

2. Горбунов А.В. Сравнительный анализ идентичности формируемых копий в динамических запоминающих устройствах различного типа // Радиоэлектронные средства: теория, разработка и сервис: Сб. научн. трудов / Южно-Рос. гос. ун-т экономики и сервиса. – Шахты: ЮРГУЭС, 2002. – С.59-68.
3. Румянцев К.Е., Горбунов А.В. Динамические запоминающие устройства на основе бинарных волоконно-оптических структур // Радиотехника. 2002. №12. С.73-80.
4. Патент 2210121 RU, С1, МПК 7, G 11 С 11/401, 11/42, G 02 В 6/00. Румянцев К.Е., Горбунов А.В. Динамическое запоминающее устройство радиосигналов с бинарной волоконно-оптической структурой. – 2002116859/09; Заявл. 24.12.2001; Опубл. 10.08.2003, Бюл. №22. – 44 с.: ил.

УДК 621.391.26

А.В. Кукуяшный

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЛЧМ - СИГНАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ СТРУКТУР

Рассмотрим возможность формирования ЛЧМ - сигналов с использованием волоконно-оптических структур. Для решения поставленной задачи используем известный алгоритм синтеза согласованного фильтра для ЛЧМ - сигнала, который определим следующим выражением:

$$S_{\text{вых}}(t) = \int_{-\infty}^{\infty} S_{\text{ЛЧМ}}(\tau) \sum_{n=1}^{\sqrt{T_c \Delta f}} \Pi \left(\frac{t - \tau - \frac{nT_c}{2\sqrt{T_c \Delta f}}}{T_c / \sqrt{T_c \Delta f}} \right) \cos(\omega_n(t - \tau) + \varphi_n) d\tau, \quad (1)$$

где

$$\Pi \left(\frac{t - \tau - \frac{nT_c}{2\sqrt{T_c \Delta f}}}{T_c / \sqrt{T_c \Delta f}} \right) - \text{функция стробирования с шириной окна } T_c / \sqrt{T_c \Delta f} \text{ и цен-}$$

тром $\frac{nT_c}{2\sqrt{T_c \Delta f}}$;

T_c - длительность сигнала $S_{\text{ЛЧМ}}(t)$;

Δf - полоса частот сигнала $S_{\text{ЛЧМ}}(t)$;

ω_n - частоты заполнения радиоимпульсов.

Сигнал $S_{\text{ЛЧМ}}(t)$ представляется в виде последовательности следующих друг за другом радиоимпульсов, несущие частоты которых выбраны в соответствии с выражением

$$f_n = f_0 - \frac{\Delta f}{2} + (2n-1) \frac{\Delta f}{2N},$$

где

f_0 - центральная частота сигнала $S_{\text{ЛЧМ}}(t)$;

$N = \sqrt{T_c \Delta f}$ - количество импульсов в последовательности.

Количество импульсов в последовательности выбирается таким образом, чтобы спектры соседних радиоимпульсов перекрывались на уровне 0,637. При этом спектр совокупности импульсов будет практически совпадать со спектром ЛЧМ - импульса, если ширина спектра любого из радиоимпульса на уровне 0,637 будет равняться абсолютной разнице частот заполнения соседних импульсов, т.е. $1/T_c/N = \Delta f/N$, откуда $N = \sqrt{T_c \Delta f}$, где $N^2 = D$ - база ЛЧМ - сигнала.

Структурная схема согласованного фильтра для ЛЧМ - сигнала, соответствующая алгоритму, описанному выражением (1), представлена на рис. 1.

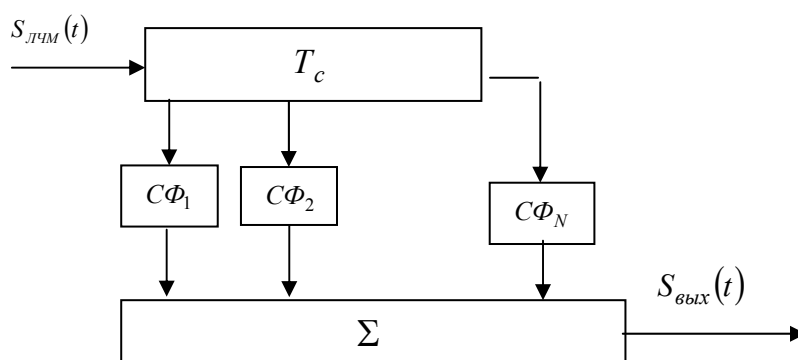


Рис. 1. Согласованный фильтр для ЛЧМ - сигнала

Импульсные характеристики $C\Phi_1 \dots C\Phi_N$ определяются выражением

$$g_n(t) = \Pi \left(\frac{t - \frac{nT_c}{2N}}{T_c/N} \right) \cos(\omega_n(t) + \varphi_n), \quad n = 1, 2 \dots N.$$

Среди известных в настоящее время волоконно-оптических структур (ВОС) с конечной импульсной характеристикой в качестве $C\Phi_1 \dots C\Phi_N$ предпочтительнее использовать бинарную ВОС (БВОС) в виду обеспечения ею максимального количества отсчетов импульсной характеристики при минимуме сопутствующих затрат (количество использованных направленных волоконных ответвителей, количество сварных соединений, габариты устройства и т.д.).

Однако существует одно ограничение для использования БВОС в качестве $C\Phi_N$: количество отсчетов импульсной характеристики определяется как $k = 2^P$, где $P = 0, 1, 2 \dots j$. При этом если количество отсчетов импульсной характеристики $g_n(t)$, взятых в точке с фазой $\varphi = 2\pi$, удовлетворяет неравенству

$$K_P = 2^P < K_{g_n(t)} < K_{P+1} = 2^{P+1},$$

то использовать БВОС для синтеза согласованного фильтра для ЛЧМ сигнала нельзя.

Таким образом, если в качестве $C\Phi_N$ используется БВОС, необходимо выполнение следующего равенства:

$$K_{g_n(t)} = K_P = 2^P, \quad P = 0, 1, 2 \dots j,$$

т.е. параметры входного ЛЧМ - сигнала должны быть согласованы со структурными особенностями построения БВОС.

Следовательно, использовать БВОС для синтеза согласованного фильтра для ЛЧМ - сигнала целесообразно при условии формирования ЛЧМ – сигнала на этой же синтезируемой структуре.

Определив некоторые предварительные ограничения, решим задачу синтеза согласованного фильтра для ЛЧМ - сигнала, импульсная характеристика которого должна иметь следующие параметры: центральная частота f_{03} , ширина спектра Δf_{03} , длительность отклика T_{c3} , скорость изменения циклической частоты β_3 . Используя БВОС, проведем синтез согласованного фильтра для ЛЧМ - сигнала и определим параметры ЛЧМ - сигнала, согласованного с синтезируемым фильтром.

В качестве основного условия синтеза определим постоянное число отсчетов импульсной характеристики $g'_n(t)$ $C\Phi_N$ на БВОС:

$$K_{g'_n(t)} = K_P = 2^P, \quad P = 0, 1, 2 \dots j, \quad n = 1 \dots M.$$

Длительность отклика $C\Phi_N$ будет определяться выражением

$$\tau_{C\Phi_N} = K \tau_n = K / f_{cp_n},$$

где f_{cp_n} - частота заполнения n-го радиоимпульса синтезируемой ЛЧМ - последовательности (ЛЧМ – сигнала).

Из последнего выражения видно, что величина $\tau_{C\Phi_N}$ изменяется с изменением n , причем для положительной девиации частоты (β^+):

$$\tau_{C\Phi_{n-1}} = K / f_{cp_{n-1}} > \tau_{C\Phi_n} = K / f_{cp_n}, \text{ а для отрицательной девиации частоты } (\beta^-):$$

$$\tau_{C\Phi_{n-1}} = K / f_{cp_{n-1}} < \tau_{C\Phi_n} = K / f_{cp_n}.$$

Суммарная длительность отклика согласованного фильтра для ЛЧМ - сигнала на БВОС определяется как:

$$T_c = \sum_{n=1}^M \tau_{C\Phi_n} = \sum_{n=1}^M K / f_{cp_n}.$$

Такое представление импульсной характеристики согласованного фильтра $g'_n(t)$ как функции, соответствующей ЛЧМ – сигналу, верно только при выполнении неравенства $M = \sqrt{T_c \Delta f}$, где T_c и Δf - длительность отклика и ширина спектра $g'_n(t)$. Данное условие выполняется, если $\tau_{n_{\max}} \leq T_c / \sqrt{T_c \Delta f}$, где $\tau_{n_{\max}}$ -

максимальная длительность отклика $C\Phi_N$. Очевидно, что $\tau_{n_{\max}} \leq K/f_{cp_{\min}}$, где $f_{cp_{\min}}$ - минимальная частота заполнения n -го радиоимпульса ЛЧМ - последовательности. Таким образом, окончательно определим следующие условия синтеза согласованного фильтра для ЛЧМ - сигнала:

$$T_c = \sum_{n=1}^M K/f_{cp_n}, \quad M = \sqrt{T_c \Delta f}, \quad \text{при} \quad K/f_{cp_{\min}} \leq T_c / \sqrt{T_c \Delta f}. \quad (2)$$

Для осуществления синтеза согласованного фильтра для ЛЧМ – сигнала на основе БВОС также потребуем выполнения следующих условий:

1) длительность отклика синтезируемого согласованного фильтра должна быть не более заданной : $T_c = \sum_{n=1}^M K/f_{cp_n} \leq T_{c3}$;

2) количество $C\Phi_N$ должно быть минимальным из имеющегося ансамбля решений: $M = \min\{M\}$.

На основании вышеизложенного выражение (2) можно представить в виде

$$\frac{K}{f_{cp_{\min}}} \leq \frac{T_{c3}}{\sqrt{T_{c3} \Delta f}}, \quad \text{или} \quad \frac{K}{f_{cp_{\min}}} \leq \sqrt{\frac{2\pi}{\beta_3}}.$$

Откуда

$$K \leq \sqrt{\frac{2\pi}{\beta_3}} f_{cp_{\min}}. \quad (3)$$

Таким образом, для определения величины K необходимо определить $f_{cp_{\min}}$. Пусть частота f линейно возрастает на интервале $[t_1; t_2]$. При этом

$$f_{t_2} = f_{t_1} + \frac{\beta(t_2 - t_1)}{2\pi}, \quad (4)$$

где $\beta = \frac{2\pi(f_{t_2} - f_{t_1})}{t_2 - t_1}$, а $f_{cp} = \frac{f_{t_2} - f_{t_1}}{2}$. Следовательно: $f_{cp} = f_{t_1} + \frac{\beta \Delta t}{4\pi}$, где $\Delta t = t_2 - t_1$.

Учитывая, что в нашем случае $\Delta t = \tau = K/f_{cp}$, получим

$$f_{cp} = f_{t_1} + \frac{\beta K}{4\pi f_{cp}} \quad \text{или} \quad f_{cp}^2 - f_{t_1} f_{cp} - \frac{\beta K}{4\pi} = 0, \quad \text{откуда}$$

$$f_{cp} = \frac{f_{t_1} \pm \sqrt{f_{t_1}^2 + \frac{\beta K}{\pi}}}{2}.$$

Учитывая, что $f_{t_2} > f_{t_1}$ последнее выражение примет следующий вид:

$$f_{cp} = \frac{f_{t_1} + \sqrt{f_{t_1}^2 + \frac{\beta K}{\pi}}}{2}. \quad (5)$$

При условии, что $f_{t_1} = f_{0_3} - \frac{\Delta f_3}{2}$ и $\beta = \beta_3$ с учетом последнего равенства выражение (3) можно записать в виде

$$K \leq \sqrt{\frac{2\pi}{\beta_3}} \frac{f_{0_3} - \frac{\Delta f_3}{2} + \sqrt{\left(f_{0_3} - \frac{\Delta f_3}{2}\right)^2 + \frac{\beta_3 K}{\pi}}}{2}.$$

Обозначив $f_{нз} = f_{0_3} - \frac{\Delta f_3}{2}$, преобразуем последнее выражение:

$$2K \leq \sqrt{\frac{2\pi}{\beta_3}} f_{нз} + \sqrt{\frac{2\pi f_{нз}^2}{\beta_3} + 2K} \quad \text{или}$$

$$2K - \sqrt{\frac{2\pi}{\beta_3}} f_{нз} \leq \sqrt{\frac{2\pi f_{нз}^2}{\beta_3} + 2K}.$$

Рассмотрим предельный случай:

$$2K - \sqrt{\frac{2\pi}{\beta_3}} f_{нз} = \sqrt{\frac{2\pi f_{нз}^2}{\beta_3} + 2K}, \quad \text{откуда}$$

$$\left(2K - \sqrt{\frac{2\pi}{\beta_3}} f_{нз}\right)^2 - \frac{2\pi f_{нз}^2}{\beta_3} - 2K = 0,$$

$$4K^2 - 4K \sqrt{\frac{2\pi f_{нз}^2}{\beta_3}} + \frac{2\pi f_{нз}^2}{\beta_3} - \frac{2\pi f_{нз}^2}{\beta_3} - 2K = 0, \quad \text{откуда}$$

$$4K \left\{ K - \sqrt{\frac{2\pi f_{нз}^2}{\beta_3} - \frac{1}{2}} \right\} = 0.$$

Последнее уравнение имеет два решения:

$$K = 0 \quad \text{и} \quad K = \sqrt{\frac{2\pi f_{и\zeta}^2}{\beta_\zeta} + \frac{1}{2}}.$$

Нашим условиям удовлетворяет только последнее решение, следовательно, окончательно получаем

$$K \leq \sqrt{\frac{2\pi f_{нз}^2}{\beta_3} + \frac{1}{2}}.$$

Таким образом, при определении количества отсчетов импульсной характеристики используем следующий критерий:

$$K_P = 2^P \leq \sqrt{\frac{2\pi f_{нз}^2}{\beta_3} + \frac{1}{2}} \leq K_{P+1} = 2^{P+1}. \quad (6)$$

Если длительность сигнала выразить в виде $\Delta t = \frac{(n-1)K + a}{f_{cp}}$, где $a=0\dots K$.

При этом выражение (5) примет следующий вид:

$$f_{cp} = \frac{f_{t_1} + \sqrt{f_{t_1}^2 + \frac{\beta_3 [(n-1)K + a]}{\pi}}}{2}.$$

При $f_{t_1} = f_{0з} - \frac{\Delta f_3}{2}$, $\beta = \beta_3$, $f_{t_2} = f_{cp_n}$, $a = K/2$, $f_{нз} = f_{0з} - \frac{\Delta f_3}{2}$

подставим последнее выражение в (4), получаем выражение для расчета значений частот радиоимпульсов синтезируемой ЛЧМ - последовательности, и соответственно временной шаг между отсчетами импульсной характеристики согласованного фильтра для ЛЧМ - сигнала на БВОС:

$$f_{cp_n} = f_{нз} + \frac{\beta_3 [(n-1)K + K/2]}{\pi} \frac{1}{f_{нз} + \sqrt{f_{нз}^2 + \frac{\beta_3 [(n-1)K + K/2]}{\pi}}}.$$

Используя последнее выражение при $n=1, a=0$ и $n=M, a=K$, получим выражения для нижней и верхней частоты импульсной характеристики синтезируемого согласованного фильтра соответственно:

$$\begin{aligned} f_n &= f_{нз} \\ f_в &= f_{нз} + \frac{\beta_3 MK}{\pi} \frac{1}{f_{нз} + \sqrt{f_{нз}^2 + \frac{\beta_3 MK}{\pi}}} \end{aligned}$$

Ширина спектра импульсной характеристики синтезируемого согласованного фильтра для ЛЧМ - сигнала на БВОС определяется выражением

$$\Delta f = f_в - f_n = \frac{\beta_3 MK}{\pi} \frac{1}{f_{нз} + \sqrt{f_{нз}^2 + \frac{\beta_3 MK}{\pi}}}$$

Центральная частота спектра отклика импульсной характеристики синтезируемого согласованного фильтра для ЛЧМ - сигнала на БВОС определяется выражением

$$f_0 = \frac{f_в + f_n}{2} = f_{нз} + \frac{\beta_3 MK}{\pi} \frac{1}{f_{нз} + \sqrt{f_{нз}^2 + \frac{\beta_3 MK}{\pi}}}$$

Длительность отклика синтезируемого согласованного фильтра для ЛЧМ - сигнала на БВОС определяется выражением.

$$T_c = \sum_{n=1}^M \frac{K}{f_{cp_n}} = \frac{MK}{f_0} = MK \left/ \left\{ f_{нз} + \frac{\beta_3 MK}{\pi} \frac{1}{f_{нз} + \sqrt{f_{нз}^2 + \frac{\beta_3 MK}{\pi}}} \right\} \right.$$

Скорость изменения циклической частоты спектра импульсной характеристики синтезируемого согласованного фильтра определяется следующим выражением:

$$\begin{aligned} \beta &= \frac{2\pi \Delta f}{T_c} = \frac{2\pi \beta_3 MK}{\pi} \frac{\left\{ \frac{f_{нз}}{f_{нз} + \sqrt{f_{нз}^2 + \frac{\beta_3 MK}{\pi}}} + \frac{\beta_3 MK}{\pi} \frac{1}{\left(f_{нз} + \sqrt{f_{нз}^2 + \frac{\beta_3 MK}{\pi}} \right)^2} \right\}}{MK} = \\ &= 2\beta_3 \frac{f_{нз} \left(f_{нз} + \sqrt{f_{нз}^2 + \frac{\beta_3 MK}{\pi}} \right) + \beta_3 MK}{2\pi \left(f_{нз} + \sqrt{f_{нз}^2 + \frac{\beta_3 MK}{\pi}} \right)^2} = \end{aligned}$$

$$= 2\beta_3 \frac{2\pi \left(f_{нз}^2 + f_{нз} \sqrt{f_{нз}^2 + \frac{\beta_3 MK}{\pi}} + \frac{\beta_3 MK}{2\pi} \right)}{2\pi \left(2f_{нз}^2 + 2f_{нз} \sqrt{f_{нз}^2 + \frac{\beta_3 MK}{\pi}} + 2 \frac{\beta_3 MK}{2\pi} \right)} = \beta_3 .$$

Учитывая, что суммарное количество отсчетов импульсной характеристики определяется произведением длительности отклика согласованного фильтра на центральную частоту в спектре импульсной характеристики, получим условие для определения суммарного количества отсчетов импульсной характеристики в синтезируемом согласованном фильтре для ЛЧМ - сигнала на основе БВОС:

$$K_{C\Phi} = MK = T_c f_0 \leq K_{g(t)} = T_{c3} f_{03} .$$

Для определения количества $C\Phi_N$ в синтезируемом согласованном фильтре для ЛЧМ - сигнала на основе БВОС используем целую часть числа, полученного при расчете по следующей формуле:

$$M = \frac{1}{K} T_{c3} f_{cp} ,$$

где величина K определяется выражением (6).

В результате произведенных выкладок получены следующие соотношения для полученных характеристик синтезируемого согласованного фильтра для ЛЧМ – сигнала на основе БВОС и заданных параметров для синтезируемого фильтра:

- нижняя частота спектра импульсной характеристики $f_n = f_{нз}$;
- верхняя частота спектра импульсной характеристики $f_6 < f_{вз}$;
- центральная частота спектра импульсной характеристики $f_0 < f_{03}$;
- длительность отклика согласованного фильтра $T_c < T_{c3}$;
- ширина спектра импульсной характеристики $\Delta f < \Delta f_3$;
- скорость изменения циклической частоты спектра импульсной характеристики $\beta = \beta_3$.

Учет технологических допусков изготовления волоконно-оптических линий задержек

Оценим предельные параметры синтезируемого ЛЧМ - сигнала, определяемые технологическими допусками изготовления линий задержек (ЛЗ) для БВОС.

Сформулируем задачу синтеза ЛЧМ - сигнала следующим образом: частотный диапазон для синтезируемого ЛЧМ - сигнала (ЛЧМ - последовательности) определяется как $[f_n; f_6]$, необходимо синтезировать ЛЧМ - сигнал с предельно возможными параметрами.

В спектральной области технологический допуск изготовления ЛЗ для БВОС определяет минимально возможный частотный интервал δf между несущими частотами импульсов ЛЧМ - последовательности, причем на нижней частоте диапазона f_n частотный интервал δf_n больше, чем на верхней частоте диапазона δf_6 .

Исходя из представления синтезируемого ЛЧМ - сигнала в виде ЛЧМ - последовательности радиоимпульсов и учитывая технологические допуски изготовления ЛЗ для БВОС количество импульсов ЛЧМ – последовательности (количество $C\Phi_N$) определяется выражением

$$T_c = \frac{2\pi(f_s - f_{np})}{\beta_p},$$

где $N^2 = D$ - база ЛЧМ – сигнала; \mathcal{D}_s - минимально возможный частотный интервал между несущими частотами ЛЧМ – последовательности, обусловленный технологическими допусками.

Если поставить в соответствие \mathcal{D}_s некоторый временной интервал $\Delta\tau$ можно определить предельные параметры синтезируемого ЛЧМ - сигнала (синтезируемого согласованного ЛЧМ - фильтра), используя следующее уравнение:

$$\frac{1}{f_{cp1}} - \frac{1}{f_{cp2}} = \Delta\tau, \quad (7)$$

где

$$f_{cp1} = f_s - \frac{\beta K}{2\pi} \frac{1}{f_s + \sqrt{f_s^2 - \frac{\beta K}{2\pi}}},$$

$$f_{cp2} = f_s - \frac{3\beta K}{2\pi} \frac{1}{f_s + \sqrt{f_s^2 - \frac{3\beta K}{2\pi}}}.$$

Введем обозначение $y = \frac{\beta K}{2\pi f_s^2}$ и $a = \Delta\tau f_s$ после несложных преобразований из (7) получаем следующее уравнение:

$$3y(1 + \sqrt{1-y}) - y(1 + \sqrt{1-3y}) = a(1 + \sqrt{1-y} - y)(1 + \sqrt{1-3y} - 3y).$$

Можно показать, что данное уравнение сводится к следующему уравнению:
 $81a^4y^4 + (216a^2 - 216a^4)y^3 + (198a^4 - 396a^2 + 36)y^2 + (216a^2 - 72a^4) + 9a^4 - 36a^2 = 0. \quad (8)$

Решая данное уравнение для определенного $a = \Delta\tau f_s$, можно затем определить предельные параметры синтезируемого согласованного фильтра для ЛЧМ - сигнала на основе БВОС (или предельные параметры ЛЧМ - последовательности) на основании следующей методики:

1. Необходимое расчетное количество M_p согласованных фильтров $C\Phi_N$ можно определить, используя следующее выражение:

$$f_{np} = f_s - \frac{\beta K}{2\pi} \frac{1}{f_s + \sqrt{f_s^2 - \frac{\beta K}{2\pi}}},$$

причем, учитывая, что M_p должно быть целым числом, потребуем выполнения условия $f_{np} \geq f_n$, где f_n - нижняя граница заданного частотного диапазона. При этом можно показать, что значение M_p определяется следующим выражением:

$$M_p \leq \frac{1 - \left(\frac{f_n}{f_6}\right)^2}{2y}, \quad (9)$$

где $y = \frac{\beta K}{2\pi f_6^2}$ - решение уравнения (8).

Выбираем M_p как наибольшее целое число, удовлетворяющее условию (9).

2. При определенном в предыдущем пункте значении M_p , найденном решении уравнения (8) $y = \frac{\beta K}{2\pi f_6^2}$ определим расчетную величину нижней частоты спектра $f_{np} \geq f_n$ отклика импульсной характеристики синтезируемого согласованного фильтра для ЛЧМ - сигнала на основе БВОС, используя следующее выражение:

$$f_{np} = f_6 \left(1 - \frac{2M_p y}{1 + \sqrt{1 - 2M_p y}} \right).$$

3. Ширина спектра отклика импульсной характеристики синтезируемого согласованного фильтра для ЛЧМ - сигнала на основе БВОС (ширина спектра синтезируемого ЛЧМ - сигнала) определяется выражением

$$\Delta f_p = f_6 - f_{np} = \frac{2M_p y}{1 + \sqrt{1 - 2M_p y}}.$$

4. Скорость изменения циклической частоты синтезируемого ЛЧМ - сигнала определяется выражением

$$\sqrt{\frac{2\pi f_{np}^2}{\beta}} + \frac{1}{2} = \frac{2y\pi f_6^2}{\beta}.$$

В результате несложных преобразований получаем

$$\beta = \frac{1}{2} \left\{ 8\pi(yf_6^2 + f_{np}^2) - \sqrt{64\pi^2(yf_6^2 + f_{np}^2)^2 - 4(4\pi y f_6^2)^2} \right\}.$$

5. Количество отсчетов импульсной характеристики $C\Phi_N$ синтезируемого согласованного фильтра для ЛЧМ - сигнала на основе БВОС определяется следующим выражением:

$$K_p = 2^p \leq \sqrt{\frac{2\pi f_{np}^2}{\beta}} + \frac{1}{2}, \text{ где } p = 0, 1, 2 \dots j.$$

В качестве величины K_p выбираем наибольшее целое число, удовлетворяющее последнему условию.

6. После выбора величины K_p производим перерасчет значения циклической частоты синтезируемого ЛЧМ - сигнала в соответствии с выражением

$$\beta_p = \frac{2\gamma f_{\epsilon}^2 \pi}{K_p}.$$

7. Рассчитываем длительность отклика импульсной характеристики синтезируемого согласованного фильтра для ЛЧМ - сигнала на основе БВОС:

$$T_c = \frac{2\pi(f_{\epsilon} - f_{np})}{\beta_p}.$$

База синтезируемого ЛЧМ - сигнала (ЛЧМ - последовательности):

$$D = (f_{\epsilon} - f_{np})T_c.$$

Расчеты предельных значений синтезируемого на основании БВОС ЛЧМ - сигнала, произведенные по вышеуказанной методике в зависимости от величины технологического допуска при изготовления ЛЗ БВОС (1мм и 0,1 мм), приведены в табл. 1.

Таблица 1

Наименование параметра	Погрешность 1мм	Погрешность 0,1 мм
Центральная частота ЛЧМ – сигнала, ГГц	10	10
Ширина спектра ЛЧМ - сигнала, ГГц	5,65	6,6
Длительность ЛЧМ - сигнала, нс	2,28	181,8
База ЛЧМ - сигнала	13	1200