

**МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)
«МАИ»**

**БАЕВ АНДРЕЙ БОРИСОВИЧ
baev@mai-trt.ru**

КУРСОВАЯ РАБОТА

по курсу «Радиотехнические цепи и сигналы» на тему

«Цифровая обработка радиосигналов»

Москва, 2012 г.

Цель курсовой работы:

- синтез цифрового фильтра;
- анализ прохождения дискретного радиосигнала со сложной модуляцией через цифровой фильтр;
- детектирование дискретного радиосигнала на выходе фильтра с использованием комплексной огибающей сигнала;
- исследование влияния параметров цифрового фильтра на искажения сигналов на выходе детекторов.

Структурная схема обработки сигнала показана на рис. 1.

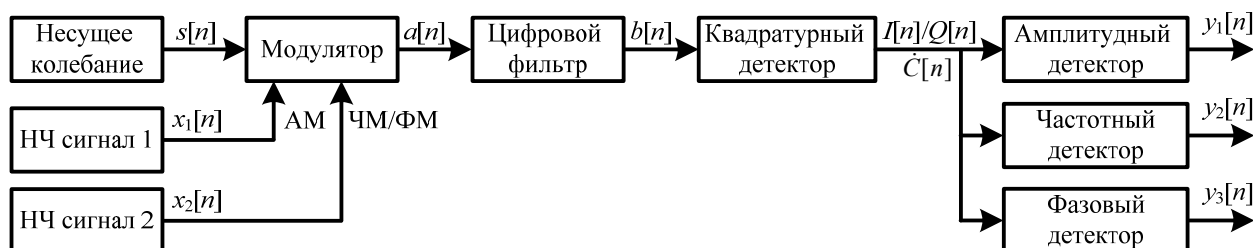


Рис. 1. Структурная схема обработки сигнала

Порядок выполнения работы

1. Синтез низкочастотных модулирующих сигналов

1. Для низкочастотных (НЧ) сигналов $x_1(t)$ и $x_2(t)$, выданных преподавателем, записать их аналитические выражения.
2. С помощью свойств преобразования Фурье найти спектры сигналов $x_1(t)$ и $x_2(t)$, изобразить их.
3. Сформировать дискретные сигналы $x_1[n]$ и $x_2[n]$.
4. Изобразить сигналы $x_1[n]$ и $x_2[n]$ и их амплитудные спектры $X_1[m]$ и $X_2[m]$.

2. Формирование радиосигнала со сложной модуляцией

1. Согласно варианту задания сформировать дискретный радиосигнал $a[n]$ со сложной модуляцией.

Радиосигнал со сложной модуляцией определяется выражением:

$$a(t) = A_0 \cdot (1 + k_1 \cdot x_1(t)) \cdot \cos[2\pi(f_0 + k_2 \cdot x_2(t))t + k_3 \cdot x_2(t)], \quad (1)$$

где A_0, f_0 – амплитуда и частота несущего колебания;

k_1 – коэффициент амплитудной модуляции;

k_2 – девиация частоты частотно-модулированного сигнала;

k_3 – индекс фазовой модуляции.

2. Изобразить сигнал $a[n]$ и его амплитудный спектр $A[m]$.

Масштаб при отображении сигналов и спектров выбирать таким образом, чтобы были видны характерные особенности отображаемых графиков.

3. Синтез цифрового фильтра

1. Согласно заданию, выданному преподавателем, синтезировать цифровой фильтр.
2. Определить и изобразить характеристики цифрового фильтра:
 - системную функцию;
 - импульсную характеристику;
 - диаграмму нулей и полюсов на z -плоскости;
 - частотную характеристику;
 - структурную схему фильтра в канонической форме;
 - разностное уравнение.

4. Фильтрация радиосигнала

1. Найти сигнал $b[n]$ на выходе цифрового фильтра во временной и частотной областях.
2. Изобразить сигнал $b[n]$ и его амплитудный спектр.

5. Нахождение комплексной огибающей радиосигнала

1. Найти комплексную огибающую $\dot{C}_1[n]$ сигнала $b[n]$ с помощью синхронного детектора, показанного на рис. 2.

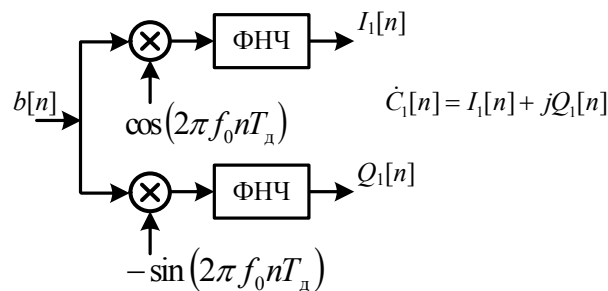


Рис. 2. Структурная схема определения комплексной огибающей радиосигнала с помощью синхронного детектора

2. Изобразить действительную и мнимую части комплексной огибающей $\dot{C}_1[n]$, амплитудный и фазовый спектры комплексной огибающей.
3. Найти комплексную огибающую $\dot{C}_2[n]$ сигнала $b[n]$ с помощью преобразования Гильберта (см. рис. 3) и изобразить её действительную и мнимую части.

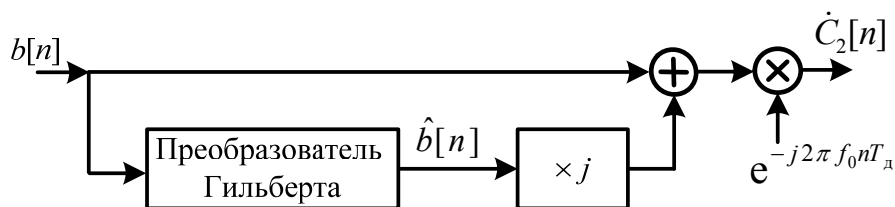


Рис. 3. Структурная схема определения комплексной огибающей радиосигнала с помощью преобразования Гильберта

4. Изобразить действительную и мнимую части комплексной огибающей $\dot{C}_2[n]$, амплитудный и фазовый спектры комплексной огибающей.

6. Детектирование радиосигнала

1. Найти и изобразить модуль, аргумент и мгновенное изменение частоты комплексных огибающих сигнала $b[n]$ согласно рис. 4.



а) амплитудный детектор б) фазовый детектор в) частотный детектор

Рис. 4. Структурные схемы детекторов

7. Исследование влияния параметров цифрового фильтра на искажения сигналов на выходе детекторов

1. Провести сравнение исходных сигналов $x_1[n]$ и $x_2[n]$ с сигналами на выходе амплитудного, частотного и фазового детекторов.
2. Изменяя параметры цифрового фильтра (полоса пропускания, резонансная частота, порядок фильтра) оценить искажения сигналов на выходе детекторов по сравнению с исходными модулирующими сигналами.

Список литературы

1. Ричард Лайонс, Цифровая обработка сигналов: Второе издание. Пер. с англ. – М.: ООО «Бином-Пресс», 2006. – 656 стр.
2. Сергиенко А.Б., Цифровая обработка сигналов. – СПб.: Питер, 2002. – 608 стр.
3. Хант Б., Matlab R2007 с нуля. М.: Лучшие книги, 2008. – 352 стр.
4. Дьяконов В. П., MATLAB 7 /R2006/R2007: Самоучитель. – М.: ДМК Пресс, 2008. – 768 с.
5. Ануфриев И.Е., Смирнов А.Б., Смирнова Е.Н., MATLAB 7. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 1104 стр.

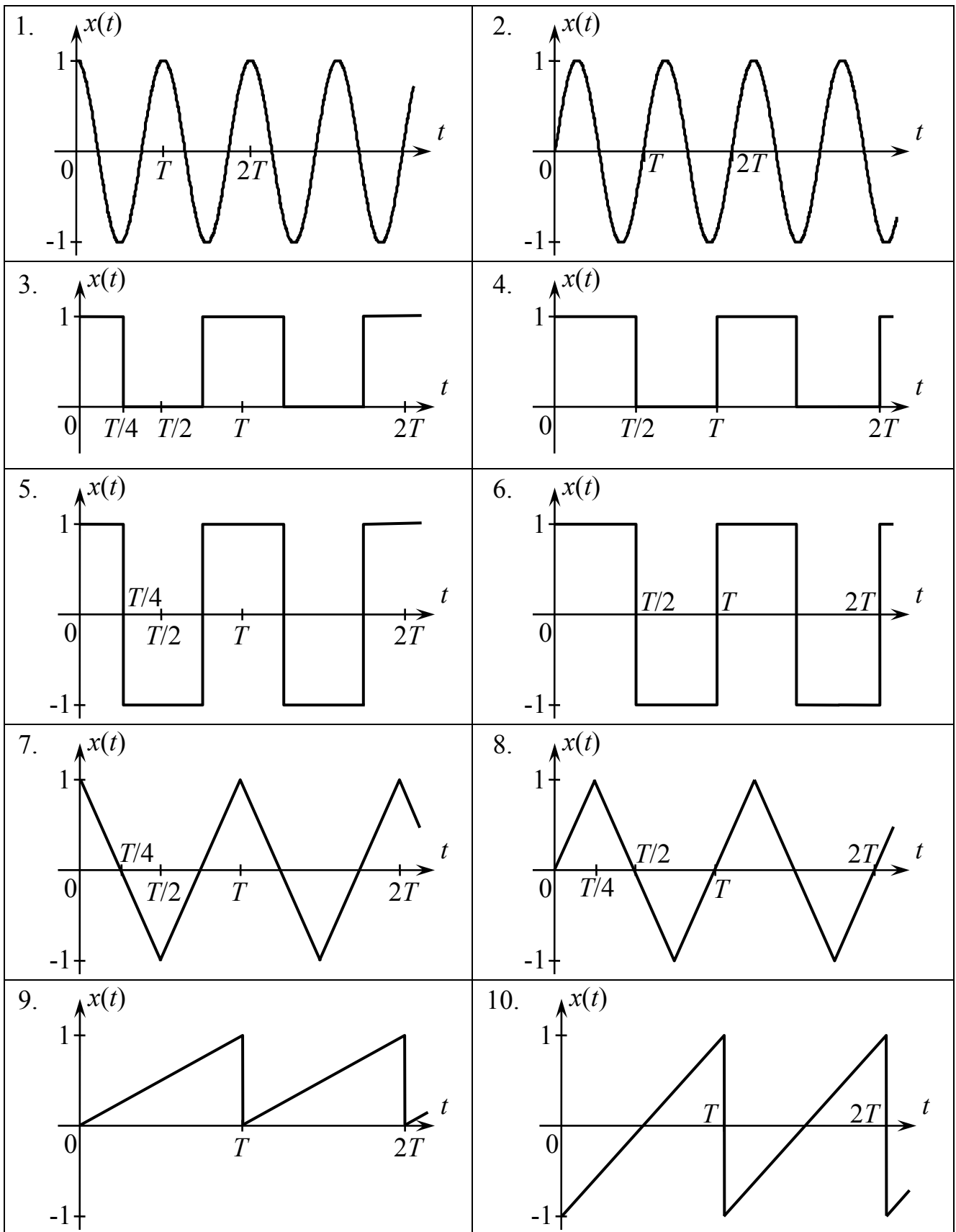
Варианты заданий

Для всех вариантов задания:

$A_0 = 2$ В; $f_0 = 20$ кГц; $F_d = 100$ кГц – частота дискретизации; $N = 10^5$ – количество отсчетов сигнала.

Вариант	$x_1(t)$	$x_2(t)$	k_1	k_2 , Гц	k_3 , рад.	T_1 , мс	T_2 , мс
1.	1	7	0,5	100	0	10	25
2.	1	4	0,8	0	π	25	10
3.	2	6	0,9	300	0	20	5
4.	2	9	0,6	0	π	5	25
5.	3	9	1,0	250	0	4	10
6.	3	8	0,7	0	$\pi/2$	25	4
7.	4	8	0,9	150	0	10	20
8.	4	1	0,6	0	π	4	25
9.	5	10	0,5	200	0	20	10
10.	5	7	0,8	0	π	5	20
11.	6	5	0,7	500	0	10	4
12.	6	10	0,9	0	$\pi/2$	4	20
13.	7	1	0,5	300	0	5	10
14.	7	2	0,8	0	π	25	5
15.	8	3	0,7	600	0	20	4
16.	8	5	0,9	0	$\pi/2$	10	5
17.	9	2	1,0	250	0	5	4
18.	9	3	0,7	0	π	25	20
19.	10	4	0,9	500	0	4	5
20.	10	6	0,6	0	$\pi/2$	20	25

Варианты заданий модулирующих сигналов



Пример выполнения работы в Matlab

```
function KR_RTciS_Example

% Пример выполнения курсовой работы по курсу
% "Радиотехнические цепи и сигналы" на тему
% "Цифровая обработка сигналов"

%% Часть 1. Синтез низкочастотных модулирующих сигналов
Fd = 1e5;           % Частота дискретизации
Td = 1/Fd;         % Период дискретизации
N = 1e5;           % Количество отсчетов сигнала
n = (1:N);

X1 = 1;            % Амплитуда сигнала x1[n]
T1 = 1e-2;        % Длительность сигнала x1[n]
x1(1:T1/Td) = X1; % Сигнал x1[n]
x1(N) = 0;

figure(1)
set(1,'Name','Низкочастотный сигнал',...
    'NumberTitle','off',...
    'Position',[20 50 800 300]);
plot((n-1)*Td, x1)
title('Низкочастотный сигнал x[n]','FontSize',11,...
    'FontName','Times','FontWeight','bold');
set(gca,'FontName','Times','FontSize',10);
xlabel('n*Td, [c]'); % Обозначение горизонтальной оси
ylabel('x[n]');     % Обозначение вертикальной оси
xlim([0 2* T1])    % Пределы по горизонтальной оси
ylim([-0.5 1.5])  % Пределы по вертикальной оси
grid on

end
```

