.09.2016

3. Austrian Science Funds (I815- N16, I1648-N27, W1243), Institute of Solid State Physics, Vienna University of Technology, 1040 Vienna, Austria



## 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

Основными направлениями деятельности Института являются:

Раздел II. "Физические науки», подраздел 8 Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013-2020 годы: Актуальные проблемы физики конденсированных сред, в том числе квантовая макрофизика, мезоскопика, физика наноструктур, спинтроника, сверхпроводимость.

Достижения по направлению:

1. В парамагнитной фазе спиральных магнетиков системы моносилицид марганца-моносилицид железа  $Mn_{1-x}Fe_xSi$  впервые проведено корректное разделение аномального и нормального эффекта Холла и получены достоверные данные о величине и знаке носителей заряда. Предложено количественное описание эволюции поверхности Ферми, в рамках которого модуляция обменного взаимодействия и эффекты фрустрации приводят к возникновению двух квантовых критических точек, отвечающих концентрациям железа  $x^* \sim 0.11$  и  $x_c \sim 0.24$ .

2. Обнаружен новый центр окраски в алмазе с яркой фотолюминесценцией в оранжевой области спектра с бесфонной линией на длине волны 602 нм, представляющий собой комплекс германий-вакансия (Ge-V). Центр получен легированием германием поликристаллических алмазных пленок в процессе их роста в СВЧ плазме. Исследованы спектральные особенности центра при низкой ( $T=5$  K) и комнатной температурах. Новый оптически активный дефект перспективен для применений в квантово-информационных технологиях (однофотонные источники) в биомедицине (оптические биомаркеры).

3. Совместно с ИБХ РАН предложена и экспериментально подтверждена новая концепция создания микро- и наночастиц, способных анализировать наличие определённых молекул в среде и в зависимости от результата анализа трансформироваться программируемым образом. Разработанный подход позволяет реализовать полный набор функций двузначной логики "ДА", "НЕТ", "И", "ИЛИ". Продемонстрированы возможности использования таких наночастиц для новых методов биосенсорики и реализации адресной доставки лекарств к очагам инфекции и опухолевым клеткам внутри организма.

M.P. Nikitin, V.O. Shipunova, S.M. Deyev and P.I. Nikitin. Biocomputing based on particle disassembly. Nature Nanotechnology. Vol. 9, pp. 716–722 (2014).

Раздел II. "Физические науки», подраздел 9 Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013-2020 годы: Физическое материа-





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

Достижения по направлению:

1. Создана лазерная нанокерамика на основе фторидов элементов второй и третьей групп Периодической системы простого и сложного состава, активированная празеодимом, неодимом, эрбием, тулием и иттербием. Полученная керамика обладает низкими оптическими потерями ( $10^{-2} - 10^{-3}$  см $^{-1}$ ) и значительно (до 3-4 раз) превосходит по прочностным характеристикам лазерные кристаллы соответствующих составов. Созданная керамика обеспечивает получение перестраиваемой по частоте генерации в практически важных спектральных областях ( $\approx 0.7$ , 1.2 и 3 мкм) при КПД генерации от 18 до 60%.

2. Совместно с РНЦ «Курчатовский институт» в СВЧ плазме синтезированы изотопно-обогащенные (до 99%  $^{12}\text{C}$ ) поликристаллические алмазные пластины. Обнаружено, что при комнатной температуре теплопроводность достигает 25,1 Вт/смК, - выше, чем теплопроводность наиболее совершенных природных и искусственных монокристаллов алмаза с природным изотопным составом.

3. На основе новых наноструктурированных кристаллов диоксида циркония со специальными добавками редкоземельных (Ce, Nd) и переходных (Co) элементов разработана серия материалов для электрохирургического инструментария с высокими антипригарными свойствами и плазмохимической устойчивостью рабочих элементов.

Раздел II. "Физические науки», подраздел 10 Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013-2020 годы: 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.

Достижения по направлению:

1. Совместно с РФЯЦ ВНИИЭФ разработаны и созданы задающий генератор и параметрический усилитель для мегаджоульного лазера. Получен коэффициент усиления входного сигнала более  $10^7$ .

2. Экспериментально исследован процесс самоорганизации сферических наночастиц золота в нанонити при лазерном облучении их водных коллоидных растворов. Это явление наблюдается при наличии в жидкости избыточных зарядов, образующихся, в частности, при катодной поляризации мишени относительно электрода сравнения или при распаде бета- активных компонентов раствора (трития). Образование нанонитей объясняется электростатическим взаимодействием отдельных наночастиц в жидкости.

3. Впервые получен Ап-конверсионный люминофор видимого диапазона света на основе  $\text{SrF}_2:\text{Yb}:\text{Er}$  с энергетическим выходом более 5% при диодной накачке на длине волны 974 нм. Определены оптимальные области составов. Выход люминесценции види-



мого света превосходит по эффективности известные ап-конверсионные люминофоры видимого света при диодной накачке на длине волны 974 нм. Результаты работы перспективны при создании источников освещения и биомедицинских приложений.

Раздел II. "Физические науки», подраздел 11 Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013-2020 годы: Фундаментальные основы лазерных технологий, включая обработку и модификацию материалов, оптическую информатику, связь, навигацию, медицину.

Достижения по направлению:

1. Совместно с НИИ НХ им. Н.Н. Бурденко разработаны оптические методы и аппаратура навигации нейроонкологических операций, позволившие повысить полноту удаления опухоли с сохранением окружающих здоровых тканей, радикально улучшить состояние пациентов в послеоперационный период и предотвратить рецидивы. Создано программное и аппаратное обеспечение, показавшее по результатам апробации в клинике повышение чувствительности определения границ внутричерепных опухолей с 78% до 96%, специфичности – с 60% до 82% по сравнению с методами видеофлуоресцентной навигации, используемых ранее.

С.А. Горяйнов, А.А. Потапов, В.Б. Лощенов, Т.А. Савельева, Флуоресцентная навигация и лазерная спектроскопия в хирургии глиом головного мозга. Москва, изд-во: Медиа-сфера, 2014, 152 стр. ISBN 978-5-89084-032-5.

Патент RU2529629, Устройство для биопсии паренхиматозных органов с одновременным спектроскопическим контролем, 30.08.2013.

2. Разработан многофункциональный комплекс оптико-лазерной научной аппаратуры для изучения космических объектов (астероидов, комет, планет и их спутников) в составе: импульсного лазерного дальномера для измерения расстояний до 300 км с точностью 0,01 – 1 м; прецизионного доплеровского лазерного измерителя скорости с точностью 1 мм/с – 1 м/с; лазерного 3D-локатора на базе матрицы лавинных фотодиодов; аппаратуры для определения элементного состава вещества методом лазерно-искровой эмиссионной спектроскопии. Проведено экспериментальное макетирование и моделирование работы узлов комплекса.

3. На базе фундаментальных исследований в области нелинейной оптической спектроскопии рассеяния света разработаны лазерные методы и аппаратура для невозмущающих измерений температур (10 – 4000 К) и состава газовых смесей с высоким временным (1 пс) и пространственным (0.1 x 1 мм) разрешением. Разработано направление их практического применения для измерений локальных значений параметров в разрядах, реагирующих газовых потоках, для изучению процессов горения и термометрии в камерах сгорания перспективных энергетических установок и двигателей сверх- и гиперзвуковых летательных аппаратов.

Раздел II. "Физические науки», подраздел 12 Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013-2020 годы: Современные проблемы



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

Достижения по направлению:

1. По заданию ГК Росатом разработан и создан макет генератора сверхширокополосного (1-10 ГГц) импульсного электромагнитного излучения субнаносекундной длительности на основе широкоапертурного параболического сурьмяно-цезиевого фотокатода диаметром 200 мм для применения в специальной связи и радиоэлектронной борьбы.

2. Разработана акустическая модель морского дна в мелководных акваториях, объясняющая аномально высокое затухание звуковых волн в отдельных районах арктического шельфа России. Показано, что подобные аномалии,

когда коэффициент затухания достигает очень высоких значений, имеют место при скоростях звука в донных осадочных породах, как в морской воде. В частности, такие соотношения для скоростей звука наблюдаются в

местах залежей углеводородного сырья.

3. Разработан метод ударно-волнового воздействия на биологические ткани с целью хирургического лечения дистрофических заболеваний с покровных тканей. Новизна метода, заключается в деструктивном воздействии энергии теплового взрыва микрочастиц, поглощающих лазерное излучение и упругих волн, порождённых взрывом. Механизм ударно-волнового воздействия отличается минимальной термической деструкцией, чем обусловлена органосберегающая эффективность нового метода.

Раздел II. "Физические науки», подраздел 13 Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013-2020 годы: Фундаментальные проблемы физической электроники, в том числе разработка методов генерации, приема и преобразования электромагнитных волн с помощью твердотельных и вакуумных устройств, акустоэлектроника, релятивистская СВЧ электроника больших мощностей, физика мощных пучков заряженных частиц.

Достижения по направлению:

1. Изготовлены и испытаны время-анализирующие ЭОП и фотоэлектронные пушки, а также построены экспериментальные камеры с использованием разработанных трубок, отличающиеся рекордными эксплуатационными параметрами по временному разрешению (~150 фс), динамическому диапазону регистрации ( $\square$  10-100) и спектральной чувствительности (145 нм-1550 нм).

2. С помощью пикосекундной электронно-оптической камеры (ЭОК) с линейной разверткой модели PS-1/S1 измерены временные параметры импульсов синхротронного излучения на накопителе-охладителе (НО) в Институте ядерной физики (ИЯФ) СО РАН (Новосибирск). В данных экспериментах стрик-камера была впервые использована на ускорителях ИЯФ СО РАН для измерений параметров пучка в циклическом ускорителе.

3. Проведено экспериментальное и теоретическое исследование влияния толщины слоя нановолокон на свойства катодного пятна вакуумной дуги. Предложена статистическая



модель, описывающая способность отдельных ячеек образовывать групповые катодные пятна в зависимости от толщины слоя. Показано, что группировка катодных пятен в непосредственной близости друг от друга приводит к снижению скорости направленного движения катодного пятна во внешнем магнитном поле и уширению следа, оставляемого пятном на поверхности катода.

Раздел II. "Физические науки», подраздел 14 Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013-2020 годы: Современные проблемы физики плазмы, включая физику высокотемпературной плазмы и УТС, физику астрофизической плазмы, физику низкотемпературной плазмы и основы ее применения в технологических процессах.

Достижения по направлению:

1. Разработан метод создания суспензии наноразмерных (10 нм) углеродных частиц с помощью многоискрового высоковольтного (20 кВ) импульсного разряда в этиловом спирте с прокачкой аргона для покрытия металлических изделий тонкими наноструктурированными плёнками, обладающими хорошими адгезионными свойствами и износостойкостью. Покрытие подавляет возбуждение вторичноэмиссионных электронных разрядов в СВЧ-передающих системах космических аппаратов.

2. Экспериментально продемонстрирована возможность генерации квазисферической кумулирующей ударной волны в свободном пространстве в газе при использовании двух одинаковых кольцевых разрядников, расположенных параллельно и имеющих общую ось симметрии, проходящую через центры колец. Полученные тенеграммы доказывают возможность реализации сходящейся в точку квазисферической кумулирующей ударной волны в геометрии, существенно отличающейся от сферической.

3. Совместно с ЦАГИ на основе импульсного скользящего поверхностного многоискрового электрического разряда разработаны методы, изготовлено и испытано оборудование для подавления шума в области низкочастотного звукового диапазона в авиационных двигателях за счет контролируемого взаимодействия плазменных возмущений и звукообразующих пульсаций в газовых струях.

**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**

Публикации:

1. Мухин А А, Кузьменко А М, Иванов В Ю, Пименов А Г, Шуваев А М, Дём В Е, Динамические магнитоэлектрические явления в области электромагнонов в мультифер-



роиках на основе редкоземельных боратов, *Успехи Физических Наук*, 2015, т. 185, N 10, с. 1089-1098 (Импакт-фактор: 2,606), Web of Science, DOI: 10.3367/UFNr.0185.201510I.1089

2. V.V. Glushkov, I.I. Lobanova, V.Yu. Ivanov, V.V. Voronov, V.A. Dyadkin, N.M. Chubova, S.V. Grigoriev, and S.V. Demishev, Scrutinizing Hall effect in Mn<sub>1-x</sub>Fe<sub>x</sub>Si: Fermi surface evolution and hidden quantum criticality, *Physical Review Letters*, 2015, v.115, n.25, p. 256601-1-6 (Импакт-фактор: 7,512), Web of Science, DOI: 10.1103/PhysRevLett.115.256601

3. N.E. Sluchanko, A.L. Khoroshilov, M.A. Anisimov, A.N. Azarevich, A.V. Bogach, V.V. Glushkov, S.V. Demishev, V. N. Krasnorussky, N.A. Samarin, N.Yu. Shitsevalova, V.B. Filippov, A.V. Levchenko, G. Pristas, S. Gabani and K. Flachbart, Charge transport in Ho<sub>x</sub>Lu<sub>1-x</sub>B<sub>12</sub>: Separating Positive and Negative Magnetoresistance in Metals with Magnetic Ions, *Physical Review B*, 2015, v.91, n.23, p.235104-1-15 (Импакт-фактор: 3,736), Web of Science, DOI: 10.1103/PhysRevB.91.235104

4. P. N. Skirdkov, K. A. Zvezdin, A. D. Belanovsky, J. M. George, J. C. Wu, V. Cros, A. K. Zvezdin, Large amplitude vortex gyration in permalloy/Bi<sub>2</sub>Se<sub>3</sub>-like heterostructures, *Physical Review B*, 2015, v.92, n.9, p.094432-1-5 (Импакт-фактор: 3,736), Web of Science, DOI: 10.1103/PhysRevB.92.094432

5. A. M. Kuzmenko, V. Dziom, A. Shuvaev, Anna Pimenov, M. Schiebl, A. A. Mukhin, V. Yu. Ivanov, I. A. Gudim, L. N. Bezmaternykh, and A. Pimenov, Large directional optical anisotropy in multiferroic ferroborate, *Physical Review B*, 2015, v.92, n.18, p.184409 (Импакт-фактор: 3,736), Web of Science, DOI: 10.1103/PhysRevB.92.184409

6. N. Locatelli, A. Hamadeh, F. A. Araujo, A. D. Belanovsky, P. N. Skirdkov, R. Lebrun, V. V. Naletov, K. A. Zvezdin, M. Muñoz, J. Grollier, O. Klein, V. Cros, G.de Loubens, Efficient Synchronization of Dipolarly Coupled Vortex-Based Spin Transfer Nano-Oscillators, *Scientific Reports*, 2015, (Импакт-фактор: 5,578), Web of Science, DOI: 10.1038/srep17039

7. A.A. Tonkikh, V.I. Tsebro, E.A. Obraztsova, K. Suenaga, H. Kataura, A.G. Nasibulin, E.I. Kauppinen, E.D. Obraztsova, Metallization of single-wall carbon nanotube thin films induced by gas phase iodination, *Carbon*, 2015 (Импакт-фактор: 6,196), Web of Science, DOI: 10.1016/j.carbon.2015.07.062

8. A.V. Orlov, M.P. Nikitin, V.A. Bragina, S.L. Znoyko, M.N. Zaikina, T.I. Ksenevich, B.G. Gorshkov, P.I. Nikitin, A new real-time method for investigation of affinity properties and binding kinetics of magnetic nanoparticles, *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 2015, (Импакт-фактор: 1,970), Web of Science, DOI: 10.1016/j.jmmm.2014.10.019

9. V. A. Yuryev, K. V. Chizh, V. A. Chapnin, S. A. Mironov, V. P. Dubkov, O. V. Uvarov, V. P. Kalinushkin, V. M. Senkov, O. Y. Nalivaiko, A. G. Novikau, P. I. Gaiduk, Pt silicide/poly-Si Schottky diodes as temperature sensors for bolometers, *Journal of Applied Physics*, 2015 (Импакт-фактор: 2,183), Web of Science, DOI: 10.1063/1.4921595

10. С.С.Алимпиев, А.А.Гречников, С.М.Никифоров, Новые подходы в лазерной масс-спектрометрии органических объектов, *Успехи Физических Наук*, 2015 (Импакт-фактор: 2,606), Web of Science, DOI: 10.3367/UFNr.0185.201502f.0207



## Монографии:

1. Егоров А.А., Ловецкий К.П., Севастьянов А.Л., Севастьянов Л.А. Интегральная оптика: теория и компьютерное моделирование. Монография. – М.: Издательство РУДН, 2015. – 330 с. / ISBN 978-5-209-06615-6.
2. Б.С. Лунин, В.А. Матвеев, М.А. Басараб «Волновой твердотельный гироскоп. Теория и технология». М.: Радиотехника. 2014. 176 с. ISBN 978-5-88070-381-4
3. Victor V. Apollonov and Sergey M. Silnov, High-power P-P lasers, NOVA Science Publishers, 2014, 379 p., ISBN: 978-1-63117-767-5
4. Общая физика в задачах и упражнениях с решениями, Учебное пособие под ред. А.А. Рухадзе, Москва, ООО издательство «Научтехлитиздат», 38,2 п.л., 2014.
5. Егоров А.А., Ловецкий К.П., Севастьянов Л.А., Хохлов А.А. Многослойные оптические покрытия: монография. – М.: Издательство РУДН, 2014. 241 с. / ISBN 978-5-209-06095-6
6. Fedorov P.P. Fluoride laser ceramics. In: Handbook on solid-state lasers: materials, systems and applications. Ed. by B. Denker and E. Shklovsky. - Oxford Cambridge Philadelphia New Delhi, Woodhead Publishing Limited, UK. - 2013. – P. 82-109. ISBN: 0857092723
7. E.V. Barmina, P. G. Kuzmin, A. A. Serkov, E. Stratakis, and G.A. Shafeev, “Femtosecond laser ablation of solids in liquids” in Femtosecond Lasers: New Research, editor Yuwen Zhang, pp. 1-42, 2013, Nova Science Publishers, Inc.
8. Schelev, M.Ya, Monastyrskiy, M. A., Vorobiev, N.S, Garnov, S.V., and Greenfield, D. E. (2013). Aspects of Streak Image Photography, V. 180, Elsevier, AIEP.
9. D.G. Kochiev, A.V. Lukashev, S.K. Vartapetov, I.A. Shcherbakov. Surgical solid-state lasers and their clinical applications // Handbook of solid-state lasers / Edited by B. Denker and E. Shklovsky - Woodhead Publishing Limited. 2013.
10. Rukhadze A.A. Aleksandrov A.F. Bogdankevich L.S., Principles of Plasma Electrodynamics, Second ed., URSS – 2013, 424

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

Количество грантов РФФИ, РНФ, грантов Президента РФ и др. (Всего): 431

Наиболее значимые гранты:

1. РНФ, "Создание источника перепутанных трехфотонных квантовых состояний на основе волоконных световодов для задач квантовой информации и квантовой связи", сроки выполнения: 2014 - 2016 гг, объем финансирования: 15 000 000 руб.
2. РНФ, "Создание эмиттеров одиночных фотонов на основе люминесцирующих нанодIAMAZOV", сроки выполнения: 2014 - 2016 гг, объем финансирования: 15 000 000 руб.



3. РНФ, "Синтез ультрачистых монокристаллов алмаза из газовой фазы для задач квантовой информатики и создания ВКР лазеров ближнего ИК и желтого диапазонов спектра", сроки выполнения: 2014 - 2016 гг, объем финансирования: 15 000 000 руб.

4. РНФ, "Поиск и исследование новых материалов на основе твердых растворов для создания эффективных лазеров среднего ИК диапазона (2-5 мкм)", сроки выполнения: 2014 - 2016 гг, объем финансирования: 60 000 000 руб.

5. РНФ, "Углеродная фотоника", сроки выполнения: 2014 - 2016 гг, объем финансирования: 60 000 000 руб.

6. РНФ, "Создание электронно-оптических комплексов на основе пикосекундных диссекторов, предназначенных для диагностики синхротронного излучения", сроки выполнения: 2014 - 2016 гг, объем финансирования: 60 000 000 руб.

7. РНФ, "Лазерное структурирование поверхности для модификации трибологических свойств нанокompозитных углеродных покрытий", сроки выполнения: 2015 - 2017 гг, объем финансирования: 18 000 000 руб.

8. РНФ, "Разработка новой архитектуры нанокompозитных алмазных покрытий на твердосплавном инструменте для высокоточной механической обработки деталей из современных высокоабразивных материалов, в том числе крупногабаритных конструкций", сроки выполнения: 2015 - 2017 гг, объем финансирования: 16 500 000 руб.

9. РНФ, "Новые наногибриды на основе углеродных нанотрубок для оптоэлектроники", сроки выполнения: 2015 - 2017 гг, объем финансирования: 24 000 000 руб.

10. Грант Президента РФ для молодых кандидатов наук, "Механизм формирования многочастичных состояний и особенности перехода в сверхпроводящую фазу в каркасных стеклах RB6 и RB12", сроки выполнения: 2014 - 2015 гг, объем финансирования: 1 200 000 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 в рамках ФЦП: 22

Перечень наиболее значимых проектов:

1. "Разработка и реализация методов оптической квантовой коммуникации"

Срок действия с 30.08.2011 по 01.08.2013, Минобрнауки, 2 000 000 руб.

2. "Оптимизация конструкции актуаторов на базе скользящего и поверхностного барьерного коронного разрядов по результатам лабораторных испытаний системы управления".

Срок действия с 18.02.2013 по 01.02.2014, Минпромторг, 800 000 руб.

3. «Разработка программ и методик и участие в проведении испытаний лазерного медицинского аппарата для применения в кожно-пластической реконструктивно-восстановительной хирургии»

Срок действия 23.07.2012-01.11.2013, Минобрнауки, 1 000 000 руб.

4. «Теоретическое и экспериментальное обоснование методов контроля электрической прочности покрытий на основе диоксида циркония»

Срок действия 01.10.2012-01.12.2013, Минобрнауки, 700 000 руб.

5. «Плазмохимический синтез и структурирование высокочистых монокристаллов алмаза для детекторов ионизирующего излучения», Срок действия 16.12.2014-01.12.2016, Минобрнауки, 13 050 000 руб.

6. «Разработка и исследование средств наблюдения с трехмерным отображением и оптической защитой зрения», Срок действия 17.06.2014-31.12.2015, Минобрнауки, 9 278 000 руб.

7. «Разработка волоконно-оптических инструментов для спектроскопической диагностики, фотодинамической терапии и лазерной гипертермии новообразований головного и спинного мозга. Разработка новых технологий диагностики и лечения заболеваний головного мозга с применением разрабатываемых инструментов», Срок действия 17.06.2014-31.12.2015, Минобрнауки, 9 400 000 руб.

8. «Разработка технологии получения новых оптических материалов для приборов и устройств лазерной и/или радиационной техники на основе галогенидов», Срок действия 21.10.2014-30.12.2016, Минобрнауки, 15 960 000 руб.

9. «Разработка технологии синтеза крупногабаритных алмазных пластин из поликристаллического алмаза газофазного синтеза для создания оптических окон и диэлектрических опор в мощных лампах бегущей волны», Срок действия 22.10.2014-31.12.2016, Минобрнауки, 9 900 000 руб.

10. «Разработка комплекса оборудования и композитных наночастиц на основе кристаллических наночастиц, допированных металлическими наночастицами и редкоземельными ионами для фотогипертермии в ближнем инфракрасном диапазоне», Срок действия 18.11.2015-31.12.2017, Минобрнауки, 25 500 000 руб.

**Внедренческий потенциал научной организации**





### **18. Наличие технологической инфраструктуры для прикладных исследований**

В службе главного инженера ИОФ РАН имеется макетный участок с необходимым технологическим оборудованием для изготовления деталей, узлов и макетов научных установок по заказу научных подразделений ИОФ РАН. В службе главного инженера имеется конструкторско - технологическая группа для разработки конструкторской документации для единичного производства. В структуре института создан отдел система менеджмента качества. По заключению сертификационной комиссии СМК, ИОФ РАН соответствует требованиям стандарта ГОСТ Р ИСО 9001-2001.

В структуру ИОФ РАН входит Центр физического приборостроения (филиал) в г. Троицк. В составе центра имеются научно- исследовательские , конструкторские и технологические отделы, опытное производство. Производство оснащено современным и высокотехнологичным оборудованием. В Центре разрабатываются и производятся современные газовые лазеры для науки, производства и медицины.

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

Совместно с Центром физического приборостроения ИОФ РАН, компания ООО «Оптосистемы» выпустила новый продукт - «Фемто Визум». Это первая и единственная отечественная лазерная система на основе фемтосекундного лазера, позволяющая производить уникальные по точности операции на роговице.

Предложен новый метод деструктивного лазерного воздействия на поверхностные структуры биологических тканей (слизистые оболочки, кожа), в котором деструктивное воздействие обусловлено поверхностным тепловым взрывом специальных микрочастиц, поглощающих лазерное излучение и расположенных на поверхности биоткани.

Разработан и изготовлен опытный образец инновационного лазерного аппаратного комплекса, включающего уникальную лазерную видеокольпоскопическую установку с компьютерным управлением и специализированным программным обеспечением, составляющую основу рабочего места врача гинеколога. Аппаратный комплекс совместно с разработанным препаратом «АФРАНОКС» предназначен для лечения дистрофических заболеваний шейки матки ассоциированных с вирусом папилломы человека высокого онкогенного риска.

Создана новая многоволновая лазерная установка бактерицидного и терапевтического действия. Эффективность лечения инфекционно-воспалительных заболеваний мягких тканей с использованием ЛМУ определена в следующих областях медицины:

Фтизиатрия и пульмонология специфической (туберкулезной) и неспецифической этиологии воспалительные заболевания трахеобронхиального дерева и легких (трахеит, бронхит, бронхопневмония, с наличием каверн или без, некоторые формы плеврита)



Гнойная хирургия (абсцессы, включая внутрибрюшные, гнойные раны, нагноившиеся кисты и свищи, трофические язвы, пролежни и другие)

Отоларингология (острые и хронические заболевания ЛОР - органов: ринит, гайморит, тонзиллит, фарингит, аденоидит, ларингит, различные формы отита и прочие.)

Клинические испытания проведены на базе ЦНИИ Туберкулеза РАМН, НИИ Неотложной Детской Хирургии и Травматологии ДЗ г. Москвы (Л. М. Рошала), 23 городской больнице «Медсантруд»

В Институте общей физики им. А.М.Прохорова РАН совместно с МНИОИ им. П.А. Герцена разработаны методы и аппаратура для раннего обнаружения злокачественных опухолей малых размеров, локализующихся в поверхностных слоях кожи и слизистых оболочках внутренних органов. В рамках этого направления создан лазерный спектрально-флуоресцентный кольпоскоп с возможностью получения высококачественных цветных и флуоресцентных изображений, регистрации спектров флуоресценции и создание алгоритма их компьютерной обработки с целью выявления ранних форм рака слизистой оболочки шейки матки.

Разработана высокочастотная (4 КГц) узкополосная эксимерная лазерная система на длине волны 193 нм с шириной спектра менее 0.3 пм и средней мощностью 20 Вт. Система предназначена для использования в литографических установках.

Совместно с ГНЦ ФГУП «Центр Келдыша» разработан и создан лазерный комплекс поджига рабочей смеси ракетного двигателя на основе микрочип лазера с продольной диодной накачкой. Характеристики лазера: энергия в импульсе до 30 мДж, длительность импульса – 3 нс, частота генерации 30 Гц. Проведены успешные испытания лазерного зажигания топлива в камере сгорания ракетных двигателей на полигонах ОАО НПО «Энергомаш» в гг. Химки и Самара.

## **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**

ИОФ РАН принимал участие в разработке и редактировании Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации, утвержденной Указом Президента РФ от 1 декабря 2016 г. № 642



## **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. "Создание опытного образца преусилителя СФОИ установки УФЛ-2М", Заказчик: "Росатом", 2012-2013 гг.
2. "Разработка технологии выращивания монокристаллов и синтеза керамики ВаF<sub>2</sub>:Ce", Заказчик: ЗАО "СКБ ЗЕНИТ", 2011-2013 гг.
3. «Разработка методов исследования структурных и морфологических особенностей тонких слоев металла, осажденных различными методами на поверхность кремниевых пластин с защитным слоем окисла», Заказчик: Минпромторг, 2012-2013 гг.
4. «Экспериментальные исследования оптических характеристик термостойких конструкционных материалов», Заказчик: Минобороны, 2012-2014 гг.
5. «Создание лабораторных технологий микро- и наноструктурирования осесимметричных и линейных рабочих поверхностей при обработке методом лазерной абляции и реализация различных вариантов абляции на поверхности исследуемых изделий», Заказчик: ФГУП «ЦНИИ ХМ», 2012-2013 гг.

### **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**

Количество ведущих сотрудников ИОФ РАН, цитируемость которых по базе Web of Science превышает 1000 раз, составляет 56 чел. Количество ведущих сотрудников ИОФ РАН, цитируемость которых по базе Web of Science превышает 100 раз за 7 последних лет, составляет 65 чел.

ИОФ РАН – хороший пример политематического института, при этом исторически сформировавшаяся тематика его фундаментальных исследований полностью актуальна, находится в русле современных тенденций. Научные исследования в Институте проводятся на самом высоком, т.е. на мировом уровне, по ряду научных направлений ИОФ РАН занимает лидирующие позиции. Высокий профессиональный уровень научных кадров дает



возможность выполнять важные научные исследования и инновационные проекты, и также активно внедрять свои научные разработки в отечественную промышленность.

ФИО руководителя И. А. Щербаков



Подпись \_\_\_\_\_  
Дата 14.05.2017г.

