

Матерухин С.Е., Паутов Е.Р.

*Научный руководитель доктор техн. наук, профессор 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: materukhin.sergey@mail.ru , pautovev@yandex.ru*

### Моделирование синтезатора частот на основе ФАПЧ

Основной задачей формирования сигналов, решаемой с помощью синтезаторов частот (СЧ) с системой фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ), является достижение высокой стабильности центральной частоты колебаний генератора управляемого напряжением (ГУН) в условиях воздействия внешних помех и внутренних дестабилизирующих факторов, создающих паразитное отклонение фазы (ПОФ) опорного сигнала. При этом необходимо учитывать, что задающие воздействия и помехи в общем случае описываются случайными процессами. Наиболее часто встречающиеся на практике помехи представляют собой внутренние шумы и флуктуации параметров СЧ либо флуктуационный шум, наложенный на эталонный сигнал. Эти шумы вызывают паразитную модуляцию частоты, амплитуды и фазы подстраиваемого генератора, размывая спектральную линию синтезируемого колебания, что не только снижает качество работы устройства, но может и полностью вывести его из строя.

Целью данной работы является построение модели синтезатора на основе ФАПЧ и исследование влияния шумов ГУН на выходной спектр системы методом несущей.

Для построения моделей синтезатора ФАПЧ была использована структурная схема, представленная на рисунке 1.

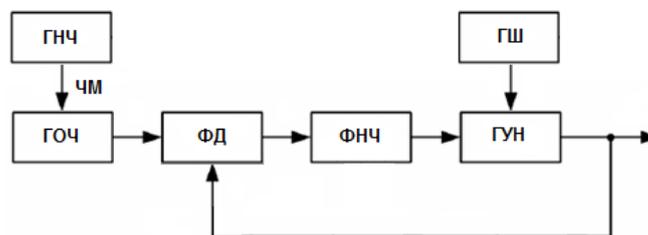


Рис.1. Структурная схема ФАПЧ

На рисунке: ГНЧ – генератор низкой частоты, ГШ – генератор шума, ГОЧ – генератор опорной частоты, ФД – фазовый детектор, ФНЧ – фильтр нижних частот, ГУН – генератор управляемый напряжением.

С использованием математических моделей звеньев системы ФАПЧ [1] в среде МАТКАД реализована модель системы методом несущей.

Источником флуктуаций ГУН являлся нормальный случайный процесс.

В результате моделирования были получены следующие графики:

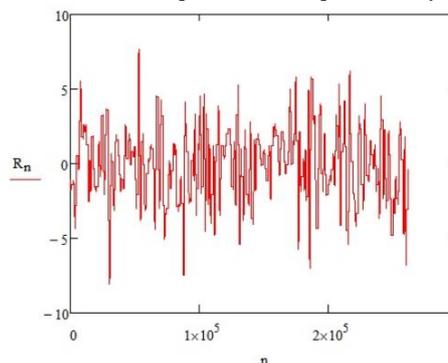


Рис.2. Реализация нормального случайного процесса

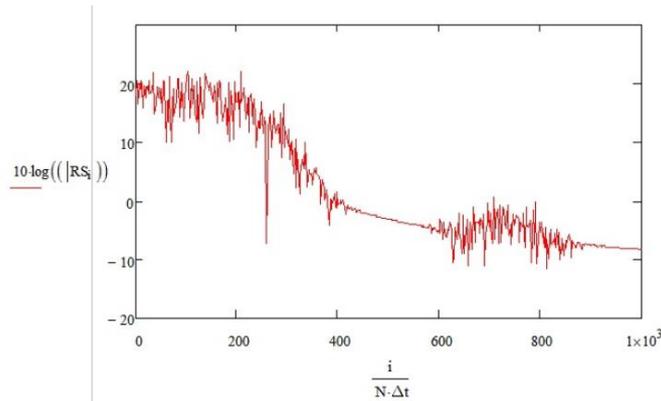


Рис.3. Спектр сигнала на выходе ФНЧ системы ФАПЧ

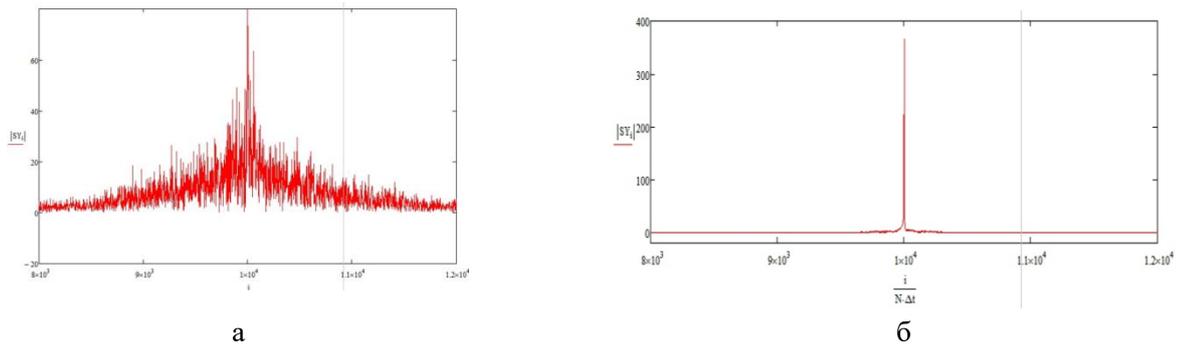


Рис.4. Спектр выходного сигнала ФАПЧ:  
а - при разомкнутой петле ФАПЧ б – при замкнутой петле ФАПЧ

### Литература

1. Ромашов В.В., Ромашова Л.В. Цифровые синтезаторы частот: Учебное пособие для студентов образовательных программ 11.04.01 Радиотехника, 11.03.01 Радиотехника, 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи [Электронный ресурс]. – Электрон. текстовые дан. (3,2 Мб). - Муром: МИ ВлГУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-R). – Систем. требования: процессор x86 с тактовой частотой 500 МГц и выше; 512 Мб ОЗУ; Windows XP/7/8; видеокарта SVGA 1280x1024 High Color (32 bit); привод CD-ROM. - Загл. с экрана.
2. Ромашов В.В., Смирнов М.С. Функциональное моделирование радиоэлектронных устройств: Учебное пособие для студентов образовательных программ 11.03.01 Радиотехника, 11.04.01 Радиотехника, 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи [Электронный ресурс]. – Электрон. текстовые дан. (15 Мб). - Муром: МИ ВлГУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-R). – Систем. требования: процессор x86 с тактовой частотой 500 МГц и выше; 512 Мб ОЗУ; Windows XP/7/8; видеокарта SVGA 1280x1024 High Color (32 bit); привод CD-ROM. - Загл. с экрана.