

**Резюме проекта,  
выполненного в рамках ФЦП «Исследования и разработки по  
приоритетным направлениям развития научно-технологического  
комплекса России на 2014 – 2020 годы»,  
за проект в целом**

**Соглашение о предоставлении субсидии:**

№ 14.587.21.0005 от 20.11.2014 г.

**Тема:** «Сенсоры нового поколения для визуализации при сверхвысоких интенсивностях рентгеновского излучения».

**Иностраный партнер:** лаборатория Резерфорда-Эпплтона.

**Цель прикладного научного исследования и экспериментальной разработки**

Целью НИР является создание прототипов матричных и микрополосковых сенсоров рентгеновского излучения на основе компенсированного хромом арсенида галлия для исследовательского и медицинского оборудования, работающего при сверхвысоких интенсивностях рентгеновского излучения с энергией в диапазоне 10-30 кэВ: -систем формирования рентгеновских изображений Европейский рентгеновского лазера на свободных электронах (XFEL); -систем неразрушающего контроля и рентгеновских компьютерных томографов (КТ), работающих в режиме энергетических «окон».

Задачи проекта:

- выполнение аналитического обзора современной научно-технической литературы, затрагивающей научно-техническую проблему, исследуемую в ПНИ;
- проведение патентных исследований в соответствии с ГОСТ 15.011-96;
- обоснование и проработка вариантов технических решений по созданию многоэлементных сенсоров на основе арсенида галлия, компенсированного хромом, обеспечивающих последующую сборку и работу со специализированными микросхемами первичной электроники типа HEXITEC и XCHIP;
- разработка технического предложения на матричный арсенид галлиевые сенсор размерностью 80\*80 пикселей с шагом 250 мкм;
- разработка технического предложения на микрополосковый арсенид галлиевые сенсор размерностью 128\*1 каналов с шагом 100 и 50 мкм;
- разработка лабораторного технологического маршрута изготовления матричных арсенид галлиевых сенсоров, совместимых с микросхемой считывания данных HEXITEC;
- разработка лабораторного технологического маршрута изготовления микрополосковых арсенид галлиевых сенсоров, совместимых с микросхемой считывания данных XCHIP;
- изготовление прототипа детектора на основе матричных сенсоров размерностью 80×80 пикселей с шагом 250 мкм из арсенида галлия, компенсированного хромом и специализированных микросхем HEXITEC;
- изготовление прототипа детектора на основе микрополосковых сенсоров размерностью 128 каналов с шагом 100 и 50 мкм из арсенида галлия, компенсированного хромом и специализированных микросхем XCHIP;
- проверка соответствия разработанных технических решений требованиям ТЗ;

- разработка топологии матричных и микрополосковых сенсоров, совместимых со специализированными микросхемами считывания данных HEXITEC и XCHIP;
- изготовление гибридной сборки на основе матричных сенсоров и микросхем считывания данных HEXITEC методом монтажа перевернутым кристаллом (flip chip bonding);
- разработка и изготовление прототипа матричного рентгеновского детектора на основе матричных гибридных сборок со специализированными микросхемами HEXITEC;
- изготовление гибридной сборки на основе микрополосковых сенсоров и микросхем считывания данных XCHIP методом ультразвуковой микросварки микропроволокой (Wire bonding);
- разработка и изготовление прототипа микрополоскового рентгеновского детектора на основе микрополосковых гибридных сборок со специализированными микросхемами XCHIP;
- исследование радиационной стойкости и визуализирующих характеристик прототипов детекторов.

### **Основные результаты проекта**

На основе аналитического обзора современной научно-технической литературы показано, что сенсоры на основе арсенида галлия, компенсированного хромом, перспективны для использования в современных системах регистрации.

На основе проведенных в соответствии с ГОСТ 15.011-96 патентных исследований установлено, что технология изготовления и использования сенсоров на основе арсенида галлия, компенсированного хромом, для визуализации при сверхвысоких интенсивностях рентгеновского излучения оригинальны и обладают новизной.

Выполнены обоснование и проработка вариантов технических решений по созданию многоэлементных сенсоров на основе арсенида галлия, компенсированного хромом, обеспечивающих последующую сборку и работу с бескорпусными микросхемами специализированной электроники типа HEXITEC и XCHIP.

Разработано техническое предложение на матричный арсенид галлиевые сенсор размерностью 80\*80 пикселей с шагом 250 мкм.

Разработано техническое предложения на микрополосковый арсенид галлиевые сенсор размерностью 128\*1 каналов с шагом 100 и 50 мкм.

Разработан лабораторный технологического маршрута изготовления матричных арсенид галлиевых сенсоров, совместимых с микросхемой считывания данных HEXITEC.

Разработан лабораторный технологического маршрута изготовления микрополосковых арсенид галлиевых сенсоров, совместимых с микросхемой считывания данных XCHIP.

Изготовлены прототипы детекторов на основе матричных сенсоров размерностью 80×80 пикселей с шагом 250 мкм из арсенида галлия, компенсированного хромом и специализированных микросхем HEXITEC и прототип де-

тектора на основе микрополосковых сенсоров размерностью 128 каналов с шагом 100 и 50 мкм из арсенида галлия, компенсированного хромом и специализированных микросхем XCHIP.

Проведена проверка соответствия разработанных технических решений требованиям ТЗ.

За счёт внебюджетных средств иностранного партнера выполнены:

- разработка топологии матричных и микрополосковых сенсоров, совместимых со специализированными микросхемами считывания данных HEXITEC и XCHIP;

- изготовление гибридной сборки на основе матричных сенсоров и микросхем считывания данных HEXITEC методом монтажа перевернутым кристаллом (flip chip bonding);

- разработка и изготовление прототипа матричного рентгеновского детектора на основе матричных гибридных сборок со специализированными микросхемами HEXITEC;

- изготовление гибридной сборки на основе микрополосковых сенсоров и микросхем считывания данных XCHIP методом ультразвуковой микросварки микропроволокой (Wire bonding);

- разработка и изготовление прототипа микрополоскового рентгеновского детектора на основе микрополосковых гибридных сборок со специализированными микросхемами XCHIP.

- исследование радиационной стойкости и визуализирующих характеристик прототипов детекторов.

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

1) Основные области применения результатов проекта – научные и медицинские системы регистрации рентгеновского излучения сверхвысокой интенсивности. Системы будут использованы в экспериментальном оборудовании исследовательских центров, сосредоточенных вокруг источников синхротронного излучения (XFEL, SLS, SLS, ESRF), а также при производстве современных рентгеновских компьютерных томографов.

2) Практическое внедрение будет осуществляться путем инсталляции систем на основе арсенид галлиевых сенсоров в различные исследовательские центры с участием иностранного партнера.

3) Успех в реализации проекта будет значительно способствовать дальнейшему развитию международных научно-исследовательских работ в областях физики высоких энергий, исследований структуры белковых молекул и материаловедения.

Комиссия Минобрнауки России признала обязательства по Соглашению на отчетном этапе исполненными надлежащим образом.