

Маркин В.И., Харчук С.М., Курилов И.А.

*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: ks\_ksm@mail.ru

### Частотные характеристики формирователя сигналов с ЦВС в выходном тракте

Формирователи сигналов позволяют получить сетку высокостабильных частот с высокой скоростью перестройки и малым шагом перестройки [1]. Применение в формирователях устройств автоматической компенсации фазовых помех позволяет повысить чистоту спектра и качественные показатели их выходных сигналов.

Исследуемый формирователь построен по методу гибридного синтеза частот на основе системы фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ) и цифрового вычислительного синтезатора частот (ЦВС). В данном варианте построения сигнал вычислительного синтезатора при помощи преобразования частоты вводится в выходной тракт системы ФАПЧ. Компенсация фазовых помех осуществляется инверсным управлением фазой обрабатываемого сигнала.

Для воздействий на опорный генератор и фазовый детектор системы ФАПЧ выражения АЧХ соответственно принимают вид

$$A_{\varepsilon_0}(\Omega) = \left| K_{\varepsilon_0} \left( K_3 K_{\text{ц}} K_{\text{с}2} + \frac{K_1 \left( \frac{M(j\Omega) K_{\text{с}1}}{\tau j \Omega K_2} - N M_y(j\Omega) \right)}{1 + \frac{M(j\Omega)}{\tau j \Omega}} \right) \right|, \quad (1)$$

$$A_{\varepsilon_{\text{д}}}(\Omega) = \left| \frac{K_{\varepsilon_{\text{д}}}}{K_{\text{д}}} \cdot \frac{1}{1 + \frac{M(j\Omega)}{\tau j \Omega}} \left( \frac{M(j\Omega) K_{\text{с}1}}{\tau j \Omega K_2} - N M_y(j\Omega) \right) \right|, \quad (2)$$

где:  $j$  - мнимая единица;  $\Omega$  – частота воздействия;  $K_1$  и  $K_2$ ,  $K_3$ –коэффициенты передачи первого множителя частоты и первого и второго делителей частоты соответственно;  $K_{\text{ц}}$ –коэффициент передачи ЦВС;  $K_{\text{с}1}$ ,  $K_{\text{с}2}$ –коэффициенты передачи смесителя;  $K_{\varepsilon_0}$  и  $K_{\varepsilon_{\text{д}}}$ –коэффициент передачи помех опорного генератора и фазового детектора;  $M(j\Omega)$  и  $M_y(j\Omega)$  – передаточные функции фильтров системы ФАПЧ и тракта компенсации воздействия;  $N$  - коэффициент регулирования тракта компенсации воздействия,  $\tau$  - постоянная времени системы ФАПЧ.

Графики АЧХ и ФЧХ построенные по (1), представлены на рис.1 и рис.2.

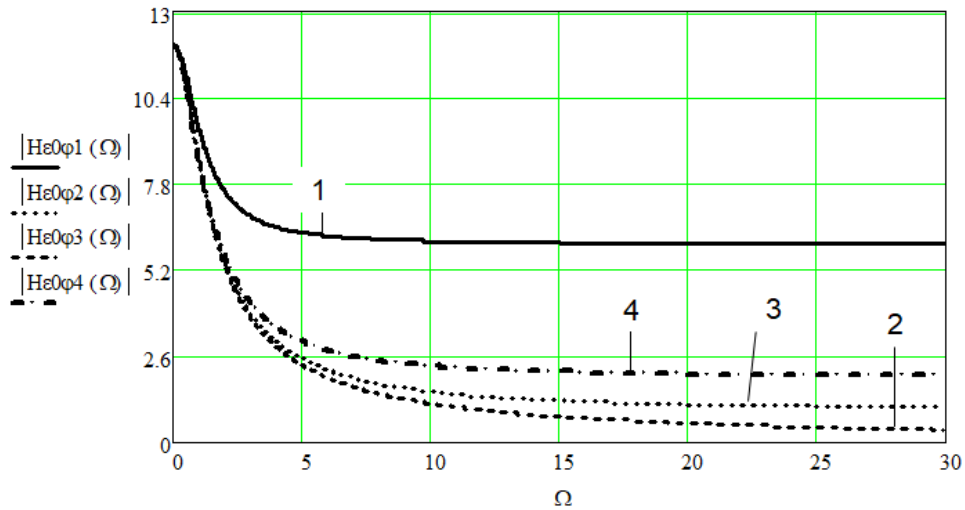


Рис.1. АЧХ устройства при дестабилизирующем воздействии на опорный генератор при  $M(j\Omega)=My(j\Omega)=1$  График 1 -  $N=0$ , график 2 -  $N=10$ , график 3 -  $N=12$ , график 4 -  $N=16$

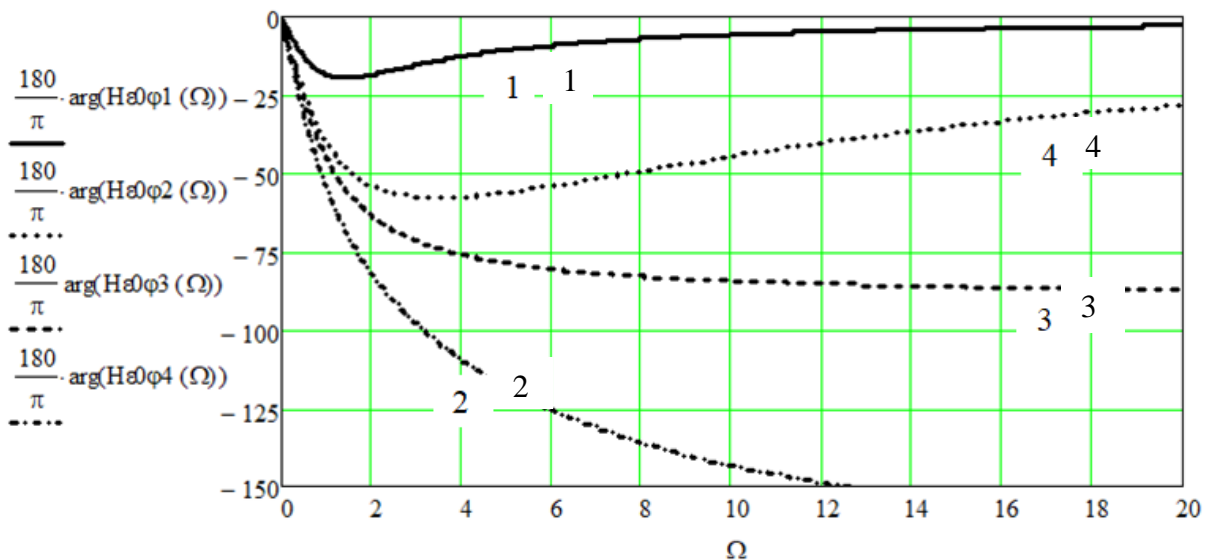


Рис.2. ФЧХ при дестабилизирующем воздействии на опорный генератор при  $M(j\Omega)=My(j\Omega)=1$ . График 1 -  $N=0$ , график 2 -  $N=10$ , график 3 -  $N=12$ , график 4 -  $N=16$

В работе проводится исследование АЧХ и ФЧХ при дестабилизирующих воздействиях на опорный генератор, ЦВС, фазовый детектор и генератор, управляемый напряжением. Анализ частотных характеристик позволяет оптимизировать параметры составляющих формирователь звеньев для обеспечения эффективного подавления фазовых помех.

### 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.