

**Резюме проекта (НИР, ОКР/ОТР), выполняемого/выполненного  
в рамках ФЦП  
«Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-  
технологического комплекса России на 2007 – 2013 годы»  
итоговое**

Номер контракта: 11.519.11.4005

Шифр: 2011-1.9-519-005-083

Тема: Метод анализа электронных элементов быстродействующих систем телекоммуникации и обработки информации на основе терагерцовой джозефсоновской спектроскопии

Приоритетное направление: Информационно-телекоммуникационные системы

Критическая технология: Технология наноустройств и микросистемной техники

Период выполнения: 18 августа 2011 г. – 8 мая 2013 г.

Плановое финансирование проекта: 12 млн. руб.

Бюджетные средства - 6 млн. руб.,

Внебюджетные средства - 6 млн. руб.

Исполнитель: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт радиотехники и электроники им. В.А.Котельникова Российской академии наук (ИРЭ им. В.А.Котельникова РАН)

Ключевые слова: терагерцовая электроника, анализатор цепей, эффект Джозефсона

## **1. Цель исследования, разработки**

### **1.1 Проблема, на решение которой направлен реализуемый проект**

Проект направлен на решение проблемы измерения электромагнитных характеристик элементов терагерцовой электроники и быстродействующих систем телекоммуникации и обработки информации.

### **1.2. Цели реализуемого проекта.**

Целями реализуемого проекта являются:

стимулирование развития международных интеграционных процессов в науке и содействие формированию устойчивых кооперационных связей российских и иностранных научно-исследовательских организаций и университетов, направленных на создание технологий, соответствующих мировому уровню, либо превосходящих его;

получение международных патентов и привлечение молодых ученых и специалистов к исследованиям в рамках международной кооперации с научно-исследовательскими организациями стран Европейского Союза;

выполнение международных обязательств Российской Федерации по развитию научно-технического сотрудничества со странами Европейского Союза.

## **2. Основные результаты проекта**

В ходе выполнения проекта был разработан новый метод анализа частотных характеристик электромагнитных структур в диапазоне частот от 65 до 1100 ГГц. Метод основан на использовании свойств бикристаллических джозефсоновских переходов из высокотемпературных сверхпроводников, статические характеристики которых изменяются под влиянием электромагнитного окружения. В результате был реализован метод измерения “на кристалле”, когда высокочастотная часть измерительного устройства собрана на той же подложке, что и исследуемый объект и с контактных площадок кристалла снимаются только низкочастотные сигналы.

Для реализации метода была разработана технология изготовления бикристаллических джозефсоновских переходов из  $YBa_2Cu_3O_{7-x}$  заданными параметрами. Технология, в частности, включает в себя метод точной обратимой настройки параметров с помощью низкотемпературного отжига в атмосфере озон-кислородной смеси.

Полученные джозефсоновские переходы использовались в качестве чувствительных элементов в разработанном и изготовленном макете джозефсоновского анализатора цепей.

С помощью созданного макета был проведён анализ частотных характеристик ряда тестовых электромагнитных структур. В частности, была измерена действительная часть адмиттанса широкополосной логопериодической антенны в диапазоне частот 65 – 1100 ГГц. Также был проведён анализ квазилогопериодической электромагнитной структуры с искусственно созданными дефектами и продемонстрировано влияние дефектов на спектральные характеристики в области частот 100-300 ГГц. Кроме того, были получены параметры эквивалентной схемы логопериодической антенны в области частот а 270 -1070 ГГц. Сканирование по частоте во всём диапазоне производилось без использования механической перестройки а только изменением электрических параметров. Время сканирования не превосходило 20 сек.

По результатам обзора публикаций в научной литературе по рассматриваемой проблеме и поиска по патентным источникам было установлено, что проблема, решению которой посвящен проект, существует уже несколько десятилетий, а в настоящее время стала особо актуальной в связи с развитием терагерцовой электроники и еще далека от решения. Разработанный метод в настоящее время не имеют аналогов.

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

На данном этапе выполнения работ по проекту была подана заявка на регистрацию программы для ЭВМ «Программа моделирования джозефсоновского перехода в условиях внешнего электродинамического окружения», Заявка вх. № 2013-612-138. от 21.03.2013.

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

Использование результатов данного проекта дает возможность создать полный цикл разработки и оптимизации приемников и спектроанализаторов терагерцового диапазона частот для применения в телекоммуникации, в частности, в широкополосных системах связи ближнего радиуса действия. Результаты проекта будут представлять интерес для предприятий, разрабатывающих элементную базу быстродействующих систем телекоммуникации и обработки данных.

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

Результаты выполнения проекта позволят создавать приборы нового поколения, предназначенные для настройки и оптимизации работы быстродействующих систем телекоммуникации. Эти приборы при значительно более высоких технических параметрах обладают существенно более низкой стоимостью по сравнению с существующими. Применение этих приборов позволит ускорить процесс разработки новых электронных компонентов и в перспективе даст ощутимый экономический эффект.

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

В настоящее время проект находится в стадии научно-исследовательской разработки.

Директор ИРЭ им. В.А.Котельникова РАН

Ю.В.Гуляев

Руководитель работ по контракту  
заведующий отделом ИРЭ им. В.А.Котельникова РАН,  
профессор, д.ф.-м.н.

В.Н.Губанков

М.П.