

Д.И. Суржик  
 Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. И.А. Курилов  
*Муромский институт Владимирского государственного университета*  
 602264, г. Муром Владимирской обл., ул. Орловская, д.23  
 E-mail: kh@mivlgu.ru

### Переходные характеристики гибридных синтезаторов частот с автоматической компенсацией фазовых помех ЦВС

Помехи цифровых вычислительных синтезаторов (ЦВС) оказывают негативное влияние на характеристики как самих ЦВС, так и гибридных синтезаторов, в состав которых они входят в целом. Их действие проявляется образованием в выходном спектре синтезатора дополнительных дискретных побочных составляющих и фазового шума, приводящих к появлению дополнительных нестабильностей выходного сигнала управляемого генератора. В работе рассматривается схема автоматической компенсации фазовых помех (АФП) ЦВС гибридных синтезаторов частот, позволяющая уменьшить их влияние на выходной сигнал устройства.

Для анализа переходных режимов гибридных синтезаторов с АФП воспользуемся общим выражением передаточной функции синтезатора по помехе ЦВС в операторной форме, представляющей собой отношение мгновенных отклонений фаз генератора управляемого напряжением (ГУН) и действующей помехи:

$$H(p) = \frac{\varphi_{\text{ГУН}}(p)}{\varphi_{\text{П}}(p)}. \quad (1)$$

Поскольку объектом регулирования устройства является мгновенное отклонение фазы подстраиваемого ГУН, выразим его из выражения передаточной характеристики системы

$$\varphi_{\text{ГУН}}(p) = H(p)\varphi_{\text{П}}(p). \quad (2)$$

Требуется найти мгновенное изменение фазы ГУН во временной форме, спектр которого

$$\Phi_{\text{ГУН}}(j\omega) = \Phi_{\text{П}}(j\omega) \cdot H(j\omega). \quad (3)$$

Доказано, что для нахождения оригинала  $\varphi_{\text{ГУН}}(t) \leftarrow \Phi_{\text{ГУН}}(j\omega)$  не обязательно обладать полной информацией о спектральной плотности, а достаточно только знать либо действительную  $\Phi_{\text{ГУН1}}(\omega)$ , либо мнимую часть  $\Phi_{\text{ГУН2}}(\omega)$ :

$$\Phi_{\text{ГУН}}(j\omega) = \Phi_{\text{ГУН1}}(\omega) - j\Phi_{\text{ГУН2}}(\omega). \quad (4)$$

Аппроксимация действительной и мнимой частей спектральной плотности выходного сигнала (4) непрерывными кусочно-линейными функциями (НКЛФ) по имеющимся обобщенным аналитическим выражениям позволяет получить переходные характеристики фазы на выходе гибридного синтезатора с АФП ЦВС.

В среде *Mathcad* построены графики переходных процессов гибридных синтезаторов частот с фильтрами нижних частот (ФНЧ) первого и второго порядков при различных помеховых возмущениях: скачок фазы, линейное изменение, гармоническая помеха. Исследованы зависимости времени установления выходной фазы ГУН и влияние на процесс установления параметров цепи автокомпенсации (порядка и постоянной времени фильтра АФП и коэффициента передачи усилителя постоянного тока).

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 15-08-05542*

#### Литература

1. Рудаков А.М., Курилов И.А., Харчук С.М., Романов Д.Н. Математическое моделирование автокомпенсации фазовых помех на выходе ЦАП прямого цифрового синтезатора частот. Радиотехнические и телекоммуникационные системы. №2 (10), 2013. – С. 19-25.
2. Васильев Г.С., Курилов И.А., Харчук С.М. Моделирование нелинейного автокомпенсатора фазовых помех ЦАП прямого цифрового синтезатора частот. Радиотехнические и телекоммуникационные системы. №2 (10), 2014. – С. 30-38.
3. Белов Л. А. / Синтезаторы частот и сигналов: Учебное пособие. – М.: САЙНС-ПРЕСС, 2002. – 80 с.: ил.

## Секция 18. Радиоэлектроника

4. Курилов И. А., Васильев Г.С., Харчук С.М. Исследование переходных процессов амплитудно-фазовых преобразователей спектральным методом на основе НКЛФ. / Методы и устройства передачи и обработки информации: Межвуз. сб. научн. тр.- Вып. 11./ Под ред. В.В. Ромашова, В.В. Булкина. - М.: «Радиотехника», 2009. – С. 72-78.