

НАУЧНО- ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ
Института систем обработки изображений РАН
за 2004 год

1. Наиболее важные результаты исследований

1). Экспериментально получены оптический захват, смещение (на десятки микрон) и вращение (с периодом несколько секунд) диэлектрических микрообъектов размером 5-7 микрон в лазерном трубчатом бесселевом пучке 5-го порядка (с длиной волны 514 нанометров и мощностью 200 мВт), который был сформирован с помощью аргонового газового лазера и дифракционного оптического элемента, синтезированного с использованием электронной микролитографии.

2) Теоретически и экспериментально изучены сингулярные лазерные пучки, сформированные спиральными фазовыми пластинками и астигматические бесселевые пучки, получающиеся при наклонном падении света на дифракционный оптический элемент, предназначенный для формирования моды Бесселя некоторого порядка. Получены явные аналитические выражения для комплексной амплитуды плоской волны и гауссового пучка, прошедших спиральную фазовую пластинку произвольного порядка. Показано, что по структуре дифракционной картины астигматического бесселевого пучка можно определить величину и знак целого числа, которое является номером моды Бесселя.

3) Разработаны методы решения обратных задач расчета отражающих (преломляющих) оптических поверхностей для формирования однопараметрических диаграмм направленности излучения в приближении геометрической оптики. Обратные задачи сформулированы как задачи расчета граничных условий для уравнений эйконала и переноса, обеспечивающих формирование заданного светового поля. Решения представлены в виде огибающих однопараметрических семейств поверхностей. Поверхности в параметрических семействах рассчитываются из условия преобразования освещающего пучка в плоский пучок заданного направления.

4) Разработан подход к анализу изображений на основе нечеткого поля направлений, которое обобщает понятие комплексного поля направлений и позволяет разрабатывать алгоритмы обработки и анализа изображений, содержащих сетчатые и древовидные структуры. Изображение описывается локально-структурной функцией, которая является функциональным обобщением комплексного поля направлений и поля пространственных частот. Метод нечеткого поля направлений был использован в задаче анализа медицинских диагностических изображений сосудов для автоматической трассировки, измерения толщины и обнаружения точек ветвлений.

5) Разработан метод локального всеерного преобразования (ЛВП) для определения направлений сосудов и выделения центральных линий сосудов на медицинских цифровых изображениях. Метод трехмерного ЛВП используется для восстановления структуры пространственного объекта (дерева сосудов) по малому числу рентгеновских ангиографических проекций с предварительным восстановлением пространственной структуры методом обратного проецирования.

6). Разработаны и исследованы методы и алгоритмы генерирования многомерных последовательностей случайных точек, свободные от корреляционных зависимостей между координатами. Методы синтеза генераторов случайных точек в многомерных пространствах базируются на решении многомерного аналога количественной формы

задачи Бореля рассматриваемой для «неканонических» фундаментальных областей, ассоциированных с представлением элементов полей алгебраических чисел в позиционных системах счисления с нецелыми основаниями.

7). В рамках развиваемого принципа согласованности оценок исследованы особенности согласованного оценивания модели управляемого объекта, связанные с требованием оперативности идентификации объекта в управляемой системе. Показана эффективность совместного использования показателей обусловленности и согласованности оценок при отборе данных для идентификации управляемого объекта. Предложена схема отбора данных, включающая предварительную проверку обусловленности информационной матрицы (по показателям диагонального преобладания и/или сопряженности с нуль-пространством) и последующее согласованное оценивание.

8). Осуществлена адаптация известного метода "обработки через распознавание" к задачам фильтрации и восстановления изображения, позволившая разработать общую схему и выделить основные шаги преобразования данных при синтезе и применении процедур восстановления изображений. В рамках разработанного метода решены следующие конкретные проблемы. Разработан новый метод формирования системы локальных признаков, описывающих форму изображения в скользящем окне обработки, позволяющей учесть априорную информацию о замкнутости класса изображений к локальным трансформациям (повороту и линейному преобразованию яркости) и обладающей низкой вычислительной сложностью. Разработаны новые методы синтеза одномерных и двумерных цифровых фильтров с конечными импульсными характеристиками, используемых при формировании признаков, основанные на аппроксимации заданной импульсной характеристики в классе последовательностей, обеспечивающих быструю рекурсивную реализацию фильтров.

9) Разлит подход к синтезу параллельных алгоритмов решения ленточных систем линейных алгебраических уравнений на основе метода встречных прогонок с применением функциональной декомпозиции. Аналитически и в ходе вычислительных экспериментов показана высокая эффективность такого подхода, позволяющая считать данный метод синтеза параллельных алгоритмов предпочтительнее ранее известных методов.

10) Исследовано двумерное кольцевое преобразование Радона (КПР), являющееся разновидностью усреднения по окружностям. Получены основные свойства этого преобразования и найдено обратное к нему преобразование. Установлена связь КПР с известным преобразованием Радона. Показано, что при изменении радиуса окружности, по которой происходит усреднение, существенно меняется вид КПР-образа. Введено в рассмотрение КПР n -го порядка и взвешенное КПР. Кольцевое преобразование Радона n -го порядка можно рассматривать как радиальное вейвлет-преобразование.

11) Разработаны методы и алгоритмы параллельной машинной арифметики, базирующиеся на представлении данных в канонических системах счисления в полях алгебраических чисел.

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

1). Компьютерная система ранней диагностики заболеваний на основе анализа изображений глазного дна внедрена в Московском государственном медико-стоматологическом университете, кафедра глазных болезней; ГУ МНТК "Микрохирургия глаза" им С.Н.Фёдорова, г. Москва; ООО "Офтальмодел", г.

Москва; а также в СГАУ в учебном процессе по курсу - «Методы и средства обработки медицинских изображений».

2). Разработана программа автоматического распознавания индексов (ПАРИ), которая ориентирована на использование в существующих и вновь создаваемых почтовых писемосортировочных машинах отечественного производства.

Функционально программа полностью заменяет применявшийся ранее в писемосортировочных машинах АПСМ МАП-3 блок распознавания. Модернизация позволит без значительных затрат повысить надежность и качество сортировки.

3) Компьютерная программа “LenRays” для лучевого анализа и синтеза многолинзовых систем с преломляющими поверхностями произвольного вида была внедрена на фирме «Oy Modines» (Финляндия).

4) В рамках контракта с компанией Hitachi Via Mechanics (США) разработано и внедрено программное обеспечение SimuLight для моделирования оптических систем, включающих дифракционные оптические элементы, и преобразования файлов из многоуровневого векторного литографического GDS-формата в наборы одноуровневых GDS-файлов. Кроме того, было разработано программное обеспечение GrateCalc для оптимизации дифракционных делителей пучка и последующей записи рассчитанного микрорельефа в файл GDS-формата.

5). Разработаны методы расчета некогерентных оптических систем, создающих заданную диаграмму направленности. На основе предложенных методов создан макетный образец стоп-сигнала для автомобиля на основе компланарного осветителя на криволинейной поверхности кузова. Макетный образец имеет толщину 15 мм, что на порядок меньше стандартных габаритов и позволяет увеличить полезный объем автомобиля. Созданное устройство предполагается внедрить на ОАО АВТОВАЗ.

б). На основе разработанного подхода, основанного на использовании принципа согласованности оценок, решена задача идентификации характеристик моделей, нагрузок на автомобиль при их испытаниях на роликовом стенде в автоматизированной системе управления испытаниями в условиях неопределенности.

3-20. Научно-организационная деятельность.

3. Тематика научных исследований

Количество тем, по которым проводились исследования, и количество законченных тем (в скобках) в отчетном году								
Всего	Президентских программ	Государственных научно-технических программ	Региональных	Гранты РФФИ	Зарубежные гранты	Международные проекты	Хоздоговора с российскими заказчиками	Соглашения с зарубежными партнерами
29(13)	3 гранта	7 (4)	-	9 (3)	-	-	5(2)	5(4)

1). Программа фундаментальных исследований Президиума РАН «Математическое моделирование и интеллектуальные системы» (480 тыс. руб.).

2). Программа фундаментальных исследований Президиума РАН. «Фундаментальные науки – медицине» (200 тыс. руб.).

3). Программа фундаментальных исследований Президиума РАН «Поддержка молодых ученых» (300 тыс. руб.).

- 4). Программа фундаментальных исследований ОИВТС РАН. (950 тыс. руб.).
- 5). ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития науки и техники на 2002-2006гг». Проект «Разработка новых технических решений по созданию перспективного технологического оборудования и приборов на основе использования элементов дифракционной оптики» (гос. контракт № 41.008.1.1.2758 от 31.01.2002г) (1000 тыс. руб.).
- 6). ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития науки и техники на 2002-2006гг». Проект «Математические и вычислительные методы обработки сигналов в компьютерной оптике» (гос. контракт № 37.011.1.1.0006 от 01.02.2002г) (435 тыс. руб.).
- 7). ФЦП «Интеграция науки и высшего образования России на 2002-2006 годы». Проект «Исследовательский университет высоких технологий» (договор Б0051/2 от 01.07.2004г) (280 тыс. руб.).
- 8). Грант РФФИ № 03-01-00109 (Фурсов В.А.) «Разработка теории идентификации моделей цветообразования, развитие и исследование методов и алгоритмов обработки цветных изображений» (126.7 тыс. руб.).
- 9). Грант РФФИ № 03-01-00642 (Храмов А.Г.) «Методы восстановления пространственной структуры древовидных объектов по малому числу наблюдаемых проекций» (126.7 тыс. руб.).
- 10). Грант РФФИ № 03-01-00736 (Чернов В.М.) «Неархимедовы методы в задачах обработки, анализа и распознавания многомерных сигналов» (84.5 тыс. руб.).
- 11). Грант РФФИ № 04-07-96500 (Попов С.Б.) «Параллельная вычислительная система моделирования и исследования процессов преобразования цвета при обработке и воспроизведении цветных изображений» (региональное Соглашение № 14Ф/2004) (80 тыс. руб.).
- 12). Грант РФФИ № 04-01-96507 (Глумов Н.И.) «Разработка и исследование математических методов, алгоритмов и информационных технологий компрессии цифровых изображений на основе иерархического представления данных» (региональное Соглашение № 4Ф/2004 от 08.04.2004г) (100 тыс. руб.).
- 13). Грант РФФИ № 04-07-90018 (Сойфер В.А.) «Развитие материально-технической базы для проведения исследований по области знаний 01» (800 тыс. руб.).
- 14). Грант РФФИ № 04-02-08094 (Сойфер В.А.) «Разработка методов расчета и способов изготовления алмазных дифракционных элементов для управления пучками технологических лазеров ИК-диапазона» (750 тыс. руб.).
- 15). Грант РФФИ № 04-07-90149 (Сойфер В.А.) «Создание распределенной системы координированного разделяемого использования динамических ресурсов при решении задач распознавания образов, обработки изображений и компьютерной оптики» (400 тыс.руб.).
- 16). Грант РФФИ № 04-01-96517 (Досколович Л.Л.) «Обратные задачи синтеза цветоделительных дифракционных оптических элементов и дифракционных решеток» (региональное Соглашение № Ф/2004) (100 тыс. руб.).
- 17). Грант Президента РФ для поддержки ведущей научной школы. Проект «Математическая теория дифракционной оптики и обработки изображений» (№ НШ-1007.2003.01) (350 тыс. руб.).
- 18). Грант Президента РФ для поддержки молодых российских ученых. Проект «Модовое уплотнение каналов передачи информации с использованием дифракционных оптических элементов» (№ МД-209.2003.01) (150 тыс. руб.).
- 19). Грант Президента РФ для поддержки молодых российских ученых. Проект «Обратные задачи синтеза многофункциональных дифракционных оптических элементов и дифракционных решеток» (№ МД-210.2003.01) (150 тыс. руб.).
- 20). Хоз.договор с Дирекцией по техническому развитию ОАО «АвтоВАЗ» (Тольятти) «Разработка и передача методологии проектирования и программного обеспечения для расчетов светосильных устройств малой глубины для автомобилей по САД/САЕ технологии» (№7107) (1500 тыс. руб.).

- 21). Хоз. договор с Дирекцией по техническому развитию ОАО «АвтоВАЗ» (Тольятти) «Изготовление макетного образца системы автоматического управления климатическим моторным стендом» (№ 7190) (1177 тыс. руб.)
- 22). Хоз. договор с Дирекцией по техническому развитию ОАО «АвтоВАЗ» (Тольятти) «Разработка и создание автоматизированной системы управления, сбора и обработки информации при выполнении экспериментов в аэродинамической трубе с климатической установкой» (№ 6524) (1600 тыс. руб.).
- 23). Хоз. договор с ИОНТ РАН (Москва) «Разработка градиентных методов решения обратных задач расчета дифракционных решеток в рамках электромагнитной теории» (№ 01/2004-И от 01.04.2004г) (200 тыс. руб.).
- 24). Хоз. договор с ООО «Офтальмодел» (Москва). «Разработка компьютерной системы анализа геометрических параметров сосудов» (№ 2/2004 от 01.09.2004г) (30 тыс. руб.).
- 25) Контракт с исследовательским центром ФИАТ (Орбассано, Италия) «Усовершенствование программного обеспечения «Quickdoe»» (№ 60411 068/F2) (180 тыс. руб.).
- 26). Контракт № 004/2004 от 24.09.2004г с фирмой Hitachi Via Mechanics (США) «Программное обеспечение для моделирования дифракционных оптических элементов на базе скалярной теории дифракции» (153 тыс. руб.).
- 27). Контракт № 005/2004 от 28.10.2004г с фирмой Hitachi Via Mechanics (США) «Программное обеспечение для расчета дифракционного делителя пучка в рамках скалярной теории дифракции» (87 тыс. руб.).
- 28). Контракт № Tri100904-A от 10.09.2004г с фирмой Oy Modines (Финляндия) «Анализ осуществимости и разработка математической модели оптических элементов, коллимирующих излучение светодиода LA W5SF» (72 тыс. руб.).
- 29). Контракт № Tri100904-A1 от 08.10.2004г с фирмой Oy Modines (Финляндия) «Анализ решетки Брегга и дифракционного рельефа на криволинейной поверхности, коллимирующих излучение светодиода LA W5SF» (126 тыс. руб.).

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

1) В Московском государственном медико-стоматологическом университете и на ООО «Офтальмодел» (Москва) внедрена компьютерная система автоматического измерения геометрических параметров сосудов на цифровых изображениях глазного дна. Получен патент РФ на «Способ диагностики ранних стадий диабетической ретинопатии», Патент РФ на изобретение № 2235496 от 10.09.2004 по заявке № 2003110159/14(010867) от 10.04.2003г.

2) В ОАО «АвтоВАЗ» (Тольятти) внедрено программное обеспечение для расчетов светосильных устройств малой глубины для автомобилей по САД/САЕ технологии. Получен патент РФ на «Способ изготовления дифракционных оптических элементов». Патент на изобретение № 2231812 от 27 июня 2004 года по заявке № 2002113347/28(014041) от 21.05.2002. Бюл. № 18.

5. Связь с отраслевой и вузовской наукой:

- В Самарском государственном аэрокосмическом университете (СГАУ) на факультете информатики на кафедрах технической кибернетики и геоинформатики, а также в Институте компьютерных исследований сотрудники ИСОИ РАН читают лекции, ведут практические и лабораторные занятия, руководят курсовым и дипломным проектированием.

- Сотрудники ИСОИ РАН принимают участие в НИОКР, выполняемых в ЗАО "Самара-Информспутник", ЗАО "Компьютерные технологии" и ООО «Оптика».
- Выполняется тема в рамках ФЦП «Государственная поддержка интеграции высшего образования и фундаментальной науки на 2002-2006гг». «Исследовательский университет высоких технологий».
- Выполняется совместно со СГАУ международный грант CRDF SA-014-02 «Научно-образовательный центр математических основ дифракционной оптики и обработки изображений».

6. В Институте коммерческих структур нет.

7. Изменения в структуре Института не проводились.

8. Основные направления научных исследований.

- Фундаментальные проблемы компьютерного синтеза дифракционных оптических элементов с широкими функциональными возможностями, математическое моделирование процессов управления пространственно-временными параметрами волновых полей.
- Математические методы, информационные технологии и автоматизированные системы обработки сигналов, анализа изображений и распознавания образов.

9. Общее количество работающих.

Всего на 01.12.2004г – 93 человека, в том числе, штатных - 53 , совместителей - 40.

10 Количество научных сотрудников.

Всего научных сотрудников на 01.12.04г - 44 человека (штатных докторов наук – 10, кандидатов наук – 18, аспирантов - 9), в том числе, штатных научных сотрудников - 26, совместителей - 18 . Доктора наук: Сойфер В.А., Казанский Н.Л., Котляр В.В., Сергеев В.В., Фурсов В.А., Чернов В.М., Волков А.В., Досколович Л.Л., Хонина С.Н., Павельев В.С.

11. Количество монографий, опубликованных в 2004г.

Монографий нет.

12. Количество статей, опубликованных в 2004 году.

118 публикаций: 22 статьи, 4 патента и 92 доклада на конференциях .

13. Количество кандидатских и докторских диссертаций, защищенных в 2004г.

Защищено 5 кандидатских диссертации: Личманов М.А., стажер-исследователь; Алиев М.В., стажер-исследователь; Колпаков В.А., м.н.с.; Куприянов А.В., м.н.с., Чернов А.В., м.н.с.

14. Название организованных конференций и выставок.

- Четвертый Международный научно-практический семинар и Всероссийская молодежная школа по высокопроизводительным параллельным вычислениям, 30 сентября – 2 октября 2004г, Самара.

- Вторая летняя школа молодых ученых по дифракционной оптике и обработке изображений, 17-18 июня 2004г, Самара.

15. Международные контакты в 2004г.

1) Командировки за рубеж – внс Досколович Л.Л. (2 месяца в Италии, Турин, Исследовательский центр ФИАТ), внс Хонина С.Н. (1 месяц в Финляндии, Йоенсуу, Университет Йоенсуу), внс Павельев В.С. (1 неделя , Германия, Дортмунд, на фирме «Лисоченко Микрооптика». Участие в международных конференциях: снс Скиданов Р.В. и внс Павельев В.С. сделали два доклада на европейском конгрессе по фотонике, 26-30 апреля 2004г в Страсбурге, Франция; внс Хонина С.Н. сделал доклад на финской конференции по оптике, 6-7 мая в Турку, Финляндия; г.н.с. Чернов В.М. сделал два доклада на европейском математическом конгрессе, 27 июня-2 июля 2004 в Стокгольме, Швеция; стажер-исследователь Никоноров А.В. сделал доклад на Международном конгрессе по вычислительным методам, 24-28 июля 2004г в Финляндии; внс Фурсов В.А. сделал доклад на Международной конференции по телекоммуникационным технологиям, 14-17 августа 2004г в Остине, США; снс Храмов А.Г. докладывал на 17 Международной конференции по распознаванию образов, 23-26 августа 2004г в Кембридже, Англия; мнс Куприянов А.В. сделал доклад на Международной конференции по цифровым медицинским изображениям, 26-30 сентября 2004г в Рене-Сан Мало, Франция; г.н.с. Чернов В.М. и с.н.с. Мясников В.В. сделали два доклада на Международной конференции по компьютерной графике, 22-24 сентября 2004г в Варшаве, Польша.

2) Участие в международных конференциях.

- 17th Int. Conf. on Pattern Recognition (ICPR-2004), Cambridge, UK, 23-26 Aug.2004.
- Optics Days, 6-7 May 2004, Turku, Finland.
- International Conference on Computing, Communications and Control Technologies: CCCT'2004, August 14-17, 2004 - Austin, Texas, USA.
- Международная конференция «Лазеры, Измерения, Информация», 23-24 июня 2004, С.Петербург
- 4th European Congress on Computational Methods in Applied Sciences and Engineering, 24-28, July, 2004, Jyvaskyla, Finland.
- 4th Euroean Congress of Mathematics, 27 June-2 July, 2004, Stockholm, Sweden.
- Международная конференция «Распределенные вычисления и Грид-технологии в науке и образовании». 29 июня - 2 июля 2004 г., г. Дубна.
- Int. Congr. «Photonics Europe», 26-30 April, 2004, Strasbourg, France.
- Пятая международная конференция "Интеллектуализация обработки информации" (ИОИ'2004), 14-19 июня 2004 года, Украина.
- 7th International Conference on Medical Image Computing and Computer Assisted Intervention (MICCAI 2004-Conference), Rennes - Saint-Malo, France , September, 2004.
- Международный форум по голографии Экспо-2004, 19-22 октября 2004, Москва.
- 7th Int. Conf. on Pattern Recognition and Image analysis, PRIA-7-2004, 18-23 October 2004, St. Petersburg.
- Int. Conf. on Computer Vision and Graphics, 22-24 September 2004, Warsaw, Poland.

3) Участие в выставках:

- Международная специализированная выставка по микро и нанотехнологиям “MNTECH-2004”, Москва, 8-10 декабря 2004 года. Прибор для контроля

чистоты поверхности подложек. Программное обеспечение по компьютерной оптике.

- Международная ярмарка технологических инноваций "BRASILEC-2004", 17-20 ноября 2004 года (г. Сан-Паулу, Бразилия). Компьютерная система ранней диагностики глазных заболеваний на основе анализа изображений глазного дна. Программный комплекс сжатия цифровых растровых изображений "ИСИ-компрессор".
- «Промышленный салон», Самара, 12-15 октября 2004. Система технического зрения для регистрации железнодорожных составов цистерн. Программное обеспечение для расчета дифракционного микрорельефа оптических элементов.

16. Общие сведения об институте.

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

Телефон: (8462) 325620

Факс: (8462) 322763

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.

ОКБ Микротехнология, нач. Волков Алексей Васильевич, д.т.н., доцент.

17. Аспирантуры и специализированных советов при институте нет.

18. Информация о наградах.

2 Государственные премии РФ для молодых ученых за выдающиеся работы в области науки и техники (внс Павельев В.С. и снс Головашкин Д.Л.) и 3 Губернских премии в области науки и техники (снс Храмов А.Г., снс Ильясова Н.Ю. и снс Глумов Н.И.), грант Благотворительного фонда содействия отечественной науке (снс Головашкин Д.Л.), 2 гранта для молодых преподавателей от Благотворительного фонда В. Потанина (к.т.н. Гашников М.В., к.т.н. Мясников В.В.).

19. Занимаемые площади.

Институт не имеет своих площадей и не сдает площади в аренду. Арендуемая площадь: общая – 584 кв.м., в том числе для исследований – 414 кв.м.

20. Источники и объемы финансирования в 2004г в тыс. руб.

Базовое финансирование РАН – 3449

Программы РАН - 1830

Базовое финансирование РАН (оборудование) - 10733

Программы Миннауки РФ – 1435

Программы Миннауки РФ (оборудование) - 3600

Гранты РФФИ – 2568

Гранты Президента РФ - 650

Хоздоговора – 4507
Заказы и контракты зарубежных организаций – 540
Всего – 29312

Директор ИСОИ РАН,
член-корреспондент РАН

Сойфер В.А.

7 декабря 2004г