

### Частотные характеристики гибридного синтезатора частот с автокомпенсацией помех при дестабилизации опорного генератора

Предлагаемая схема реализует эффективный способ уменьшения фазовых искажений гибридного синтезатора частот (ГСЧ), на основе цифрового вычислительного синтезатора (ЦВС) – их автоматическую компенсацию [1]. Паразитные отклонения фазы выходного сигнала ЦВС компенсируются последующим противофазным отклонением фазы сигнала ЦАП и системы фазовой автоматической подстройки частоты (ФАПЧ) в устройстве управляемой задержки – управляемом фазовращателе (УФ) под действием выделенного закона фазовой помехи. Схема реализует принцип регулирования по возмущению.

На основе электрической структурной схемы устройства получена функциональная модель синтезатора для паразитных возмущений (рис.1).

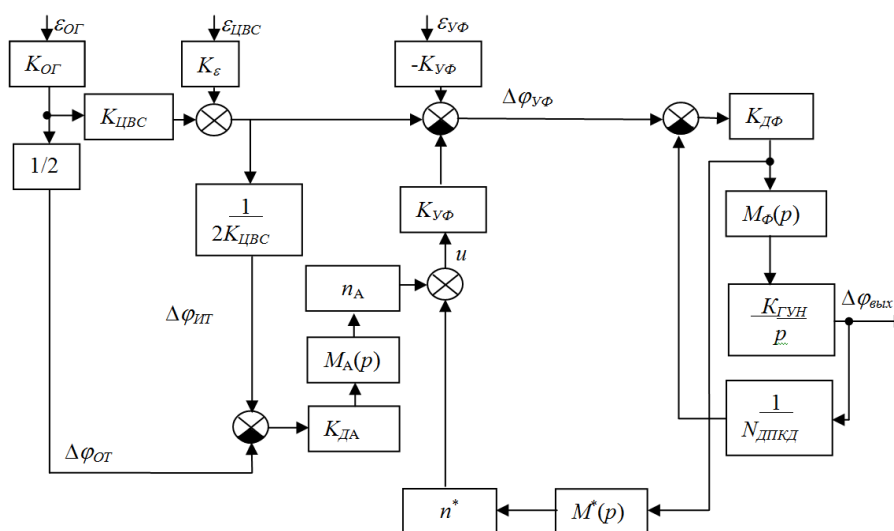


Рис.1

На модели обозначены:  $\varepsilon_{ог}$ ,  $\varepsilon_{уф}$  и  $\varepsilon_{цвс}$  - дестабилизирующие факторы, воздействующие на опорный генератор (ОГ), (УФ) и звенья ЦВС соответственно, и приводящие к фазовым искажениям сигналов блоков  $\Delta\varphi_{вых}$  – отклонение фазы выходного сигнала ГСЧ под действием дестабилизирующих факторов.

Цепь регулирования по возмущению составляет канал автокомпенсации фазовых искажений ЦВС. Наличие двух каналов автокомпенсации фазовых искажений обеспечивают одновременное подавление фазовых искажений в выходном сигнале гибридного синтезатора, обусловленных паразитными фазовыми отклонениями ЦВС и ФАПЧ.

Проводится анализ реакции ГСЧ на основе ЦВС и ФАПЧ с автокомпенсацией фазовых помех на гармоническое помеховое воздействие в диапазоне частот. В качестве помехи определено воздействие дестабилизирующего фактора на опорный генератор синтезатора частот.

Исследование частотных свойств системы основывается на использовании схемы обобщенного амплитудно–фазового преобразователя и включающих непрерывных кусочно–линейных функций [2].

Получены выражения характеристик синтезатора для фильтров нижних частот первого и второго порядков тракта управления. Так выражение передаточной функции ГСЧ по воздействию  $\varepsilon_{ог}$

$$H_{\varepsilon_{OG} \Delta \varphi_{вых}}(p) = \frac{K_{OG} N_{ДПКД} K_{ЦВС}}{1 + \frac{p T_c N_{ДПКД} [1 + N^* M^*(p)]}{M_{\Phi}(p)}}$$

где  $T_c = \frac{1}{K_{ГУН} K_{ФД}}$  - постоянная времени петли ФАПЧ,  $p$  – оператор.

Получено обобщенное выражение передаточной функции для произвольного типа и порядков фильтров синтезатора, а также выражения для частотных характеристик.

Построены графики амплитудно и фазо частотных характеристик и исследуются селективные свойства системы для фильтров нижних частот первого и второго порядков тракта управления.

Проведенный анализ подтвердил эффективность предложенной схемы гибридного синтезатора с автокомпенсацией фазовых искажений в виде паразитных отклонений фазы ЦВС и ФАПЧ. На основе анализа подтверждена эффективность схемы при подавлении фазовых отклонений сигналов ОГ.

*Статья подготовлена при поддержке гранта РФФИ № 15-08-05542*

#### Литература

1. Vasilyev G.S., Kuzichkin O.R., Kurilov I.A., Surzhik D.I. Analysis of noise properties of a hybrid frequency synthesizer with autocompensating phase noise of DDS and PLL / 2016 International Siberian Conference on Control and Communications. –2016. – С. 7491742.
2. Васильев Г.С., Курилов И.А., Суржик Д.И., Харчук С.М. Динамические и частотные характеристики формирователя сигналов с ФАПЧ, ЦВС и автокомпенсацией помех / Методы и устройства передачи и обработки информации. - 2016. - № 18. - С. 4-10.