

Базжин А.С.

*Научный руководитель: д-р техн. наук, профессор В.В. Ромашов
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
e-mail: bazjin.alb@yandex.ru*

Программный комплекс для анализа шумовых характеристик синтезаторов частот

Синтезаторы частот представляют собой электронные устройства, позволяющие получать необходимую частоту или набор частот на своем выходе из частоты опорного сигнала. На сегодняшний день они имеют широкое распространение в медицине, промышленности, применяются в системах коммуникации, электронной борьбы, служат в качестве датчиков приближения, металла, ультразвука, химического анализа крови и т.д.[1,2].

Фазовый шум является одним из главных показателей оценки стабильности частоты, изучение которого представляет собой сложную задачу, так как спектральный состав такого шума при прохождении через узлы устройства существенно изменяется [3,4].

Наиболее широко распространенной мерой, характеризующей их уровень, является спектральная плотность мощности (СПМ) фазовых шумов $S_{\varphi}(F)$, характеризующаяся отношением мощности фазовых шумов на частоте отстройки F одной боковой полосы в полосе частот 1 Гц к мощности сигнала.

СПМ фазовых шумов можно представить в виде степенной модели:

$$S_{\varphi}(F) = h_a F^a, \quad (1)$$

где h_a – постоянная, служащая мерой уровня фазового шума.

Поскольку экспериментальное исследование шумовых характеристик различных типов синтезаторов частот является очень трудоемкой задачей, то целесообразным является исследование таких характеристик с помощью методов математического моделирования.

Поэтому целью данной работы является разработка программного комплекса для моделирования шумовых характеристик различных типов синтезаторов частот, их сравнения, автоматизации процесса обработки информации и наглядной демонстрации результатов моделирования.

Программа позволяет сравнивать и проводить анализ СПМ фазовых шумов синтезаторов с прямым цифровым синтезом, косвенным синтезом на основе ФАПЧ и гибридным синтезом частоты. Приложение создано с помощью пакета программ MatLab на платформе GUIDE. Интерфейс комплекса представлен на рис. 1.

В левой части окна находится панель для задания исходных данных моделирования и панель для построения и редактирования полученных шумовых характеристик. Программный комплекс предоставляет пользователю выбор метода синтеза частоты (прямой цифровой, косвенный, гибридный) и на основе выбора открывает доступ к редактированию начальных данных моделирования. При установке прямого цифрового метода необходимо также указать интегральную микросхему ЦВС из списка выпадающего меню. В случае выбора косвенного метода указывается микросхема ФАПЧ, петлевой фильтр, а также частота сравнения фазового детектора. Гибридный синтез включает в себя как прямой, так и косвенный метод синтеза частоты, поэтому для расчета СПМ фазовых шумов для этого варианта необходимо инициализировать все представленные параметры на панели исходных данных. Частота ГОЧ и выходная частота устанавливаются для каждого из приведенных методов и являются основными начальными данными моделирования. Также имеется возможность выбора одной из четырех схем гибридного синтезатора частоты. Внизу панели исходных данных расположены кнопки для добавления пользовательских моделей микросхем ЦВС и ФАПЧ в базу программы.

После того, как пользователь ввел необходимые данные, для начала моделирования и построения характеристик нужно нажать на кнопку расчет. На рис.1 представлены результаты моделирования СПМ фазовых шумов системы ФАПЧ для различных частот сравнения

фазового детектора ($f_{CP} = 2, 4, 8, 16$ МГц) при частоте ГОЧ $f_{ГОЧ} = 32$ МГц, выходной частоте $f_{вых} = 800$ МГц, микросхеме ФАПЧ ADF4118 и интегрирующем фильтре 3 порядка AD.

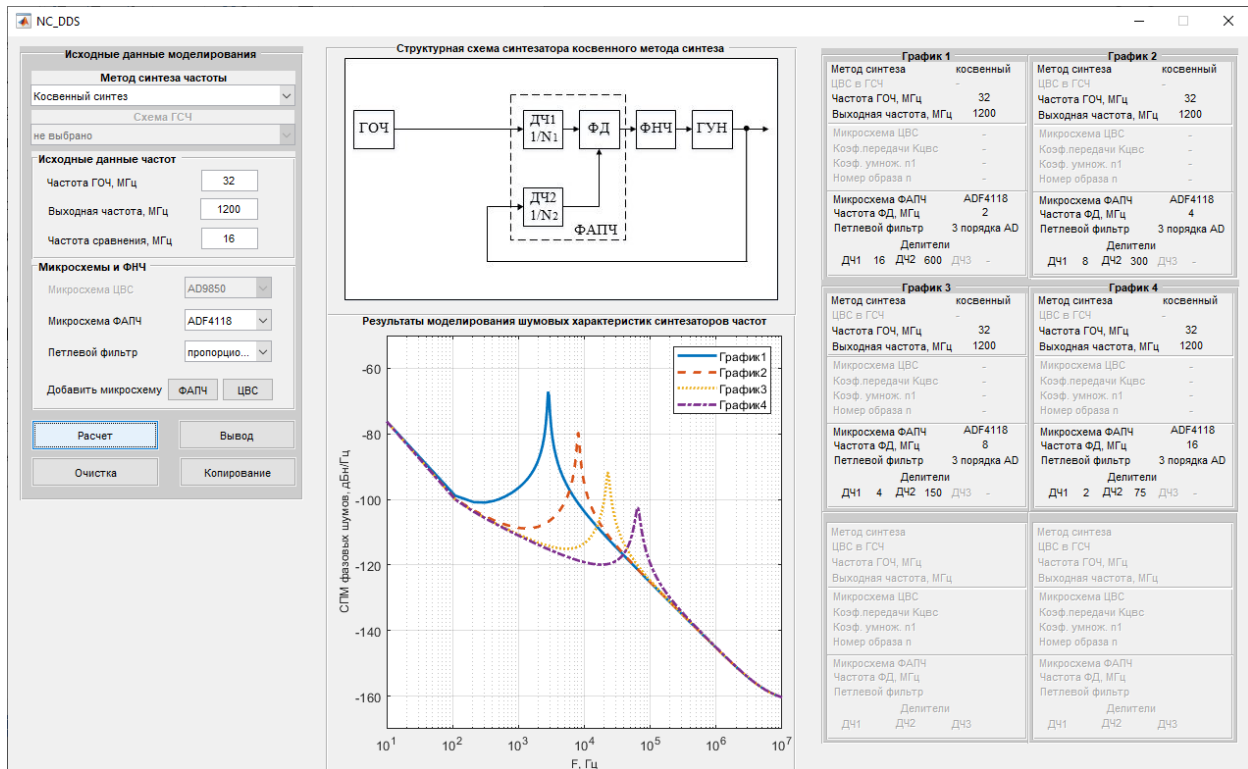


Рис. 1 – Интерфейс программного комплекса

На полученном графике изображен уровень СПМ фазовых шумов выбранного синтезатора в ДБ/Гц в зависимости от частоты отстройки. В верхней части окна отображается структурная схема выбранного метода частоты.

Программа также предусматривает построение до 6 характеристик, вывод их в отдельное окно для редактирования и печати при помощи кнопки «Вывод», копирование данных моделирования (кнопка «Копировать») и очистку результатов при помощи кнопки «Очистка».

Моделирование СПМ фазовых шумов ведется на основе математических моделей шумовых характеристик устройств [3-7].

В докладе рассматриваются фазовые шумы синтезаторов частот с различными методами синтеза, программный комплекс для расчета СПМ фазовых шумов, приводятся результаты и алгоритм работы программы.

Литература

1. Мёрфи, Е. Всё о синтезаторах DDS / Е. Мёрфи, К. Слэттери, перевод: А. Власенко // Analog Dialogue 38-08. – 2004. – Август.
2. Стешенко, В. Цифровые синтезаторы прямого синтеза частот. // В. Стешенко. – Компоненты и технологии, 2002. – №7.
3. Рыжков, А.В. Синтезаторы частот в технике радиосвязи / А.В. Рыжков, В.Н. Попов. // М.: Радио и связь, 1991. – 264 с.
4. Манассевич, В. Синтезаторы частот. Теория и проектирование: Пер. с англ. / Под. ред. А.С. Галина. - М.: Связь, 1979. – 384 с.
5. Ромашов В.В., Ромашова Л.В. Методика расчета коэффициентов аппроксимации спектральной плотности мощности фазовых шумов цифровых вычислительных синтезаторов // Радиотехнические и телекоммуникационные системы. 2012, № 1. С.23-26.
6. Ромашов В.В., Ромашова Л.В., Якименко К.А., Коровин А.Н. Моделирование шумовых характеристик гибридных синтезаторов частот на интегральных микросхемах // Радиотехнические и телекоммуникационные системы. – 2013, № 1. С. 10-15.

5. Ромашов В.В., Ромашова Л.В. Моделирование шумовых характеристик интегральных цифровых вычислительных синтезаторов // Радиотехнические и телекоммуникационные системы. 2011, № 4. С.20-23.

6. Ромашов, В.В. Модель спектральной плотности мощности фазовых шумов цифровых вычислительных синтезаторов на образах основной частоты / В.В. Ромашов, Л.В. Ромашова, К.К. Храмов, А.Н. Докторов // Радиопромышленность. 2012, № 2. С.38 – 48.

7. Ромашов В.В., Храмов К.К. Формирователи сетки опорных частот возбуждителя передатчика с использованием образов основной частоты // Методы и устройства передачи и обработки информации. 2011. № 13. С. 44-47.