

Базжин А.С., Докторов А.Н.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Л.В. Ромашова

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

### Программное обеспечение частотного планирования формирователей сигналов цифровых вычислительных синтезаторов на образах основной частоты

В настоящее время для синтеза сигналов произвольной формы и частоты широко применяются цифровые вычислительные синтезаторы. По сравнению с аналоговыми синтезаторами на основе ФАПЧ они имеют ряд преимуществ. Во-первых, в ЦВС практически отсутствуют переходные процессы, что определяется быстродействием синтезаторов. Во-вторых, ЦВС позволяют обеспечить очень высокую разрешающую способность. В-третьих, архитектура ЦВС позволяет значительно проще выполнять их в интегральном исполнении. [1]

Спектр выходного сигнала цифроаналогового преобразователя цифровых вычислительных синтезаторов достаточно насыщен различными гармониками. В нем присутствуют колебания основной синтезируемой частоты, а также копии спектра синтезируемого сигнала, называемые образами. Они представляют собой зеркальное отражение гармоники основной частоты от гармоник тактовой частоты. В работах [2, 3] показана возможность формирования высокочастотных сигналов с использованием образов основной частоты ЦВС.

На рис 1 приведена обобщенная схема формирователя сигналов ЦВС на образах основной частоты.

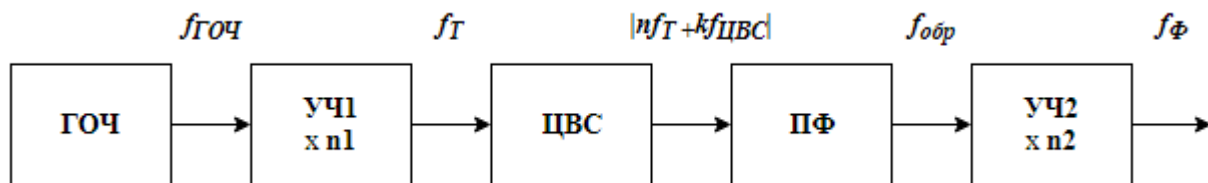


Рис. 1. Структурная схема формирователя сигналов ЦВС на образах основной частоты

На схеме ГОЧ – генератор опорной частоты  $f_{ГОЧ}$ . УЧ1 и УЧ2 - умножители частоты с коэффициентами  $n_1$  и  $n_2$  используются для формирования тактовой частоты  $f_T$  ЦВС и повышения частоты синтезируемых сигналов, соответственно, ПФ – полосовой фильтр, выделяющий требуемые спектральные компоненты из спектра выходного сигнала ЦВС.

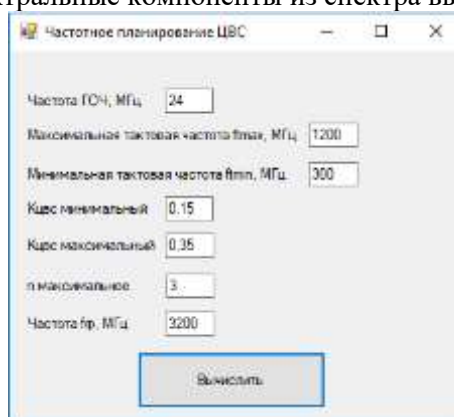


Рис. 2. Главное окно программы частотного планирования

Использование образов основной частоты для формирования высокочастотных сигналов требует сложной реализации частотного планирования. В целях автоматизации этого процесса было создано программное обеспечение на основе алгоритма частотного планирования,

описанного в работах [4, 5]. Программа написана на языке C# и для своей работы требует наличия необходимых наборов библиотек и системных компонентов, содержащихся в MS NET Framework 4.5. На рис. 2 показано главное окно программы.

В главном окне задаются исходные данные частотного плана, такие как: частота генератора опорных частот, максимальная и минимальная тактовая частота, значение коэффициента отношения основной и тактовой частоты  $K_{\text{ДВС}}$ , максимальное число образов основной частоты  $n$  и выходная частота формирователя  $f_{\text{ф}}$ . В зависимости от введенных исходных данных происходит построение таблицы частотного планирования. Пример расчета частотного плана показан в таблице 1.

Таблица 1. Результат работы программы

n2	n1	n	fcvs	ft	Kcvs	fobr
2	20	3	160	480	0,3333333333333333	1600
2	21	3	88	504	0,174603174603174	1600
2	24	-3	128	576	0,2222222222222222	1600
2	25	-3	200	600	0,3333333333333333	1600
2	29	2	208	696	0,298850574712644	1600
.....						
76	1	-2	5,89473684210526	24	0,245614035087719	42,1052631578947
178	3	0	17,9775280898876	72	0,249687890137328	0
178	1	-1	6,02247191011236	24	0,250936329588015	17,9775280898876
267	2	0	11,9850187265918	48	0,249687890137328	0

Первый и второй столбцы содержат коэффициенты умножения выходных и тактовых умножителей частоты. Остальные столбцы содержат значения номера используемого образа, коэффициент передачи  $K_{\text{ДВС}}$ , частоты образа.

Программа частотного планирования позволяет проводить сортировку вариантов частотного плана по минимальному значению коэффициента умножения выходного умножителя частоты. Это позволяет упростить поиск оптимальных с точки зрения практической реализации комбинаций параметров частотного планирования формирователей сигналов с использованием образов основной частоты цифровых вычислительных синтезаторов.

### Литература

1. Стешенко, В. Цифровые синтезаторы прямого синтеза частот. // В. Стешенко. – Компоненты и технологии, 2002. – №7.
2. Ромашов В.В., Храмов К.К., Докторов А.Н. Частотное планирование формирователей сигналов радиосистем на основе цифровых вычислительных синтезаторов // Радиотехнические и телекоммуникационные системы. 2012, №4. С.10-16.
3. Ромашов В.В., Храмов К.К., Докторов А.Н. Методы повышения частоты выходного сигнала формирователей на основе цифровых вычислительных синтезаторов // Проектирование и технологии РЭС. – 2014. - №1 – С. 2-7.
4. Докторов, А.Н., Якименко К.А. Алгоритм частотного планирования формирователя сигналов на основе цифровых вычислительных синтезаторов в режиме образов основной частоты / А.Н. Докторов, К.А. Якименко // Научный потенциал молодежи – будущее России [Электронный ресурс]: V Всероссийские научные Зворыкинские чтения: сб. тез. докл. V Всероссийской молодежной научной конференции. Муром, 22 апр. 2013 г.– Муром: Изд.-полиграфический центр МИ ВлГУ, 2013.– 964 с.: ил.– 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) – С. 320-321
5. Докторов, А.Н. Анализ алгоритма частотного планирования формирователей сигналов с использованием образов основной частоты цифровых вычислительных синтезаторов / А.Н. Докторов // Методы и устройства передачи и обработки информации, 2017, № 19. С. 16-22.