

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

## Телекоммуникационные технологии

Отчет по лабораторной работе №4

**"Аналоговая модуляция"**

**Работу выполнила:**

Власова А.В.

Группа: 33501/4

**Преподаватель:**

Богач Н.В.

Санкт-Петербург  
2018

# 1 Цель работы

Изучение амплитудной модуляции/демодуляции сигнала.

## 2 Постановка задачи

- Сгенерировать однотоновый сигнал низкой частоты.
- Выполнить амплитудную модуляцию (АМ) сигнала по закону  $u(t) = (1 + MU_m \cos(\Omega t)) + \cos(\omega_0 t + \phi_0)$  для различных значений глубины модуляции М. Используйте встроенную функцию MatLab ammod.
- Получить спектр модулированного сигнала.
- Выполнить модуляцию с подавлением несущей  $u(t) = MU_m \cos(\Omega t) \cos(\omega_0 t + \phi_0)$ . Получить спектр.

- Выполнить однопослосную модуляцию:

$$U(t) = U_m \cos(\Omega t) \cos(\omega_0 t + \phi_0) + \frac{U_m}{2} \sum_{n=1}^N M_n (\cos(\omega_0 + \Omega_n)t + \phi_0 + \Phi_0), \text{ положив } n=1.$$

- Выполнить синхронное детектирование и получить исходный однопослосный сигнал
- Рассчитать КПД модуляции

$$\eta_A M = \frac{U_m^2 M^2 / 4}{P_U} = \frac{M^2}{M^2 + 2}$$

## 3 Теоретический раздел

Для передачи по любому каналу связи цифровое сообщение, представляющее собой последовательность символов (чисел), необходимо преобразовать в аналоговый сигнал - изменяющуюся во времени физическую величину (например, напряжение). Кроме того, канал связи способен пропускать лишь определенную полосу частот. Преобразование сигнала для переноса в заданный частотный диапазон осуществляется путем модуляции. Обратный процесс называется демодуляцией.

Амплитудная модуляция - вид модуляции, при которой изменяемым параметром несущего сигнала является его амплитуда. Простейшая форма модулированного сигнала создается при однотоновой амплитудной модуляции - модуляцией несущего сигнала гармоническим колебанием с одной частотой  $\omega$ .

$$u(t) = (1 + MU_m \cos(\Omega t)) + \cos(\omega_0 t + \phi_0)$$

Коэффициент полезного действия модуляции определяется по формуле:

$$\eta_A M = \frac{U_m^2 M^2 / 4}{P_U} = \frac{M^2}{M^2 + 2}$$

Модуляция с подавлением несущей частоты - вид модуляции, при которой происходит подавление несущего колебания, что делает КПД модуляции равным 100%. Модуляция с подавлением несущей выполняется по закону:

$$U(t) = U_m \cos(\Omega t) \cos(\omega_0 t + \phi_0) + \frac{U_m}{2} \sum_{n=1}^N M_n (\cos(\omega_0 + \Omega_n)t + \phi_0 + \Phi_0)$$

## 4 Ход работы

Сгенерируем однотоновый сигнал низкой частоты.

Листинг 1: Генерация модулирующего сигнала

```
1 f = 20;  
2 fd = f * 40;  
3 td = 1/fd;  
4 tend = 0.5;  
5 phase = 0;  
6 a = 3;  
7 t = 0:td:tend;  
8 s = a*cos(2*pi*f*t+phase);  
9 figure;  
10 plot(t,s);
```

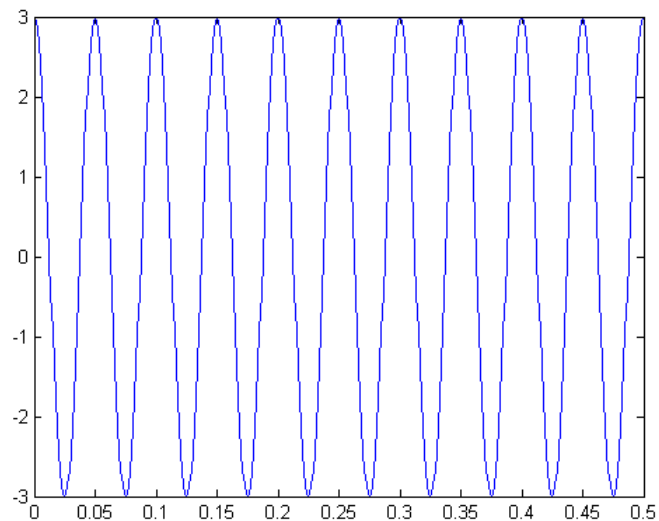


Рис.1 Модулирующий сигнал

Выполним амплитудную модуляцию, используя функцию `ammod`.

Листинг 2: Амплитудная модуляция

```
1 fmod = 100;
2 mod = ammod(s, fmod, fd, 5, 5);
3 figure;
4 subplot(1,2,1);
5 plot(t, mod);
6 subplot(1,2,2);
7 plot(abs(fft(mod, 1024)));
```

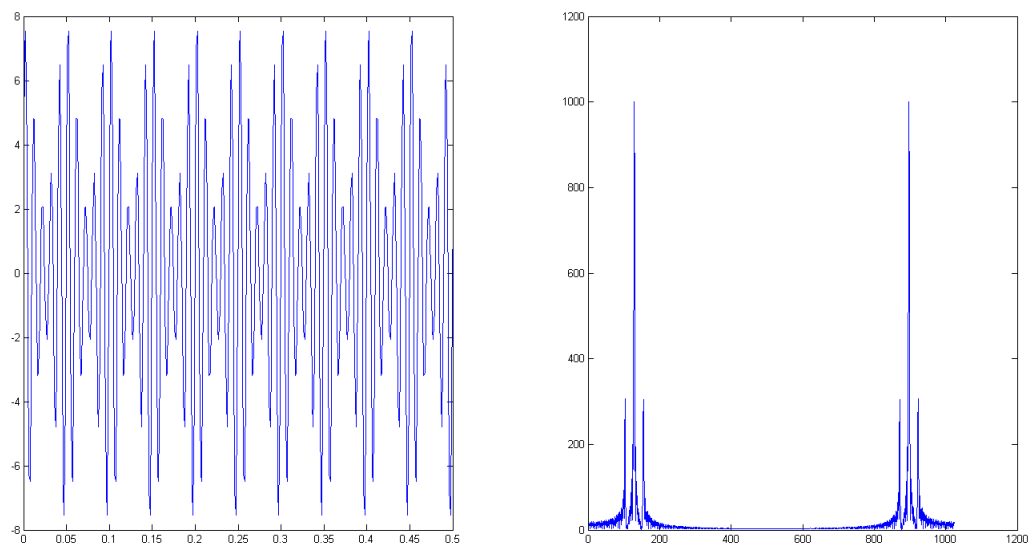


Рис.2 Амплитудная модуляция

Выполним модуляцию с подавлением несущей.

Листинг 3: Модуляция с подавлением несущей

```
1 fmod = 150;
2 sub_mod = ammod(s, fmod, fd);
3 figure;
4 subplot(1,2,1);
5 plot(t, sub_mod);
6 subplot(1,2,2);
7 plot(abs(fft(sub_mod, 1024)));
```

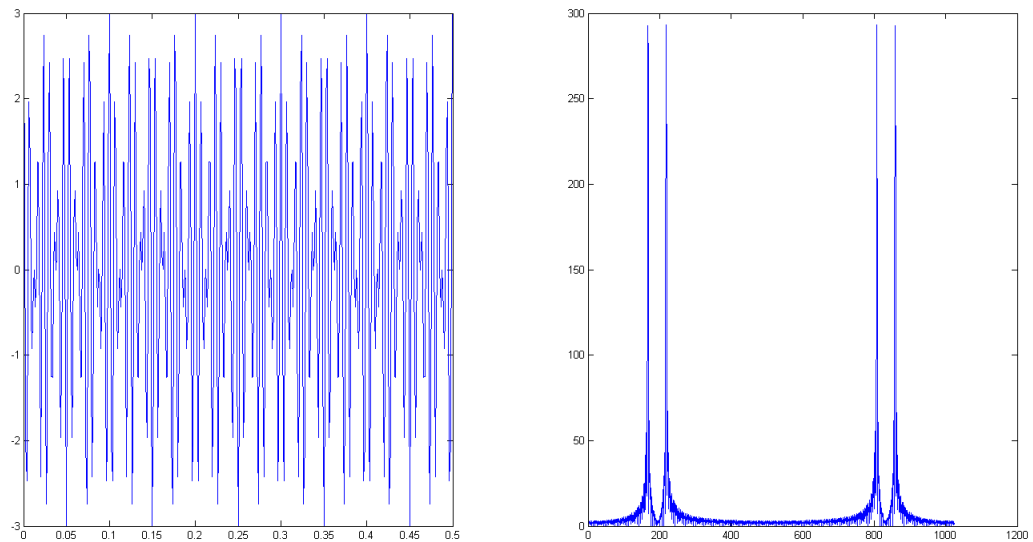


Рис.3 Модуляция с подавлением несущей

Выполним однополосную модуляцию, используя функцию `ssbmod`.

Листинг 4: Однополосная модуляция

```
1 single_mod = ssbmod(s, fmod, fd);
2 figure;
3 subplot(1,2,1);
4 plot(t, single_mod);
5 subplot(1,2,2);
6 plot(abs(fft(single_mod, 1024)));
```

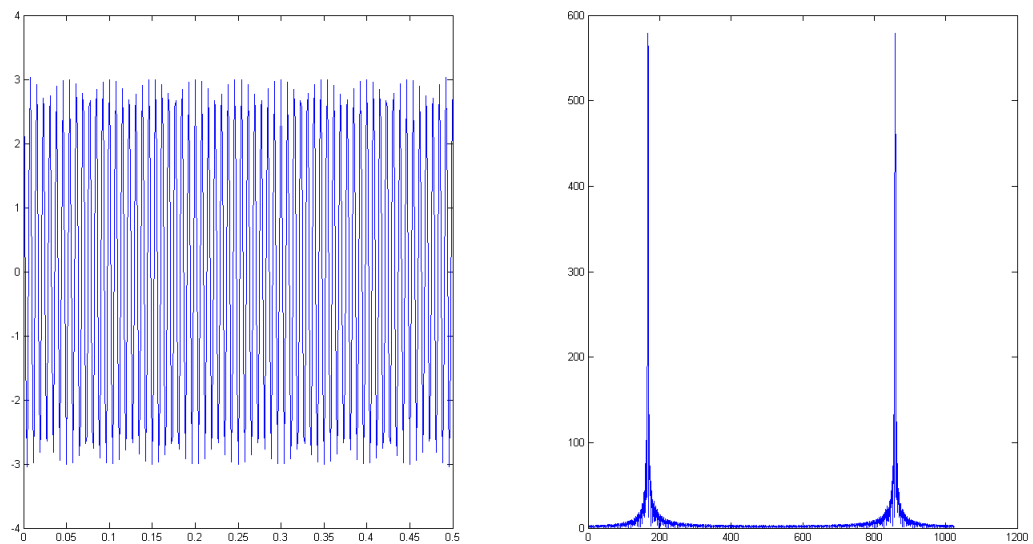


Рис.4 Однополосная модуляция

Выполним синхронное детектирование и получим исходный однополосный сигнал.

Листинг 5: Синхронное детектирование

```
1 sign = demod(single_mod, fmod, fd);
2 figure;
3 subplot(1,2,1);
4 plot(t, sign);
5 subplot(1,2,2);
6 plot(abs(fft(sign, 1024)));
```

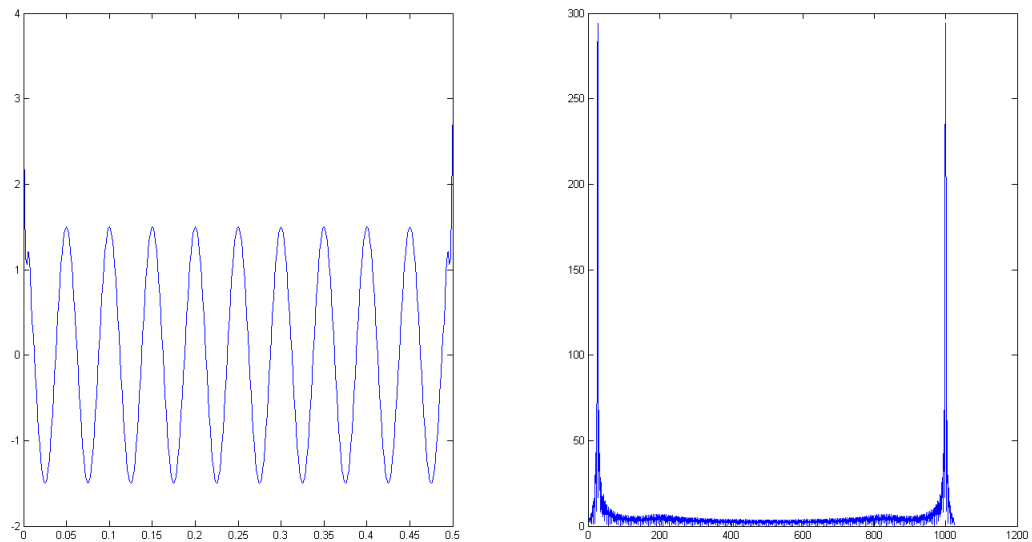


Рис.5 Сигнал после синхронного детектирования

Найдем КПД амплитудной модуляции.

Листинг 6: Расчет КПД

```
1 M = a / 5;
2 kpd = M^2 / (M^2 + 2)
```

КПД = 0.15

## 5 Выводы

В ходе выполнения лабораторной работы исследована амплитудная модуляция/демодуляция сигнала. Без подавления несущей при  $M < 1$  основная мощность передаваемого информационного сигнала намного меньше мощности несущего колебания, поэтому амплитудная модуляция имеет низкий КПД. При подавлении несущей КПД модуляции равно 100%.