

Хикматов Р.Р.

*Научный руководитель к.т.н. К.А. Якименко**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: khikmatovr@bk.ru*

### **Программа определения оптимальных параметров гибридного синтезатора частот на основе прямого цифрового и прямого аналогового методов синтеза**

Синтезатор частот – это электронное устройство, генерирующее периодические сигналы в некотором диапазоне частот (иначе, сетку частот). В настоящее время широко распространяются гибридные синтезаторы частот (ГСЧ). Один из видов ГСЧ – синтезатор на основе прямого цифрового и прямого аналогового методов синтеза. Такое объединение 2-х методов даёт большие преимущества, например: малое время перестройки по частоте (меньше 0,001 мкс), малый шаг перестройки (0,001..1 Гц) и т.п. Основная характеристика любого синтезатора – уровень фазовых шумов, оцениваемый спектральной плотностью фазовых шумов в зависимости от частоты отстройки от несущей.

Целью данной работы является разработка программного обеспечения для определения оптимальных с точки зрения уровня фазовых шумов параметров гибридного синтезатора частот на основе прямого цифрового и прямого аналогового методов синтеза.

Принцип работы гибридного синтезатора заключается в следующем [1]: генератор опорной частоты (ГОЧ) формирует сигнал с определённой частотой  $f_{ГОЧ}$ , который поступает на генератор гармоник (ГГ), формирующий гармоники этой частоты, затем эти гармоники идут на фильтр тактовой частоты (ФТЧ) и фильтр гармоник (ФГ). В фильтре тактовой частоты из набора гармоник, поступающих с генератора гармоник выделяется гармоника, которая будет тактировать цифровой вычислительный синтезатор (ЦВС), далее ЦВС формирует сигнал, который поступает в смеситель (СМ). В фильтре гармоник выделяется одна гармоника, которая поступает на смеситель. В смесителе частота сигнала с цифрового вычислительного синтезатора и частота сигнала на выходе фильтра гармоник суммируются, из-за чего образуется частота выходного сигнала гибридного синтезатора  $f_{ВЫХ}$ .

При частотном планировании формирователя сигналов перед разработчиком возникает задача выбрать из ряда возможных вариантов частотных соотношений в структуре синтезатора (которых может быть до нескольких тысяч) наиболее оптимальные [2]. Критерием оптимальности при этом может служить уровень фазовых шумов. Лучше, чтобы выбор происходил автоматически. В данной работе была разработана программа для определения оптимальных параметров гибридного синтезатора частот на основе прямого цифрового и прямого аналогового методов синтеза.

Основные функции программы следующие: определить все возможные комбинации параметров (коэффициент передачи ЦВС, номер гармоники тактовой частоты, номер гармоники, сформирования генератором гармоник) гибридного синтезатора частот по введенным пользователем значениям частоты генератора опорной частоты и выходной частоты гибридного синтезатора; выбрать те параметры, при которых гибридный синтезатор обеспечивает наименьший уровень фазовых шумов; для оптимальных параметров построить график спектральной плотности мощности фазовых шумов и вклады блоков гибридного синтезатора.

Принцип работы программы следующий: пользователем программы вводятся значения частоты ГОЧ и выходной частоты в окне “Ввод значений частот”. Далее выбирается модель микросхемы ЦВС в окне “Выбор ЦВС”, которая будет использована при расчёте и построении графика СПМ. Для проведения расчёта и построения графика СПМ, курсором мыши нажимается кнопка “Расчёт”. После нажатия можно увидеть построенный график СПМ для введенных значений частоты ГОЧ и выходной частоты. Также в программе имеется возможность построить графики вкладов шумов, вносимых генератором опорной частоты,

цифровым вычислительным устройством и смесителем. Для этого нужно нажать на кнопку “Вклады” в окне “Расчёт схемы и вкладов”. Графики вкладов выделяются разным цветом.

В окне “Выбор величин для расчёта” выводятся оптимальные параметры гибридного синтезатора частот на основе прямого цифрового и прямого аналогового методов синтеза.

Интерфейс программы представлен на рисунке 1.

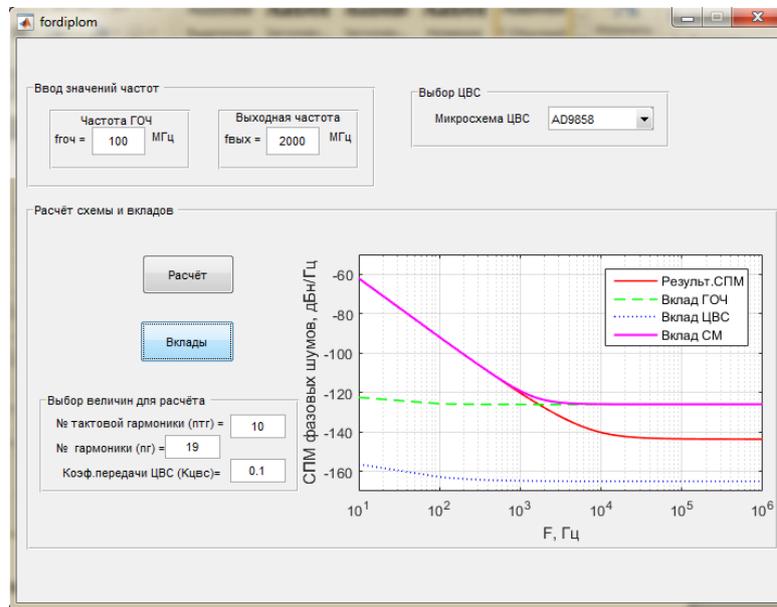


Рисунок 1 – интерфейс программы

Разработанное программное средство позволяет разработчику автоматически провести частотное планирование гибридного синтезатора, моделирование его шумовых характеристик, а также выбрать оптимальные частотные соотношения в структуре синтезатора.

### Литература

1. Якименко, К.А. Исследование шумовых характеристик гибридных синтезаторов частот на основе прямого аналогового и прямого цифрового методов синтеза / К.А. Якименко // Методы и устройства передачи и обработки информации, 2017, Т.19. С. 9-15.

2. Ромашов В.В., Якименко К.А. Алгоритм определения параметров гибридных синтезаторов частот, обеспечивающих наименьший уровень фазовых шумов выходного сигнала // Наука и образование в развитии промышленной, социальной и экономической сфер регионов России. XI Всероссийские научные Зворыкинские чтения: сб. тез. докл. Всероссийской межвузовской научной конференции. Муром, 8 февр. 2019 г.– Муром: Изд.-полиграфический центр МИ ВлГУ, 2018. – 536 с.: ил.– [Электронный ресурс]: 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). С. 245–246.