

Данная работа выполнена на сайте www.matburo.ru
Переходите на сайт, смотрите больше примеров или закажите свою работу
https://www.matburo.ru/ex_mat_pr.php?p1=matlab
©МатБюро. Решение задач по математике, экономике, программированию

Лабораторная работа № 2

МОТС в Matlab

ЗАДАНИЕ.

- 1) Найти E , σ , σ^2 , построить гистограмму $w(t)$ для сигналов:
 - Моногармонический: $s = \sin(2\pi f t)$
 - С линейной частотой модуляцией: $s = \sin(2\pi f t^2)$
 - С амплитудной модуляцией: $s = \sin(2\pi f_n t) * (1 + m * \sin(2\pi f_c t))$, где f_n – несущая частота, f_c – частота сигнала, m – глубина модуляции, $0 < m < 1$, $f_n > f_c$
 - С частотной модуляцией: $s = \sin(2\pi f_c(t) t)$
 - С фазовой модуляцией: $s = \sin(2\pi f_n t + \varphi(t))$

При создании сигналов задать количество точек 10000. Построить график зависимости σ , σ^2 от выбора интервала осреднения (т.е. выбирая разное количество точек для расчета).

- 2) Для сигналов из п.1 построить АКФ и спектр. Получить преобразование Фурье от АКФ, сравнить со спектром
- 3) Измерение высоты полета самолета.

- создать сигнал [1 1 ... 1 0 0 0]
- создать его сдвинутую копию
- добавить шум ($\text{randn}(1,N)$), оценить отношение сигнал/шум ($20 * \log_{10}(\sigma_s / \sigma_{ш})$)
- построить КФ
- повторить с разной реализацией шума, фиксируя положения максимума (max)
- повторить для разного отношения сигнал/шум

Повторить для 2 сигналов из п.1

РЕШЕНИЕ.

Формируем сигналы с заданными видами модуляции. Рассчитываем энергию, СКО, дисперсию, строим гистограммы.

```
% исходные данные
fn = 100;          % несущая частота, Гц
fc = 10;          % частота сигнала, Гц
m = 0.5;          % индекс модуляции
N = 10000;       % количество генерируемых точек
Fs = 1000;       % частота дискретизации, Гц
t = [0:N-1]' / Fs;

% формируем сигналы
```

Данная работа выполнена на сайте www.matburo.ru
 Переходите на сайт, смотрите больше примеров или закажите свою работу
https://www.matburo.ru/ex_mat_pr.php?p1=matlab
 ©МатБюро. Решение задач по математике, экономике, программированию

```

s_harm = sin(2*pi*t); % гармонический сигнал
s_lcm = sin(2*pi*t.^2); % сигнал с ЛЧМ
s_am = sin(2*pi*fn*t) .* (1 + m * sin(2*pi*fc*t)); % сигнал с
AM
s_cm = sin(2*pi*fc*(cos(0.1*t)).*t); % сигнал ЧМ
s_pm = sin(2*pi*fn*t + 5*cos(2*pi*t)); % сигнал ФМ

% определяем энергию сигналов
E_harm = sum(abs(s_harm(:)).^2);
E_lcm = sum(abs(s_lcm(:)).^2);
E_am = sum(abs(s_am(:)).^2);
E_cm = sum(abs(s_cm(:)).^2);
E_pm = sum(abs(s_pm(:)).^2);

% определяем СКО
std_harm = std(s_harm);
std_lcm = std(s_lcm);
std_am = std(s_am);
std_cm = std(s_cm);
std_pm = std(s_pm);

% определяем дисперсию
dev_harm = std(s_harm)^2;
dev_lcm = std(s_lcm)^2;
dev_am = std(s_am)^2;
dev_cm = std(s_cm)^2;
dev_pm = std(s_pm)^2;

% строим гистограммы для сигналов
figure('color','white');
subplot(5, 1, 1), hist(s_harm, 20); xlabel('harm'); grid on;
subplot(5, 1, 2), hist(s_lcm, 20); xlabel('lcm'); grid on;
subplot(5, 1, 3), hist(s_am, 20); xlabel('am'); grid on;
subplot(5, 1, 4), hist(s_cm, 20); xlabel('cm'); grid on;
subplot(5, 1, 5), hist(s_pm, 20); xlabel('pm'); grid on;

% график зависимости точности СКО от числа отсчетов
figure('color','white');
s = s_lcm;
x = 500 * [1:20];
for ii = 1:size(x, 2)
    s_std(ii) = std(s(1:x(ii)));
end
plot(x, s_std, 'bo-'); grid on; xlabel('Интервал усреднения');
ylabel('СКО');
  
```

Значения энергии, СКО и дисперсии по видам модуляции:

Вид модуляции	Е	σ	σ^2
Гармонический	5000	0,7071	0,5001
ЛЧМ	4911,6	0,7004	0,4906
АМ	5625	0,75	0,5626

Данная работа выполнена на сайте www.matburo.ru
Переходите на сайт, смотрите больше примеров или закажите свою работу
https://www.matburo.ru/ex_mat_pr.php?p1=matlab
©МатБюро. Решение задач по математике, экономике, программированию

ЧМ	4801,6	0,693	0,4802
ФМ	5000	0,7071	0,5001

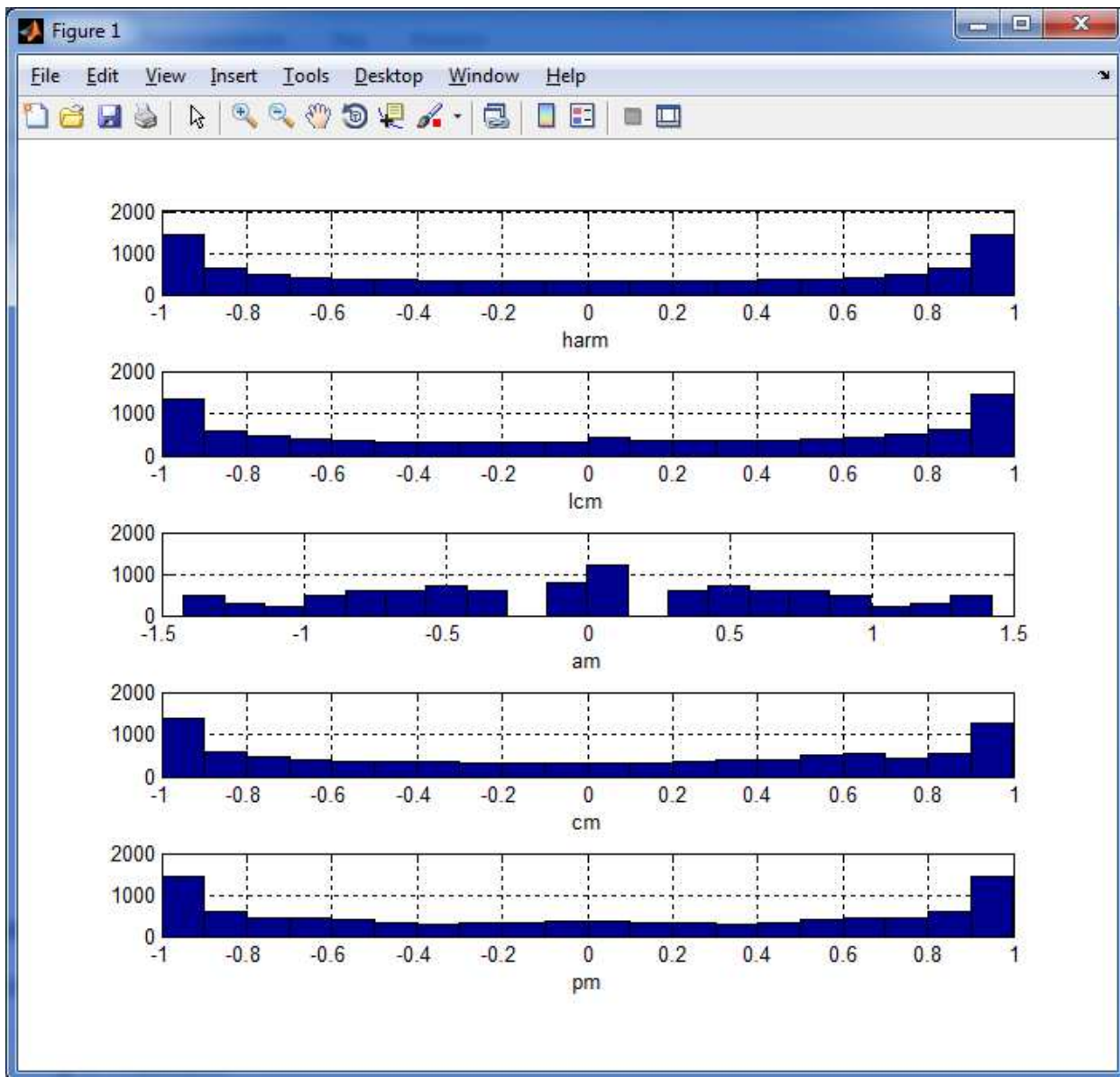


Рисунок 1 – Гистограммы сигналов

Данная работа выполнена на сайте www.matburo.ru
 Переходите на сайт, смотрите больше примеров или закажите свою работу
https://www.matburo.ru/ex_mat_pr.php?p1=matlab
 ©МатБюро. Решение задач по математике, экономике, программированию

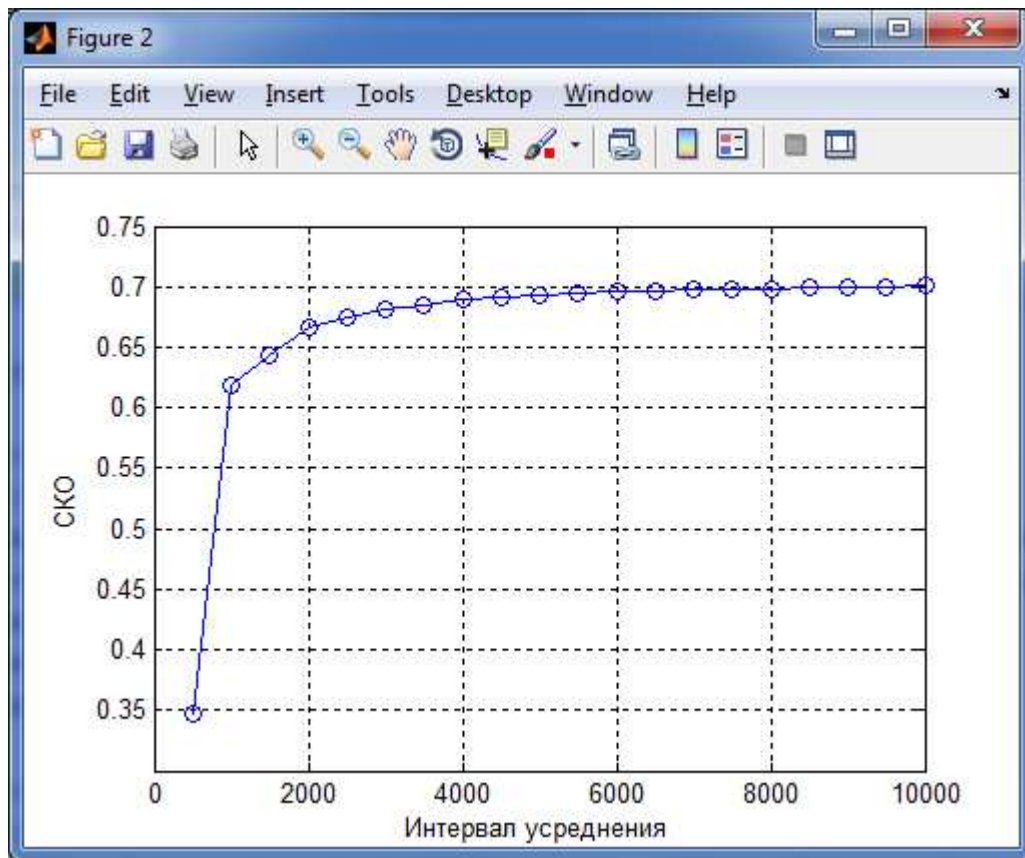


Рисунок 2 – График зависимости точности определения СКО от интервала усреднения для ЛЧМ-сигнала

2. Строим АКФ и спектр. Также строим спектр путем взятия БПФ от АКФ. Формы спектров совпадают.

```

%% % строим АКФ для сигналов
figure('color','white');
subplot(5, 1, 1), AKF_harm = xcorr(s_harm); plot(AKF_harm);
xlabel('harm'); grid on;
subplot(5, 1, 2), AKF_lcm = xcorr(s_lcm); plot(AKF_lcm);
xlabel('lcm'); grid on;
subplot(5, 1, 3), AKF_am = xcorr(s_am); plot(AKF_am);
xlabel('am'); grid on;
subplot(5, 1, 4), AKF_cm = xcorr(s_cm); plot(AKF_cm);
xlabel('cm'); grid on;
subplot(5, 1, 5), AKF_pm = xcorr(s_pm); plot(AKF_pm);
xlabel('pm'); grid on;

%% % строим спектр сигналов
figure('color','white');
freq = 0:Fs/8192:Fs-1/8192; % Массив частот вычисляемого спектра
Фурье
    
```

Данная работа выполнена на сайте www.matburo.ru
 Переходите на сайт, смотрите больше примеров или закажите свою работу
https://www.matburo.ru/ex_mat_pr.php?p1=matlab
 ©МатБюро. Решение задач по математике, экономике, программированию

```

subplot(5, 1, 1), FFT_harm = fft(s_harm, 8192);
plot(freq,fftshift(abs(FFT_harm))); xlabel('harm'); grid on;
subplot(5, 1, 2), FFT_lcm = fft(s_lcm,8192);
plot(freq,fftshift(abs(FFT_lcm))); xlabel('lcm'); grid on;
subplot(5, 1, 3), FFT_am = fft(s_am, 8192);
plot(freq,fftshift(abs(FFT_am))); xlabel('am'); grid on;
subplot(5, 1, 4), FFT_cm = fft(s_cm, 8192);
plot(freq,fftshift(abs(FFT_cm))); xlabel('cm'); grid on;
subplot(5, 1, 5), FFT_pm = fft(s_pm, 8192);
plot(freq,fftshift(abs(FFT_pm))); xlabel('pm'); grid on;

%% строим спектр сигналов - преобразование Фурье от АКФ
figure('color','white');
FFT_harm_1 = fft(AKF_harm,8192);
FFT_lcm_1 = fft(AKF_lcm,8192);
FFT_am_1 = fft(AKF_am,8192);
FFT_cm_1 = fft(AKF_cm,8192);
FFT_pm_1 = fft(AKF_pm,8192);

subplot(5, 1, 1), plot(freq,fftshift(abs(FFT_harm_1)),'r. ');
xlabel('harm'); grid on;
subplot(5, 1, 2), plot(freq,fftshift(abs(FFT_lcm_1)),'r. ');
xlabel('lcm'); grid on;
subplot(5, 1, 3), plot(freq,fftshift(abs(FFT_am_1)),'r. ');
xlabel('am'); grid on;
subplot(5, 1, 4), plot(freq,fftshift(abs(FFT_cm_1)),'r. ');
xlabel('cm'); grid on;
subplot(5, 1, 5), plot(freq,fftshift(abs(FFT_pm_1)),'r. ');
xlabel('pm'); grid on;

```

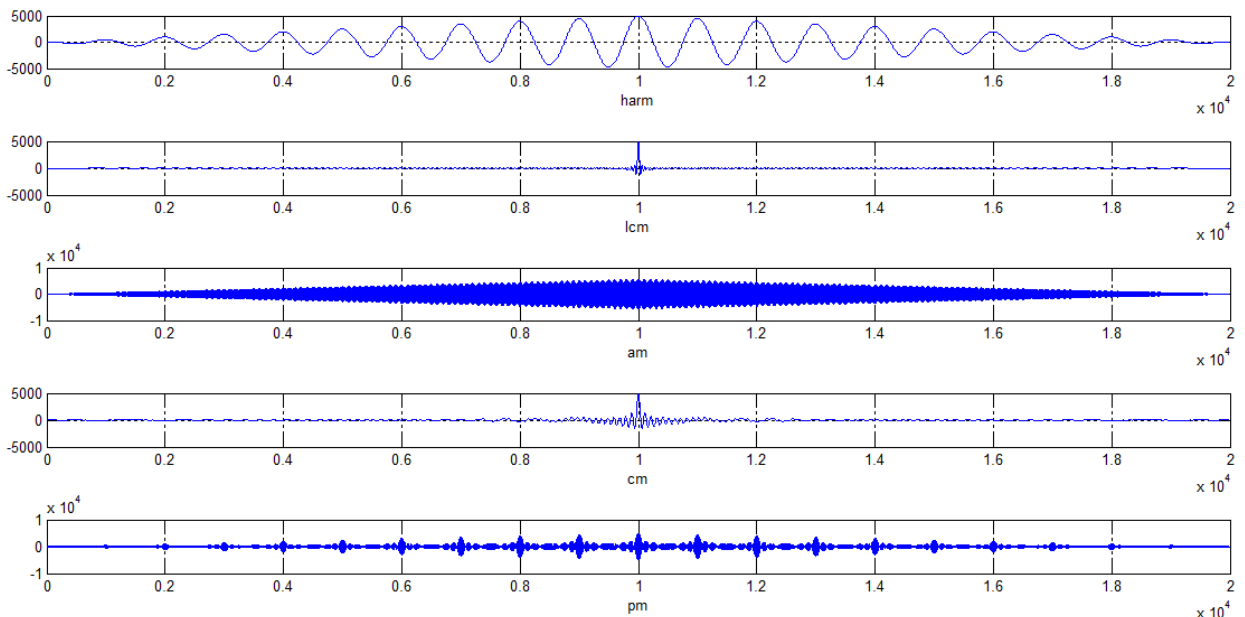


Рисунок 3 – АКФ сигналов

Данная работа выполнена на сайте www.matburo.ru
 Переходите на сайт, смотрите больше примеров или закажите свою работу
https://www.matburo.ru/ex_mat_pr.php?p1=matlab
 ©МатБюро. Решение задач по математике, экономике, программированию

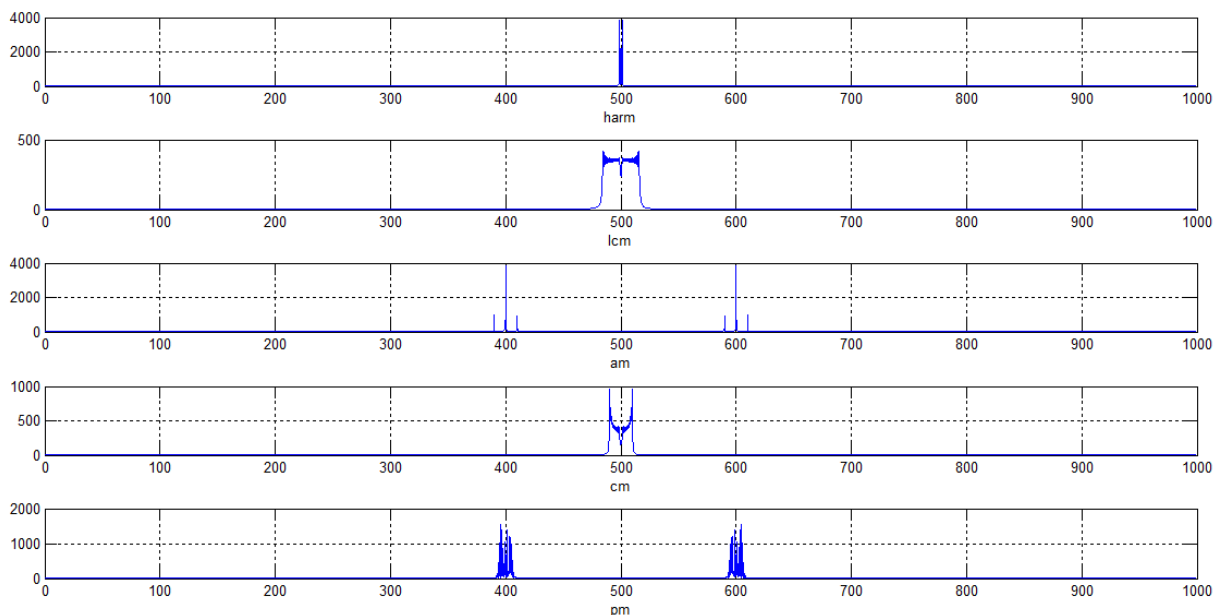


Рисунок 4 – Спектры сигналов

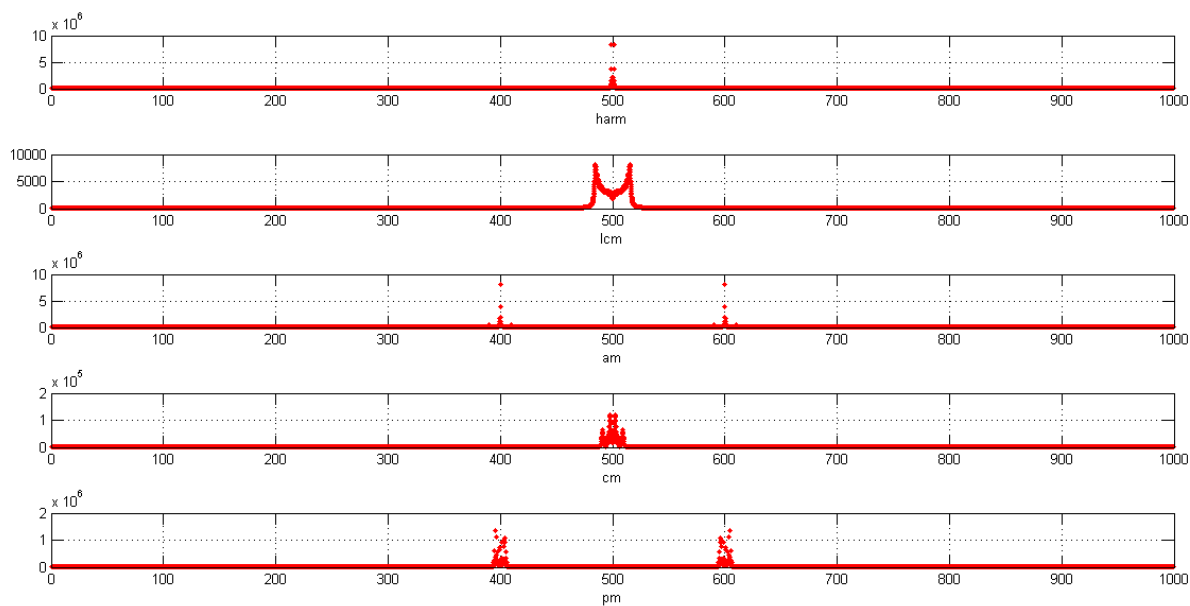


Рисунок 5 – Спектры сигналов через АКФ

3. Строим ВКФ, показывающую значение сдвига для последовательности нулей и единиц, гармонического сигнала и ЛЧМ-сигнала.

% измерение высоты полета
 n = 70; % кол-во единиц
 N = 500; % длина массива

Данная работа выполнена на сайте www.matburo.ru
 Переходите на сайт, смотрите больше примеров или закажите свою работу
https://www.matburo.ru/ex_mat_pr.php?p1=matlab
 ©МатБюро. Решение задач по математике, экономике, программированию

```

s = zeros(1,500);
a = N/20; % сдвиг начала сигнала
s(a+1:a+n) = 1; % единичный импульс
f = s;
f(1:n) = 1; % фильтр
u = [1e-6 0.01 0.05 0.1 0.5]; % дисперсия шума
for i = 1:length(u)
    n = u(i) * randn(1,N); % реализация шума
    sn = s + n; % смесь сигналшум
    taus = sqrt(sum(s.^2)/N); % средне кв. знач-е амплитуды
    % сигнала
    taun = sqrt(sum(n.^2)/N); % средне кв. знач-е амплитуды шума
    q = 20*log10(taus/taun); % отношение сигнал/шум, дБ
    r = xcorr(sn,f); % АКФ
    [~, max_akf] = max(r);
    R(:,i) = r/max(r); % нормируем
    str(i) = {'C/Ш=', num2str(q), ' Макс = ', num2str(max_akf-
N)}}; % сохраняем подписи
end
figure('color','white');
plot(-N+1:N-1,R, ':') % изображаем АКФ
legend(str, 'Location', 'NorthWest')

% повторяем для сигналов из п. 1
n = 70; % кол-во единиц
N = 500; % длинна массива
s = s_harm(1:N)';
a = N/20; % сдвиг начала сигнала
f = s(a+1:size(s,2));
u = [1e-6 0.01 0.05 0.1 0.5]; % дисперсия шума
for i = 1:length(u)
    n = u(i) * randn(1,N); % реализация шума
    sn = s + n; % смесь сигналшум
    taus = sqrt(sum(s.^2)/N); % средне кв. знач-е амплитуды
    % сигнала
    taun = sqrt(sum(n.^2)/N); % средне кв. знач-е амплитуды шума
    q = 20*log10(taus/taun); % отношение сигнал/шум, дБ
    r = xcorr(sn,f); % АКФ
    [~, max_akf] = max(r);
    R(:,i) = r/max(r); % нормируем
    str(i) = {'C/Ш=', num2str(q), ' Макс = ', num2str(max_akf-
N)}}; % сохраняем подписи
end
figure('color','white');
plot(-N+1:N-1,R, ':') % изображаем АКФ
legend(str, 'Location', 'NorthWest')
% повторяем для сигналов из п. 1
n = 70; % кол-во единиц
N = 500; % длинна массива
s = s_lcm(1:N)';
a = N/20; % сдвиг начала сигнала
f = s(a+1:size(s,2));
u = [1e-6 0.01 0.05 0.1 0.5]; % дисперсия шума

```

Данная работа выполнена на сайте www.matburo.ru
 Переходите на сайт, смотрите больше примеров или закажите свою работу
https://www.matburo.ru/ex_mat_pr.php?p1=matlab
 ©МатБюро. Решение задач по математике, экономике, программированию

```

for i = 1:length(u)
    n = u(i) * randn(1,N); % реализация шума
    sn = s + n; % смесь сигналшум
    taus = sqrt(sum(s.^2)/N); % средне кв. знач-е амплитуды
    % сигнала
    taun = sqrt(sum(n.^2)/N); % средне кв. знач-е амплитуды шума
    q = 20*log10(taus/taun); % отношение сигнал/шум, дБ
    r = xcorr(sn,f); % АКФ
    [~, max_akf] = max(r);
    R(:,i) = r/max(r); % нормируем
    str(i) = {'C/Ш=', num2str(q), ' Макс = ', num2str(max_akf-
N)}; % сохраняем подписи
end
figure('color','white');
plot(-N+1:N-1,R, ':') % изображаем АКФ
legend(str, 'Location', 'NorthWest')
    
```

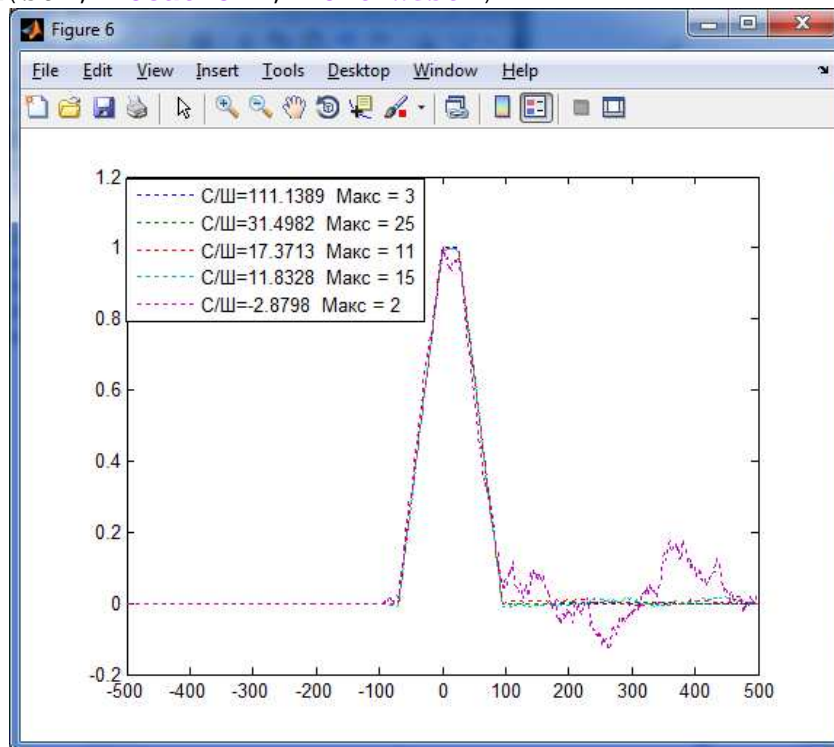


Рисунок 6 – ВКФ для последовательности нулей и единиц и различного ОСШ

Данная работа выполнена на сайте www.matburo.ru
Переходите на сайт, смотрите больше примеров или закажите свою работу
https://www.matburo.ru/ex_mat_pr.php?p1=matlab
©МатБюро. Решение задач по математике, экономике, программированию

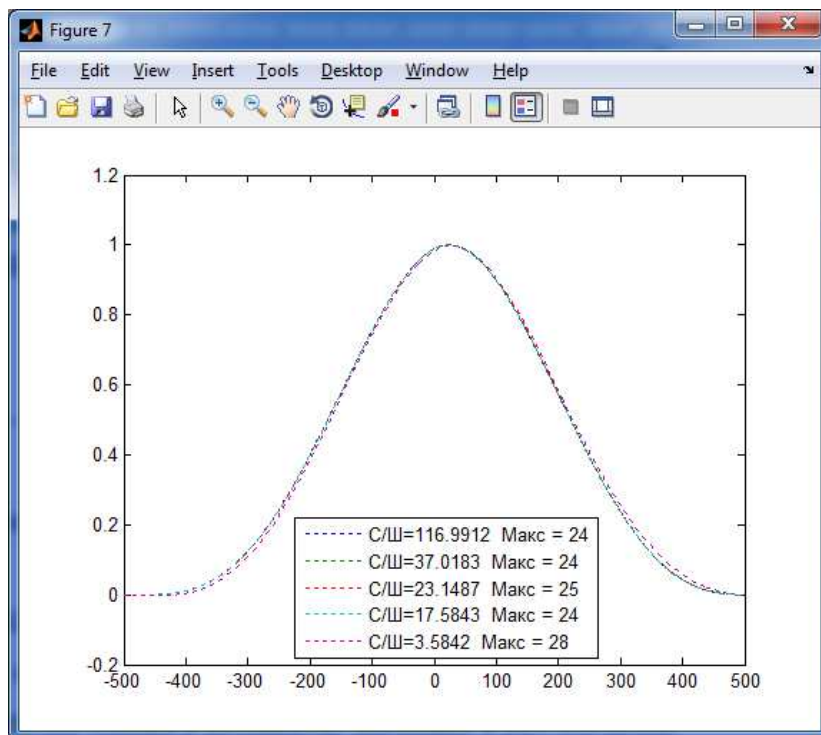


Рисунок 7 – ВКФ для гармонического сигнала и различного ОСШ

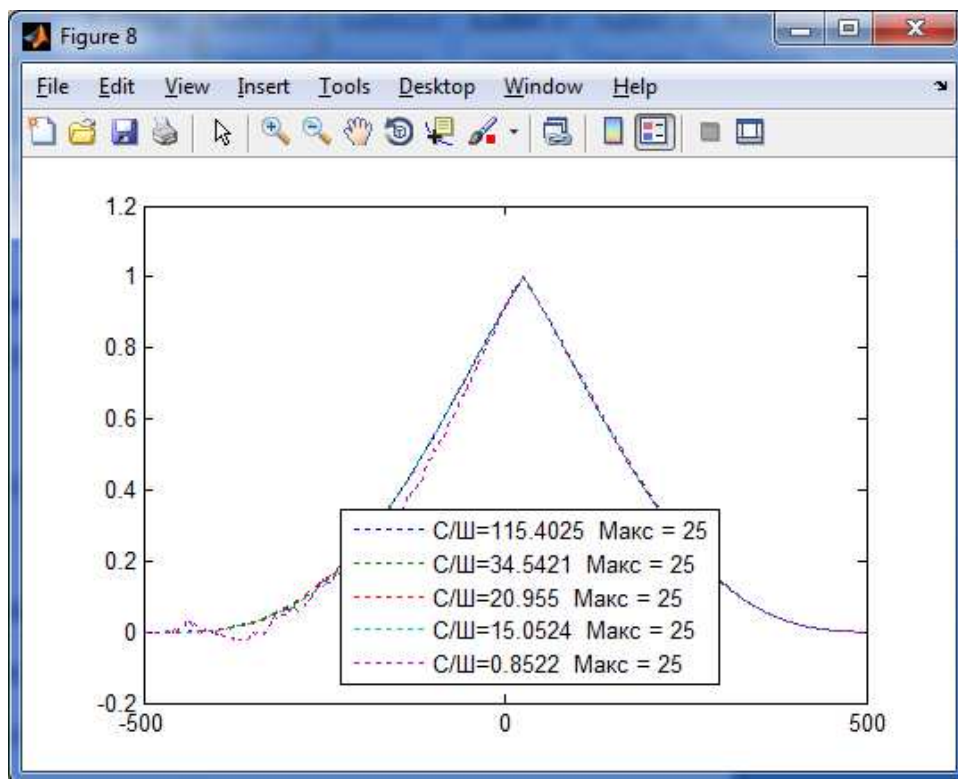


Рисунок 8 – ВКФ для ЛЧМ-сигнала и различного ОСШ

Данная работа выполнена на сайте www.matburo.ru
Переходите на сайт, смотрите больше примеров или закажите свою работу
https://www.matburo.ru/ex_mat_pr.php?p1=matlab
©МатБюро. Решение задач по математике, экономике, программированию

Анализ ВКФ показывает, что наиболее острый пик наблюдается для ЛЧМ-сигнала, полученные значения сдвига при разных отношениях сигнал/шум наиболее близки к истинному значению в 225 отсчетов.