

ОТЧЕТ

Института систем обработки изображений РАН
за 2007 год

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

- 1) Теоретически предсказано усиление магнитооптического эффекта для системы, содержащей одну или две металлических дифракционных решетки и однородный намагниченный диэлектрический слой. Для указанных структур рассчитаны спектры пропускания и угла вращения плоскости поляризации (эффект Фарадея). Определены условия, при которых системы обладают на порядок большим эффектом Фарадея по сравнению с однородным намагниченным слоем.
- 2) Дифракция плоской волны на спиральной фазовой пластинке впервые описана с помощью конечной суммы функций Бесселя. Причем, если топологический заряд пластинки равен N (четное), то число слагаемых в сумме будет равно $(N-2)/2+3$. Для спиральных фазовых пластинок с четными (нечетными) номерами в сумме содержатся функции Бесселя только с четными (нечетными) номерами. С помощью спиральной фазовой пластинки и аксикона, изготовленного по технологии фотолитографии, был сформирован кольцевой вихревой пучок радиуса 75 микрон, в котором одновременно вращались 10 полистиролловых частиц диаметром 5 микрон.
- 3) Для решения уравнений Максвелла методом конечных разностей предложена универсальная сеточная область с циклическими граничными условиями и тремя объединенными поглощающими слоями, вместо трех стандартных сеточных областей с электрической и магнитной стенками на границе, циклическими условиями и восьмью поглощающими слоями. Универсальная сеточная область позволяет моделировать распространение лазерного излучения через дифракционные решетки с неограниченной апертурой и оптические микроэлементы с ограниченной апертурой, и допускает применение эффективных векторных алгоритмов решения разностных уравнений.
- 4) Разработаны новые алгоритмы и создана программная система стеганографического встраивания в изображения и извлечения из изображений специальных двумерных объектов-маркеров ("цифровых водяных знаков" - ЦВЗ). В основе разработки алгоритмов лежит сочетание нового математического аппарата - теории систем счисления в алгебраических структурах специального вида - с традиционными методами спектрального анализа и фильтрации цифровых изображений. Разработанные алгоритмы, с одной стороны, позволяют повысить устойчивость ЦВЗ к искажениям изображений (в том числе преднамеренным), с другой стороны, дают возможность извлечения ЦВЗ, встроенный в изображение с помощью почти любого известного (запатентованного в России и за рубежом) алгоритма.
- 5) Представлен новый асимптотический метод решения задачи дифракции света на дифракционных оптических элементах с зонной структурой. Метод включает строгое решение задачи дифракции на периодической структуре с периодом сравнимым с длиной волны и асимптотический подход к расчету поля за дифракционным оптическим элементом (ДОЭ). Получено решение задачи дифракции на эталонной квазипериодической структуре, сочетающей в себе функции

дифракционной решетки и дифракционной линзы. На основе решения эталонной задачи получена простая аппроксимация для поля непосредственно за ДОЭ. Получено распределение интенсивности в фокальной плоскости фокусатора в кольцо в рамках электромагнитной теории. Размер оптического элемента составляет 100 длин волн.

- 6) Разработан и исследован метод построения классификаторов для распознавания лиц на основе показателей сопряженности вектора образа распознаваемого объекта со столбцовым пространством и нуль-пространством матриц, составляемых из векторов признаков классов, характеризующих множество объектов. Признаковое пространство образовано множеством векторов так называемых собственных лиц. Получены сравнительные оценки вычислительной сложности при применении указанных показателей сопряженности. Выработаны рекомендации по их применению при различных размерностях векторов признаков и обучающих выборок.
- 7) Разработан метод цветотекстурного анализа, основанный на вычислении характеристик многомерного распределения вероятности интенсивностей цветовых компонент. Введено понятие цветного изображения, как реализация марковского случайного поля с заданной окрестностью. Для проведения исследований был разработан алгоритм, основанный на построении моделей марковских случайных полей, применяемый для моделирования цветотекстурных изображений с заранее заданными характеристиками. Вычисление признаков базируется на оценке параметров случайного поля.
- 8). Осуществлена формализация математического аппарата многомерных полей направлений. Разработаны методы формирования трехмерного поля направлений на основе пространственных изображений. Произведена формализация определения поля направлений и расширение на многомерный случай. Вследствие невозможности представления многомерного поля направлений в виде группы с ассоциативной операцией сложения введена система n -арных операций, обладающих свойством ассоциативности. Предложены методы формирования трехмерного поля направлений с использованных направленных вейвлетов.

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

- 1) Предложен метод формирования антиотражающих структур на торцах галогенидных ИК – волноводов. Метод основан на переносе субмикронного микрорельефа, сформированного с помощью технологии литографии на стеклянной матрице, на торец волновода с помощью горячей штамповки. Экспериментальное исследование созданных антиотражающих структур показало эффективность такого подхода к снижению потерь энергии на френелевское отражение. В частности, нанесение антиотражающих структур на оба торца волокна позволило увеличить пропускание образца в эксперименте на 18%. Изготовлен макетный образец полуавтоматической установки для формирования дифракционного микрорельефов (или антиотражающей структуры) на торце галогенидного волокна. Поликристаллические галогенидные волокна ИК-диапазона, будут использоваться в ИК-спектроскопии и задачах лазерной технологии. Потенциальные заказчики – фирма "ВТ-Фотоникс" (г. Москва) и ФГУП "ПО" Старт" (г. Заречный).

2) Разработана компьютерная технология выделения лейкоцитов на изображениях препарата крови, основанная на анализе изображений в цветовом пространстве HSL для решения задачи автоматизации общеклинического анализа крови. Проведенный анализ и экспериментальные исследования показали, что использование данной технологии для выделений ядер и цитоплазмы лейкоцита на изображениях препаратов крови позволяет уменьшить влияние вариабельности окраски мазка и зависимости от условий съемки.

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

- 1) Программа Президиума РАН «Поддержка инноваций и разработок» (1000000 руб.).
- 2) Программа Президиума РАН «Поддержка молодых ученых» (850000 руб.)
- 3) Программа фундаментальных исследований Президиума РАН и Отделений РАН «Новые физические и структурные решения в инфотелекоммуникациях» (3 проекта) (1775000 руб.).
- 4) Грант РФФИ № 05-08-50298 «Оптический захват и управление движением микрообъектов в мехатронике и робототехнике на основе применения дифракционных оптических элементов» (Котляр В.В.) (250000 руб.).
- 5) Грант РФФИ № 06-01-00616 "Методы синтеза параллельно-рекурсивных алгоритмов локального вейвлет-анализа цифровых сигналов" (Мясников В.В.) (151000 руб.).
- 6) Грант РФФИ № 06-08-01024 «Развитие теории адаптивных цифровых систем управления с эпизодической идентификацией объекта и построение алгоритмов, управляющих цветовоспроизведением в полиграфических комплексах офсетной печати» (Фурсов В.А.) (380000 руб.).
- 7) Грант РФФИ № 06-01-00722 "Разработка новых методов анализа многомерных сигналов, базирующихся на теории систем счисления в алгебраических структурах" (Чернов В.М.) (151000 руб.).
- 8) Грант РФФИ № 06-07-08006 «Компьютерная технология диагностического анализа офтальмологических изображений» (Ильсова Н.Ю.) (500000 руб.).
- 9) Грант РФФИ № 06-07-08074 «Оптимизация микро- и нанорельефа в задачах формирования и анализа поперечно-модового состава излучения» (Сойфер В.А.) (900000 руб.).
- 10) Грант РФФИ № 07-01-97606 "Анализ влияния субволновых технологических погрешностей изготовления на работу оптического элемента". (Головашкин Д.Л.) (100000 руб.).
- 11) Грант РФФИ № 07-01-96602 (Досколович Л.Л.) (150000 руб.).
- 12) Грант РФФИ № 07-07-97601 (Казанский Н.Л.) (500000 руб.).
- 13) Грант РФФИ № 07-08-96611 (Куприянов А.В.) (150000 руб.).
- 14) Грант РФФИ № 07-07-91580 (Сойфер В.А.) (400000 руб.).
- 15) Грант РФФИ № 07-07-00210 (Сойфер В.А.) (700000 руб.).
- 16) Грант РФФИ № 07-07-97600 (Хонина С.Н.) (650000 руб.).
- 17) Грант РФФИ № 07-07-97603 "Информационные технологии создания региональной инфраструктуры геопространственных данных" (Чернов А.В.) (650000 руб.).
- 18) Грант РФФИ № 07-07-97610 "Разработка фундаментальных принципов синтеза и оптимизации алгоритмов обработки многомерных сигналов/изображений" (Чернов В.М.) (500000 руб.).

- 19) Грант РФФИ № 07-01-96612 "Многоуровневые алгебро-арифметические методы синтеза параллельных алгоритмов машинной арифметики и спектрального анализа сигналов" (Чичева М.А.) (150000 руб.).
- 20) Грант РФФИ № 07-07-08021 (Козин Н.Е.) (17000 руб.).
- 21) Грант РФФИ № 07-02-12134 (Павельев В.С.) (800000 руб.).
- 22) Грант РФФИ № 07-01-12070 "Разработка новых информационных технологий компрессии многомерных сигналов" (Сергеев В.В.) (700000 руб.).
- 23) Грант РФФИ № 07-07-08046 (Куприянов А.В.) (30000 руб.).
- 24) Грант РФФИ № 07-07-08041 (Фурсов В.А.) (40000 руб.).
- 25) Грант Президента для молодого доктора наук (МД-5303.2007.9) по теме «Разработка математических методов моделирования влияния неоднородностей оптических волноводов в задаче построения оптоволоконных датчиков физических величин» (Павельев В.С.) (250000 руб.).
- 26) Договор с Министерством образования и науки Самарской области (№ 57 от 15.03.2007 г.) о субсидиях на выплату грантов РФФИ (450000 руб.).
- 27) Договор с Министерством образования и науки Самарской области (№ 264 от 20.12.2006 г.) о субсидиях на выплату грантов РФФИ (4950000 руб.).
- 28) Губернский грант по проекту «Методика экспериментального исследования цепных субатомных реакций» (Ратис Ю.Л.) (150000 руб.).

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

- 1) Договор с ООО «АВТОВАЗ» (доп. согл. № 4540 от 03.07.06 г.) по теме «Разработка программного обеспечения для системы управления электромагнитными полями в большой ТЕМ-камере» (Сойфер В.А.) (786000 руб.).
- 2) Контракт с в/ч 33825 (№ 103-СЗ-06 от 01.11.2006 г.) "Исследование путей анализа и восстановления специальных изображений, нанесенных цифровыми способами печати" (Сойфер В.А.) (3194100 руб.).
- 3) Контракт № 01/2007 с фирмой Oy Modines (Хельсинки, Финляндия) «Исследование эффективности вывода излучения с помощью решеток с пилообразной структурой в зависимости от толщины световода» (С.Н. Хонина) (155250 руб.).
- 4) Контракт № 02/2007 с фирмой Oy Modines (Хельсинки, Финляндия) «Расчет коллимирующей оптической структуры с воздушными отверстиями для трех светодиодов при вводе излучения в волновод, толщиной 0.5 мм» (С.Н. Хонина) (105000 руб.).
- 5) Контракт № 03/2007 с фирмой Luminitt LLC (Торранс, Калифорния, США) «Исследование по расчету корректирующей части осветительного устройства, содержащего линейку из 23-х ламбертовских светодиодов белого света, для ввода излучения в плоский световод 100x100x8 мм» (В.В. Котляр) (85000 руб.).

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

- 1) Договор со СГАУ (№ 4-07С от 12.03.2007 г.) по теме «Разработка методов синтеза и исследования дифракционных оптических элементов, формирующих многомодовые лазерные пучки для управления микромеханическими устройствами» (Казанский Н.Л.) (1000000 руб.).
- 2) Гос. контракт со СГАУ (№ НП2007(2)1-НИР от 25.06.2007) по теме «Разработка программных средств управления вычислительным процессом при космическом мониторинге для оценки экономического потенциала агропромышленного комплекса Самарской области» (Казанский Н.Л.) (495600 руб.).

- 3) Договор со СГАУ (№3-07с от 01.03.2007 г.) по теме «Расчет и компьютерное моделирование фотошаблонов для синтеза макетных образцов фокусаторов в отрезок и кольцо» (Казанский Н.Л.) (60000 руб.).
- 4) ИСОИ РАН активно участвует в выполнении национального проекта «Образование», являясь участником инновационной образовательной программы «Развитие центра компетенции и подготовки специалистов мирового уровня в области аэрокосмических и геоинформационных технологий», головным исполнителем которой является Самарский государственный аэрокосмический университет.
- 5) В Самарском государственном аэрокосмическом университете (СГАУ) на факультете информатики на кафедрах технической кибернетики и геоинформатики, а также в Институте компьютерных исследований и Институте фундаментальных наук при СГАУ сотрудники ИСОИ РАН читают лекции, ведут практические и лабораторные занятия, руководят курсовым, дипломным проектированием студентов и диссертационными работами аспирантов.
- 6) ИСОИ РАН активно участвует в выполнении Российско-американской программы «Фундаментальные исследования и высшее образование» (грант американского фонда гражданских исследований – CRDF RUXO-014-SA-06). В рамках данной программы в Самарском государственном аэрокосмическом университете создан научно-образовательный центр «Математические основы дифракционной оптики и обработки изображений».

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

Для проведения инновационной деятельности учеными ИСОИ РАН создано 6 коммерческих фирм: ООО «Оптика», ООО «Компланар», ООО «КВК», ЗАО «Компьютерные технологии», ЗАО «Самара-информспутник», ООО «Митэкс».

7. Научно-организационная деятельность.

В ходе Реализации совместного приказа Минобрнауки России, Минздравсоцразвития России и РАН № 273/745/68 от 03.11. 2006 принято Положение «О порядке расчета индивидуальных показателей результативности научной деятельности научных работников ИСОИ РАН» (протокол общего собрания научных сотрудников № 1-07 от 27 марта 2007 г.) и утверждены показатели результативности научной деятельности (ПРНД) научных сотрудников ИСОИ РАН на 2007 год (выписка из протокола заседания ученого совета № 4-1 от 25 июня 2007 г.).

8. Основные направления научной деятельности.

1) Компьютерная оптика, нанофотоника, оптические информационные технологии и системы.

2) Системы анализа изображений и распознавания образов, геоинформационные технологии.

9. Общее количество работающих на 01.12.2007 г., отдельно штатных и совместителей.

Всего - 97, из них штатных - 61, совместителей - 36 .

10. Количество научных сотрудников на 01.12.2007 г. (в том числе количество докторов и кандидатов наук, аспирантов), фамилии докторов наук, отдельно штатных и совместителей.

Всего научных сотрудников - 54, докторов - 14, кандидатов - 20, аспирантов - 15 .
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., Храмов А.Г., Головашкин Д.Л., Скиданов Р.В., Фурсов В.А.
Доктора наук совместители: Соيفер В.А.

11. Количество монографий, опубликованных в 2007 г., их названия и авторы.

1) «*Methods for Computer Design of Diffractive Optical Elements*» edited by V.A. Soifer, Tianjin Science & Technology Press, Tianjin, 2007, 570 p. (in Chinese).

2) «Дифракционная компьютерная оптика», под ред. Соифера В.А., 6.5 п.л., М., Физматлит, 2007.

12. Количество статей, опубликованных в 2007 году.
63.

13. Количество кандидатских и докторских диссертаций, защищенных в 2007 году, фамилии и должности защитившихся.

1 кандидатская (стажер-исслед. Белов А.М.) и 2 докторских (с.н.с. Скиданов Р.В., с.н.с. Головашкин Д.Л.).

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

Организована и проведена пятая летняя школа молодых ученых по дифракционной оптике и обработке изображений, 6 июля 2007 г., г. Самара.

15. Международные контакты в 2007 году (командировки за рубеж, прием иностранных ученых, участие в конференциях).

1) Командировки за рубеж:

- Хонина С.Н. (Университет Йоеенсуу, 28 апреля-1 июня 2007, Финляндия).

- Хонина С.Н. (фирма Модинес, Финляндия, 28 января-2 февраля и 29 октября по 3 ноября 2007 года).

- Фурсов В.А., Казанский Н.Л., Попов С.Б. (Техасский технический университет, 14-23 октября 2007, США).

- Досколович Л.Л., (фирма Techno-Pacific Corp., г. Иокогама, Япония, 10-19 ноября 2007 г.).

- Казанский Н.Л., Павельев В.С., Волков А.В., Дьяченко П.Н. (фирма Laser Zentrum Hannover, г. Ганновер, Германия, 11-18 ноября 2007 г.).

1) Участие в конференциях:

- Сергеев В.В., Чернов В.М. «7-ой немецко-российский семинар «Распознавание образов и понимание изображений OGRW-7-2007» (19 мая-26 августа 2007 года, Эттинген, Германия).

- Козин Н.Е. «Международная конференция по машинному обучению и извлечению информации MLDM-2007» (15-23 июля 2007, Лейпциг, Германия).

- Соифер В.А., Казанский Н.Л., Котляр В.В., Карпеев С.В., Скиданов Р.В., Сергеев В.В., Головашкин Д.Л., Досколович Л.Л., Павельев В.С. «Китайско-российский семинар по дифракционной оптике» (15-26 мая 2007 года, г. Сиань, Пекин, Китай).

- Чернов В.М. «Workshop on Finsler Geometry and its Applications» (27 мая-4 июня 2007 г., Балатонфельдвар, Венгрия).

- Фурсов В.А. «Advanced Video and Signal based Surveillance, AVSS-2007» (5-7 сентября 2007, Лондон).

-Куприянов А.В. Международная конференция EUSIPCO-2007 (2-8 сентября 2007, Познань, Польша).

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.

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

17. Аспирантуры и специализированных советов при институте нет.

18. Информация о наградах, присужденных сотрудникам в 2007 году.

Наград нет.

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 2007 году.

Базовое финансирование РАН – 9696000 руб.

Программы РАН - 4625000 руб.

Гранты РФФИ, Президента РФ и губернские – 19146367 руб.

Хоздоговора и контракты – 6025889 руб.

Всего – 39493256 руб.

21. Иллюстративный материал к результату № 1 из раздела 2:

Изготовлен макетный образец полуавтоматической установки для формирования дифракционного микрорельефов (или антиотражающей структуры) на торце галогенидного волокна. Общий вид макетного образца представлен на рисунках 1 и 2.

С помощью созданного макетного образца установки получены микрорельефы на торцах галогенидных ИК – волноводов, в том числе осесимметричные структуры (рис.3, 4).

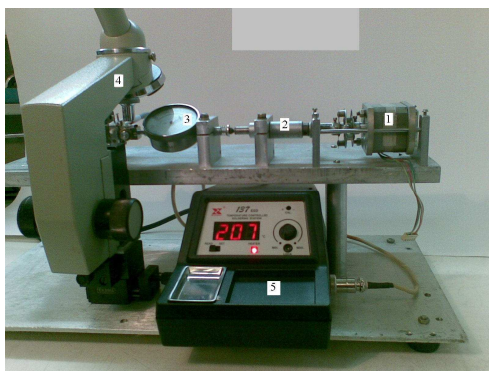


Рис. 1

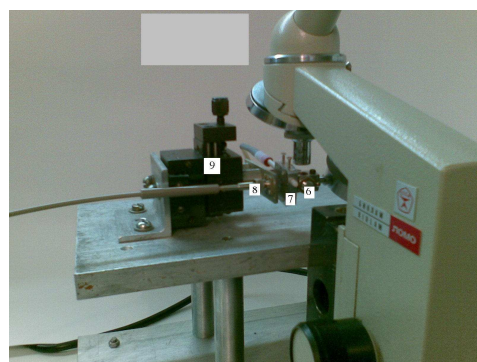


Рис. 2.

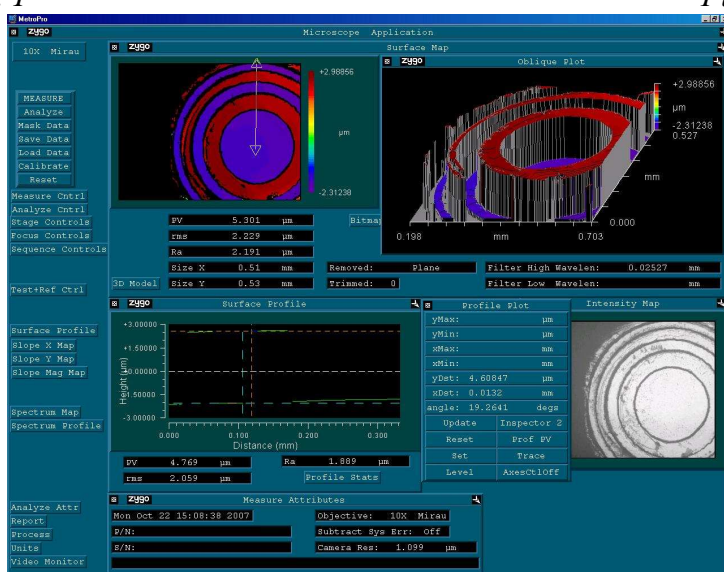


Рис. 3. Осесимметричная структура (бинарная линза) на торце галогенидного ИК – волновода

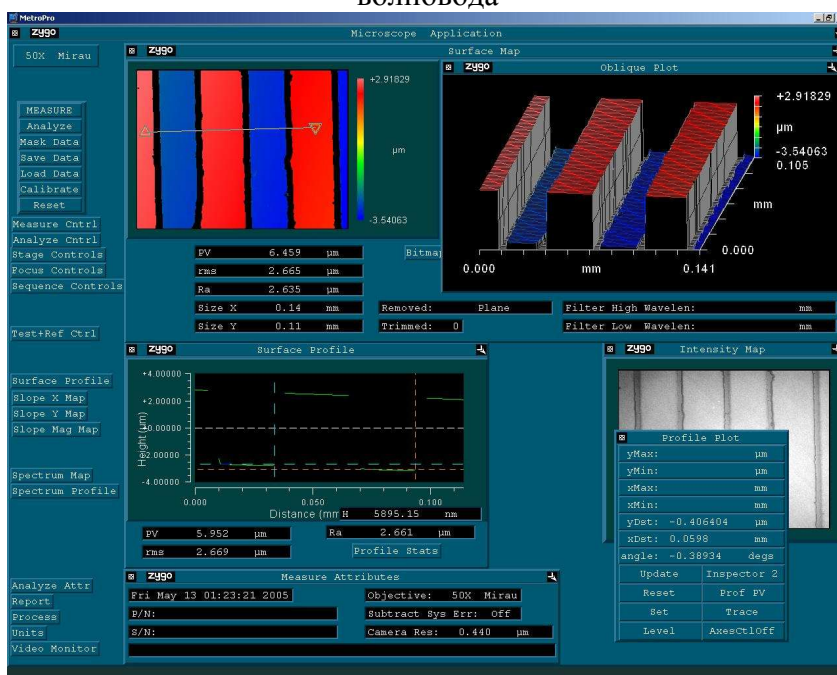


Рис. 4. Дифракционная решетка на торце галогенидного ИК – волновода