

Ромашов В.В., Ромашова Л.В., Докторов А.Н.
 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: romashovmurot@mail.ru, doctorov_a_n@mail.ru

Коэффициент передачи шумовых характеристик устройства передискретизации выходного сигнала цифрового вычислительного синтезатора

Применение передискретизации выходного сигнала цифрового вычислительного синтезатора позволяет изменять огибающую частотной характеристики цифроаналогового преобразователя. Это явление позволяет увеличить амплитуду образов основной частоты, и как следствие, уменьшить отношение шум/сигнал.

Общий принцип передискретизации выходного сигнала ЦВС, и практическая схема передискретизатора, состоящая из преобразователя скважности и аналогового ключа, приведена в [1, 2], где показано схемотехническое моделирование работы данного устройства.

Добавим в структурную схему формирователя сигналов [3-6], структурные блоки передискретизатора: преобразователь скважности (ПС) и аналоговый коммутатор (АК), и разработаем математическую модель шумовых характеристик полученного устройства. На рис. 1 показана результирующая структурная схема формирователя сигналов с использованием передискретизации образов основной частоты ЦВС.

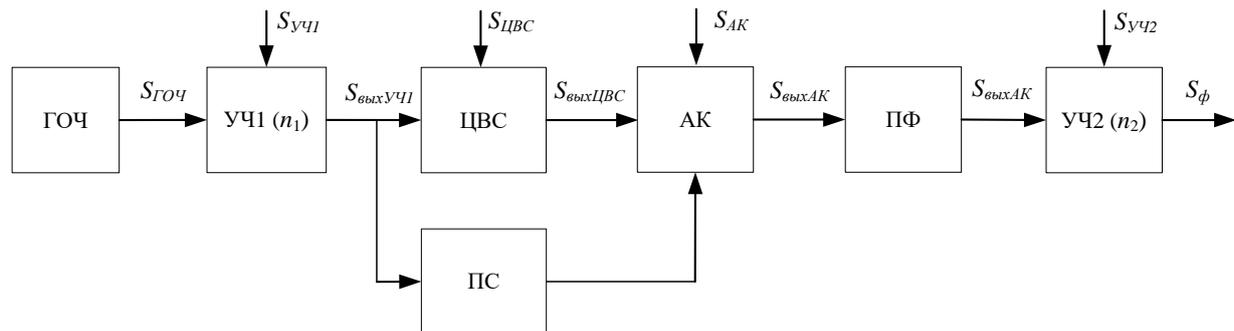


Рисунок 1 – Структурная схема формирователя сигналов с применением передискретизации выходного сигнала ЦВС

Математическая модель СПМ фазовых шумов, вносимых передискретизатором, определяется как

$$S_{AK}(F) = \frac{10^{-14.5}}{F} + 10^{-17}, \quad (1)$$

Данное выражение характерно не только для собственных шумовых характеристик передискретизатора, но и для других устройств, выполненных на основе цифровых микросхем [7].

В статье [8] получены основные выражения, описывающие теорию работы передискретизатора выходного сигнала ЦВС. Коэффициент передачи аналогового коммутатора, который представляет собой отношение комплексной огибающей выходного сигнала к комплексной огибающей входного сигнала коммутатора имеет вид

$$K_{AK}(\omega, q) = 10 \lg \left(\left(\frac{\dot{S}_{K0}(\omega)}{\dot{S}_{d0}(\omega)} \right)^2 \right) = 10 \lg \left(\left(\frac{|\sin(\omega T / 2q)|}{|\sin(\omega T / 2)|} \right)^2 \right), \quad (2)$$

где T – период дискретизации, q – скважность импульсов передискретизатора.

Получим такое же соотношение для номеров образов основной частоты ЦВС. Для этого перейдем к циклической частоте

$$K_{AK}(f, q) = 10 \lg \left(\left(\frac{|\sin(\pi f / f_T q)|}{|\sin(\pi f / f_T)|} \right)^2 \right), \quad (3)$$

Поскольку $f = f_T |n + K_{ЦВС}|$, тогда $f / f_T = |n + K_{ЦВС}|$ и получаем следующее выражение

$$K_{AK}(K_{ЦВС}, q, n) = 10 \lg \left(\left(\frac{|\sin(\pi \frac{|n + K_{ЦВС}|}{q})|}{|\sin(\pi |n + K_{ЦВС}|)|} \right)^2 \right), \quad (4)$$

где n – номер образа, $K_{ЦВС} = f_{ЦВС} / f_T$ – коэффициент передачи частоты, q – скважность импульсов передискретизации.

Данное соотношение характеризует коэффициент передачи аналогового коммутатора для выходного сигнала ЦВС. Коэффициент передачи по фазовым шумам является его обратной величиной. Поэтому, результирующий коэффициент передачи аналогового коммутатора для СПМ фазовых шумов определяется следующей формулой:

$$Z_{AK}(K_{ЦВС}, q, n) = \frac{1}{K_{AK}(K_{ЦВС}, q, n)} = 10 \lg \left(\left(\frac{|\sin(\pi |n + K_{ЦВС}|)|}{|\sin(\pi \frac{|n + K_{ЦВС}|}{q})|} \right)^2 \right), \quad (5)$$

Данный коэффициент характеризует изменение СПМ фазовых шумов на выходе устройства передискретизации после цифрового вычислительного синтезатора, в зависимости от номера образа и скважности импульсов передискретизации. Исследование данных зависимостей позволит определить максимальное снижение уровня фазовых шумов для всех номеров образов.

Литература

1. Докторов, А.Н. Хазов Д.А. Исследование влияния передискретизации выходного сигнала цифрового вычислительного синтезатора на уровень дискретных составляющих // Методы и устройства передачи и обработки информации, 2016, № 17. С. 4-11.
2. Ромашов В.В., Ромашова Л.В., Храмов К.К., Докторов А.Н.. Исследование влияния передискретизации на спектр выходного сигнала цифрового вычислительного синтезатора // Наука и образование в развитии промышленной, социальной и экономической сфер регионов России. VII Всероссийские научные Зворыкинские чтения: сб. тез. докл. – Муром, 6 февр. 2015 г. – Муром: ИПЦ МИ ВлГУ, 2015.– С. 221-222.
3. Romashov V.V., Khramov K.K., Doktorov A.N. “The Use of Images of DDS Fundamental Frequency for High-Frequency Signals Formation,” 2014 24th International Crimean Conference Microwave and Telecommunication Technology Conference Proceedings. 2014, pp. 310-311.
4. Ромашов В.В., Храмов К.К. Формирователи сетки опорных частот возбуждителя передатчика с использованием образов основной частоты // Методы и устройства передачи и обработки информации. 2011, № 13. С. 44-47.
5. Ромашов В.В., Храмов К.К., Докторов А.Н. Частотное планирование формирователей сигналов радиосистем на основе цифровых вычислительных синтезаторов // Радиотехнические и телекоммуникационные системы. 2012, № 4. С. 10-15.
6. Ромашов В.В., Ромашова Л.В., Храмов К.К., Докторов А.Н. Модель спектральной плотности мощности фазовых шумов цифровых вычислительных синтезаторов на образах основной частоты // Радиопромышленность. 2012. № 2. С. 38-48.
7. Рыжков, А.В. Синтезаторы частот в технике радиосвязи / А.В. Рыжков, В.Н. Попов. // М.: Радио и связь, 1991. – 264 с.
8. Ромашов В.В., Храмов К.К. Формирование сигналов в ОВЧ и УВЧ диапазонах при использовании метода прямого цифрового синтеза частот // Радиотехника. 2007, №6. С.39-41.