

1. Цель проекта

В ходе выполнения данной НИР должны были быть решены следующие задачи:

Разработана уточненная модель, обеспечивающая корректное моделирование гетероструктурного полевого транзистора в пассивном режиме работы в КВЧ диапазоне.

Проведено моделирование МИС смесителя и МИС генератора, управляемого напряжением.

Разработаны и изготовлены экспериментальные образцы МИС смесителя и ГУН.

Проведена экспериментальная верификация результатов моделирования.

Результаты НИР внедрены в образовательный процесс

Решение задач обусловило достижение следующей цели проекта:

Расширение знаний об оптимальных физико-технологических принципах построения и моделирования устройств микро - и наноэлектроники в СВЧ диапазоне волн и прикладная разработка базовых узлов (смесителя и генератора) и технологий их изготовления для создания монолитных интегральных схем диапазона 30 – 40 ГГц для перспективных информационно-телекоммуникационных систем различного назначения.

Разработку предложений по постановке опытно-конструкторской работы для последующей коммерциализации полученных результатов и обеспечило достижение научных результатов мирового уровня, подготовку и закрепление в сфере науки и образования научных и научно-педагогических кадров, формирование эффективных и жизнеспособных научных коллективов.

2. Основные результаты проекта

По результатам НИР получены два свидетельства о государственной регистрации топологий интегральных микросхем № 2012630021 от 06 февраля 2012 г. «*Резистивный смеситель с субгармонической накачкой КВЧ диапазона*» и № 2012630022 от 06 февраля 2012 г. «*Генератор Ки-диапазона*», а также утверждены ученым советом ИСВЧПЭ РАН два ноу-хау «*Методика экспресс-анализа коэффициентов шума и усиления кристаллов МИС и транзисторов зондовым способом на рабочих пластинах*» и «*Улучшенный технологический маршрут электронно-лучевой литографии грибообразных затворов транзисторов МИС с топологическими размерами 0,1 мкм и менее*», в отношении которых приказом ИСВЧПЭ РАН от 03 октября 2012 г. № 289-ОД введен режим конфиденциальности.

Разработан базовый технологический маршрут изготовления СВЧ транзисторов и монолитных интегральных схем для диапазона 30 – 40 ГГц.

Проведены патентные исследования по ГОСТ Р 15.011-96.

Исследованы показатели СВЧ транзисторов в диапазоне 30 – 40 ГГц и до 67 ГГц.

Проведены разработка и оптимизация модели гетероструктурного полевого СВЧ транзистора для резистивного смесителя и СВЧ генератора.

Спроектирована принципиальная схема и проведен расчет основных характеристик смесителя и генератора, управляемого напряжением, СВЧ диапазона.

Спроектирована топология фрагментов и полной схемы макета смесителя и генератора, управляемого напряжением.

Разработаны методики экспериментального исследования гетероструктурного полевого транзистора в статическом режиме и в динамическом режиме на частотах СВЧ диапазона.

Проведены разработка, комплектование, монтаж и настройка измерительных установок для исследования статических характеристик макетов и динамических характеристик макетов на частотах СВЧ диапазона..

Разработаны методики экспериментального исследования смесителя и гетеродина.

Проведены технологические эксперименты для получения макетов узлов смесителя, получены макеты узлов гетеродина.

Изготовлены макеты смесителя и генератора, управляемого напряжением и проведены их экспериментальные исследования.

Изготовлены экспериментальные образцы смесителя и генератора, управляемого напряжением.

На завершающем, 5 этапе, проведен комплекс исследований экспериментальных образцов в динамическом режиме на частотах СВЧ диапазона.

Проведена корректировка математических моделей объектов - исследования по результатам испытаний;

Проведена разработка рекомендаций, предложений по использованию разработанного устройства в перспективных информационно-телекоммуникационных системах;

Проведена технико-экономическая оценка полученных результатов, подготовлен проект ТЗ на ОКР по созданию СВЧ монолитных интегральных схем для диапазона 30 - 40 ГГц, а также разработана программа внедрения результатов НИР в образовательный процесс.

Впервые в России решена задача создания технологии изготовления СВЧ монолитных интегральных схем (МИС) диапазона 30-40 ГГц на основе соединений АЗВ5 для последующего внедрения на серийных предприятиях радиоэлектронной промышленности.

3. Назначение и область применения результатов проекта

Современное развитие микроэлектроники привело к созданию монолитных интегральных схем (МИС) для радиоприемных устройств для информационно-телекоммуникационных систем диапазона крайне высоких частот (КВЧ, 30-40 ГГц). Современное развитие радиоэлектронной аппаратуры для информационно-телекоммуникационных систем КВЧ диапазона поставило перед ее разработчиками новые проблемы, требующих компромиссных подходов. В частности:

- повышение рабочего диапазона частот;
- повышение степени интегрирования СВЧ МИС на основе арсенид-галлиевых гетероструктурных полевых транзисторов (ГПТ);
- снижение мощности потребления ППЧ;
- увеличение уровней развязки входов и выхода;
- улучшение технико-экономических показателей аппаратуры.

Научная значимость выполнения НИР состоит в проведении исследований по созданию различных вариантов построения монолитных интегральных схем, принципиальных узлов для КВЧ диапазона, а также в том, что впервые в России решена задача создания технологии изготовления СВЧ монолитных интегральных схем (МИС) диапазона 30-40 ГГц на основе соединений АЗВ5 для последующего внедрения на серийных предприятиях радиоэлектронной промышленности.

В ходе выполнения НИР разработаны модели основных элементов КВЧ электроники: КВЧ полевого транзистора, а также резистивного смесителя и СВЧ генератора, работающих на нем. Разработаны базовые технологии изготовления СВЧ транзисторов и монолитных интегральных схем для диапазона 30 – 40 ГГц. Исследования изготовленных экспериментальных образцов смесителя и генератора, управляемого напряжением подтвердили правильность выбранных конструкторских и технологических решений.

Перспективы использования результатов полученных в НИР – внедрение разработанных технологий проектирования и изготовления КВЧ МИС диапазона 30 – 40 ГГц на предприятиях электронной промышленности, выпускающих СВЧ элементную базу.

Внедрение указанных технологий позволит начать выпуск отечественной КВЧ элементной базы для средств и систем телекоммуникаций, разрабатываемых в России, тем самым появится возможность снижения зависимости от импортных комплектующих.

При этом необходимо учитывать тот факт, что этот диапазон имеет существенный потенциал применения как в гражданских отраслях так и для специального применения.

Несмотря на то, что коммерциализация проектом не предусмотрена, имеется потенциальная возможность коммерциализации при внедрении разработанных технологий и конструкций на предприятиях электронной отрасли, путем продажи им разработанных топологий и ноу-хау.