

Суржик Д.И., Харчук С.М.

*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: arzerum@mail.ru*

Частотные характеристики гибридного синтезатора частот с автокомпенсацией фазовых искажений ЦВС и регулированием по отклонению

В данной работе рассматриваются частотные характеристики (ЧХ) гибридного синтезатора частот с автокомпенсацией фазовых искажений цифрового вычислительного синтезатора и регулированием по отклонению, структурная схема которого приведена на рис. 1. На схеме приняты следующие обозначения: ОГ - опорный генератор, ФАПЧ1 - петля фазовой автоподстройки частоты, ЦВС - цифровой вычислительный синтезатор, УФВ - управляемый фазовращатель, АКФИ - автокомпенсатор фазовых искажений, ФНЧ ЦВС - выходной фильтр нижних частот ЦВС.

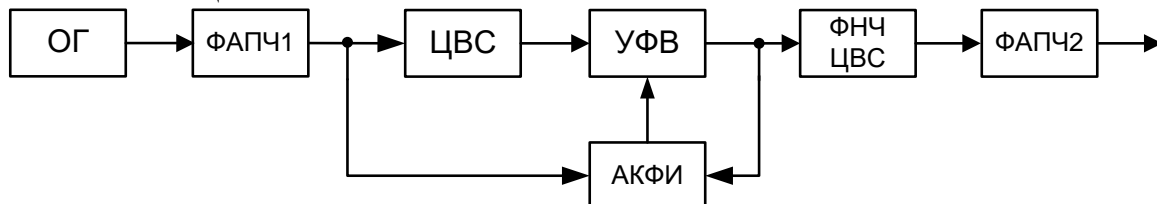


Рис. 1. Структурная схема гибридного синтезатора частот с АКФИ ЦВС и регулированием по отклонению

Устройство работает следующим образом. Источником высокостабильных колебаний в схеме гибридного синтезатора является опорный кварцевый генератор ОГ, генерирующий выходной сигнал с частотой в несколько десятков МГц. Шаг сетки частот выходного сигнала устройства задает ЦВС, для повышения тактовой частоты которого используется внешний, либо интегрированный в его микросхему умножитель частоты ОГ на основе петли фазовой автоподстройки частоты ФАПЧ1. Для устранения нежелательных высших гармоник и комбинационных составляющих в спектре выходного сигнала цифро-аналогового преобразователя ЦВС предусмотрен фильтр нижних частот (ФНЧ ЦВС). Поскольку выходная частота современных интегральных ЦВС ограничена значением в 1400 МГц, то для ее повышения в устройстве используется второй умножитель частоты на основе петли фазовой автоподстройки частоты ФАПЧ2.

Одним из недостатков синтезаторов частот, содержащих в своем составе ЦВС, является наличие в спектре синтезируемого сигнала фазовых шумов и множества дискретных паразитных спектральных составляющих [1-3]. Для их снижения в устройстве используется цепь автоматической компенсации фазовых искажений с регулированием по отклонению, выходной сигнал которой поступает на управляемый фазовращатель УФВ, осуществляющий противофазную модуляцию выходного сигнала ЦВС в соответствии с выделенным в АКФИ компенсирующим сигналом [2].

На рис. 2 приведены результаты моделирования амплитудно-частотных характеристик (АЧХ) рассматриваемого гибридного синтезатора частот относительно отклонений фазы ЦВС для различных параметров звеньев управляющего тракта АКФИ: коэффициента усиления усилителя и постоянной времени фильтра T (относительно постоянной времени T_1 фильтра выходного умножителя частоты на основе петли фазовой автоподстройки частоты ФАПЧ2), полученные с использованием передаточной функции устройства по указанному отклонению фазы. Для моделирования использовались следующие параметры устройства: тактовая частота ЦВС $f_T = 100$ МГц, выходная частота ЦВС $f_{ЦВС} = 30$ МГц, коэффициент умножения второй петли фазовой автоподстройки частоты ФАПЧ2 $N_2 = 1$. Для построения АЧХ введена нормированная частота $\Omega = \hat{\Omega}T$, где $\hat{\Omega}$ - комплексная частота сигнала.

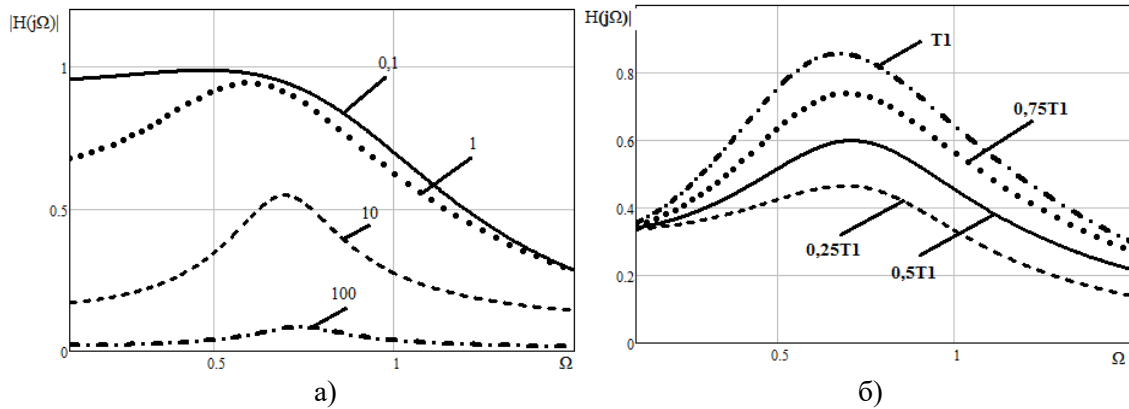


Рис. 2. АЧХ гибридного синтезатора частот по отклонениям фазы ЦВС для различных параметров звеньев АКФИ: коэффициента усиления усилителя (а) и постоянной времени фильтра (б)

Из представленного семейства кривых видно, что основная компенсация фазовых искажений ЦВС в составе гибридного синтезатора частот достигается установкой коэффициента усиления усилителя, причем чем выше данный коэффициент, тем больше наблюдаемый эффект автокомпенсации. Постоянная времени фильтра оказывает незначительное влияние на степень автокомпенсации, определяя в основном лишь полосу частот в которой она осуществляется.

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.
2. Васильев Г.С., Курилов И.А., Суржик Д.И., Харчук С.М. Частотные характеристики автокомпенсатора фазовых помех цифрового вычислительного синтезатора частот // Радиотехнические и телекоммуникационные системы. - 2015. – № 1(17). - С. 12-20.
3. Васильев Г.С., Курилов И.А., Суржик Д.И., Харчук С.М. Динамические и частотные характеристики формирователя сигналов с ЦВС, ФАПЧ и автокомпенсацией помех // Методы и устройства передачи и обработки информации. - 2016. - № 18. - С. 4-10.