

Санкт-Петербургский Политехнический Университет Петра  
Великого  
Институт компьютерных наук и технологий  
Кафедра компьютерных систем и программных технологий

Телекоммуникационные технологии

Отчет по лабораторной работе №5

Частотная и фазовая модуляция

**Работу выполнил:**  
Вашуров А., гр 33501.4  
**Преподаватель:**  
Богач Н.В.

Санкт-Петербург  
2017

## **Содержание**

<b>1. Цель работы.....</b>	<b>3</b>
<b>2. Постановка задачи.....</b>	<b>3</b>
<b>3. Теоретический раздел.....</b>	<b>3</b>
<b>4. Ход работы.....</b>	<b>5</b>
<b>5. Вывод.....</b>	<b>9</b>
<b>6. Приложение.....</b>	<b>10</b>

## 1. Цель работы

Изучение частотной и фазовой модуляции/демодуляции сигнала.

## 2. Постановка задачи

- 1) Сгенерировать однотоновый сигнал низкой частоты
- 2) Выполнить фазовую модуляцию/демодуляцию сигнала
- 3) Получить спектр модулированного сигнала.
- 4) Выполнить частотную модуляцию/демодуляцию

## 3. Теоретический раздел

### 3.1. Модуляция

Модуляция — это перенос спектра сигналов из низкочастотной области на заданную частоту, применяется для передачи сигнала в заданном частотном диапазоне. Для модулирующего (исходного) сигнала  $S(t)$  в канале связи для передачи формируется вспомогательный периодический высокочастотный сигнал  $u(t) = f(t, [a_1, a_2, \dots, a_m])$ . Параметры  $a_i$  определяют форму сигнала. При модуляции исходный сигнал  $S(t)$  переносят на один из параметров  $a_i$ , форма сигнала  $u(t)$  (несущей) изменяется и служит для переноса информации, содержащейся в сигнале  $S(t)$ . Обратная операция выделения сигнала  $S(t)$  из модулированного сигнала  $u(t)$  называется демодуляцией.

### 3.2. Генерация однотонового сигнала

Для генерации гармонического сигнала можно воспользоваться формулой  $s = A \cdot \cos(2\pi \cdot f \cdot t + \phi)$ , где  $A$  — амплитуда сигнала,  $f$  — частота,  $t$  — вектор отсчетов времени,  $\phi$  — смещение по фазе.

### 3.3. Типы модуляции

#### 3.3.1. Фазовая модуляция

При фазовой модуляции модулирующий сигнал определяет фазу несущего колебания  $\phi(t) = ks(t)$ . Сигнал с фазовой модуляцией имеет вид

$$u(t) = U_m \cos(\omega_0 t + ks(t))$$

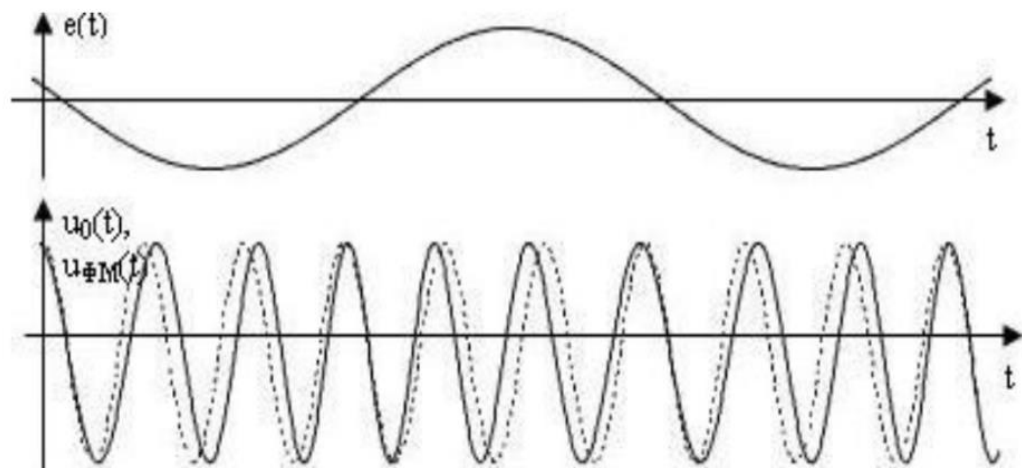


Рис. 3.3.1. Фазовая модуляция сигнала

### 3.3.2. Частотная модуляция

При частотной модуляции модулирующий сигнал определяет частоту несущего колебания. Сигнал с частотной модуляцией имеет вид

$$u(t) = U_m \cos(\omega_0 t + k \int_0^t s(t) dt)$$

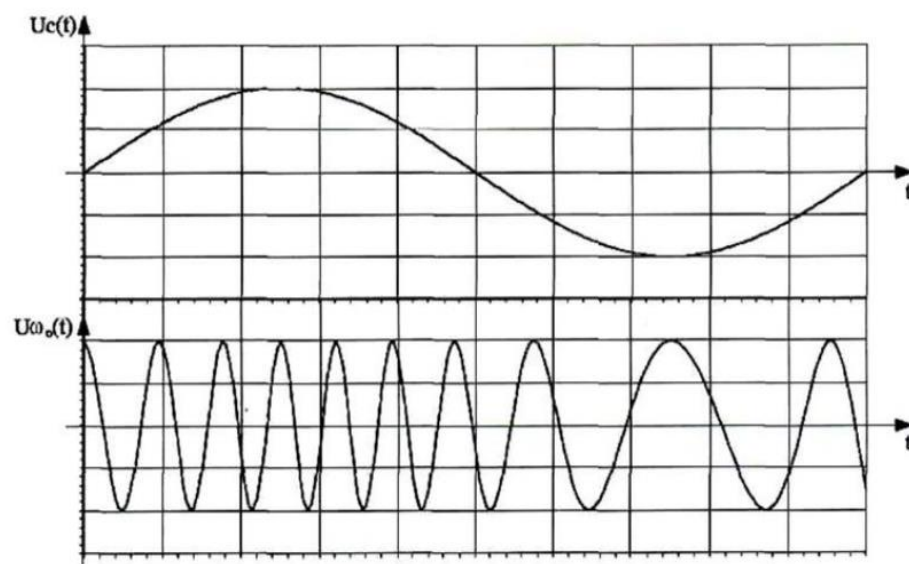


Рис. 3.3.2. Частотная модуляция сигнала

## 4. Ход работы

Листинг программы приведен в Приложении

### 4.1 Генерация сигнала

Получим обычный гармонический сигнал  $s(t) = A * \cos(2 * \pi * f * t + \phi)$

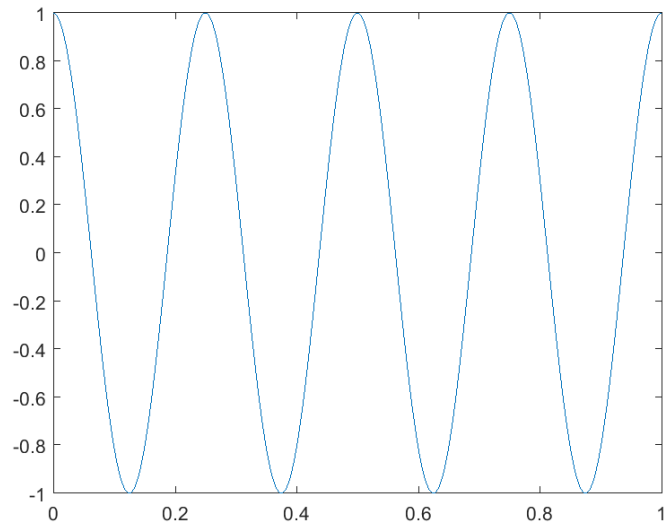


Рисунок 4.1.1 Однотональный сигнал

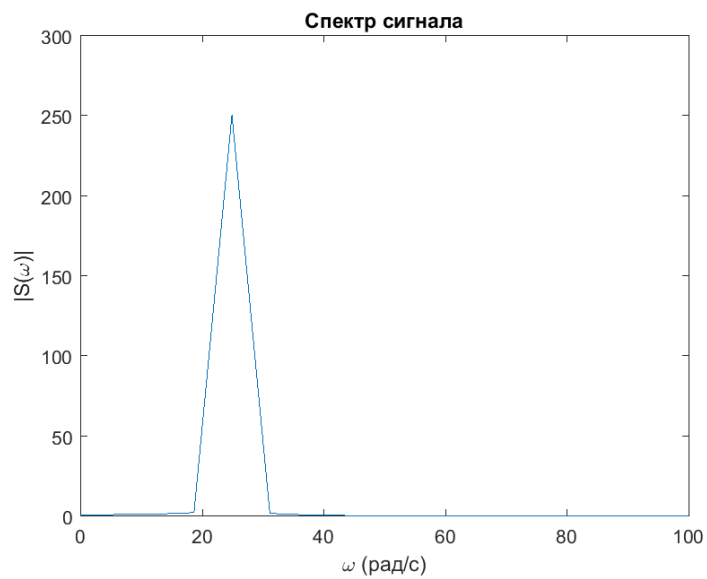


Рисунок 4.1.2 Спектр однотонального сигнала

### 4.2. Фазовая модуляция

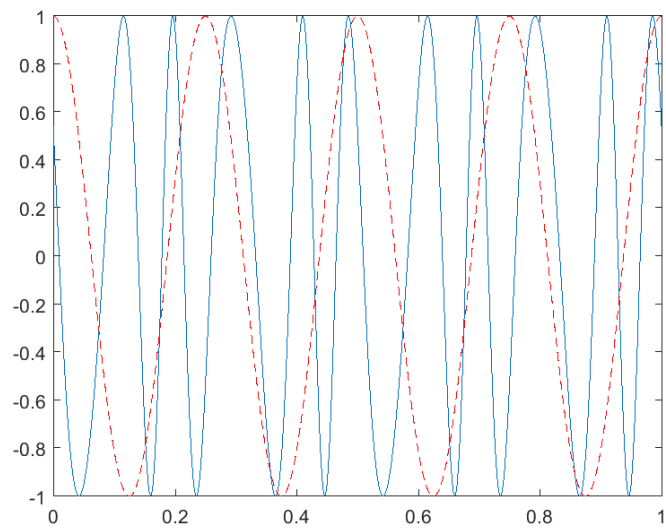


Рисунок 4.2.1. Фазово-модулированный сигнал

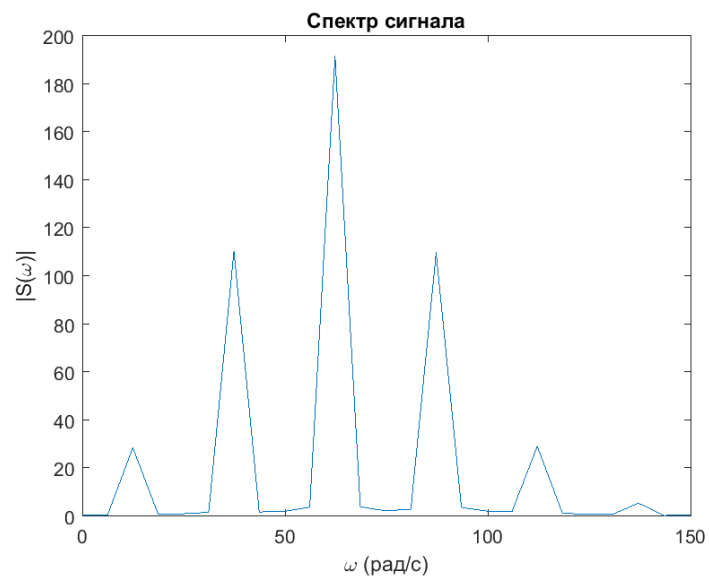


Рисунок 4.2.2. Спектр фазово-модулированного сигнала

### 4.3. Частотная модуляция

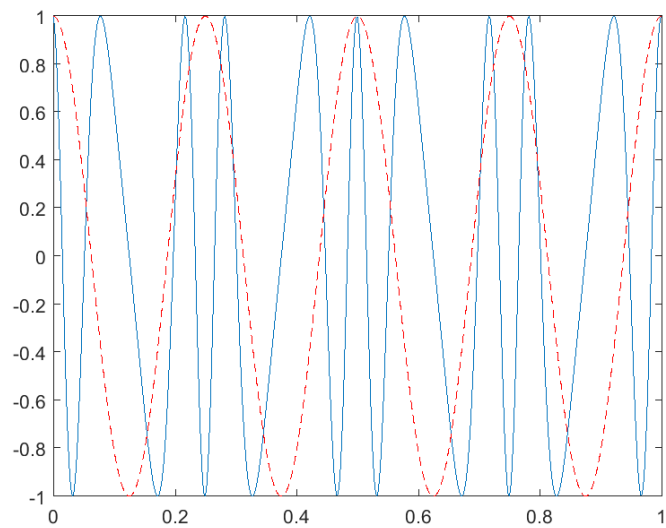


Рисунок 4.3.1. Частотно-модулированный сигнал

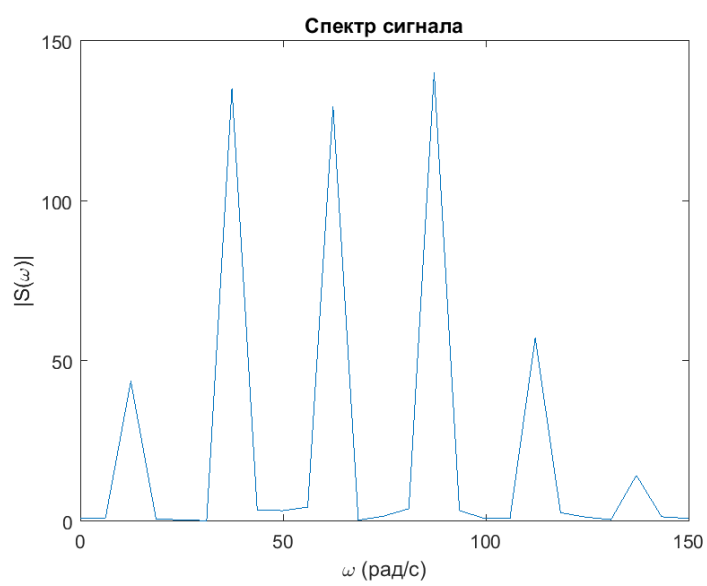


Рисунок 4.3.2 Спектр частотно-модулированного сигнала

#### 4.4 Демодуляция фазовой модуляции

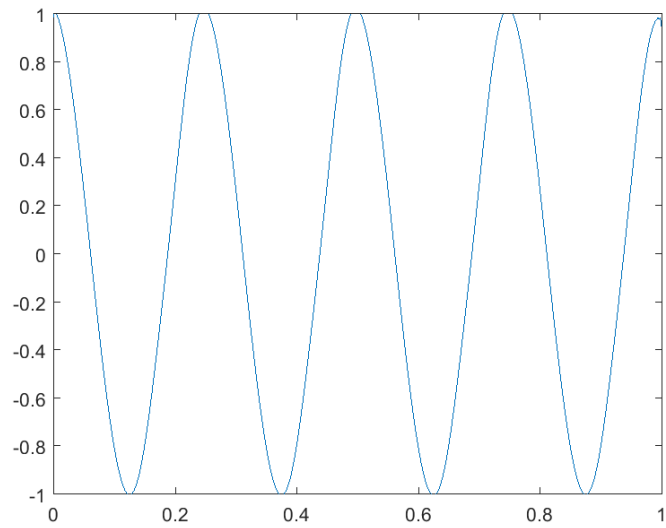


Рисунок 4.4.1 Фазово-демодулированный сигнал

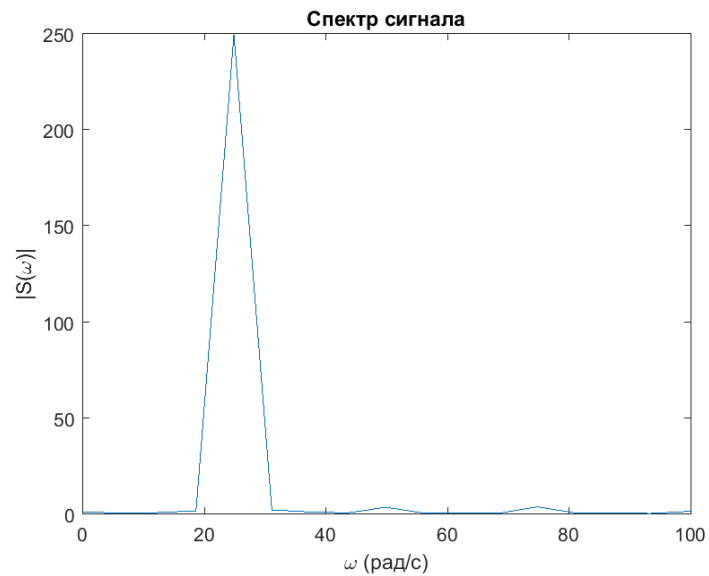


Рисунок 4.4.2 Спектр фазово-демодулированного сигнала

Как видно из рисунков, сигнал после демодуляции совпадает с исходным сигналом.

#### 4.5 Демодуляция частотной модуляции



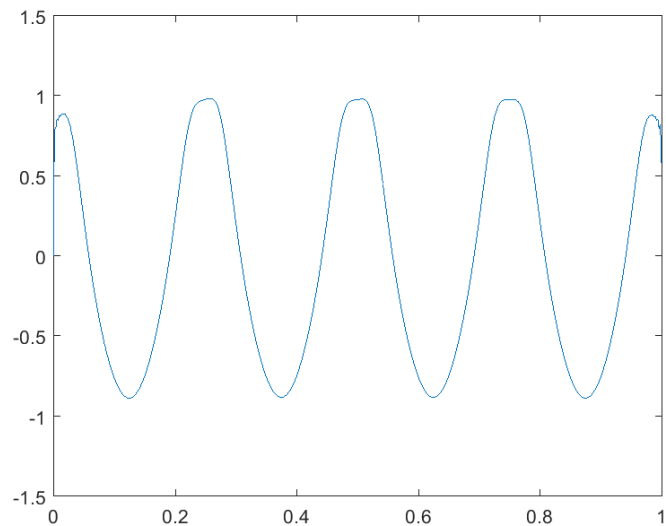


Рисунок 4.5.1 Частотно-демодулированный сигнал

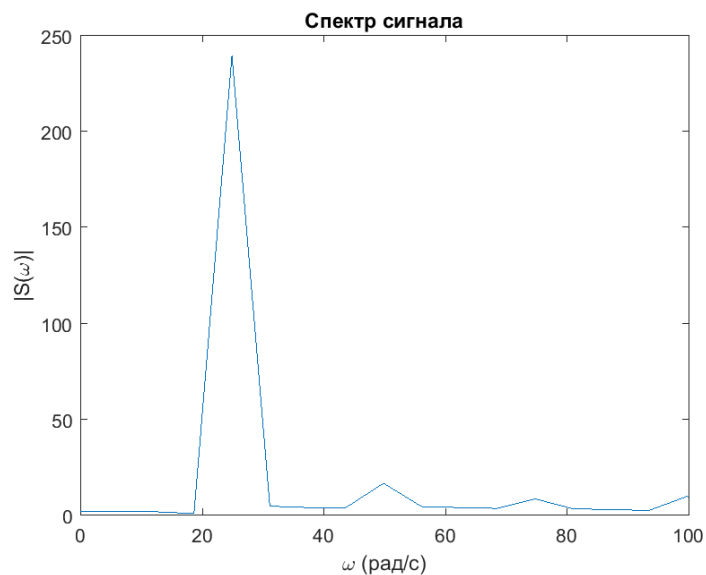


Рисунок 4.5.2 Спектр частотно-демодулированного сигнала

Как видно из рисунков, в сигнале после демодуляции присутствуют незначительные отличия от исходного сигнала.

## 5. Выводы

В ходе работы была исследована частотная и фазовая модуляция и демодуляция сигналов, построены спектры исследуемых сигналов. В обоих случаях демодулированные сигналы совпадали с ожидаемым результатом. Данные виды модуляции благодаря хорошей точности демодуляции широко применимы в радиовещании и других областях телекоммуникации.

## 6. Приложение

```
close  
all
```

```
clc
```

```
A_M = 1;  
OMEGA = 4;  
omega_0 = 10;  
Fd = 500;  
t = 0:1/Fd:1;  
s_M = A_M*cos(OMEGA*2*pi*t);
```

```
sig_f = figure();  
plot(t, s_M);  
ylim([-1 1]);
```

```
sig_s_f = figure();  
specplot(s_M, Fd);  
xlim([0 100])
```

```
s_AM = pmmmod(s_M, omega_0, Fd, 1.0);
```

```
mod_p_f = figure();  
plot(t, s_AM, t, s_M, '--r');
```

```
mod_p_s_f = figure();  
specplot(s_AM, Fd);  
xlim([0 150]);
```

```
sdemod = pmdemod(s_AM, omega_0, Fd, 1.0);
```

```
demod_p_f = figure();  
plot(t, sdemod);  
ylim([-1 1]);
```

```
demod_p_s_f = figure();  
specplot(sdemod, Fd);  
xlim([0 100])
```

```
s_AM = fmmod(s_M, omega_0, Fd, 6.0);
```

```
mod_f_f = figure();  
plot(t, s_AM, t, s_M, '--r');
```

```
mod_f_s_f = figure();  
specplot(s_AM, Fd);  
xlim([0 150]);
```

```
sdemod = fmdemod(s_AM, omega_0, Fd, 6.0);
```

```
demod_f_f = figure();  
plot(t, sdemod);  
ylim([-1.5 1.5]);
```

```
demod_f_s_f = figure();  
specplot(sdemod, Fd);  
xlim([0 100])
```