



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Московский государственный технический университет  
имени Н.Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет)»  
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

---

ФАКУЛЬТЕТ ИНФОРМАТИКА И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

КАФЕДРА КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ (ИУ6)

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ 09.03.01 Информатика и вычислительная техника

**О Т Ч Е Т**

по лабораторной работе № 5

**Название:** Фазоманипулированные сигналы.

**Дисциплина:** Основы теории цифровой обработки сигналов.

Студент

ИУ6-62Б

(Группа)

(Подпись, дата)

С.В. Астахов

(И.О. Фамилия)

Преподаватель

(Подпись, дата)

(И.О. Фамилия)

Москва, 2022

## Цель работы:

Приобретение практических навыков, освоение программных средств имитационного моделирования наиболее часто применяемых видов фазоманипулированных сигналов. Практическое изучение характеристик автокорреляционных функций псевдослучайных последовательностей и сформированных на их основе фазоманипулированных сигналов.

## Ход работы.

Код программы, моделирующей и обрабатывающей заданный сигнал приведен в листинге 1.

### Листинг 1 – программа моделирования сигнала

```
% Моделирование фазоманипулированных сигналов
clear all; % Очищаем память
close all; % Закрываем все окна с графиками
clc; % Очистка окна команд и сообщений
fontSize=10; % Размер шрифта графиков
fontType=''; % Тип шрифта графиков
% Цвет графиков
tColor=[0,0.447,0.741]; % Временная область
tColorLight=[0.3 0.7 0.9]; % Временная область
Color0='r'; % Эталонные сигналы
fColor=[1 0.4 0]; % Частотная область
eColor=[0.85 0.325 0.098]; % Погрешности
eColorLight=[0.9 0.9 0.4]; % Погрешности
eColorDark=[0.635 0.078 0.184]; % Погрешности

BarkerLength=7; % Длина последовательности Баркера
PNpoly = [1 0 0 0 0 1 1]; % Задающий полином ( $z^6+z+1$ )
A=2; % Амплитуда сигнала
fd = 100; % Частота дискретизации, Гц
f=2; % Несущая частота, Гц
Qchip=7; % Количество чипов
Tchip = 1; % Длительность импульса, с
Nchip = Tchip*fd; % Количество отсчетов в одном чипе
tmin=0; % Начальное время моделирования, с
tmax=Qchip*Tchip; % Конечное время моделирования, с
td = linspace(tmin,tmax,Nchip*Qchip); % Формирование массива абсцисс точек графика

xc = A*sin(td*2*pi*f); % Формирование значений
% Формирование графика
figure; plot(td,xc,'Color',tColor,'LineWidth',3);
axis([tmin tmax -A A]); % Диапазон значений осей
set(get(gcf,'CurrentAxes'),'FontSize',fontSize); % Изменение шрифта
title({'\rm Сигнал несущей частоты'}); % Заголовок
xlabel ('Время,\it nT_д\rm, с'); % Надпись оси абсцисс
ylabel ('Сигнал,\it x(nT_д)\rm, В'); % Надпись оси ординат
```

```

% Формирование последовательности Баркера заданной длины
barker = comm.BarkerCode(); % Создание генератора
barker.Length = BarkerLength; % Длина последовательности
% Формирование значений
seqBarker=[];
for ii=1:Qchip
    seq(1:Nchip)=barker();
    seqBarker=cat(2,seqBarker,seq);
end
% Формирование графика
figure; plot(td,seqBarker,'Color',tColor,'LineWidth',3);
axis([tmin tmax -1.1 1.1]); % Диапазон значений осей
yticks([-1,0,1]);
set(get(gcf,'CurrentAxes'),'FontSize',fontSize); % Изменение
шрифта
title({'\rm Последовательность Баркера, N =',num2str(BarkerLength)});
% Заголовок
xlabel ('\it n\rm'); % Надпись оси абсцисс
ylabel ('\it S_B(n)\rm'); % Надпись оси ординат

% Моделирование модуля автокорреляционной функции
последовательности Баркера сигнала
[asd,lb]=xcorr(seqBarker,seqBarker,'coef'); % Формирование
значений
asd=abs(asd); % Модуль Модуль АКФ
lb=lb/Nchip;
% Формирование графика
figure; plot(lb,asd,'Color',tColor,'LineWidth',3);
axis([-tmax tmax 0 1]); % Диапазон значений осей
set(get(gcf,'CurrentAxes'),'FontSize',fontSize); % Изменение
шрифта
title({'\rm Модуль автокорреляционной функции',...
'последовательности Баркера'}); % Заголовок
xlabel ('\it n\rm'); % Надпись оси абсцисс
ylabel ('Модуль АКФ,\it |R_s(n)|\rm'); % Надпись оси ординат

% Фазоманипулированный последовательностью Баркера сигнал
xd=xs.*seqBarker; % Формирование значений
% Формирование графика
figure; plot(td,xd,'Color',tColor,'LineWidth',3);
axis([tmin tmax -A A]); % Диапазон значений осей
set(get(gcf,'CurrentAxes'),'FontSize',fontSize); % Изменение
шрифта
title({'\rm Фазоманипулированный последовательностью Баркера
сигнал'});
% Заголовок
xlabel ('Время,\it nT_д\rm, с'); % Надпись оси абсцисс
ylabel ('ФМ-сигнал,\it x_B(nT_д)\rm, В'); % Надпись оси ординат

% Моделирование модуля автокорреляционной функции
фазоманипулированного
последовательностью Баркера сигнала
[axd,ld]=xcorr(xd,xd,'coef'); % Формирование значений
axd=abs(axd); % Модуль Модуль АКФ
ld=ld/Nchip;
% Формирование графика
figure; plot(ld,axd,'Color',tColor,'LineWidth',3);

```

```

axis([-tmax tmax 0 1]); % Диапазон значений осей
set(get(gcf,'CurrentAxes'),'FontSize',fontSize); % Изменение
шрифта
title({'\rm Модуль автокорреляционной функции',...
'фазоманипулированного последовательностью Баркера сигнала'}); %
Заголовок
xlabel ('Время,\it nT_д\rm,с'); % Надпись оси абсцисс
ylabel ('Модуль АКФ,\it |R_x(nT_д)|\rm'); % Надпись оси ординат

% Формирование последовательности M-последовательности заданной
длины
pn=commsrc.pn('GenPoly',PNpoly); % Создание генератора
nM=length(PNpoly); % Длина последовательности
% Формирование значений
seqPN=[];
for ii=1:Qchip
seqElem=generate(pn);
if seqElem==0
seqElem=-1;
end
seq(1:Nchip)=seqElem;
seqPN=cat(2,seqPN,seq);
end
% Формируем график
figure; plot(td,seqPN,'Color',tColor,'LineWidth',3);
axis([tmin tmax -1.1 1.1]); % Диапазон значений осей
yticks([-1,0,1]);
set(get(gcf,'CurrentAxes'),'FontSize',fontSize); % Изменение
шрифта
title({'\rm M-последовательность, M = ',num2str(nM)}); %
Заголовок
xlabel ('\it n\rm'); % Надпись оси абсцисс
ylabel ('\it S_M(n)\rm'); % Надпись оси ординат

% Моделирование модуля автокорреляционной функции
фазоманипулированного
M-последовательностью сигнала
[asd,lb]=xcorr(seqPN,seqPN,'coef'); % Формирование значений
asd=abs(asd); % Модуль АКФ
lb=lb/Nchip;
% Формирование графика
figure; plot(lb,asd,'Color',tColor,'LineWidth',3);
axis([-tmax tmax 0 1]); % Диапазон значений осей
set(get(gcf,'CurrentAxes'),'FontSize',fontSize); % Изменение
шрифта
title({'\rm Модуль автокорреляционной функции'; 'M-
последовательности'});
% Заголовок
xlabel ('Время,\it n\rm,с'); % Надпись оси абсцисс
ylabel ('Модуль АКФ,\it |R_s(n)|\rm'); % Надпись оси ординат

% Фазоманипулированный M-последовательностью сигнал
xd=xs.*seqPN; % Формирование значений
% Формирование графика
figure; plot(td,xd,'Color',tColor,'LineWidth',3);
axis([tmin tmax -A A]); % Диапазон значений осей
set(get(gcf,'CurrentAxes'),'FontSize',fontSize); % Изменение
шрифта
title({'\rm Фазоманипулированный M-последовательностью
сигнал'}); % Заго

```

```

xlabel ('Время,\it nT_d\rm, с'); % Надпись оси абсцисс
ylabel ('ФМ-сигнал,\it z(nT_d )\rm, В'); % Надпись оси ординат

% Моделирование модуля автокорреляционной функции
фазоманипулированного
М-последовательностью сигнала
[axd,ld]=xcorr(xd,xd,'coef'); % Формирование значений
axd=abs(axd); % Модуль Модуль АКФ
ld=ld/Nchip;
% Формирование графика
figure; plot(ld,abs(axd),'Color',tColor,'LineWidth',3);
axis([-tmax tmax 0 1]); % Диапазон значений осей
set(get(gcf,'CurrentAxes'),'FontSize',fontSize); % Изменение
шрифта
title({'\rm Модуль автокорреляционной функции',...
'фазоманипулированного М-последовательностью сигнала'}); % Загол
овок
xlabel ('Время,\it nT_d\rm, с'); % Надпись оси абсцисс
ylabel ('Модуль АКФ,\it |R_x(nT_d )|\rm'); % Надпись оси ординат

```

Результаты моделирования приведены на рисунках 1-9.

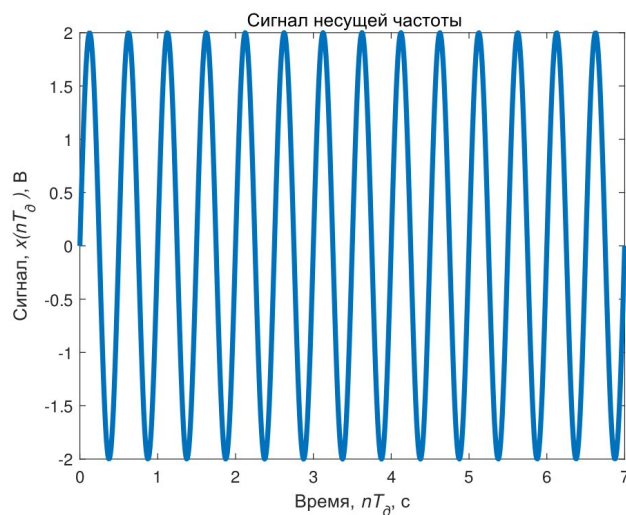


Рисунок 1 – сигнал несущей частоты

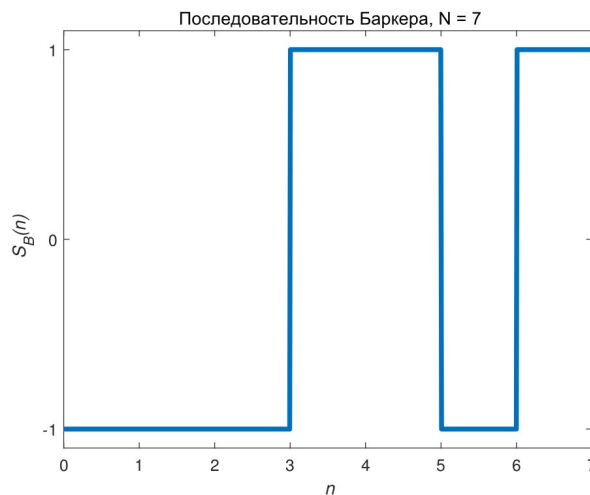


Рисунок 2 – последовательность Баркера

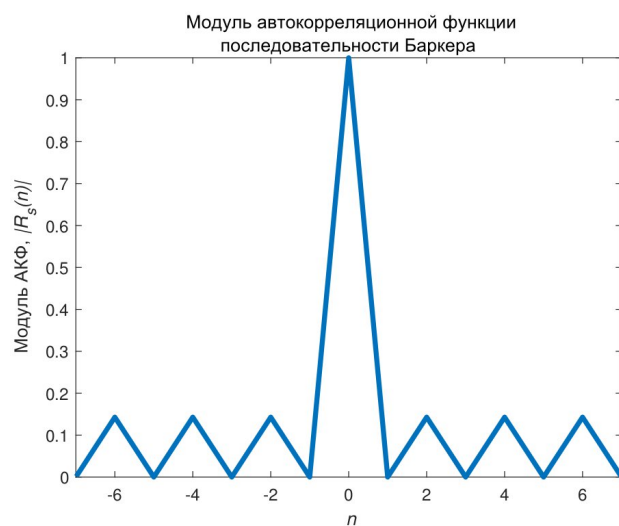


Рисунок 3 – модуль АКФ

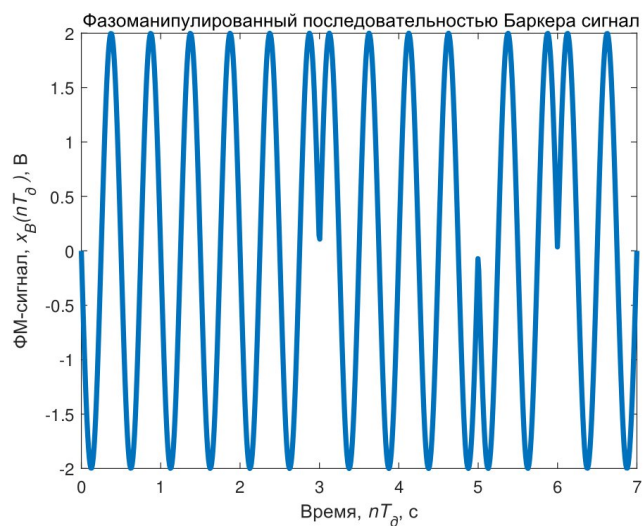


Рисунок 4 – ФМ-сигнал

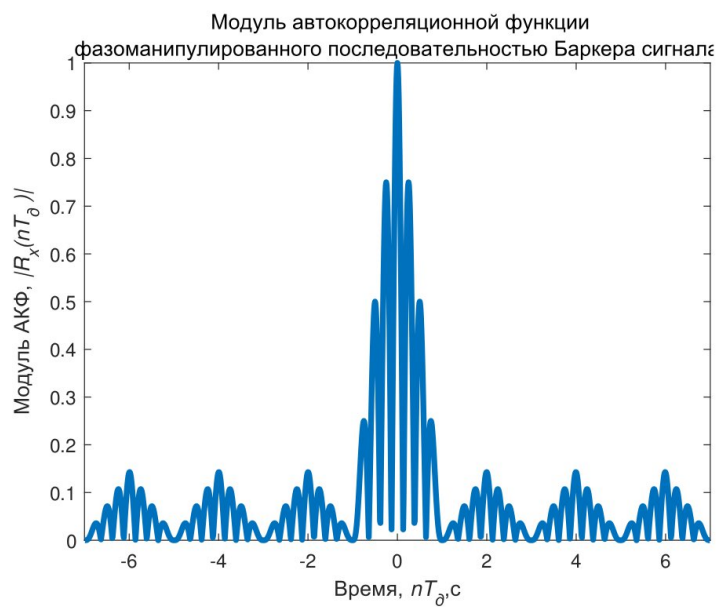


Рисунок 5 – модуль АКФ ФМ-сигнала

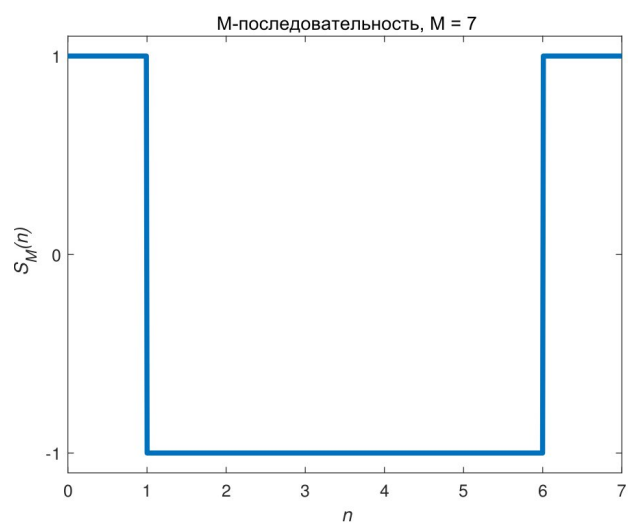


Рисунок 6 – М-последовательность

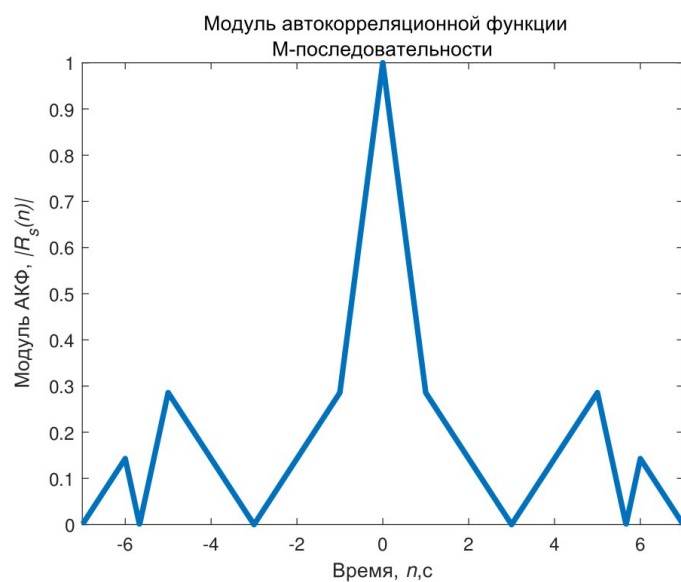


Рисунок 7 – модуль АКФ М-последовательности

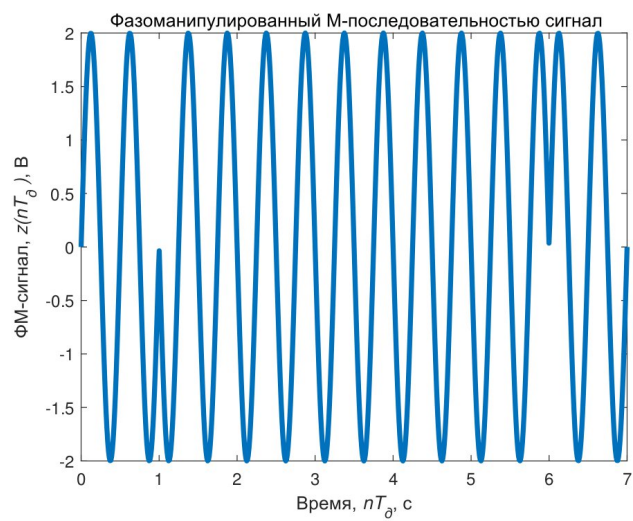


Рисунок 8 – ФМ-сигнал

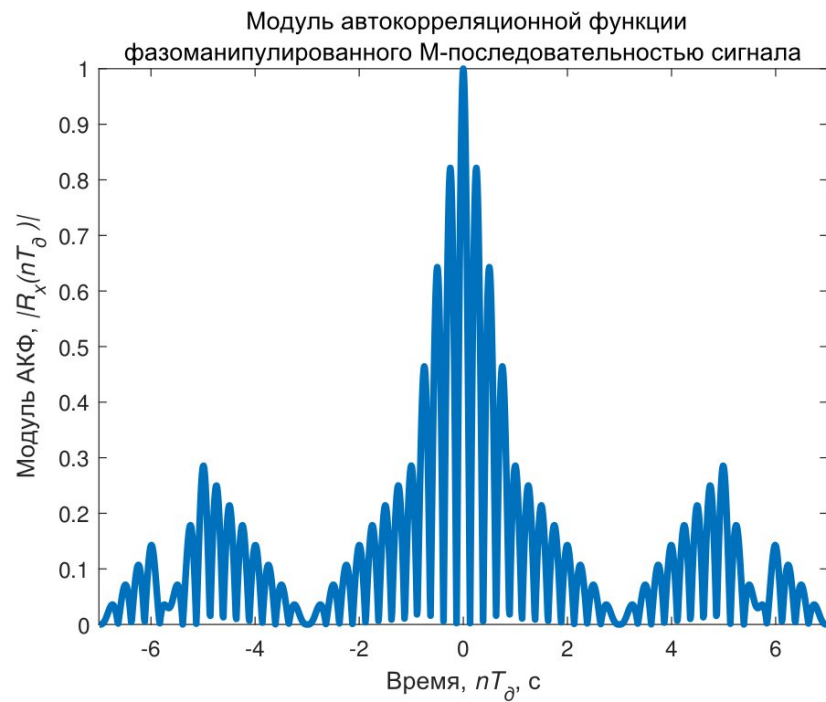


Рисунок 9 – модуль АКФ ФМ-сигнала

**Вывод:** в результате выполнения данной лабораторной работы были приобретены практические навыки, освоены программные средства имитационного моделирования наиболее часто применяемых видов фазоманипулированных сигналов. Изучены характеристики автокорреляционных функций псевдослучайных последовательностей и сформированных на их основе фазоманипулированных сигналов.