

Малозумящий усилитель X-диапазона с выходной мощностью более 500 мВт

Андреев А.С., Кишинский А.А., Радченко А. В.
АО «Микроволновые системы»
г. Москва, 105122, Щелковское шоссе, 5 стр. 1, Российская Федерация,
andreev@mwsystems.ru

Аннотация: В докладе приведена конструкция и представлены характеристики малозумящего усилителя мощности в диапазоне частот 8-11 ГГц с коэффициентом шума не более 2 дБ и выходной мощностью более 500 мВт.

1. Введение

Целью данной работы была разработка малогабаритного высокодинамичного малозумящего усилителя X-диапазона с однополярным питанием (+12...15 В). К усилителю предъявлялись следующие основные требования: коэффициент шума не более 2 дБ, выходная мощность в режиме компрессии 1 дБ не менее 300 мВт, точка пересечения третьего порядка по выходу не менее 33 дБ/мВт, коэффициент усиления в линейном режиме от 27 до 31 дБ при малой неравномерности АЧХ. Усилитель может найти многочисленные применения в различных сегментах российского и зарубежного рынков.

2. Схема построения усилителя

Для реализации требований, предъявленных к усилителю, была выбрана следующая архитектура:

- малозумящий балансный входной каскад;
- каскад промежуточного усиления на основе МИС усилителя с распределенным усилением;
- выходной балансный усилительный каскад повышенной мощности;
- стабилизатор напряжения.

В качестве активных усилительных элементов СВЧ тракта были выбраны GaAs pHEMT транзисторы повышенной мощности с длиной затвора 0,25 мкм и шириной затвора 250 мкм (входной каскад) и 400 мкм (выходной каскад), имеющие рабочее напряжение стока до 8В. Было разработано два типа усилительных каскадов. Усилительные каскады выполнены по одинаковой схеме с автосмещением, согласующе-трансформирующие цепи выполнены на поликоре толщиной 0,25мм по технологии тонких пленок, деление и суммирование мощности обеспечивают мосты Ланге.

3. Конструкция разработанного усилителя

На рисунке 1, показана структурная схема разработанного малозумящего усилителя мощности.

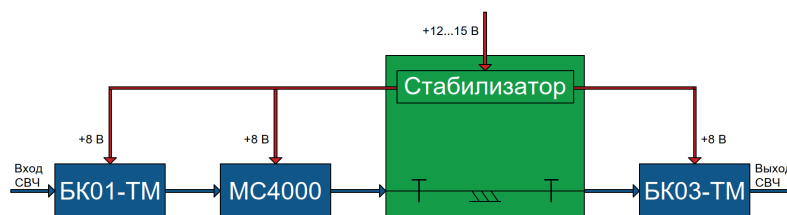


Рис. 1. Структурная схема усилителя TM811MC

Усилитель состоит из:

- входного малозумящего балансного усилительного каскада с мостами Ланге на дискретных GaAs транзисторах с шириной затвора 250 мкм (БК01-ТМ);
- каскада промежуточного усиления на основе монолитного усилителя с распределенным усилением (МС4000);
- выходного балансного усилительного каскада с мостами Ланге на дискретных GaAs транзисторах с шириной затвора 400 мкм (БК03-ТМ);
- стабилизатора питания с защитой от переполюсовки, переходного отрезка СВЧ тракта с межслойными переходными отверстиями (Стабилизатор).

На рисунке 2 показана фотография разработанного усилителя. Подача напряжения питания осуществляется через коаксиальный фильтр с емкостью 5000 пФ. Габаритные размеры усилителя составляют 73,9 x 28,4 x 8,9 мм³.

Особенностью конструкции является то, что передача мощности от каскада промежуточного усиления к выходному осуществляется через переходной отрезок СВЧ тракта в виде «перевернутой» микрополосковой линии с обратной стороны многослойной печатной платы стабилизатора. Металлическая крышка-экран, устанавливаемая на узел стабилизатора (на рисунке не показана) позволяет разделить входную и выходную части усилителя, улучшая устойчивость и снижая неравномерность АЧХ. Результаты измерения параметров усилителя приведены на рисунке 3.

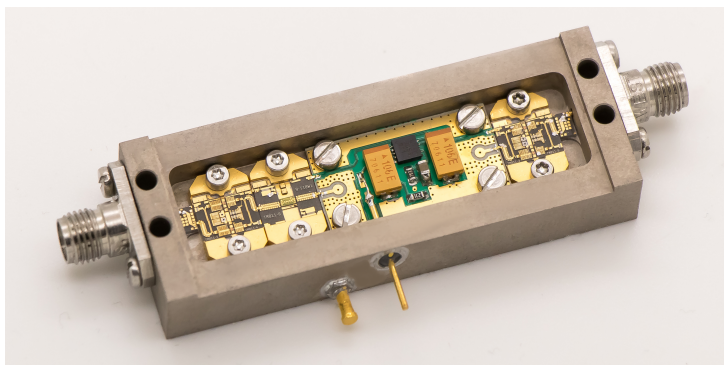


Рис. 2. Конструкция усилителя

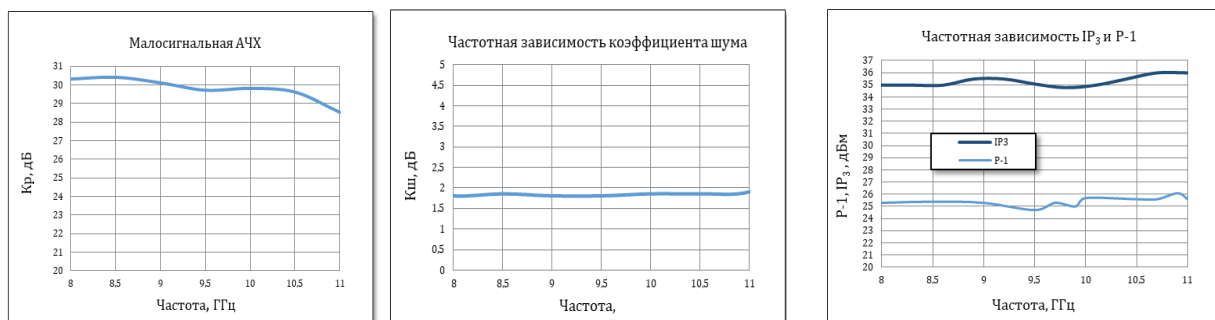


Рис. 3. Измеренные характеристики усилителя: малосигнальная АЧХ (первый график), коэффициент шума (второй график), выходная мощность в режиме компрессии 1дБ и точка пересечения третьего порядка по выходу (третий график)

Конструкция и параметры переходного отрезка СВЧ тракта с межслойными переходными отверстиями приведены на рисунке 4.

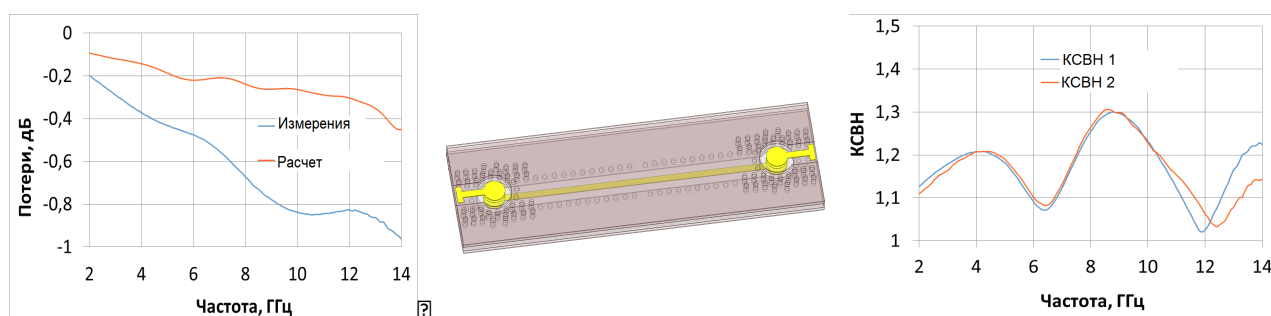


Рис. 4. Изображение и параметры переходного СВЧ отрезка

КСВН входа/выхода, разработанного усилителя составил менее 1,8, неравномерность малосигнальной АЧХ менее 2 дБ, при этом ток потребления не выше 430 мА.

4. Заключение

В работе приведены результаты разработки маломощного усилителя мощности X-диапазона, с выходной мощностью более 500 мВт. Разработанная конструкция позволяет легко применить в усилителе низкочастотные схемы на основе распространенных элементов питания и управления в корпусах поверхностного монтажа и улучшить экранирование СВЧ каскадов между собой.