

**Резюме проекта (ПНИР), выполняемого/выполненного  
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/ государственного контракта: 14.604.21.0055 от «30» июня 2014г.

Тема: «Интегрально-оптический модулятор для широкополосных систем телекоммуникаций и радиофотоники»

Приоритетное направление: Информационно-телекоммуникационные системы

Критическая технология: Технологии создания электронной компонентной базы и энергоэффективных световых устройств.

Период выполнения: «30» июня 2014 по «31» декабря 2014

Плановое финансирование проекта: 9 600 000 (девять миллионов шестьсот тысяч) рублей

Бюджетные средства 8,0 млн. руб.,

Внебюджетные средства 1,6 млн. руб.

Исполнитель: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук (ФТИ им. А.Ф.Иоффе)

Индустриальный партнер: открытое акционерное общество «Пермская научно-производственная приборостроительная компания»

Ключевые слова: Интегрально-оптический модулятор, ниобат лития, волоконные линии связи, радиофотоника, оптические датчики

**1. Цель прикладного научного исследования и экспериментальной разработки**

*Разработка комплекса научно-технологических решений в области создания новых технологий изготовления высокочастотных интегрально-оптических модуляторов.*

**2. Основные результаты проекта**

*Проведен аналитический обзор литературы, в ходе которого было рассмотрено более 200 источников, включая статьи в научных журналах и монографии, более 20 работ относятся к периоду за последние пять лет (2009 – 2014). Было выявлено, что интегрально-оптические модуляторы на подложках ниобата лития в настоящее время являются одной из лидирующих технологий и демонстрируют рекордные параметры. Основными тенденциями развития данной технологии являются расширение полосы частот модуляции (полосы электрооптического отклика) при одновременном снижении амплитуды управляющего сигнала (полуволнового напряжения). Способы решения данной задачи лежат в области оптимизации геометрической конфигурации СВЧ электродов, напрямую связанные с разработкой технологических решений формирования электродов большой толщины с малым межэлектродным зазором. Кроме того эффективность модуляции напрямую зависит от характеристик оптических*

*волноводов, где одномодовый режим распространения, низкие оптические потери и согласование с оптическим волокном являются ключевыми.*

*Результаты обзора литературы были подкреплены результатами патентных исследований, где было показано, что развитие конструкций интегрально-оптических модуляторов на основе ниобата лития направлены, в основном, на улучшение следующих параметров, по значимости: 1) полосы пропускания (частот); 2) увеличение эффективности модуляции; 3) повышение температурной стабильности; 4) облегчение монтажа модулятора в интегрально-оптическую систему..*

*Проведенный аналитический обзор литературы полностью подтвердил обоснованность и правильность выбранных направлений исследований.*

*Для двух отобранных базовых способов формирования оптических волноводов на подложках ниобата лития, термическая диффузия ионов титана и низкотемпературный протонный обмен, были проведены детальные исследования, направленные на разработку воспроизводимой технологии изготовления волноводов с заданными оптическими характеристиками.*

*В ходе выполнения научно-исследовательских работ с использованием широкого спектра методов для обеих технологий определены параметры процессов, а также некоторые контрольные операции, позволяющие сформировать на X-срезе кристалла ниобата лития одномодовые каналные волноводы с параметрами соответствующими лучшим зарубежным образцам: низкими оптическими потерями на уровне 0,01 – 0,02 дБ/мм, и профилем моды, согласованным со стандартным одномодовым оптическим волокном ( $NA = 0,13$ ).*

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

*На первом этапе проекта охрана РИД не проводилась*

### **4. Назначение и область применения результатов проекта**

Высокочастотный интегрально-оптический модулятор является ключевым элементом оптических информационно-телекоммуникационных систем. Помимо традиционных цифровых телекоммуникационных применений, в последнее время стремительно растет число специальных применений, связанных с бурно развивающейся областью радиофотоники и высокоточными оптическими датчиками.

### **5. Эффекты от внедрения результатов проекта**

Развитие отечественных технологий высокочастотной оптоэлектроники особенно важно, поскольку импорт зарубежной компонентной базы сильно ограничен.

### **6. Формы и объемы коммерциализации результатов проекта**

*Главным потребителем результатов проекта является Пермская научно-производственная приборостроительная компания, выступающая в качестве индустриального партнера. Предполагается, что результаты проекта будут внедрены индустриальным партнером, что позволит наладить выпуск отечественных высокочастотных интегрально-оптических модуляторов. На первом этапе проекта были проведены маркетинговые иссле-*

дования, подтвердившие высокий коммерческий потенциал разрабатываемых технологий. Данная продукция будет востребована различными российскими производителями систем телекоммуникации, высокочастотных радиолокационных систем, а также систем волоконно-оптических датчиков, например, ЗАО «Центр ВОСПИ», ОАО НИИ "Вектор", ОАО «ЦКБА», Концерн ПВО «Алмаз-Антей», ОАО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор».

#### **7. Наличие соисполнителей**

Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего профессионального образования Пермский государственный национальный исследовательский университет – в 2014 г.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки

Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе

Российской академии наук

(ФТИ им. А.Ф. Иоффе)

Заместитель директора по научной работе

 С.В.Лебедев

М.П.

Руководитель работ по проекту

Заведующий лабораторией

Квантовой электроники

 А.В.Шамрай