

**Резюме проекта, выполняемого в рамках ФЦП
«Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 – 2020 годы»
по этапу №1**

Номер Соглашения о предоставлении субсидии: 14.579.21.0066

Тема: «Создание электрооптических градиентных тонкоплёночных структур для прецизионной оптики и аналитического приборостроения»

Приоритетное направление: индустрия наносистем и материалы

Критическая технология: технологии наноустройств и микросистемной техники; компьютерное моделирование наноматериалов, наноустройств и нанотехнологий; технологии создания электронной компонентной базы и энергоэффективных световых устройств.

Период выполнения: 23.10.2014 г. – 31.12.2016 г.

Получатель: ООО «НПК Фотрон-Авто»

Индустриальный партнер: ООО «Центр прогрессивных автотранспортных технологий»

Ключевые слова: тонкие плёнки, интерференционные системы, наноструктурированная плёнка, градиент структуры, 3D градиентные диэлектрические структуры, компьютерное моделирование, магнетронное распыление, электрооптический материал, актюатор

1 Цель проекта

Целями проекта являются:

- разработка технологии получения многослойных электрооптических градиентных тонкоплёночных структур (далее ЭГТС), предназначенных для создания прецизионных оптических приборов с перестраиваемыми (подстраиваемыми) непосредственно в работе характеристиками под действием внешнего электрического поля и создание на основе ЭГТС новых перспективных приборов для прецизионной оптики и аналитического приборостроения.

- разработка высоко востребованных перспективных ЭГТС:

- гиперширокоспектральных (ВИД+ИК: $\lambda_k - \lambda_n > 10\lambda_n$);
- широкоугольных ($\Delta\alpha > 0,3$);
- с глубокой модуляцией спектральных характеристик ($R_1 > 99,9\%$; $R_2 < 0,1\%$);
- адаптивных, обеспечивающих расширение функций, повышение надежности, быстродействия оптических элементов;

- разработка оптико-аналитических приборов с ЭГТС, обеспечивающих:

- увеличение энергетической эффективности на 30 ... 40%;
- повышение чувствительности на 15 ... 20 %;
- снижение массо-габаритных характеристик;

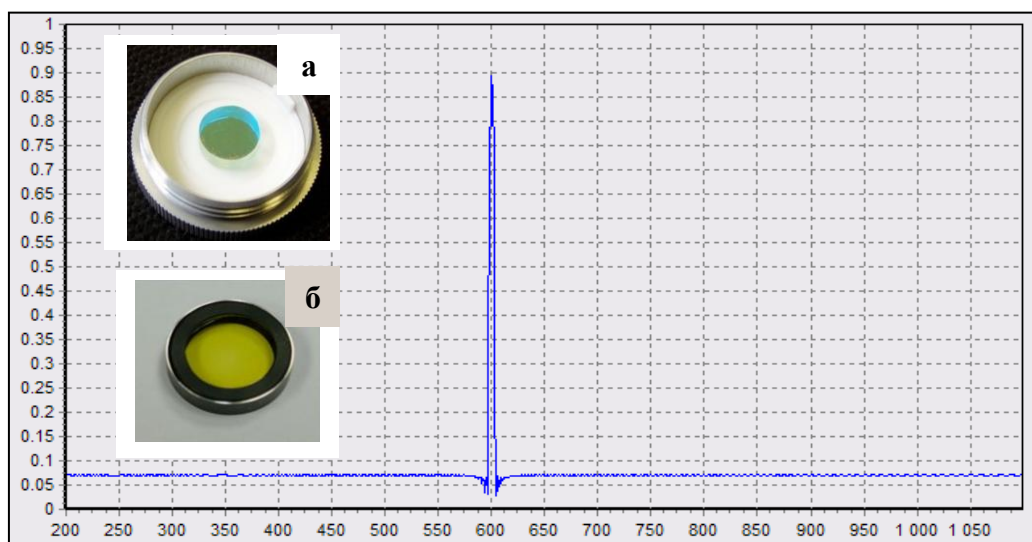
и позволяющих достичь

- импортозамещение в области прецизионной оптики и аналитического приборостроения.

2 Основные результаты проекта

Выполнен прогноз развития прецизионной оптики для приборов различных отраслей промышленности и социальной сферы. Показана высокая актуальность и значительная потребность планируемых к разработке ЭГТС. Разработаны принципы конструирования и выполнены теоретические исследования ЭГТС. Разработаны математическая модель ЭГТС и алгоритмы синтеза их структуры по требуемым техническим характеристикам. Проведённое компьютерное моделирование ЭГТС позволило выбрать оптимальные параметры конструкций ЭГТС, исследовать возможности перестройки (подстройки) конструкций ЭГТС in work (в работе). Разработана лабораторная технология изготовления ЭГТС методом магнетронного распыления с лазерным и ионным асситированием.

Разработанные конструкции ЭГТС имеют характеристики, указанные в п.1. Так перестраиваемый интерференционный тонкоплёночный фильтр, п. 4.2.1 ТЗ, (ЭГТС ИФ), имеет свойства гиперширокоспектральности и широкоугольности (см. рисунок).



- спектральная селективность $\Delta\lambda = 10 \text{ \AA}$;
- максимальный коэффициент передачи $T > 70\%$;
- рабочий спектральный диапазон: видимый, ближний ИК, средний ИК;
- термический уход настройки $\Delta\lambda \sim 0.1 \text{ \AA/K}$; без систем термостабилизации;
- время жизни: годы без систем вибро- и термостабилизации;
- зона заграждения $\Delta\lambda_{\text{загр}} \geq 5\lambda_{\text{лев}}$;
- диапазон рабочих углов $\Delta\alpha > 0.2$.

Разработанный фильтр (а) значительно превосходит по интегральному коэффициенту передачи, эксплуатационной устойчивости и массогабаритным характеристикам применяемые в настоящее время голографические фильтры (б). Разработанный ЭГТС ИФ наглядно демонстрирует преимущества ЭГТС.

Разработанные технические решения, касающиеся конструкций ЭГТС, способа контроля характеристик ЭГТС ИФ при изготовлении не имеют мировых аналогов и будут оформлены как «ноу-хау» предприятия.

На первом этапе были выполнены анализ и прогноз развития прецизионной оптики и аналитического приборостроения. В Российской Федерации разработка ЭГТС и функциональных элементов прецизионной оптики и аналитического приборостроения на их основе не ведётся. За рубежом разработку некоторых видов ЭГТС ведутся в крупнейших технологических фирмах, в том числе, Sun coating Inc. (США), INFICON (Германия) HAUSER TECHNO COATING (Нидерланды). Состояние разработок в этой области за рубежом (см., на пример, материалы 14th International Conference on Plasma Surface Engineering, September 15 - 19, 2014, in Garmisch-Partenkirchen, Germany) позволяет сделать вывод

о том, что промышленное производство ЭГТС будет, видимо, запущено в 2019 – 2022 г.г. Следовательно, предлагаемый проект является опережающим мировой уровень на 5 – 7 лет.

3 Охраноспособные результаты интеллектуальной деятельности (РИД), полученные в рамках прикладного научного исследования и экспериментальной разработки

В результате выполнения работ по этапу не было получено охраняемых результатов интеллектуальной деятельности.

4 Назначение и область применения результатов проекта

Наиболее широко приборы на основе ЭГТС найдут применение в аэрокосмической отрасли, в связи, в аналитическом приборостроении, медицине.

Для системы ГЛОНАСС потребуется создать около 50 млн. навигационных приборов. В целом объем выпуска изделий микрооптоэлектронной техники для производства такой аппаратуры составит 50-70 млн. долларов в год. Разрабатываемые в проекте перестраиваемый узкополосный интерференционный фильтр (п. 4.2.1а ТЗ), перестраиваемое тонкоплёночное интерференционное зеркало с коррекцией фазы (4.2.1в ТЗ) предназначены для применения в навигационных приборах ГЛОНАСС.

Для внедрения в стране европейской системы цифрового телевизионного вещания (решение принято Правительством Российской Федерации) необходимо использовать отечественные комплектующие и высокотехнологичное оборудование, чтобы исключить захват российского рынка зарубежными фирмами, как это произошло при внедрении мобильной радиосвязи. Объем рынка аппаратуры цифрового телевидения в стране может к 2015 году составить не менее 25 млрд. долларов. Разрабатываемые в проекте перестраиваемый тонкоплёночный интерференционный поляризатор (п. 4.2.1б ТЗ), перестраиваемое тонкоплёночное интерференционное зеркало с коррекцией фазы (4.2.1в ТЗ) предназначены для применения в устройствах цифрового телевизионного вещания. Таким образом, существует реальная, подкрепленная государственными закупками возможность развития создания современного отечественного производства прецизионной оптики, в котором будут востребованы разрабатываемые ЭГТС с общим объемом сбыта около 80 – 100 млн. долларов в год.

Результаты ПНИ будут внедрены на промышленных и опытно-промышленных предприятиях, сотрудничающих с ООО «НПК Фотрон-Авто».

Предлагаемый проект по техническим решениям в области прецизионной оптики опережает мировой уровень на 5 – 7 лет и создаст условия для востребованного производства на отечественном и зарубежном рынках на 7 – 8 лет.

5 Эффекты от внедрения результатов проекта

ПНИ по проекту обеспечат значительные социально-экономические эффекты.

К ним могут быть отнесены:

- снижение материалоемкости и энергоёмкости производства

Технические характеристики ЭГТС позволяют их использовать при создании стеклянных ограждений зданий типа «умных окон». Заложенные в ЭГТС принципы перестройки спектральных характеристик in work позволяют регулировать тепловой поток через стеклянные ограждения, уменьшая его зимой и увеличивая летом. Совершенно очевидно, что применение ЭГТС в умных окнах обеспечивает очень значительные объёмы энергосбережения для таких стран как Россия и многих других.

- снижение риска смертности от болезней

Технические характеристики ЭГТС позволяют их использовать в оптических газоаналитических многоспектральных приборах диагностики болезней человека по выдыхаемому им воздуху, в приборах лучевой терапии и др. В этих приборах будут востребованы перестраиваемый интерференционный фильтр (п. 4.2.1а ТЗ), перестраиваемое тонкоплёночное интерференционное зеркало с коррекцией фазы (4.2.1в ТЗ). Применение этих ЭГТС позволит повысить чувствительность газоаналитических измерений, увеличит точность локализации излучения на пораженных участках тканей и органов, тем самым позволит увеличить эффективность указанных приборов.

6 Формы и объёмы коммерциализации результатов проекта

Результаты ПНИ будут внедрены на производстве предприятий на основе договоров о совместном производстве, в том числе:

- с ООО «Центр прогрессивных автотранспортных технологий» (индустриальный партнёр) г. Москва;

7 Наличие соисполнителей

Наличие соисполнителей не предусмотрено.

Генеральный директор
ООО «НПК Фотрон-Авто»

М.П.

Руководитель работ по проекту,
ведущий научный сотрудник


О. Д. Вольпян


А. Б. Шварцбург

