

Якименко К.А., Ромашов В.В.

*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: yakimenko.kirill@yandex.ru*

Разработка алгоритмов и реализация программного комплекса для проектирования гибридных синтезаторов частот и моделирования их характеристик

Гибридные синтезаторы частот (ГСЧ) на основе косвенного метода синтеза (системы фазовой автоподстройки частоты – ФАПЧ) и прямого цифрового метода синтеза (цифровой вычислительный синтезатор – ЦВС) широко распространяются в настоящее время в качестве формирователей сигналов радиосистем [1]. Целью данного исследования является разработка алгоритмов частотного планирования и моделирования шумовых характеристик гибридных синтезаторов частот, а также применение разработанных алгоритмов для автоматизации проектирования.

В рамках предварительной работы по данному исследованию были разработаны алгоритмы частотного планирования гибридных синтезаторов частот [2]. Кроме того были разработаны и экспериментально подтверждены математические модели шумовых характеристик гибридных синтезаторов частот [3].

Исходными данными для частотного планирования ГСЧ являются:

- частота выходного сигнала ГСЧ $f_{\text{ВЫХ}}$ (либо диапазон выходных частот ГСЧ $f_{\text{ВЫХmin}} \dots f_{\text{ВЫХmax}}$);
- частота входного/опорного сигнала $f_{\text{ГОЧ}}$;
- параметры интегральных микросхем: ЦВС (максимальная тактовая частота f_{Tmax}) и ФАПЧ (максимальная частота сравнения f_{CPmax}).

Математические модели шумовых характеристик были использованы при разработке алгоритма минимизации уровня фазовых шумов за счет оптимизации параметров (коэффициентов деления, умножения, коэффициента передачи ЦВС) гибридных синтезаторов частот.

На основе алгоритмов был разработан программный комплекс, в состав которого входят: программа частотного планирования ГСЧ; программа расчета петлевых ФНЧ; программа моделирования шумовых характеристик ГСЧ; программа расчета параметров ГСЧ с целью минимизации уровня фазовых шумов. Программы используют базу данных параметров современных интегральных микросхем ФАПЧ и ЦВС, в которую можно вносить новые данные. Связь с пользователем обеспечивается через графический интерфейс (рис.1).

На первом этапе пользователю необходимо ввести исходные данные и выбрать современные интегральные микросхемы ЦВС и ФАПЧ, параметры которых будут использоваться при моделировании. При выборе микросхемы ЦВС в рабочую память программы частотного планирования из банка данных загружается значение максимально допустимой тактовой частоты f_{Tmax} , значение разрядности накопителя кода фазы; в рабочую память программы моделирования фазовых шумов загружаются: значение амплитуды выходного сигнала A , количество разрядов ЦАП $N_{\text{ЦАП}}$, значения коэффициентов аппроксимации модели шумовых характеристик выбранной микросхемы. При выборе микросхемы ФАПЧ в рабочую память программы частотного планирования из банка данных загружается значение максимально допустимой частоты сравнения $f_{\text{ФДmax}}$; в рабочую память программы моделирования фазовых шумов загружаются значения коэффициентов аппроксимации модели шумовых характеристик.

Программный комплекс рассчитывает номиналы элементов выбранного петлевого ФНЧ. Проводится расчет параметров ГСЧ, обеспечивающих наименьший уровень фазовых шумов выходного сигнала. Далее выводятся результаты сравнения шумовых характеристик четырех типов ГСЧ на основе косвенного и прямого цифрового методов синтеза: ГСЧ с ЦВС в качестве

опорного генератора ФАПЧ, ГСЧ с ЦВС в цепи обратной связи ФАПЧ, ГСЧ с ЦВС в качестве генератора подставки ФАПЧ и ГСЧ, использующего образы основной частоты ЦВС.

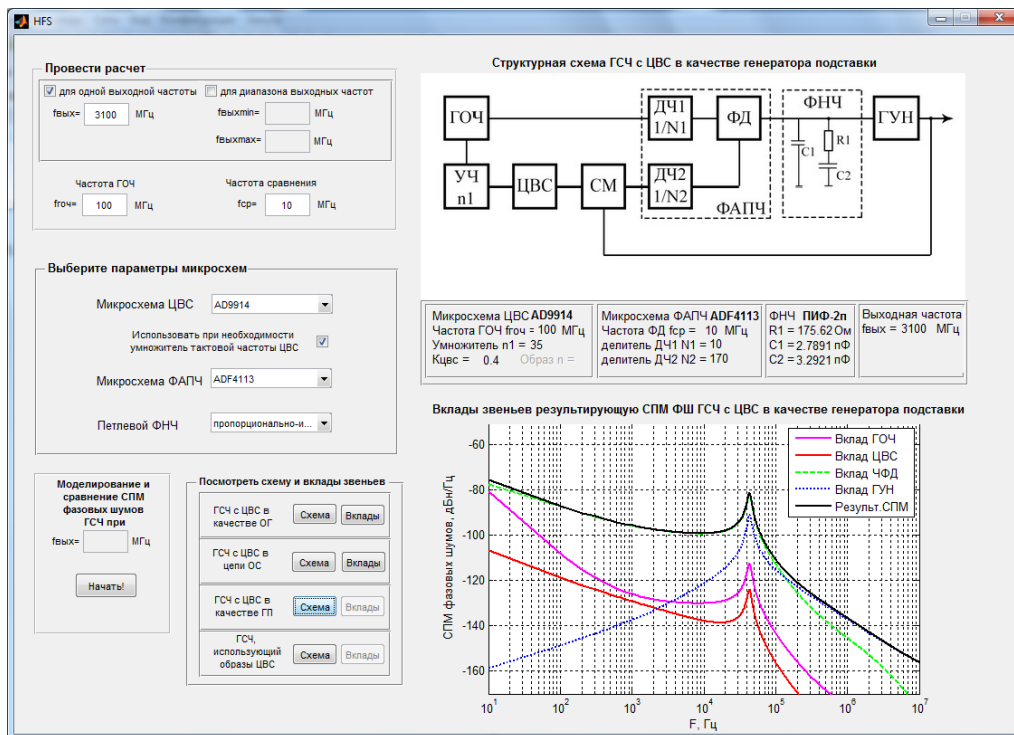


Рис.1. Окно графического интерфейса программного комплекса

По требованию пользователя программный комплекс выводит структурную схему и значения параметров любого типа ГСЧ, а также зависимость вкладов звеньев выбранного ГСЧ в результирующий уровень фазовых шумов от частоты отстройки.

Таким образом, представленный программный комплекс, реализованный на основе разработанных алгоритмов, позволяет пользователю провести сравнение гибридных синтезаторов частот по уровню фазовых шумов, определить звенья, вносящие наибольший вклад в результирующий уровень фазовых шумов, а также рассчитать параметры каждого типа ГСЧ.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-37-00299 мол_а

Литература

1. енакин, А. Частотный синтез: текущие решения и новые тенденции / А. Ченакин // ЭЛЕКТРОНИКА: Наука, Технология, Бизнес. – 2008. – №1. – С. 92-97.
2. Ромашов, В.В. Разработка математического аппарата для частотного планирования гибридных синтезаторов частот / В.В. Ромашов, К.А. Якименко // Проектирование и технология электронных средств. 2016, №3. С. 3-9.
3. Ромашов, В.В. Моделирование шумовых характеристик гибридных синтезаторов частот / В.В. Ромашов, Л.В. Ромашова, К.К. Храмов, А.Н. Докторов, К.А. Якименко // Радиотехнические и телекоммуникационные системы. 2014, №1. С. 5-20.