

Трошина Е.Н.

к.т.н., доцент каф. УКТС Суржик Д.И.

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: troshina-alena@bk.ru

### Исследование методов и подходов к формированию модулированных сигналов с помощью цифровых вычислительных синтезаторов

В настоящее время для обеспечения высокого разрешения по частоте и фазе, а также быстрого переключения частот при формировании модулированных сигналов применяются устройства на базе цифровых вычислительных синтезаторов (ЦВС), которые эффективно используются во многих системах синтеза частот и сигналов измерительной техники.

Ведущие мировые производители продолжают совершенствовать синтезатора как данного метода синтеза, так и комбинированные синтезаторы, а это значит, что в будущем можно рассчитывать на появление устройств с ещё большими функциональными возможностями и повышенными характеристиками.

Данная работа посвящена рассмотрению известных на данный момент методов и подходов к формированию модулированных сигналов с помощью цифровых ЦВС и определению их основных достоинств и недостатков.

В общем случае, модулированные сигналы формируются в ЦВС посредством подачи - соответствующих кодов:

- Управления частотой  $K_f$ ;
- Управления фазой  $K_\phi$ ;
- Управления амплитудой  $K_A$ ;
- Управления длительностью сигнала  $K_{Tc}$ ;
- Управления периодом повторения сигнала  $K_{Tp}$ .

Для формирования сигналов с меняющейся частотой по тому или иному закону в ЦВС добавляется накопитель кода скорости  $K_V$ , который обеспечивает необходимое изменение кода частоты  $K_f$  [1].

Одним из самых распространённых и известных решений является сочетание прямого цифрового и прямого аналогового методов синтеза, структурная схема которого приведена на рисунке 1. На схеме приняты следующие обозначения: БОЧ – блок опорных частот, ПАС – прямой аналоговый синтезатор, КвМ - квадратурный модулятор.

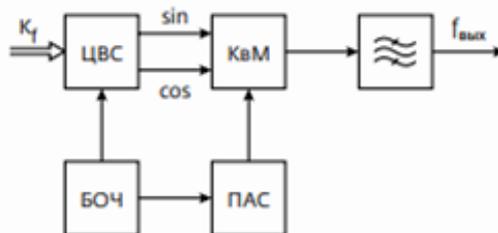


Рисунок 1 – Структурная схема формирователя модулированных сигналов на основе прямого цифрового и прямого аналогового методов синтеза

В данной схемес помощью ПАС формируемый сигнал переносится в высокочастотный диапазон, при этом сохраняются все преимущества, свойственные ЦВС

Известны также технические решения для формирования модулированных сигналов, которые основываются на методах прямого цифрового и косвенного синтеза (с помощью петли фазовой автоподстройки частоты, ФАПЧ). Они могут быть реализованы различными

способами. Один из таких формирователей (активный умножитель частоты на основе системы ФАПЧ) представлен на рисунке 2 при замене с помощью ЦВС2 целочисленного делителя частоты. На схеме приняты следующие обозначения: ФД – фазовый детектор, ГУН – генератор, управляемый напряжением, КГ – кварцевый генератор.

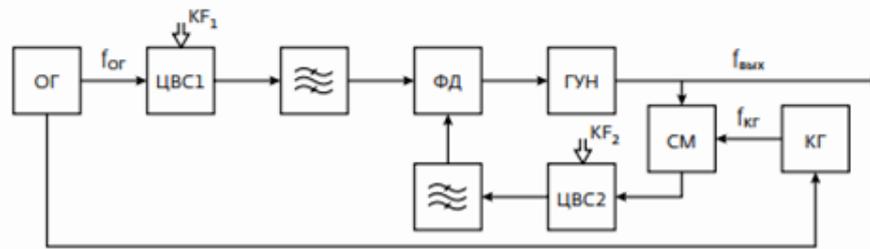


Рисунок 2 – Структурная схема формирователя модулированных сигналов на основе прямого цифрового и косвенного методов синтеза

На данный момент формирователи модулированных сигналов изготавливаются такими производителями, как Euvis, Hunter, AvidSystems, “Радио-комп”, Synopsis. Их уровень фазовых шумов [2] определяется выбранными схемотехническими решениями и качеством используемых кварцевых генераторах. При этом стоит отметить, что пропорционально повышению синтезируемой частоты увеличиваются и фазовые шумы [3].

#### Литература

1. Кочемасов В.Н., Белов Л.А., Оконешников В.С., Формирование сигналов с линейной частотной модуляцией. – М.: Радио и связь, 1983. - 192с.
- 2.Царапкин, Д.П. Методы генерирования СВЧ-колебаний с минимальным уровнем фазового шума. Диссертация на соискание ученой степени доктора техн. наук. - М.: МЭИ(ТУ), 2004.
3. Кулешов В. Оптоэлектронные СВЧ-генераторы с рекордно низкими фазовыми шумами. / Электронные компоненты. - 2009. - №8. - С.75.
4. Beltchicov S., Dzisiak A., Guletsky I. A Low Phase Noise Octave-Band Synthesizer Using an X-Band Frequency Reference / Microwave Journal. -2014. - Pp. 104-112.