

ОТЧЕТ
Учреждения Российской академии наук
Института систем обработки изображений РАН
за 2011 год

1. Наиболее важные результаты исследований, расположенные в порядке значимости.

1) С помощью бинарного микроаксикона с диаметром 14 мкм и числовой апертурой 0,67, освещенного линейно-поляризованным Гауссовым пучком света с длиной волны 532 нм, вблизи поверхности микроаксикона сформировано эллиптическое фокусное пятно с меньшим диаметром, равным по полуспаду интенсивности 0,58 от длины волны, и глубиной резкости 5,6 длин волн. Расчетное значение этого диаметра фокусного пятна было равно 0,54 от длины волны света. На сегодняшний день это наименьшее фокусное пятно при данной глубине резкости, которое удалось экспериментально получить с помощью микроаксикона. Такие «иглоподобные» фокусные отрезки применяются при оптическом микроманипулировании, при записи и считывании информации.

2) Численно показано, что в окрестностях волноводных резонансов дифракционная решетка в нулевом порядке дифракции формирует 1-ую производную огибающей оптического импульса. Предложен метод построения составной структуры для вычисления производной k-го порядка на основе повторения структуры для вычисления 1-ой производной. Рассчитаны дифракционные структуры для оптического вычисления 1-ой, 2-ой и 3-ей производных пикосекундных импульсов. Установлено, что в окрестности аномалий Рэлея–Вуда дифракционная решетка позволяет вычислить дробную производную порядка 1/2. Результаты численного моделирования показали высокую точность дифференцирования: коэффициент корреляции между прошедшим через структуру сигналом и аналитически вычисленными производными превышает 0,97. Область применения включает сверхбыструю оптическую обработку информации и оптические вычисления.

3) На основе технологии электронной литографии и ионного химического травления совместно с университетом Сент Эндрюса (Великобритания) изготовлена бинарная микролинза из серебра на тонкой мембране (толщина мембраны 200 нм) для жесткого рентгеновского излучения. Диаметр микролинзы - 200 мкм, размер крайней зоны - 287 нм (всего 176 зон или 88 периодов), глубина рельефа - 460 нм. Фокусное расстояние такой микролинзы - 250 мм для длины волны 2,29 А (энергия кванта 5,4 КэВ). Расчетная эффективность - 3%. Данная микролинза может быть использована в лабораторном рентгеновском микроскопе или томографе с обычной рентгеновской трубкой в качестве источника.

4) На основе численного моделирования показана возможность формирования в ближнем поле диэлектрических дифракционных решеток интерференционных картин затухающих электромагнитных волн высокого качества с существенно субволновым периодом. Период формируемых интерференционных картин в 2-6 раз меньше периода используемых дифракционных решеток и в 3-4 раза меньше длины волны падающего излучения. Контраст интерференционных картин в случае ТЕ-поляризации падающей волны близок к единице. Интенсивность поля в интерференционных максимумах в 25–100 раз превышает интенсивность падающей волны. Область применения результатов включает контактную нанолитографию на основе регистрации интерференционных картин затухающих электромагнитных волн.

5) Разработана информационная технология выделения текстурных неоднородностей на основе метода опорных векторов для одного класса. Разработана методика выбора параметров и исследования метода выделения текстурных неоднородностей. Результаты показывают, что метод может эффективно применяться в случае, если на изображении объекта присутствуют искажения текстуры. Исследования метода выделения локальных текстурных неоднородностей на тестовых изображениях показали, что метод показывает при оптимальных значениях параметров вероятность ошибки 3%.

6) Предложен новый подход к решению задачи автоматического восстановления фазовой функции интерферометрических изображений. Разработанный метод основан на методологии комплексного поля направлений: получены аналитические зависимости между двухмерным аналогом Гильбертовой трансформанты и весовой функции комплексного поля направлений. Метод исследован на синтетических и натуральных изображениях. Предлагается в качестве замены преобразованию Гильберта на этапе извлечения приведенной фазы.

7) Предложена модель цветовых искажений и разработана технология цветовой коррекции цифровых изображений, основанная на параметрической идентификации модели по цветоконтурным элементам, исследован метод локализации и распознавания множественных точечных бликов, разработан адаптивный алгоритм и создан программный комплекс автоматического обнаружения и устранения артефактов на цветных цифровых изображениях.

8) Предложена архитектура распределенной вычислительной инфраструктуры для моделирования и оптимизации сложных нанофотонных элементов и материалов методом Фурье-мод (RCWA). Данная архитектура позволяет решить проблемы улучшения масштабируемости вычислительной задачи и повышения отказоустойчивости используемой вычислительной системы и эффективно задействовать потенциал современных вычислительных средств. Таким образом, существенно улучшаются оптимизационные способности существующих программных средств моделирования нанофотонных структур, что открывает новые возможности в решении задач дифракционной нанофотоники, магнитооптики и плазмоники.

2. Наиболее важные результаты исследований и разработки, готовые к практическому использованию.

1) По договору с ОАО "Самарский электромеханический завод" на базе светодиодных технологий созданы макетные образцы поворотных огней и устройств внутрисалонного освещения легкового автомобиля, обладающие повышенными энергосберегающими, противоударными и долговременно-эксплуатационными характеристиками.

2) Компьютерная программа «Оптимизатор вторичной оптики светодиодов». Программа предназначена для автоматизированного расчета линз (головок) светодиодов, ориентированных на применение в системах подсветки и общего освещения. Программа реализует расчет линз светодиодов для формирования заданной освещенности в областях круглой, квадратной, эллиптической, прямоугольной и гексагональной форм. При формировании постоянной освещенности в областях с угловыми размерами в 120° - 140° программа обеспечивает расчет линз, имеющих световую эффективность (доля излученного светового потока, направляемого в заданную область) в 70-90% при неравномерности формируемого распределения в 5-10%.

Созданная программа соответствует мировому уровню. Известные коммерческие программы для расчета и моделирования светотехнических устройств (ASAP_BRO, TracePro, LightTools) не позволяют рассчитывать оптические элементы светодиодов для формирования областей с указанными характеристиками.

3. Сведения о тематике научных исследований. Информация об участии в выполнении федеральных целевых, региональных программ, программ фундаментальных исследований Президиума РАН и отделений РАН.

1) ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России». Гос контракт № 02.740.11.0805 «Многофункциональное устройство для оптического привода и сборки микромеханических систем» (3000000 руб.).

2) ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России». Гос контракт № 14.740.11.0016 «Создание устройств нанопотоники на основе технологии электронной литографии» (1500000 руб.).

3) ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России». Гос контракт № 02.740.11.0001 «Разработка и исследование информационных технологий обработки, хранения, передачи и защиты данных дистанционного зондирования Земли» (4000000 руб.).

4) ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2013гг.». Госконтракт № 07.514.11.4055. «Создание полностью оптического транзистора на основе фотон-фононного взаимодействия в квантовых точках и сверхрешетках в полупроводниковых гетероструктурах и кремнии» (3000000 руб.).

5) ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2013гг.». Госконтракт № 07.514.11.4060. «Создание средств проектирования высокоэффективных оптических элементов светодиодов» (3000000 руб.).

6) Программа фундаментальных исследований Президиума РАН № 22 «Основы фундаментальных исследований нанотехнологий и наноматериалов». «Методы и устройства оптической манипуляции микрообъектами на основе применения наноструктурированных дифракционных оптических элементов» (780000 руб.).

7) Программа № 5 фундаментальных исследований Президиума РАН "Фундаменталь-ные науки - медицине". "Разработка методов и алгоритмов локализации и оценивания геометрических характеристик внутричерепного инородного тела по рентгенографическим изображениям" (220000 руб.).

8) Программа № 13 фундаментальных исследований Президиума РАН «Проблемы создания национальной научной распределенной информационно-вычислительной среды на основе развития GRID технологий и современных телекоммуникационных сетей». «Разработка принципов децентрализованной оптимизации структур хранения данных и программного обеспечения для решения задач компьютерной оптики и обработки крупноформатных изображений на основе сервис-ориентированных GRID технологий и телекоммуникационных сетей» (395000 руб.).

9) Программа № 14 фундаментальных исследований Президиума РАН «Интеллектуальные информационные технологии, математическое моделирование, системный анализ и автоматизация». «Разработка методов и алгоритмов построения эффективных описаний цифровых сигналов и изображений, основанных на интеллектуальном анализе свойств прикладной задачи» (400000 руб.).

10) Программы фундаментальных исследований ОНИТ РАН «Фундаментальные проблемы разработки новых структурных решений и элементной базы в телекоммуникационных системах». «Исследование резонансных свойств металлодиэлектрических гетероструктур» (525000 руб.).

- 11) Программа целевых расходов Президиума РАН «Поддержка молодых ученых». «Поддержка талантливой молодежи и проведения научных школ в ИСОИ РАН» (1200000 руб.).
- 12) Грант РФФИ №11-07-12060 «Решение фундаментальных проблем обработки и анализа цифровых космических изображений в распределенной информационной системе» (1900000 руб.).
- 13) Грант РФФИ №11-07-12059 «Новые методы защиты данных дистанционного зондирования Земли с помощью цифровых водяных знаков» (1900000 руб.).
- 14) Грант РФФИ №11-07-12036 «Дифракционные наноструктуры из материалов с перестраиваемыми оптическими свойствами для оптической обработки информации» (2000000 руб.).
- 15) Грант РФФИ №11-07-13164 «Информационная технология создания распределенных систем технического зрения для мониторинга железнодорожных составов» (2000000 руб.).
- 16) Грант РФФИ № 09-01-00511 «Системы счисления на дискретных решетках и их приложения к цифровой обработке сигналов» (250000 руб.).
- 17) Грант РФФИ № 09-01-00434 «Эффективные линейные локальные признаки цифровых сигналов и изображений» (200000 руб.).
- 18) Грант РФФИ № 09-07-00269 «Разработка теории и методов восстановления, цветовой коррекции и понимания цветных изображений в условиях априорной неопределенности моделей искажений и помех» (325000 руб.).
- 19) Грант РФФИ № 11-07-00153 «Экстраординарные оптические эффекты в радиально-симметричных металлодиэлектрических наноструктурах» (400000 руб.).
- 20) Грант РФФИ № 10-07-00341 «Разработка методов интегральной геометрии для локализации инородных тел в организме человека по рентгенографическим изображениям» (275000 руб.).
- 21) Грант РФФИ № 10-07-00438 «Генерация и конверсия векторных модовых пучков и их поляризаций на основе применения ДОЭ» (375000 руб.).
- 22) Грант РФФИ № 10-07-00553 «Разработка параллельных приложений в задачах компьютерной оптики и обработки изображений» (410000 руб.).
- 23) Грант РФФИ № 10-07-00453 «Моделирование когерентной эмиссии электронов в наноразмерных проводящих образованиях поликристаллических алмазных пленок» (275000 руб.).
- 24) Грант РФФИ № 10-07-00109 «Исследование эффективности применения функций Эйри в задачах сверхразрешения и увеличения глубины резкости» (275000 руб.).
- 25) Грант Президента РФ № МД-8026.2010.2 «Оптическая микроманипуляция с помощью световых пучков с особыми свойствами, сформированных ДОЭ» (1000000 руб.).
- 26) Грант Президента РФ № МК-64571.2010.2 «Моделирование распространения и фокусировки непараксиальных и векторных вихревых лазерных пучков» (600000 руб.).
- 27) Грант Президента РФ № НШ-7414.2010.9 «Создание устройств дифракционной микрооптики и нанофотоники для информационно-телекоммуникационных систем» (500000 руб.).
- 28) Грант РФФИ № 11-07-05018 «Развитие МТБ для проведения исследований по области знаний 07» (4000000 руб.).

4. Сведения об инновационной деятельности, о реализации разработок на практике.

- 1) Договор со СГАУ №3/11С от 05.05.2011г. «Подготовка образцов оптических элементов, анализ характеристик формируемого излучения и проектирование модели испытательного стенда для проведения экспериментальных исследований работы прибора, предназначенного для формирования заданного распределения интенсивности лазерного излучения в видимом диапазоне волн с использованием пластин кристаллического кварца (горного хрусталя)» (750000 руб.).

- 2) Договор №01/2011 от 23.05.2011г. с ФГУП "Самарский электромеханический завод". «Исследование характеристик светотехнических устройств на основе светоизлучающих диодов и изготовление макетных образцов» (100000 руб.).
- 3) Контракт №02/2010 с компанией MTG-Meltron Ltd (Финляндия) «Компьютерное моделирование и оптимизация действия линзы Meltron lens X с определенными MTG-Meltron параметрами» (119000 руб.).
- 4) Получено два патента РФ № 2422195, 2428725.
- 5) Получено два свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2011617134, 2011617135.

5. Информация о взаимодействии академической науки с отраслевой и вузовской наукой.

- 1) Договор №01/2011 от 23.05.2011г. с ФГУП "Самарский электромеханический завод". «Исследование характеристик светотехнических устройств на основе светоизлучающих диодов и изготовление макетных образцов» (100000 руб.).
- 2) Договор со СГАУ №3/11С от 05.05.2011г. «Подготовка образцов оптических элементов, анализ характеристик формируемого излучения и проектирование модели испытательного стенда для проведения экспериментальных исследований работы прибора, предназначенного для формирования заданного распределения интенсивности лазерного излучения в видимом диапазоне волн с использованием пластин кристаллического кварца (горного хрусталя)» (750000 руб.).
- 3) В Самарском государственном аэрокосмическом университете (СГАУ) на кафедрах технической кибернетики, геоинформатики, общей информатики и нанотехнологий сотрудники ИСОИ РАН читают лекции, ведут практические и лабораторные занятия, руководят курсовым, дипломным проектированием студентов, диссертационными работами аспирантов и докторантов. В ИСОИ РАН в качестве стажеров-исследователей работают 20 аспирантов и 2 докторанта СГАУ.
- 4) В ИСОИ РАН действуют две базовых кафедры СГАУ «Оптоинформационные технологии» и «Высокопроизводительные вычисления».
- 5) Сотрудники ИСОИ РАН участвуют в выполнении НИР в лаборатории НИЛ-35 СГАУ по 5-м темам:
 - Моделирование и синтез элементов нанофотоники методами компьютерной дифракционной оптики шифр: 12в-Б063-035.
 - «Формирование и фокусировка поверхностных электромагнитных волн с помощью дифракционных микро- и наноструктур», шифр: 10в-Б061-035 (Досколович Л.Л.)
 - Разработка ГРИД-и ГРА- технологий для решения задач компьютерной оптики шифр: 04в-Б064-035
 - Исследование радиально-симметричных дифракционных структур с резонансными свойствами шифр: 04в-Б065-035
 - «Разработка аппаратно-программного комплекса терапевтического воздействия на васкулярные и околоваскулярные структуры глазного дна человека с использованием резонансных магнитоэлектрических эффектов в природных кристаллах», шифр: 035х-051-28г (Казанский Н.Л.).
- 6) Сотрудники ИСОИ РАН участвуют совместно со СГАУ в выполнении Программы национальные исследовательские университеты 2009-2013 гг.

6. Сведения о деятельности коммерческих структур при организации, их взаимоотношения с научными учреждениями РАН.

Для проведения инновационной деятельности учеными ИСОИ РАН создано 7 коммерческих фирм: ООО «Оптика», ООО «Компланар», ООО «КВК», ЗАО «Компьютерные технологии», ЗАО «Самара-информспутник», ООО «Митэкс», ООО «Светооптика».

7. Информация о работе по совершенствованию деятельности организации и изменению ее структуры. Не было.

8. Основные направления научной деятельности.

- 1) Компьютерная оптика, нанофотоника, оптические информационные технологии и системы.
- 2) Системы анализа изображений и распознавания образов.
- 3) Геоинформационные технологии.

9. Общее количество работающих на 01.12.2011 г., отдельно штатных и совместителей. Всего - 92, из них штатных (основных) - 44 , совместителей - 48.

10. Количество научных сотрудников на 01.12.2011 г. (в том числе количество докторов и кандидатов наук, аспирантов), фамилии докторов наук, отдельно штатных и совместителей.

Всего научных сотрудников - 64, докторов - 17, кандидатов - 19, аспирантов - 21 . Штатные доктора наук: Сойфер В.А., Казанский Н.Л., Досколович Л.Л., Котляр В.В., Хонина С.Н., Волков А.В., Павельев В.С., Карпеев С.В., Сергеев В.В., Чернов В.М., Головашкин Д.Л., Скиданов Р.В., Мясников В.В., Фурсов В.А., Харитонов С.И., Попов С.Б.

Доктора наук совместители: Храмов А.Г.

11. Количество монографий, опубликованных в 2011 г., их названия и авторы.

- 1) «Дифракционная нанофотоника», под ред. В.А. Сойфера, М, Физматлит, 680с. Авторский коллектив: Гаврилов А.В., Головашкин Д.Л., Дьяченко П.Н., Досколович Л.Л., Ковалев А.А., Котляр В.В., Налимов А.Г., Нестеренко Д.В., Скиданов Р.В., Сойфер В.А., Павельев В.С., Хонина С.Н., Шуюпова Я.О.
- 2) «Оптический захват и вращение микрообъектов вихревыми лазерными пучками», Lambert Academic Publishing, Германия, 200 с. Авторы: Скиданов Р.В., Сойфер В.А., Котляр В.В.
- 3) «Расчет дифракции на оптическом микрорельефе методом FDTD», авторы Головашкин Д.Л., Казанский Н.Л., Малышева С.А., издательство: LAP LAMBERT Academic Publishing, Саарбрюкен, Германия, 236 с. (2011).

12. Количество статей, опубликованных в 2011 году.
56.

13. Количество кандидатских и докторских диссертаций, защищенных в 2011 году, фамилии и должности защитившихся.

Защищены 1 докторская (н.с. Ковалев А.А.) и 5 кандидатских диссертаций (н.с. Быков Д.А., н.с. Дьяченко П.Н., н.с. Моисеев М.А., н.с. Дмитриев А.Ю., м.н.с. Копенков В.Н.).

14. Название организованных конференций и выставок, сроки их проведения.

Совместно со СФ ФИАН организована Asia-Pacific Conference on Fundamental Problems of Opto- and Microelectronics, 4-8 July 2011, Москва-Самара.

15. Международные контакты в 2011 году (командировки за рубеж, прием иностранных ученых, участие в конференциях).

1) Командировки за рубеж:

- вед. переводчик Котляр М.И. (Университет Сент Эндрюса, Сент Эндрюс, Великобритания, 30 мая – 17 июня 2011 г.);

- инженер Безус Е.А. (Ганноверский лазерный центр, Ганновер, Германия, 11 июля -21 сентября 2011 г.);
- в.н.с. Досколович Л.Л. (Ганноверский лазерный центр, Ганновер, Германия, 11 июля -14 августа 2011 г.);
- в.н.с. Досколович Л.Л.(LG Electr. Inc., 4 сентября -9 сентября 2011 г., Сеул, Корея);
- в.н.с. Хонина С.Н. (Университет Йоенсуу, Йоенсуу, Финляндия, 16 мая- 29 мая 2011 г.).

2) Участие в конференциях:

- стажеры-исследователи Морозов А.А. и Порфирьев А.П.(Восьмая международная конференция «Голоэкспо -2011», Голография, наука и практика, 28 сентября- 2 октября 2011 г., Минск, Беларусь);
- г.н.с. Чернов В.М. (международная конференция «Финслеровы расширения теории относительности», 28 июля – 4 сентября 2011 г., Брашов, Румыния);
- н.с. Быков Д.А. (7 международная конференция по фотонике, устройствам и системам, 23 августа – 29 августа 2011, Прага, Чехия);
- с.н.с. Куприянов А.В. (конференция менеджеров технологий AUTM 2011 Annual Meeting, Сал Вегас, США, 27 февраля – 10 марта 2011 г.);
- с.н.с. Куприянов А.В., н.с. Нестеренко Д.В., в.н.с. Досколович Л.Л. (международная выставка и форум “Imaginenapo 2011”, Бильбао, Испания, 10 апреля-17 апреля 2011 г.);
- стажер-исследователь Урывская Д.А. (38-ая международная конференция молодых ученых «Информационные технологии в науке, образовании, телекоммуникации и бизнесе IT+S&E’11”, Ялта-Гурзуф, Украина, 20 мая- 30 мая 2011 г.);
- н.с. Ковалев А.А., н.с. Налимов А.Г. (11-ая международная конференция по моделированию лазеров и оптоволоконных сетей, Харьков, Украина, 5 сентября – 8 сентября 2011 г.).

3) Прием иностранных специалистов.

- доктор Манфред Крихбаум (фирма NECUS, Грац, Австрия, 29ноября -30 ноября 2011 г.).

16. Общие сведения об институте.

Адрес: 443001, г.Самара, ул. Молодогвардейская, 151, ком.207.

Телефон: (846) 3325620

Факс: (846) 3322763

E-mail: ipsi@smr.ru

<http://www.ipsi.smr.ru>

Директор: Сойфер Виктор Александрович, д.т.н., профессор, член-корреспондент РАН

Зам. директора по науке: Казанский Николай Львович, д.ф.-м.н., профессор

Зам. директора по общим вопросам: Бояркин Юрий Николаевич.

Ученый секретарь: Котляр Виктор Викторович, д.ф.-м.н., профессор

Лаборатория дифракционной оптики , зав. лаб. Казанский Н.Л., д.ф.-м.н., профессор

Лаборатория лазерных измерений , зав. лаб. Котляр В.В., д.ф.-м.н., профессор

Лаборатория математических методов обработки изображений, зав. лаб.

Сергеев Владислав Викторович, д.т.н., профессор.

Лаборатория микро и нанотехнологий, зав. лаб. Волков Алексей Васильевич, д.т.н., профессор.

17. Аспирантуры и специализированных советов при институте нет.

18. Информация о наградах, присужденных сотрудникам в 2011 году.

- 1) Сойфер В.А. - лауреат ордена «За заслуги перед Отечеством» III степени.
- 2) Скиданов Р.В. – лауреат конкурса на право получения грантов Президента РФ для государственной поддержки молодых ученых докторов наук (МД-8026.2010.2).

- 3) Ковалев А.А. – лауреат конкурса на право получения грантов Президента РФ для государственной поддержки молодых ученых кандидатов наук (МК-64571.2010.2).
- 4) Стафеев С.С. – диплом за 3 место на 9-ом всероссийском молодежном самарском конкурсе-конференции научных работ по оптике и лазерной физике и диплом победителя областного конкурса «Молодой ученый» в номинации «аспирант».
- 5) Досколович Л.Л. – лауреат губернской премии в области науки и техники.

19. Занимаемые площади.

Институт не имеет своих площадей и не сдает площади в аренду. Арендуемая площадь: общая – 325 кв.м., в том числе для исследований – 203 кв.м.

20. Источники и объем финансирования в 2011 году.

Базовое финансирование РАН	– 20077300 руб.
Программы РАН	- 4253100 руб.
Гранты РФФИ, Президента РФ	– 17635000 руб.
Госконтракты Минобрнауки	- 14500000 руб.
Хоздоговора и контракты	– 4119000 руб.
Всего	– 60584400 руб.

21. Иллюстративный материал.

- 1) Изображение в электронном микроскопе микрорельефа поверхности серебряной бинарной зонной пластинки, изготовленной на мембране для жесткого рентгеновского излучения (x-ray-binary-lens.tif).
- 2) Изображение в электронном микроскопе поверхности бинарного микроаксикона с периодом 800 нм (binary-micro-axicon.jpg).

Директор ИСОИ РАН, член-корр. РАН

В.А. Соيفер