

ОТЧЕТ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Института систем обработки изображений Российской академии наук
за 2012 год

1. Наиболее важные результаты исследований, расположенные в порядке значимости.
 - 1) Экспериментально, с помощью сканирующего микроскопа ближнего поля с полым пирамидальным кантилевером с размером основания 20x20 мкм и высотой 13 мкм, с углом при вершине 70 градусов и с отверстием на вершине 100 нм, состоящем из внутреннего слоя из плавленого кварца толщиной 500 нм и внешнего слоя из алюминия толщиной 100 нм, измерено распределение интенсивности в фокусе линейно-поляризованного лазерного пучка (длина фокуса равна длине волны лазерного света - 532 нм), сфокусированного бинарной зонной микропластинкой с диаметром 14 мкм и крайней зоной в полдлины волны (числовая апертура 0,996). Бинарная линза была синтезирована по технологии электронной литографии в резисте, нанесенном на оптическую подложку из плавленого кварца. Фокусное пятно имело диаметр по полуспаду интенсивности $0,43 \pm 0,02$ длины волны. Это меньше дифракционного предела, составляющего 0,51 длины волны. Экспериментально доказано, что используемая разновидность ближнепольного микроскопа с указанным кантилевером измеряет только поперечную составляющую напряженности электрического поля электромагнитной волны в фокусе микролинзы. Острая фокусировка лазерного света с помощью элементов микрооптики применяется в конфокальной микроскопии для повышения разрешения; в микроманипулировании для оптического захвата микро- и нанообъектов; в оптических телекоммуникациях для эффективного сопряжения двух волокон или волноводов; при записи информации на оптический диск.
 - 2) Получено новое точное семейство решений скалярного непараксиального уравнения Гельмгольца, описываемое произведением двух функций Куммера разного рода, являющихся линейно-независимыми решениями дифференциального уравнения Куммера. Это ортогональное семейство решений описывает непараксиальные вихревые лазерные пучки Ханкеля-Бесселя, распространяющиеся в одну сторону от перетяжки и обладающие орбитальным угловым моментом и осевым изолированным нулем интенсивности. Такие пучки могут использоваться для оптического захвата металлических микро- и наночастиц.
 - 3) На подложках из высокоомного кремния созданы дифракционные линза и делитель пучка для управления лазером на свободных электронах с длиной волны 141 мкм. Лучевая стойкость бинарной кремниевой линзы с нанесенным двусторонним антиотражающим покрытием составила 4 кВт/см^2 , дифракционная эффективность – $(36 \pm 5)\%$ (расчетное значение – 41%). Доля световой энергии, направляемой дифракционным делителем пучка с двусторонним антиотражающим покрытием, в два дифракционных порядка составила $(79 \pm 8)\%$.
 - 4) Теоретически исследован общий вид преобразования огибающей оптического импульса, осуществляемого дифракционной решеткой в окрестностях волноводных резонансов (в аномалиях Вуда) и в аномалиях Рэлея–Вуда. Установлено, что реализуемые преобразования включают операции интегрирования и дифференцирования огибающей оптического импульса (аномалии Вуда), а также операции дробного интегрирования и дифференцирования порядка $\frac{1}{2}$ (аномалии Рэлея–Вуда). Показано, что для выполнения операции интегрирования оптического импульса в нулевом прошедшем порядке дифракции целесообразно использовать металлическую дифракционную решетку с эффектом экстраординарного пропускания. Впервые рассчитаны дифракционные решетки для интегрирования и дробного интегрирования пикосекундных оптических импульсов. Результаты электромагнитного моделирования показывают хорошее соответствие

численных результатов приведенному теоретическому описанию. Область применения включает оптические вычисления и сверхбыструю оптическую обработку информации.

5) Экспериментально на расстоянии 20-50 мм от бинарной зонной пластинки из серебра с диаметром 200 мкм и крайней зоной 287 нм, расположенной на тонкой мембране из нитрида кремния, обнаружена слабая фокусировка слаборасходящегося некогерентного жесткого рентгеновского излучения с длиной волны 2,29 Å, выходящего из обычной рентгеновской трубки с анодом из хрома. Зонных пластинок на одной подложке было четыре в ряд, и для каждой из них матричный детектор с элементом разрешения 13x13 мкм регистрировал на оптической оси максимум интенсивности, который превышал окружающий фон на 6%. Такая зонная пластинка может использоваться в рентгеновском микроскопе для изображения, с разрешением около 200 нм, внутренней структуры непрозрачных для видимого света объектов толщиной от сотен нанометров до десятков микрон.

6) Экспериментально и численно продемонстрирована возможность управления видом и периодом двумерных интерференционных картин поверхностных плазмон-поляритонов за счет изменения поляризации падающей волны. Интерференционные картины (с периодом субволнового размера) формируются дифракционной структурой, состоящей из четырех одномерных дифракционных решеток, выполненных в металлической пленке и ограничивающих квадратную область интерференции. Впервые показано, что переход от линейной к круговой поляризации падающей волны позволяет уменьшить период формируемой двумерной интерференционной картины в 1.4 раза при фиксированной длине волны падающего излучения. Результаты измерений методом ближнепольной микроскопии и численного моделирования в рамках электромагнитной теории дифракции хорошо согласуются с предложенной теоретической моделью, описывающей механизм формирования интерференционной картины.

7) Модифицирована и упрощена оптическая система формирования поляризационно-неоднородного лазерного излучения, основанная на суммировании двух пучков с круговой поляризацией. Генерация пары вихревых комплексно-сопряженных пучков высокого порядка выполняется с помощью одного бинарного дифракционного оптического элемента. Проведенные эксперименты преобразования пучков с круговой поляризацией в векторные цилиндрические пучки (с радиальной и азимутальной поляризацией) показали улучшение качества формирования пучков по сравнению с классической схемой.

8) Численно и экспериментально показано, что микроаксиконы с асимметричной конфигурацией позволяют уменьшить уширение центрального светового пятна, которое возникает при острой фокусировке линейно-поляризованного излучения. Изготовленные методом электронно-лучевой литографии дифракционные бинарные аксиконы трёх типов (осесимметричный, биаксикон и спиральный аксикон) с периодом 500 нм были экспериментально исследованы с помощью ближнепольного микроскопа ИНТЕГРА Соларис при дифракции Гауссова пучка с длиной волны 532 нм. Экспериментально подтверждено, что микроаксиконы с асимметричной конфигурацией (биаксикон и спиральный аксикон) позволяют уменьшить уширение центрального светового пятна. Причем в ближней зоне дифракции обеспечивается преодоление дифракционного предела вдоль одного направления.

9) С помощью дифракционных оптических элементов получены составные кольцевые вихревые лазерные пучки с заданным угловым орбитальным моментом, являющиеся суперпозицией простых вихревых пучков. Несмотря на сложную форму таких пучков, суммарная интенсивность по радиусу является постоянной величиной, что позволяет использовать эти пучки для вращения относительно крупных микрообъектов, например микротурбин диаметром более 15 микрон. Составные вихревые пучки позволяют более равномерно по сравнению с обычными вихревыми пучками распределять энергию по поверхности микротурбины и использовать световые пучки большей мощности.

10) Предложены градиентные фотонноквазикристаллические структуры и их свойства исследованы на примере планарной фотонноквазикристаллической линзы Люнеберга с топологией, основанной на геометрии двенадцатиугольного фотонного квазикристалла. Численно показано, что предложенная градиентная фотонноквазикристаллическая линза имеет лучшие фокусирующие свойства по сравнению с ранее исследованной градиентной фотоннокристаллической линзой.

11) Исследованы особенности формирования внеэлектродной плазмы высоковольтным газовым разрядом. Теоретически и экспериментально подтверждено возникновение и самоподдержание высоковольтного газового разряда и формируемых им потоков плазмы на прямолинейных участках силовых линий электрического поля. Установлено, что с повышением мощности разряда (ускоряющего напряжения, подаваемого на электроды газоразрядного прибора) происходит увеличение длины прямолинейных участков силовых линий поля и их сосредоточение в области оси симметрии отверстия в аноде. Этот результат важен для микро- и наноразмерного структурирования поверхности материалов в микроэлектронике и нанофотонике.

12) Разработан метод не повреждающего оптического захвата биологических микрообъектов за счет формирования с помощью элементов дифракционной оптики лазерного пучка особой формы (по форме краевой области захватываемого микрообъекта). Экспериментально показано, что использование таких световых пучков позволяет при равных энергиях обеспечить в 2-3 раза большую силу захвата по сравнению с гауссовым пучком.

13) Предложен и численно исследован высокодобротный фотоннокристаллический резонатор с малым модовым объемом на основе пересекающихся гребенчатых волноводов. Резонатор интегрирован на кристалле и имеет различные каналы ввода/вывода управляющего и рабочего излучения, что позволяет создавать эффективные полностью оптические переключатели и фильтры. Нанорезонатор имеет высокий коэффициент перекрытия ортогонально поляризованных резонансных мод (в 1,5-2 раза выше, чем у аналогов). Концентрация энергии резонансной моды реализована в областях материала с низким индексом рефракции (у аналогов энергия концентрируется в материале волновода), что позволяет эффективно использовать привнесенные оптически нелинейные материалы и квантовые точки. В рамках математического моделирования на высокопроизводительных распределенных вычислительных системах показана эффективность использования нанорезонатора в полностью оптических транзисторах с повышенным коэффициентом усиления

14) Предложен и численно исследован фотоннокристаллический резонатор для дифференцирования, а в перспективе, и для интегрирования по времени огибающей оптического сигнала. Отличительной особенностью фотоннокристаллического резонатора является компактность по сравнению с существующими аналогами. Предложенный фотоннокристаллический резонатор позволяет с высокой точностью дифференцировать по времени огибающие оптических импульсов длительностью более 100 пикосекунд и в десятки раз компактнее, чем известные решения на основе брэгговских решеток, кольцевых резонаторов и дифракционных решеток с волноводным и плазмонным резонансами. Разработка данного фотоннокристаллического резонатора является важным шагом на пути к созданию элементной базы аналогового оптического компьютера.

15) Разработан метод формирования признаков и компьютерная технология классификации кристаллических решеток, на основе анализа статистического распределения расстояний между узлами на изображении их проекций, алгоритмы идентификации кристаллических решеток, на основе оценивания меры схожести. Задача распознавания изображений кристаллических наноструктур, представляющих собой проекции кристаллических решеток, сведена к определению типа кристаллической решетки по классификации Браве и оцениванию ее параметров. Исходными данными метода является произвольным образом упорядоченное множество координат выделенных узлов решетки на плоскости. Экспериментальные исследования подтвердили

работоспособность метода при небольших величинах интенсивности импульсного шума или сдвига частиц.

16) Разработан алгоритм формирования пространства эффективных признаков для классификации заданного набора изображений кристаллических микроструктур на основе дискриминантного анализа и численный метод оценивания статистических текстурных параметров. Алгоритм включает способ ускорения расчета статистических текстурных признаков с использованием многомерной функции распределения вероятности, без необходимости вычисления многомерной матрицы смежности. Подобный подход позволяет ускорить обработку изображений на 10-15%. Результаты исследований показали, что лучшими двумерными признаками для кристаллограмм являются второй угловой момент, корреляция, обратное отклонение и обратный момент, а лучшими трехмерными – энтропия, корреляция, затенение и обратное отклонение. К признакам, имеющим наименьшие значения критериев разделимости, относятся двумерные признаки суммарное среднее и суммарная корреляция и трехмерные признаки второй угловой момент, диагональный момент, суммарная корреляция и суммарная энтропия. Таким образом, применение статистики третьего порядка позволило уменьшить ошибку классификации в среднем на 3%, а для некоторых классов на 9 %.

17) Разработан метод решения сеточных уравнений явных разностных схем на графическом вычислительном устройстве с учетом ограничений на объем доступной видеопамати. В основе подхода адаптированный метод пирамид, ранее используемый (Лампорт, 1973) для автоматического распараллеливания циклических фрагментов последовательных программ. Ключевой особенностью метода является сокращение числа пересылок за счет дублирования вычислений. В предлагаемой модификации задачи выполняются квазипараллельно, по очереди монополюно занимая устройство на время, необходимое для выполнения одного прохода. Теоретически и в результате экспериментов (вычисления по явной разностной схеме для уравнения теплопроводности) показано преимущество в производительности (на порядок для CPU Intel Core i5 M430 и GPU NVidia GeForce GT330M) перед ранее принятой методикой решения задачи, связанной с пересылкой сеточных функций из видеопамати в ОЗУ на каждом временном слое разностной схемы. Произведено сравнения различных приемов построения пирамид (одно-, двух- и трехмерной декомпозиции сеточной области), выявлены критерии нахождения оптимальной стратегии декомпозиции.

18) Разработана технология реконструкции 3D-сцен по стереоизображениям на основе согласованной идентификации. В частности, решены задачи высокоточного определения фундаментальной матрицы по паре стереоизображений, определения внутренних параметров камер по нескольким изображениям и формирования трехмерной сцены по двум или более изображениям. Применение метода согласованной идентификации для нахождения фундаментальной матрицы по небольшому числу заданных соответственных точек позволило существенно повысить надежность решения задачи по сравнению с широко используемым и наиболее популярным алгоритмом RANSAC. На основе метода согласованной идентификации разработан также новый алгоритм определения матрицы внутренних параметров (автокалибровки) камер в предположении, что положение и ориентация камеры при съемке неизвестны.

19) Разработан метод пирамид для разностного решения уравнений Максвелла на графическом процессоре. Разработанный метод пирамид использовался для организации вычислений по явным разностным схемам Yee на видео процессоре. В отличие от известных программных пакетов (B-CALM, FastFDTD) реализации FDTD подхода к решению уравнений Максвелла предлагаемый метод не характеризуется ограничениями на объем видеопамати GPU, а следовательно и на геометрические размеры моделируемых оптических элементов (пока сеточная область целиком размещается в ОЗУ). При постановке вычислительных экспериментов на CPU Intel Core Duo E6500 и GPU NVIDIA GeForce GT 240 продемонстрировано 104-х кратное ускорение вычислений на GPU перед

расчетами на CPU по методу пирамид и 15-и кратное ускорение вычислений на GPU методом пирамид по сравнению с ранее принятой методикой программирования на GPU.

20) Разработана методология синтеза быстрых алгоритмов вычисления дискретных ортогональных преобразований "Фурье-подобного" типа, на предфрактальных областях, ассоциированных с фундаментальными областями дискретных решеток целых элементов квадратичных полей. Получены аналитические критерии существования дискретных ортогональных преобразований – аналогов преобразований Виленкина-Крестенсона, определенных на фундаментальных областях дискретных двумерных решеток специального вида.

21) Разработаны теоретические основы синтеза вычислительных процедур локальной обработки цифровых изображений на основе интеллектуального анализа прецедентной информации - согласованных пар «входных» и «выходных» изображений. Разработаны математические методы синтеза указанных вычислительных процедур с максимально допустимым качеством и обобщающей способностью при заданной вычислительной сложности процедуры обработки. Результаты экспериментальных исследований показали эффективность конструируемых вычислительных процедур в различных прикладных задачах: в системах оперативной обработки данных дистанционного зондирования Земли, системах оперативной классификации и тематического анализа космических снимков, в геоинформационных системах, базах данных изображений.

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

1) Технология проектирования высокоэффективных оптических элементов светодиодов. Разработано программное обеспечение, предназначенное для автоматизированного расчета оптических элементов светодиодов. Включает в себя несколько библиотек на языке программирования Matlab®, в которых реализованы разработанные аналитические и оптимизационные методы. Реализованные методы позволяют рассчитывать поверхности оптических элементов светодиодов для формирования любых заданных световых распределений с высокой энергетической эффективностью (более 85 %) и высокой точностью формирования заданных освещенностей (ошибка не больше 7%). Реализованы методы расчета оптических элементов для задач дорожного освещения и задач проектирования узконаправленных светотехнических устройств. У зарубежных аналогичных продуктов (TracePro®, ZEMAX®, LightTools®) отсутствуют реализованные аналитические методы расчета начальных приближений и, как следствие, разработанные в них оптимизационные процедуры не являются эффективным средством решения задачи расчета оптических элементов светодиодов и далеко не всегда приводят к приемлемому решению. Внедрено в малое инновационное предприятие ООО "Светооптика" (Самара).

2) Развита теория оперативной обработки и понимания видеопоследовательностей в условиях априорной неопределенности моделей искажений и помех. Разработаны методы и алгоритмы локализации и распознавания объектов на последовательности изображений. Создан прототип аппаратно-программного комплекса (АПК) для систем активной безопасности отечественных автомобилей, реализующего следующие функции: распознавание дорожных знаков, распознавание разметки, выработка в реальном времени сигналов предупреждения водителю о дорожной обстановке. АПК обеспечивает высокое быстродействие и возможность перенастройки и развития системы при приемлемых ценовых показателях за счет использования графических процессоров в CUDA-среде. Данная компьютерная система направлена на повышение конкурентоспособности отечественной продукции в секторе автомобилестроения.

3) Программа обработки и анализа рентгенографических изображений костной ткани. Компьютерная программа предназначена для количественной оценки текстурных и некоторых других признаков трабекулярной костной ткани шейки бедра с целью ранней диагностики остеопоротических расстройств и оценки риска переломов. Она позволяет

повысить точность диагностики, сократить затраты времени на обследование, обойтись без использования дорогостоящей аппаратуры и высококвалифицированных специалистов. Получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ номер 2012614654 от 24 мая 2012 года. Программа внедрена в ГБОУ ВПО «Самарский государственный медицинский университет».

4) Разработан субпиксельный метод детектирования пассивного цветового маркера по последовательности видеок кадров. Основанная на данном методе технология позволяет восстанавливать пространственное положение маркера с субпиксельной точностью в реальном времени. Разработанная технология может найти применение в задачах анализа дорожной ситуации (в системах автомобильной безопасности), в дентальных навигационных видеосистемах. Метод и программа апробированы в системе контроля стоматологического лечения и планирования имплантатов для высокоточного определения положения стоматологических инструментов в пространстве (обеспечивается локализация стоматологического инструмента с точностью 0,2 мм.). Решение этой задачи актуально для минимизации ошибок, улучшения качества в области зубопротезирования, а также для обучения врачей, предварительного планирования лечения, удаленного контроля за ходом операций. Одно из известных решений данной задачи, представленное в системе RoboDent, включает в себя использование инфракрасных стереокамер и активных маркеров с ИК-светодиодами. Разработанный метод детектирования пассивного цветового маркера позволяет проводить восстановление с такой же точностью, как и коммерческий пакет RoboDent. При этом используется пара обычных веб-камер и пассивный маркер, вместо используемого в пакете RoboDent дорогостоящего инфракрасного видеооборудования и активных ИК датчиков.

5) Программа обработки и анализа ультразвуковых нефрологических изображений. Компьютерная программа предназначена для количественной оценки различных групп признаков по оцифрованным ультразвуковым изображениям почек, а также для диагностики возможных патологий. Она позволяет объективизировать диагностику, сократить временные затраты на обследование, обойтись без привлечения квалифицированных экспертов. Получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ номер 2012616036 от 2 июля 2012 года. Программа внедрена в ГБОУ ВПО «Самарский государственный медицинский университет».

б) Методы анализа цифровых изображений, предназначенные для выявления фактов их фальсификации и защиты данных дистанционного зондирования от искусственных изменений. Методы позволяют без предварительного встраивания цифровых водяных знаков выявить факты локального изменения данных, свидетельствующие о возможных фальсификациях изображения, применении к исходным изображениям искажающих процедур сжатия, фильтрации, геометрических трансформаций, контрастирования. Методы включают: оценку локальных корреляционных свойств, меняющихся вследствие ресэмплирования, практически неизбежного при встраивании фрагментов; обнаружение дубликатов каких-либо частей изображения; обнаружение фрагментов, ранее подвергавшихся сжатию с потерями; обнаружение областей с отличающимися межканальными зависимостями; обнаружение областей с шумовыми характеристиками, отличающимися от шумовых характеристик изображения в целом .

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

1) Минобрнауки РФ, ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» (2009-2013 гг.). Госконтракт № 14.740.11.0016 от 01.09.2010 г. Многофункциональное устройство для оптического привода и сборки микромеханических систем Рук. Скиданов Р.В. (3000000 руб.) (2010-2012)

- 2) Минобрнауки РФ, ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» (2009-2013 гг.). Госконтракт № 02.740.11.0805 от 24.04.2010 г. Создание устройств нанوفотоники на основе технологии электронной литографии Рук. Котляр В.В. (1500000 руб.) (2010-2012)
- 3) Минобрнауки РФ, ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» (2009-2013 гг.). Соглашение № 8027 от 24.09.2012 г. Компьютерное моделирование и экспериментальные исследования устройств нанوفотоники для субволновой фокусировки лазерного излучения и плазмонных волн Рук. Соيفер В.А. (4100000 руб.) (2012-2013)
- 4) ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» (2009-2013 гг.). Соглашение № 8231 от 06.08.2012 г. «Оптимизация оптических систем острой фокусировки на базе высокопроизводительных вычислительных средств» (1580000 руб.).
- 5) Минобрнауки РФ, ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2013гг.». Гос контракт № 07.514.11.4055 от 12.10.2011 г. Создание полностью оптического транзистора на основе фотон-фононного взаимодействия в квантовых точках и сверхрешетках в полупроводниковых гетероструктурах и кремнии. Рук. Соيفер В.А. (1500000 руб.) (2011-2012 гг.).
- 6) Минобрнауки РФ, ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2013гг.». Гос контракт № 07.514.11.4060 от 12.10.2011 г. Создание средств проектирования высокоэффективных оптических элементов светодиодов. Рук. Досколович Л.Л. (1500000 руб.) (2011-2012 гг.).
- 7) Программа целевых расходов Президиума РАН «Поддержка инноваций и разработок». Проект «Создание технологии проектирования высокоэффективных оптических элементов светодиодов». Рук. Соيفер В.А.. (1000000 руб.) (2012 г.).
- 8) Программа № 5 фундаментальных исследований ОНИТ РАН «Фундаментальные проблемы физики и технологии эпитаксиальных наноструктур и приборов на их основе». Проект «Исследование нелинейных переключателей на основе квантовых точек и фотонно-кристаллических резонансных камер». Рук. Казанский Н.Л. (440000 руб.)(2012).
- 9) Программа № 24 фундаментальных исследований Президиума РАН «Фундаментальные основы технологий наноструктур и наноматериалов». Проект «Элементы микрооптики для субволновой фокусировки света и элементы дифракционной рентгеновской оптики для систем рентгеновской нанодиагностики». Рук. Соيفер В.А. (880000 руб.) (2010-2013 гг.).
- 10) Программа № 6 фундаментальных исследований ОНИТ РАН «Биоинформатика, современные информационные технологии и математические методы в медицине». Проект «Создание экспертной системы диагностического анализа на основе математических методов оценивания признаков микроциркуляторного русла глазного дна». Рук. Соيفер В.А. (400000 руб.) (2012 г.).
- 11) Программа № 14 фундаментальных исследований Президиума РАН «Проблемы создания информационно-вычислительной среды на основе GRID технологий, облачных вычислений и современных телекоммуникационных систем». Проект «Создание высокопроизводительной распределенной информационно-вычислительной среды для проведения фундаментальных исследований в области геоинформатики и нанопотоники». Рук. Соيفер В.А. (338200 руб.) (2010-2012 гг.).
- 12) Программа № 15 фундаментальных исследований Президиума РАН "Информационные, управляющие и интеллектуальные технологии и системы". Проект «Синтез вычислительных процедур локальной обработки цифровых изображений на основе интеллектуального анализа прецедентной информации». Рук. Сергеев В.В. (рег. 01201263187) (400000 руб.) (2010-2012 гг.).
- 13) Программа № 2 фундаментальных исследований ОНИТ РАН «Научные основы создания гетерогенных телекоммуникационных и локационных систем и их элементной

- базы». Проект «Резонансные дифракционные структуры для заданных преобразований импульсных оптических сигналов». Рук. Соيفер В.А. (450000 руб.) (2012г.).
- 14) Программа целевых расходов Президиума РАН «Поддержка молодых ученых». Рук. Соифер В.А. (1723000 руб.) (2010-2012 гг.).
- 15) Грант РФФИ № 11-07-12060офи-м-2011 (рег. 01201171084) «Решение фундаментальных проблем обработки и анализа цифровых космических изображений в распределенной информационной системе». Рук. Соифер В.А. (2000000 руб.) (2011-2012).
- 16) Грант РФФИ № 11-07-12059офи-м-2011 (рег. 01201171086) «Новые методы защиты данных дистанционного зондирования Земли с помощью цифровых водяных знаков». Рук. Сергеев В.В. (2000000 руб.) (2011-2012 гг.).
- 17) Грант РФФИ № 11-07-12036-офи-м-2011 (рег. 01201171083) «Дифракционные наноструктуры из материалов с перестраиваемыми оптическими свойствами для оптической обработки информации». Рук. Досколович Л.Л. (2100000 руб.) (2011-2012 гг.).
- 18) Грант РФФИ № 11-07-13164-офи-м-2011-РЖД (рег. 01201171024) «Информационная технология создания распределенных систем технического зрения для мониторинга железнодорожных составов». Рук. Казанский Н.Л. (2000000 руб.) (2011-2012 гг.).
- 19) Грант РФФИ № 12-07-13113-офи_м_РЖД «Создание технологий проектирования энергоэффективных систем освещения для железнодорожного транспорта». Рук. Соифер В.А. (3500000 руб.) (2012-2013 гг.).
- 20) Грант РФФИ № 12-01-00822-а (рег. 01201257836) «Дискретные ортогональные преобразования для предфрактальных областей». Рук. Чернов В.М. (355000 руб.) (2012-2014 гг.).
- 21) Грант РФФИ № 12-07-00495-а (рег. 01201256943) «Подавление рассеяния в элементах плазмонной оптики и создание высокоэффективных элементов для управления плазмонами модами». Рук. Досколович Л.Л. (355000 руб.) (2012-2014 гг.).
- 22) Грант РФФИ № 12-07-00581-а (рег. 01201257834) «Развитие теории и создание устойчивых к зашумлению исходных данных методов и технологий обработки и распознавания радиолокационных изображений и формирования цифровых моделей рельефа». Рук. Фурсов В.А. (500000 руб.) (2012-2014 гг.).
- 23) Грант РФФИ № 11-07-00153-а (рег. 01201160399) «Экстраординарные оптические эффекты в радиально-симметричных металлодиэлектрических наноструктурах». Рук. Казанский Н.Л. (555000 руб.) (2011-2013 гг.).
- 24) Грант РФФИ № 12-01-00237-а (рег. 01201257492) «Разработка математических методов текстурного анализа изображений микро- и наноструктур». Рук. Ильясова Н.Ю. (275000 руб.) (2012-2014 гг.).
- 25) Грант РФФИ № 10-07-00438-а (рег. 01201160402) «Генерация и конверсия векторных модовых пучков и их поляризации на основе применения ДОЭ». Рук. Карпеев С.В. (400000 руб.) (2010-2012 гг.).
- 26) Грант РФФИ № 10-07-00553-а (рег. 01201160404) «Разработка параллельных приложений в задачах компьютерной оптики и обработки изображений». Рук. Соифер В.А. (465000 руб.) (2010-2012 гг.).
- 27) Грант РФФИ № 12-07-00751-а (рег. 01201258898) «Разработка информационной технологии синтеза и адаптивного выбора параллельных алгоритмов линейной обработки многомерных сигналов». Рук. Чичева М.А. (405000 руб.) (2012-2014 гг.).
- 28) Грант РФФИ № 10-07-00453-а (рег. 01201163048) «Моделирование когерентной эмиссии электронов в наноразмерных проводящих образованиях поликристаллических алмазных пленок». Рук. Головашкин Д.Л. (340000 руб.) (2010-2012 гг.).
- 29) Грант РФФИ № 10-07-00109-а (рег. 01201160403) «Исследование эффективности применения функций Эйри в задачах сверхразрешения и увеличения глубины резкости». Рук. Хонина С.Н. (300000 руб.) (2010-2012 гг.).

- 30) Грант РФФИ № 12-07-00269-а (рег. 01201257493) «Устройство нанофотоники для сопряжения волноводов и достижения сверхразрешения в задачах передачи информации по оптическим волокнам». Рук. Котляр В.В. (355000 руб.) (2012-2014 гг.).
- 31) Грант РФФИ № 12-07-00021-а (рег. 01201258899) «Методы и алгоритмы эффективного представления цифровых изображений для поиска в базе данных». Рук. Мясников В.В. (555000 руб.) (2012-2014 гг.).
- 32) Грант РФФИ № 12-07-90700-моб_ст (рег. 01201254751) «Организация вычислений на кластерных системах и графических процессорах при исследовании электронных свойств однослойных углеродных нанотрубок методом математического моделирования». Рук. Головашкин Д.Л. (300000 руб.) (2012 г.).
- 33) Грант РФФИ № 12-07-31193-мол-а-2012 (рег. 01201272349) «Разработка алгоритмов проектирования высокоэффективных оптических элементов светодиодов на основе градиентного метода расчета оптических поверхностей». Рук. Белоусов А.А. (350000 руб.) (2012-2013 гг.).
- 34) Грант РФФИ № 12-07-31116-мол-а-2012 (рег. 01201271593) «Методы расчёта квазиволноводных мод резонансных дифракционных структур». Рук. Быков Д.А. (350000 руб.) (2012-2013 гг.).
- 35) Грант РФФИ № 12-07-31117-мол-а-2012 (рег. 01201271588) «Исследование формирования оптических вихрей рефракционной спиральной фазовой пластинкой со скачком микрорельефа». Рук. Ковалев А.А. (350000 руб.) (2012-2013 гг.).
- 36) Грант РФФИ № 12-07-31175-мол-а-2012 (рег. 01201271590) «Решение вопросов останковки процесса построения процедур локальной обработки сигналов и изображений, основанных на эмпирических данных». Рук. Копенков В.Н. (350000 руб.) (2012-2013 гг.).
- 37) Грант РФФИ № 12-07-31115-мол-а-2012 (рег. 01201271589) «Острая фокусировка лазерного излучения диэлектрическими элементами микрооптики». Рук. Стафеев С.С. (350000 руб.) (2012-2013 гг.).
- 38) Грант РФФИ № 12-07-31075-мол-а-2012 (рег. 01201271591) «Расчёт фазовых функций дифракционных оптических элементов, формирующих массив световых ловушек для одновременного захвата и манипулирования группой прозрачных и/или непрозрачных микрообъектов». Рук. Порфирьев А.П. (350000 руб.) (2012-2013 гг.).
- 39) Грант РФФИ № 12-07-31056-мол-а-2012 (рег.0120127386) «Разработка информационной технологии создания цифровых водяных знаков, отличающихся повышенной стеганографической стойкостью и информационной емкостью». Рук. Митекин В.А. (350000 руб.) (2012-2013 гг.).
- 40) Грант РФФИ № 12-07-31074-мол-а-2012 (рег.01201274530) «Применение пучков со сложными свойствами для захвата и манипуляции биологическими микрообъектами». Рук. Рыков М.А. (350000 руб.) (2012-2013 гг.).
- 41) Грант РФФИ № 12-01-31316-мол-а-2012 (рег. 01201274695) «Разработка новых методов и алгоритмов цифровой обработки сигналов, базирующихся на канонических системах счисления в неархимедовых нормированных полях». Рук. Урывская Д.А. (350000 руб.) (2012-2013 гг.).
- 42) Грант РФФИ № 12-07-31055-мол-а-2012 «Решение обратных задач расчета оптических элементов для фокусировки в линию». Рук. Дмитриев А.Ю. (350000 руб.) (2012-2013 гг.).
- 43) Грант РФФИ №13-01-97007-р_поволжье_а «Новые математические методы и алгоритмы спектральной обработки цифровых нано- и микроизображений». Рук. Чернов В.М. (450000 руб.) (2012-2014 гг.).
- 44) Грант РФФИ № 13-07-97000-р_поволжье_а «Развитие теории и создание методов и алгоритмов оперативного распознавания дорожной обстановки и создание прикладного программного обеспечения для систем активной безопасности отечественных автомобилей». Рук. Фурсов В.А. (450000 руб.) (2012-2014 гг.).

- 45) Грант РФФИ № 13-07-97001-р_поволжье_а «Создание методов проектирования формирующей оптики светодиодов для световых приборов автомобиля». Рук. Досколович Л.Л. (450000 руб.) (2012-2014 гг.).
- 46) Грант РФФИ № 13-07-97002-р_поволжье_а «Оптимизация сложных нанофотонных структур с использованием технологии распределенных вычислений MapReduce». Рук. Попов С.Б. (350000 руб.) (2012-2014 гг.).
- 47) Грант РФФИ № 13-07-97004-р_поволжье_а «Исследование фокусирующих свойств обобщенной линзы, форма поверхности которой описывается дробной степенной зависимостью от радиуса». Рук. Хонина С.Н. (400000 руб.) (2012-2014 гг.).
- 48) Грант РФФИ № 13-07-97005-р_поволжье_а «Разработка и экспериментальное исследование дифракционных фокусирующих систем с регулируемым распределением интенсивности в фокусе». Рук. Скиданов Р.В. (400000 руб.) (2012-2014 гг.).
- 49) Грант РФФИ № 13-07-97006-р_поволжье_а «Создание новых методов и информационных технологий анализа данных дистанционного зондирования Земли, их исследование и применение для решения задач агропромышленного комплекса Самарской области». Рук. Сергеев В.В. (450000 руб.) (2012-2014 гг.).
- 50) Грант РФФИ № 13-07-97008-р_поволжье_а (рег. 01201281009) «Расчет элементов микрооптики для фокусировки фемтосекундных оптических импульсов». Рук. Котляр В.В. (450000 руб.) (2012-2014 гг.).
- 51) Грант Президента РФ № МД-6809.2012.9 (рег. 01201254752) «Решение сеточных уравнений на гетерогенных вычислительных системах с графическими процессорами». Рук. Головашкин Д.Л. (1000000 руб.) (2012-2013 гг.).
- 52) Грант Президента РФ № МК-3912.2012.2 (рег. 01201257494) «Моделирование устройств нанофотоники для острой фокусировки лазерного и рентгеновского когерентного излучения». Рук. Налимов А.Г. (600000 руб.) (2012-2013 гг.).
- 53) Грант Президента РФ № НШ-4128.2012.9 (рег. 01201257835) «Разработка методов и средств дифракционной нанофотоники для информационно-телекоммуникационных и вычислительных систем». Рук. Сойфер В.А. (500000 руб.) (2012-2013 гг.).
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)» (450000 руб.) (2011-2012 гг.).
 - 2) Договор № 01/2012 от 01.03.2012г. с ООО "Светооптика" (г. Самара). «Отработка методики расчета оптических элементов для светодиодов на вычислительном кластере» (125000 руб.) (2012).
 - 3) Договор со СГАУ № 7/11С от 27.10.2011г. «Проведение поисковых исследований и создание прототипа аппаратно-программного комплекса для систем активной безопасности автомобилей» (2000000 руб.) (2011-2012 гг.).
 - 4) Договор № 85 от 21 мая 2012г. с ОАО "Самарский электромеханический завод". «Напыление нихрома на слюдяные и ферритовые подложки» (240000 руб.) (2012).
 - 5) Договор № 392 от 19.12.2011 г. с Самарским государственным медицинским университетом. «Разработка математических методов и программных средств анализа ультразвуковых диагностических изображений тканей почки человека» (200000 руб.) (2011-2012 гг.).
 - 6) Договор со СГАУ № 4/12С от 02.07.2012г. «Разработка аппаратно-программного комплекса терапевтического воздействия на сосудистые и околососудистые структуры глазного дна человека с использованием резонансных магнитоэлектрических эффектов в природных кристаллах» (200000 руб.) (2012).

7) Договор 350ис/12 от 02.07.12 с ОАО "Самара-Информспутник". «Разработка моделей, алгоритмического и ПО работы с запросами зарегистрированных пользователей геопортала Самарской области» (170000 руб.)(2012).

8) Договор 338ис/12 от 01.01.12 с ОАО "Самара-Информспутник". «Разработка математических моделей городского транспортного комплекса» (1577000 руб.)(2012).

9) Получено 6 патентов РФ № 2448341, 2454760, 2454839, 2458337, 2458372, 2462630.

10) Получено 9 свидетельств о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2012612858, 2012612859, 2912612860, 2012616607, 2012616606, 2012611875, 2012615448, 2012611876, 2012613925.

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

1) В Самарском государственном аэрокосмическом университете (СГАУ) на кафедрах технической кибернетики, геоинформатики, общей информатики и наноинженерии 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 26 аспирантов, 4 докторанта и 5 выпускников СГАУ.

2) В ИСОИ РАН действуют две базовых кафедры СГАУ «Оптоинформационные технологии» и «Высокопроизводительные вычисления».

3) Сотрудники ИСОИ РАН участвуют в выполнении НИР в лаборатории НИЛ-35 СГАУ по 3-м темам:

- «Аналоговые оптические вычисления на основе резонансных дифракционных структур», шифр 08в-Р068-035 (соглашение № 20/12Б от 1 января 2012 г).

- «Предсказательное моделирование на основе высокопроизводительных вычислительных систем для решения задач фотоники», шифр 08в-Р069-035 (соглашение № 21/12Б от 1 января 2012).

- «Разработка системы автоматического позиционирования дифракционного оптического элемента для экспериментальной оптической установки, предназначенной для преобразования орбитального углового момента световых пучков в момент вращения микромеханических систем», шифр 035х-056-028к (договор № 71/12 от 1 июля 2012 г.).

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

9. Общее количество работающих на 01.12.2012 г., отдельно штатных и совместителей. Всего - 106, из них штатных (основных) - 55, совместителей - 51.

10. Количество научных сотрудников на 01.12.2012 г. (в том числе количество докторов и кандидатов наук, аспирантов), фамилии докторов наук, отдельно штатных и совместителей. Всего научных сотрудников - 76, докторов - 20, кандидатов - 27, аспирантов - 26. Штатные доктора наук: 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: Сойфер В.А., Храмов А.Г., Фурсов А.В., Колпаков В.А., Салеев В.А.

11. Количество монографий, опубликованных в 2012 г., их названия и авторы.

1) Н.Ю.Ильясова, А.В.Куприянов, А.Г.Храмов «Информационные технологии анализа изображений в задачах медицинской диагностики», М., Радио и связь, 424 с. ISBN 5-89776-014-4 (2012).

2) Кочуров А.В., Головашкин Д.Л. Решение сеточных уравнений на GPU. Метод пирамид. // Саарбрюккен: LAP LAMBERT Academic Publishing, 72с. ISBN-13: 978-3-8484-2936-3 ISBN-10: 3848429365 (2012).

3) “Computer design of diffractive optics”, ed. by V.A. Soifer, Cambridge Inter. Scien. Pub. Ltd. & Woodhead Pub. Ltd., 896 p. ISBN 978-1-84569-635-1 (2012).

4) Котляра В.В., Ковалева А.А. «Вихревые лазерные пучки», Самара, ИСОИ РАН, 252 с. (2012).

12. Количество статей, опубликованных в 2012 году. 89.

13. Количество кандидатских и докторских диссертаций, защищенных в 2012 году, фамилии и должности защитившихся. Защищены 3 кандидатских диссертаций (н.с. Безус Е.А., н.с. Стафеев С.С., стажер-исследователь Урывская Д.А.).

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

Молодежная научная школа по нанофотонике в рамках 20-го международного конгресса “Nanostructures: physics and technology” (30 июня 2012 г., Самара, ИСОИ РАН).

15. Международные контакты в 2012 году (командировки за рубеж, прием иностранных ученых, участие в конференциях). Командировки за рубеж:

- н.с. Моисеев М.А. (компания Simulacion Optique S.L., Террасса, Испания, 2 марта – 10 марта 2012 г.);

- в.н.с. Досколович Л.Л. (компания Simulacion Optique S.L., Террасса, Испания, 2 марта – 10 марта 2012 г.);

- в.н.с. Досколович Л.Л. (LG Electr. Inc., 13 - 17 ноября 2012 г., Сеул, Корея).

Участие в конференциях:

- н.с. Митекин В.А. (Восьмая международная конференция по интеллектуальному сокрытию информации и обработке мультимедийных сигналов, Пирей, Греция, 16 - 24 июля 2012 г.);

- м.н.с. Федосеев В.А. (Восьмая международная конференция по интеллектуальному сокрытию информации и обработке мультимедийных сигналов, Пирей, Греция, 16 - 24 июля 2012 г.);

- инженер Безус Е.А. (Международная конференция по оптике ближнего поля нанофотонике и связанным с ними методам, 31 августа – 10 сентября 2012 г., Сан-Себастьян, Испания);

- н.с. Моисеев М.А. (Международная конференция по проектированию оптических систем, 24 ноября – 1 декабря 2012, Барселона, Испания);

- н.с. Ковалев А.А., н.с. Налимов А.Г., инженер Безус Е.А., н.с. Быков Д.А., в.н.с.

Головашкин Д.Л., в.н.с. Досколович Л.Л., н.с. Дьяченко П.Н., зам. директора по научной работе Казанский Н.Л., в.н.с. Карпеев С.В., зав. лаб. Котляр В.В., г.н.с. Павельев В.С., зав. лаб. Сергеев В.В., директор Сойфер В.А., в.н.с. Хонина С.Н., вед. переводчик Котляр М.И. (Китайско-Российский двухсторонний научный семинар по дифракционной оптике и нанофотонике, Шанхай, Китай, 13 – 26 октября 2012 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) Колпаков В.А. - Медаль Российской академии наук с премией для молодых ученых РАН, других учреждений, организаций России и для студентов высших учебных заведений России за лучшие научные работы в области разработки или создания приборов, методик, технологий и новой научно-технической продукции научного и прикладного значения за работу «Формирование оптического микрорельефа во внеэлектродной плазме высоковольтного газового разряда».
- 2) Золотая медаль и диплом выставки «Salon International des Inventions» в Женеве (20 апреля 2012 г.) за работу «Компьютерные технологии повышения точности диагностики ультразвуковых нефрологических изображений».
- 3) Ковалев А.А. – диплом лучшему молодому ученому Самарской губернии в области физики.
- 4) Головашкин Д.Л. - лауреат конкурса на право получения грантов Президента РФ для государственной поддержки молодых ученых докторов наук (МД-6809.2012.9)
- 5) Налимов А.Г. – лауреат конкурса на право получения грантов Президента РФ для государственной поддержки молодых ученых кандидатов наук (МК-3912.2012.2).
- 6) Быков Д.А. – стипендия Президента РФ молодому ученому на 2012-2014 гг.
- 7) Якимов П.Ю. - диплом II степени и памятная медаль за доклад на V сессии научной школы-практикума молодых ученых и специалистов «Технологии высокопроизводительных вычислений и компьютерного моделирования» в рамках I Всероссийского конгресса молодых ученых 10-13 апреля 2012 года (г. Санкт-Петербург).
19. Занимаемые площади. Институт не имеет своих площадей и не сдает площади в аренду. Арендуемая площадь - 325 кв.м., в том числе для исследований – 203 кв.м.
20. Источники и объем финансирования в 2012 году.
- | | |
|----------------------------|-----------------|
| Базовое финансирование РАН | – 22218000 руб. |
| Программы РАН | - 5631400 руб. |
| Гранты РФФИ, Президента РФ | – 24079940 руб. |
| Госконтракты Минобрнауки | - 11180000 руб. |
| Региональный бюджет | – 3400000 руб. |
| Всего | – 74934390 руб. |
21. Иллюстративный материал. Файл 01a.tif показывает вид в электронном микроскопе бинарной микролинзы с фокусным расстоянием 532 нм.

Директор ИСОИ РАН, член-корреспондент РАН

В.А. Сойфер

19.12.2012 г.