

А. Н. ЗЕЛЕНИН, канд. техн. наук,
 О. И. ГУБЕРНАТОРОВ, канд. техн. наук,
 В. К. ЛИТВИНЕНКО, В. И. ЦЫБУЛЬКО

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА НЕСТАБИЛЬНОСТИ ЧАСТОТЫ СИНХРОНИЗИРУЕМОГО ГЕНЕРАТОРА В СИСТЕМЕ ЦИФРОВОГО ЧАСТОТНОГО СИНТЕЗА

В работе [1] было показано, что нестабильность частоты $\Delta\Omega_2$ синхронизируемого генератора СГ в системе цифрового частотного синтеза ЦЧС (рис. 1) может быть определена с помощью следующего соотношения:

$$\Delta\Omega_2 = \Delta\Omega_{02} \frac{1}{1 + \beta\tau} + \Delta\Omega_{01} \frac{\beta\tau}{1 + \beta\tau}, \quad (1)$$

где $\Delta\Omega_{01}$, $\Delta\Omega_{02}$ — величины относительных нестабильностей парциальных частот опорного и синхронизируемого генератора соответственно;

β — величина, численно равная уменьшенной в K_2 раз полосе синхронизации СГ (K_2 — коэффициент деления делителя частоты в канале СГ);

τ — временной интервал, на котором определяется значение нестабильности частоты.

В данной статье приводятся результаты экспериментального исследования временной частотной нестабильности СГ в системе ЦЧС с параметрами

$$f_2 = 10^6 \text{ Гц}; \quad \Delta\Omega_{02} (\tau = 10^{-2} \text{ сек}) \approx 2 \cdot 10^{-4}; \quad \beta \approx 10^3 \text{ Гц}.$$

В качестве опорного колебания использовался выходной сигнал частотного синтезатора Ч6-49 с относительной частотной нестабильностью, значения которой приведены в табл. 1 [2].

Таблица 1

τ	1 сек	10 сек	10 мин	1 ч	24 ч	30 суток
$\Delta\Omega_{01}$	$5 \cdot 10^{-10}$	$5 \cdot 10^{-10}$	$1,5 \cdot 10^{-9}$	$3 \cdot 10^{-9}$	10^{-8}	$3 \cdot 10^{-7}$

Блок-схема установки для измерения временной нестабильности частоты СГ в системе ЦЧС приведена на рис. 2. Исследуемый сигнал СГ $f_2 = 10^6$ Гц подавался после ослабления аттенюатором на один вход смесителя. На другой ход смесителя поступал сигнал с опорного синтезатора частоты, причем $f_1 = f_2 - 10^3$ Гц = $999 \cdot 10^3$ Гц.

Сбор статистических данных о частоте $f_2 - f_1 = f_p$ проводился с помощью электронно-счетного

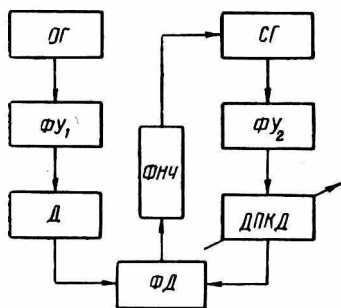


Рис. 1. Цифровой синтезатор частот:

ОГ — опорный генератор; СГ — синхронизируемый генератор; ФУ₁, ФУ₂ — формирующие импульсные устройства; Д — делитель частоты с постоянным коэффициентом деления; ДПКД — делитель частоты с переменным коэффициентом деления; ФД — фазовый детектор; ФНЧ — фильтр нижних частот.

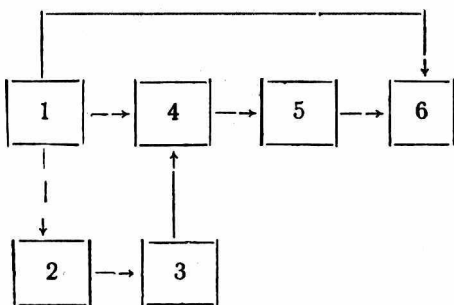


Рис. 2. Установка для измерения временной нестабильности частоты СГ: 1 — опорный синтезатор частот; 2 — измеряемый синтезатор частот; 3 — аттенюатор; 4 — смеситель; 5 — усилитель низких частот; 6 — электронный частотомер.

частотомера ЧЗ-4А, синхронизированного сигналом $f_c = 10^5$ Гц с синтезатора Ч6-49. Установив частотомер ЧЗ-4А в режим измерения периода, «множитель периода» в положение $\times 10^3$, «метки времени» в положение 0,1 мксек и зафиксировав десять значений периода разностной частоты 10^3 Гц, была рассчитана относительная нестабильность частоты СГ за 1 сек:

$$\Delta\Omega_{23} = \frac{\sqrt{\Delta T^2} f_p}{T f_2}, \quad (2)$$

где $\sqrt{\Delta T^2}$ — среднеквадратичное отклонение периода от его среднеарифметического значения (в микросекундах);

T — длительность периода разностной частоты, равная 10^3 мксек;

f_p — разностная частота, равная 10^3 Гц;

f_2 — выходная частота измеряемого синтезатора.

Установив переключатель частотомера «множитель периода» в положение X10 и проведя аналогичную обработку результатов измерения, определили относительную нестабильность частоты СГ за 10 мксек. На временных интервалах $\tau \gg 1$ сек относительная нестабильность $\Delta\Omega_{23}$ определялась с помощью частотомера в режиме измерения частот.

В табл. 2 приведены расчетные $\Delta\Omega_2$ и экспериментальные $\Delta\Omega_{23}$ значения относительной частотной нестабильности СГ в системе ЦЧС.

Таблица 2

Время	10 мксек	1 сек	10 мин	1 ч	24 ч	30 суток
$\Delta\Omega_2$	$2 \cdot 10^{-6}$	$6 \cdot 10^{-10}$	$2 \cdot 10^{-9}$	$3 \cdot 10^{-9}$	10^{-8}	$3 \cdot 10^{-7}$
$\Delta\Omega_{23}$	10^{-5}	10^{-9}	10^{-8}	$2 \cdot 10^{-8}$		

Результаты эксперимента в основном подтвердили выводы работы [1]. Расхождения теоретических и экспериментальных данных по оценке временной частотной нестабильности СГ в системе ЦЧС находятся в пределах точности эксперимента [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. Зеленин А. Н. О стабильности частоты синхронизируемого генератора в синхронных системах цифрового частотного синтеза. — Сб. «Радиотехника». Вып. 25. Харьков, 1973, с. 69—72.

2. Благоев В. А. и др. Аппаратура для частотных и временных измерений. М., «Сов. радио», 1971, 335 с.