

К. ф.-м. н. В. В. ЛУГОВСКИЙ, к. т. н. Ю. Е. НИКОЛАЕНКО,  
к. т. н. С. Ю. ЛАРКИН

Украина, г. Киев, Министерство промышленной политики,  
Научно-производственный концерн "Наука"  
E-mail: nikol@industry.gov.ua

Дата поступления в редакцию  
08.05 2007 г.

## ВЫПОЛНЕНИЕ ПРОГРАММЫ РАЗВИТИЯ В УКРАИНЕ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ СВЕРХВЫСОКИХ ЧАСТОТ

*Представлены первые результаты выполнения государственной программы развития СВЧ-техники в Украине на 2005—2009 годы.*

Среди мировых лидеров в области СВЧ-техники Украина занимает седьмое место после таких ведущих стран как США, Франция, Япония, Англия, Германия и Россия. Учитывая важность освоения диапазона сверхвысоких частот для нужд народного хозяйства, Минпромполитики Украины выступило с инициативой формирования межведомственной научно-технической программы развития техники и технологий СВЧ. Такая программа в 2004 году была подготовлена при участии ведущих научно-технических коллективов Украины, относящихся к сфере деятельности Минпромполитики, Национальной Академии наук и Министерства образования и науки Украины. Финансирование программы началось с 2005 года, источниками его являются средства государственного бюджета Украины (50%) и внебюджетные средства (50%).

Целью программы является обеспечение дальнейшего развития и усовершенствования техники и технологий сверхвысоких частот как базы создания приборов и устройств для высокоточных радиотехнических комплексов, средств сверхмногоканальной связи, навигационной и радиолокационной аппаратуры, используемой в различных отраслях промышленности.

Основными заданиями программы стали:

- разработка базовых конструкций перспективных СВЧ-приборов и устройств;
- создание СВЧ элементной базы радиоэлектронной аппаратуры;
- укрепление научно-технической и производственно-технологической базы предприятий, учреждений и организаций — разработчиков и производителей техники и технологий СВЧ;
- дальнейшее совершенствование технологий изготовления полупроводниковых элементов нового поколения.

В настоящий номер вошли статьи, подготовленные в рамках украинской Государственной программы развития техники и технологий сверхвысоких частот на 2005—2009 годы.

В рамках программы предусмотрено выполнение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по следующим направлениям:

- новые технологии СВЧ-электроники и приборостроения;
- современные технологии телекоммуникаций, СВЧ-связи и телевидения;
- СВЧ-технологии в космических системах;
- элементная база СВЧ-техники с использованием полупроводниковых и электровакуумных технологий;
- стандартизация, метрология и информационное обеспечение развития техники и технологий СВЧ.

Потребителями СВЧ элементной базы, разрабатываемой украинскими предприятиями, являются предприятия как Украины, так и других стран, в частности России (ХК «Ленинец», г. Санкт-Петербург; НИИ «Стрела», ЦКБ приборостроения, г. Тула; ФГУП КБМ, г. Коломна; ПО «Старт», г. Пенза; ОАО «Фазотрон», г. Москва; НИИ «Салют», г. Нижний Новгород и др.), Китая, Пакистана, Индии, Европейского Союза.

Разрабатываемые украинскими предприятиями СВЧ-модули, активные и пассивные СВЧ-элементы и приемно-передающие СВЧ-устройства широко используются потребителями в системах спутниковой связи и навигации, радиорелейных линиях связи, радиолокационных станциях, станциях тропосферной связи, телевидении, системах мониторинга окружающей среды и др.

Из активных СВЧ-элементов в рамках программы разрабатываются полевые СВЧ-транзисторы, смесительные диоды, генераторы СВЧ на лавинно-пролетных диодах, СВЧ-*pin*-диоды; из СВЧ-модулей: приемно-усилительные модули, приемно-передающие модули, частотомеры, коммутирующие и модулирующие модули; из пассивных СВЧ-элементов: циркуляторы, аттенюаторы, фазовращатели, вентили; из приемно-передающих СВЧ-устройств: усилители, генераторы, смесители, антенные и согласующие устройства.

Так, разработана технология изготовления усилителей с рекордно низкими шумами для приемно-передающих модулей СВЧ-диапазона длин волн. Технология позволяет обеспечить разработку и изготовление конкурентоспособной радиоэлектронной аппаратуры с характеристиками, соответствующими мировому уровню. Кроме того, закончена разработка

базовой конструкции малошумящих высокостабильных СВЧ-гетеродинов в диапазоне частот 60—150 ГГц, являющихся основой для создания новых конкурентоспособных радиоэлектронных устройств.

В рамках программы разработана универсальная микроволновая система передачи данных для создания на ее основе новых радиорелейных средств. Разработаны преобразователи частоты 5- и 3-мм-диапазонов длин волн в монолитном исполнении в виде чипов, которые могут быть использованы как самостоятельные изделия для радиотехнических комплексов и систем различного назначения. Разработано приемное устройство 8-мм-диапазона длин волн в гибридно-монолитном исполнении.

Разработана технология и изготовлены образцы гетероструктур в системе GaAs-AlGaAs и диодов Ганна на их основе, что позволит повысить экспортный потенциал в области высоких микроволновых технологий.

В соответствии с программой разработана конструкция и технология изготовления источников излучения для высокоточных дальномеров различного применения, в т. ч. для медицинской аппаратуры и приборов контроля окружающей среды. Разработана технология изготовления ультразвуковых СВЧ-линий задержки, что позволит заменить существующие кабельные линии задержки и за счет этого уменьшить габариты радиоэлектронной аппаратуры и повысить ее надежность. Разработана технология изготовления подложек для гетероструктур на основе  $A^3B^5$ , предназначенных для СВЧ-приборов, что позволяет создавать СВЧ- и оптоэлектронные приборы с рекордными характеристиками.

Проведены также исследования возможности создания стандарта Вольта переменного тока на основе сверхпроводниковых матриц элементов Джозефсо-

на. Выполнение этой работы позволит начать разработку высокостабильного стандарта Вольта переменного тока для метрологических целей.

В 2007 году планируется завершение разработки многопараметрического пассивного СВЧ-датчика для городского транспорта, создание электронных генераторов активных элементов на базе арсенида галлия с улучшенными энергетическими характеристиками в диапазоне частот 30—100 ГГц. Будет закончен цикл разработок ферритовых устройств для приборов авиации, связи, РЛС. Завершится разработка высокочувствительного приемника сигналов мм-диапазона длин волн в микроминиатюрном исполнении. Будут выполнены работы по созданию радиометрического комплекса мм-диапазона длин волн для обнаружения предметов на таможне.

Планируется завершить разработку антенн с повышенным уровнем электромагнитной совместимости и разработку приемно-передающих модулей в диапазоне частот до 360 ГГц. Будет разработана технология изготовления мощных высоковольтных *pin*-диодов, завершится комплекс работ по усовершенствованию конструкций существующих вакуумных СВЧ-приборов мм-диапазона длин волн, а также экспериментальные исследования повышения надежности герметичных СВЧ-модулей в микроэлектронном исполнении за счет создания более эффективных систем теплоотвода с помощью тепловых труб сложной формы.

Результаты работ, выполняемых в рамках государственной программы развития в Украине техники и технологий сверхвысоких частот на 2005—2009 годы, публикуются в журнале "Технология и конструирование в электронной аппаратуре", в т. ч. в настоящем номере.

В. А. ХИТРОВСКИЙ, В. М. БУГАЙ, В. И. СИДЬКО

Украина, г. Киев, НИИ «Орион»  
E-mail: orion@email.kiev.ua

Дата поступления в редакцию  
04.04 2007 г.

Оппонент к. т. н. Н. Ф. КАРУШКИН  
(НИИ "Орион", г. Киев)

## ОПЫТ РАЗРАБОТКИ СИНТЕЗАТОРОВ ЧАСТОТ ДЛЯ СОВРЕМЕННЫХ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СИСТЕМ

*Представлены различные аспекты и результаты разработок многофункциональных синтезаторов частот для когерентных бортовых радиолокационных систем с высокими характеристиками обнаружения.*

Одним из важных отличительных признаков современной радиолокационной системы (РЛС) является ее когерентность, поскольку на нынешнем этапе развития радиолокационной техники именно когерентная обработка принятых сигналов позволяет достигать необходимых характеристик обнаружения.

Ключевым звеном продвинутой РЛС является многофункциональный синтезатор частот (СЧ), формирующий следующую номенклатуру взаимокерентных сигналов:

- синхронно переключаемые сетки частот первого гетеродина и зондирующего сигнала (при этом сетка частот первого гетеродина  $f_{Г1}$  смещена относительно сетки частот зондирующего сигнала  $f_{iC}$  на величину первой промежуточной частоты  $f_{П1}$ :  $f_{iC} = f_{Г1} + f_{П1}$ );
- частоту второго гетеродина  $f_{Г2}$ ;
- вторую промежуточную частоту  $f_{П2}$ ;
- первую промежуточную частоту  $f_{П1} = f_{Г2} + f_{П2}$  (используется для формирования  $f_{C}$ );