

Харчук С.М., Курилов И.А., Кузичкин О.Р., Васильев Г.С., 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: kh@mivlgu.ru

### Частотные характеристики формирователя сигналов с ЦВС в тракте обратной связи

В докладе рассматриваются результаты исследования частотных характеристик формирователя сигналов, позволяющего получить сетку высокостабильных частот с низким уровнем фазовых помех.

Поскольку воздействие дестабилизирующих факторов часто носит периодический характер [1], важно знать реакцию формирователя на воздействие в диапазоне частот.

Исследуемый формирователь реализует принцип гибридного синтеза частот на основе системы фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ) и цифрового вычислительного синтезатора частот (ЦВС). При этом, сигнал вычислительного синтезатора вводится в тракт обратной связи системы ФАПЧ. Для введения сигнала ЦВС используется преобразователь частоты. Кроме того, в схему включено устройство автоматической компенсации дестабилизирующего воздействия.

Получены выражения для амплитудночастотных (АЧХ) и фазочастотных характеристик формирователя сигналов при дестабилизирующих воздействиях на опорный генератор, ЦВС, фазовый детектор и генератор, управляемый напряжением. Они обозначены соответственно  $\varepsilon_{\Omega}$ ,  $\varepsilon_{\Omega}$ ,  $\varepsilon_{\Delta}$  и  $\varepsilon_{\Gamma}$ .

Так в частности, при воздействии на ЦВС и на генератор, управляемый напряжением выражения АЧХ принимают следующий вид

$$A_{\Omega}(\Omega) = |H_{\varepsilon_{\Omega\varphi}}(j\Omega)| = \left| \frac{K_{\varepsilon_{\Omega}} K_{c2} \frac{M(j\Omega)}{j\Omega\tau K_2 K_{c1}}}{1 + NM_y(j\Omega) + \frac{K_{c1} M(j\Omega)}{j\Omega\tau}} \right|, \quad (1)$$

$$A_{\Gamma}(\Omega) = |H_{\varepsilon_{\Gamma\varphi}}(j\Omega)| = \left| \frac{K_{\varepsilon_{\Gamma}} (NM_y(j\Omega) + 1)}{1 + NM_y(j\Omega) + \frac{K_{c1} M(j\Omega)}{j\Omega\tau}} \right|. \quad (2)$$

В выражениях (1) и (2) приняты следующие обозначения:  $j$  - мнимая единица;  $\Omega$  – частота воздействия;  $K_2$  – коэффициент передачи делителя частоты;  $M_y(j\Omega)$  и  $M(j\Omega)$  – передаточные функции тракта управления и ФАПЧ;  $K_{c1}$  и  $K_{c2}$  – коэффициенты передачи преобразователя частоты;  $K_{\varepsilon_{\Omega}}$ ,  $K_{\varepsilon_{\Gamma}}$  – коэффициент передачи воздействия помехи на ЦВС и управляемый генератор;  $N$  - коэффициент регулирования ;  $\tau$  - постоянная времени системы ФАПЧ. Графики АЧХ построенные по (1) и (2), представлены на рис.1 и рис.2.

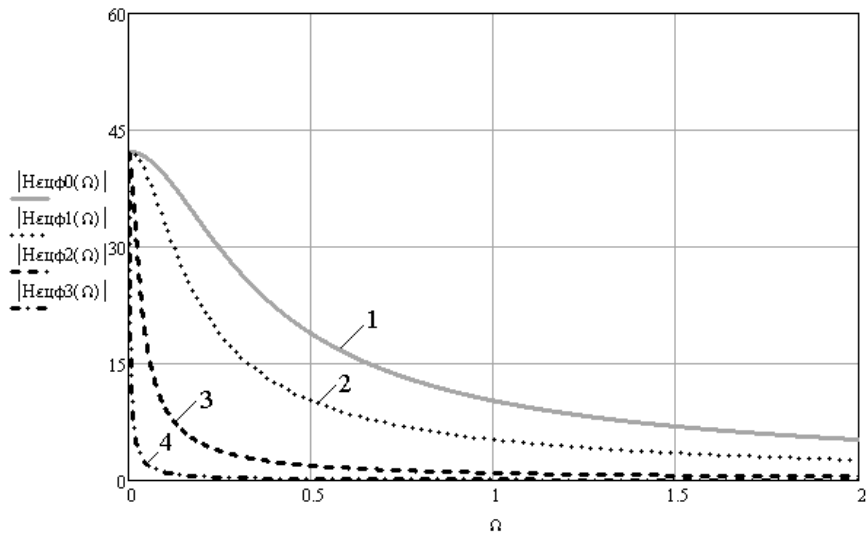


Рис.1. АЧХ при воздействии возмущения на ЦВС при  $N = 0$  (1);  $N = 1$  (2);  $N = 10$  (3);  $N = 100$  (4)

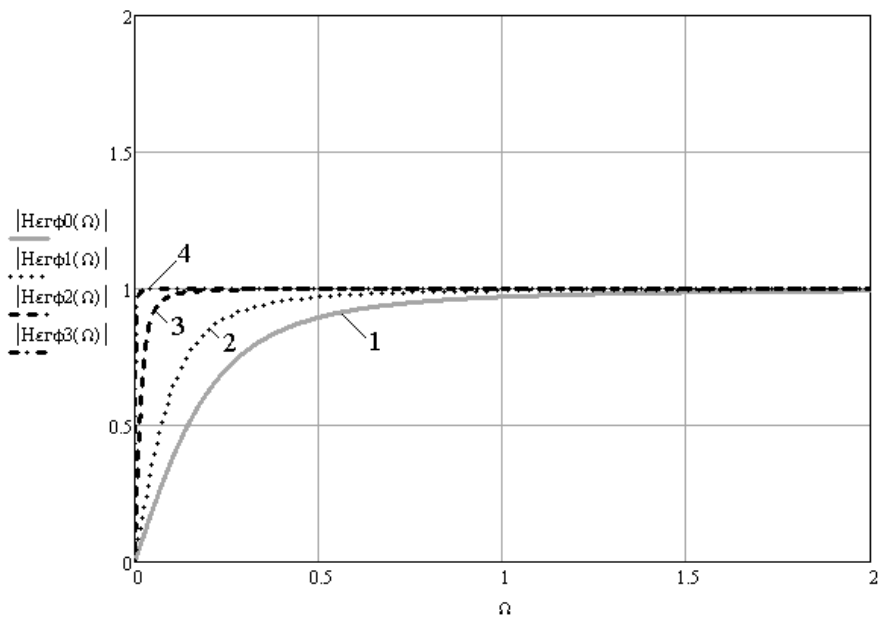


Рис.2. АЧХ при воздействии возмущения на управляемый генератор при  $N = 0$  (1);  $N = 1$  (2);  $N = 10$  (3);  $N = 100$  (4)

Полученные выражения и графические зависимости для всех видов рассматриваемых воздействий, позволяют исследовать частотные свойства формирователя сигналов с ЦВС в тракте обратной связи, выбрать и оптимизировать параметры составляющих формирователь блоков для обеспечения требуемого подавления помехи в заданном диапазоне частот.

#### Литература

1. Суржик Д. И., Курилов И. А., Васильев Г. С. Компенсация искажений ЦВС в гибридных синтезаторах частот // Радиотехнические и телекоммуникационные системы. - 2015. - № 4(20). - С. 13-19.