

Верхнюю граничную частоту $\omega_{гр2}$ найдем из формулы относительной расстройки

$$\frac{\omega_{гр2}}{\omega_1} = \frac{\omega_1}{\omega_{гр1}}; \quad \omega_{гр2} = \frac{\omega_1^2}{\omega_{гр1}} = \frac{(16 \cdot \pi)^2}{15 \cdot \pi} \approx 17,1 \cdot \pi.$$

Рассмотренная тема о перспективных способах модуляции в широкополосных радионавигационных системах и изучение свойств ВОС-модуляции являются актуальными. Высокие тактические показатели ГНСС и наземных широкополосных систем средневолнового и длинноволнового диапазонов в первую очередь определяются широким спектром используемых шумоподобных сигналов. Полоса частот, выделенная любой системе, является весьма дорогостоящим и дефицитным ресурсом. Поэтому сопоставление характеристик новых навигационных сигналов необходимо проводить при фиксированном спектральном ресурсе.

Модельный эксперимент подтвердил картину расщепления спектра ПСП дальномерного кода меандровой последовательностью, возможность приема сигнала как по спектру в целом так и по его составляющим, целесообразность применения формулы относительной расстройки для нахождения граничных частот полосовых канальных фильтров.

Проводимая в настоящее время модернизация глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) ГЛОНАСС и GPS, а также создание и развёртывание ГНСС Galileo базируются на использовании новых навигационных сигналов, в частности сигналов с модуляцией ВОС и различных её версий (AltВос, DuoВос, MixВос).

Литература

1. Бондаренко В.Н., Клевлина А.Г., Галеев Р.Г. Перспективные способы модуляции в широкополосных радионавигационных системах // Journal of Siberian Federal University. Engineering & Technologies. 2011. № 1. С. 17–24.

2. Кологривов В.А., Сумекенова А.К. Исследование ВОС-модуляции: Описание лабораторной работы для студентов. ТУСУР, 2014. 23 с. (Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/training/publications/4063>).

УДК 621.375

МАЛОШУМЯЩИЙ УСИЛИТЕЛЬ ДИАПАЗОНА 6–12 ГГц

И.М. Троцкий

Проведено моделирование малошумящего широкополосного усилителя диапазона 6–12 ГГц с коэффициентом 2 дБ и выходной мощностью 13 дБм. Коэффициент усиления по мощности не менее 30 дБ при неравномерности АЧХ не более 3 дБ во всём диапазоне частот.

Ключевые слова: усилитель, моделирование, технические характеристики, коэффициент усиления по мощности, коэффициент шума.

Задача моделирования СВЧ-усилителя по комплексу требований к его характеристикам в широкой полосе частот требовала определения предельно возможных значений рабочих характеристик усилителя.

Требовалось разработать малошумящий широкополосный усилитель согласно с техническими параметрами, приведенными в табл. 1.

Таблица 1

Основные технические параметры

Наименование режимов и параметров	Номинальное значение
Диапазон рабочих частот, ГГц	От 6 до 12
Коэффициент шума (при 25 °С), дБ, не более	2
Коэффициент усиления по мощности, дБ, не менее	30
Неравномерность коэффициента усиления в рабочем диапазоне частот, дБ, не более	3
Выходная мощность по сжатию на 1 дБ, дБм, не менее	13
КСВН по входу, раз, не более	2,0
КСВН по выходу, раз, не более	2,0

Выбор транзисторов и числа каскадов осуществлялся согласно основным техническим требованиям. Для реализации требуемых параметров усилитель выполнен по трехкаскадной схеме с использованием двух малошумящих транзисторов фирмы Avago Technologies VMMK-1218 [1] и микросхемы-усилителя фирмы United Monolithic Semiconductors СНА3666-QAG [2]. Для обеспечения заданного коэффициента шума усилителя входной каскад выполнен на полевом транзисторе VMMK-1218. Выходной каскад, обеспечивающий выходную мощность по сжатию на 1 дБ, выполнен с использованием микросхемы-усилителя СНА3666-QAG. Промежуточный каскад предназначен для обеспечения необходимого усиления по мощности, заданного в ТЗ, выполнен на полевом транзисторе VMMK-1218.

В качестве материала для печатной платы выбран высокочастотный стабильный материал R04350 фирмы Rogers со следующими параметрами: толщина диэлектрика 0,5 мм, диэлектрическая проницаемость диэлектрика 3,66, тангенс угла потерь 0,0034.

Исходя из режима работы активных элементов, выбраны S-параметры транзистора VMMK-1218 и микросхемы усилителя СНА3666-QAG, приведенные производителем.

Моделирование производится для получения оптимальных результатов заданных параметров. Одни из основных параметров широкополосного усилителя – согласование по входу и выходу, коэффициенту шума. В моделируемом усилителе согласование выполнено с помощью трансформирующих линий и корректирующих цепей.

Топология усилителя представлена на рис. 1.

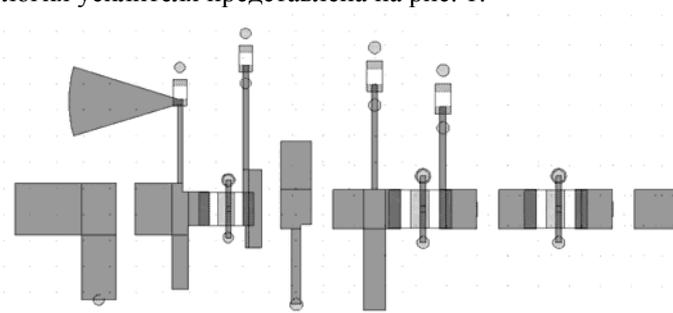


Рис. 1. Топология усилителя

Частотная характеристика S-параметров модели усилителя приведена на рис. 2.

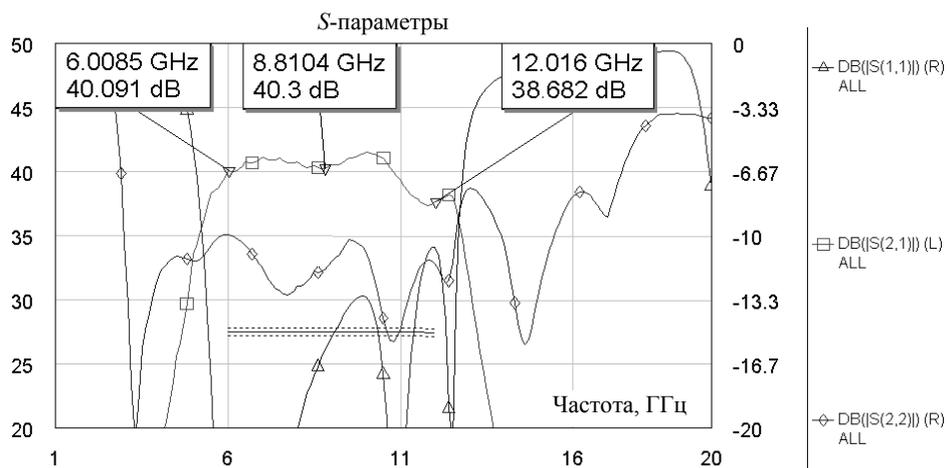


Рис. 2. Частотные характеристики усилителя

Коэффициент шума усилителя приведен на рис. 3.

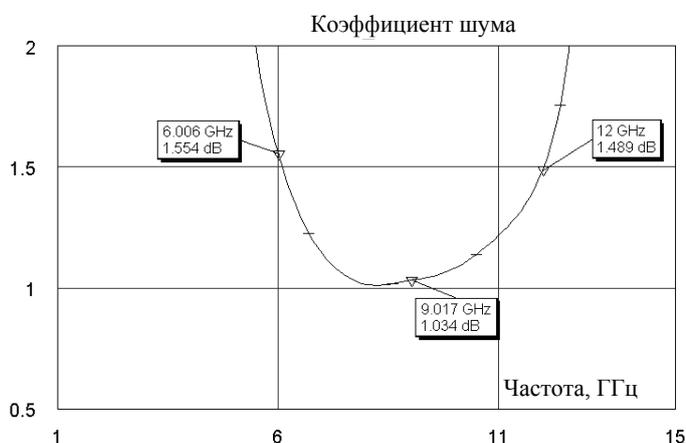


Рис. 3. Коэффициент шума

Основные технические данные, полученные в результате моделирования усилителя, приведены в табл. 2.

Таблица 2

Результующие параметры

Наименование режимов и параметров	Технические требования	Фактическое значение
Диапазон рабочих частот, ГГц	От 6 до 12	От 6 до 12
Коэффициент шума (при 25 °С), дБ, не более	2	1,5
Коэффициент усиления по мощности, дБ, не менее	30	38,6
Неравномерность коэффициента усиления в рабочем диапазоне частот, дБ, не более	3	2,2
КСВН по входу, раз, не более	2,0	1,6
КСВН по выходу, раз, не более	2,0	1,7

В результате моделирования достигнуты наилучшие характеристики, удовлетворяющие всем параметрам технического задания.

Литература

1. Описание полевого транзистора фирмы Avago Technologies VMMK-1218 [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.avagotech.com/pages/en/rf_micro-wave/transistors/fet/vmmk-1218/.
2. Описание микросхемы-усилителя фирмы United Monolithic Semiconductors SNA3666-QAG [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.ums-gaas.com/low-noise-amplifier.php>

УДК 621.004

ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЙ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ СПУТНИКОВОЙ СИСТЕМОЙ X-SAR ЕВРОПЕЙСКОГО КОСМИЧЕСКОГО АГЕНТСТВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЕЙВЛЕТ-ФРАКТАЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ

Е.Э. Тыдыков

Целью данной работы является обработка снимков спутникового комплекса X-SAR. С использованием средства обработки изображений MATLAB WAVELET TOOLBOX описываются новые признаки цифровых изображений, получаемые на основе фрактальной модели. Исходя из того, что любое изображение можно рассматривать как мультифрактал, целесообразно характеризовать его фрактальными признаками. Так как основным свойством фракталов является внутреннее самоподобие, то система новых признаков изображений основывается на распределении самоподобия. В работе приводится алгоритм вычисления характера распределения самоподобия, показывающего степень схожести отдельных участков изображения. Также приведен алгоритм вычисления характерных участков, которые представляют собой блоки изображения, наиболее точно подобные всему изображению по некоторым признакам.

Ключевые слова: снимки спутникового комплекса X-SAR, вейвлет-преобразование, WAVELET TOOLBOX, обработка изображений, фрактальные признаки изображений, фрактальная модель изображений, разработка признаков, исследование признаков изображений.

Обработка изображений – снимков спутникового комплекса X-SAR – производится с использованием программы MATLAB Wavelet Toolbox. Ниже приведен снимок, который в дальнейшем будет обработан в данной программе (рис. 1).

Загрузим это изображение, используя меню File/Load image. Далее выбираем вейвлет (Wavelet), его порядок и уровень (Level) разложения. После этого нажимаем на кнопку Analyse, чтобы произвести вейвлет-разложение. Результаты будут изображены на основном поле графического окна [1]. Изображение используемого вейвлета имеет вид, отображенный на рис. 2.

На рис. 3 видно три окна. В левом верхнем – оригинальное изображение. В нижнем левом – восстановленное после обработки коэффициентов. Внизу справа – вейвлет-разложение в виде блочной матрицы. Для удаления шума изображения выбираем раздел SWTDe-noising-2D главного меню. Загружаем изображение, выбираем вейвлет и его порядок, далее нажимаем Decompose Image для того,