

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 выполнил:**  
Федосеев Н.Ю.  
Группа: 33501/3  
**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  $M$ . 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 однополосную 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 однополосный сигнал
- Рассчитать КПД модуляции

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

## 3. Теоретическая часть

Процесс переноса спектра сигналов из низкочастотной области на заданную частоту (т.е. выделенную для их передачи область частот) называется **модуляцией**. Исходный информационный сигнал называется модулирующим, а результат модуляции - модулированным сигналом. **Амплитудная модуляция (АМ)** — вид модуляции, при которой изменяемым параметром несущего сигнала является его амплитуда.

При АМ выполняется перенос информации  $s(t) \Rightarrow U(t)$  при постоянных значениях параметров несущей частоты  $\omega$  и  $\phi$

**Простейшая форма** модулированного сигнала создается при однотоновой амплитудной модуляции — модуляции несущего сигнала гармоническим колебанием с одной частотой  $\Omega$ :

$$u(t) = U_m [1 + M \cos(\Omega t)] \cos(\omega_0 t)$$

**Коэффициент полезного действия** данного типа модуляции определяется отношением мощности боковых частот к общей средней мощности модулированного сигнала:

$$\eta_{AM} = \frac{\frac{U_m^2 M^2}{4}}{P_U} = \frac{M^2}{M^2 + 2}$$

При АМ с подавлением несущей частоты производится перемножение двух сигналов (модулирующего и несущего), при котором происходит подавление несущего колебания, что делает КПД модуляции равным 100%. Для однотонового сигнала (без учета начальных фаз колебаний) при  $U(t) = M \cos(\Omega t)$  имеем:

$$u(t) = \frac{U_m M}{2} \{ \cos[(\omega_0 + \Omega)t] + \cos[(\omega_0 - \Omega)t] \}$$

Следует заметить: при **идентичности информации** в группах верхних и нижних боковых частот нет необходимости в их одновременной передаче. Одна из них перед подачей сигнала в канал связи может быть удалена, чем достигается **двукратное сокращение** полосы занимаемых сигналом частот. При однополосной модуляции возможно также подавление несущей частоты (полное или частичное), что позволяет повысить КПД передатчика.

При модуляции возникают **боковые полосы частот** - верхняя и нижняя. Они представляют собой спектр сумм несущей частоты и частотного спектра модулирующего сигнала.

**Демодуляция АМ-сигнала** может выполняться несколькими способами. Наиболее популярны - двухполупериодное детектирование и синхронное детектирование (сигнал разделяется на 2 слагаемых, первое из которых повторяет исходный модулирующий сигнал, а второе повторяет модулированный сигнал на удвоенной несущей частоте).

При последнем виде детектирования требуется точное совпадение фаз и частот колебания демодулятора и несущей гармоники АМ-сигнала. Особенностью является независимость от глубины модуляции (т.е. коэффициент модуляции сигнала может быть больше единицы).

#### 4. Ход работы

Сгенерируем однотоновый сигнал низкой частоты. Полученное КПД равно 0.9984.

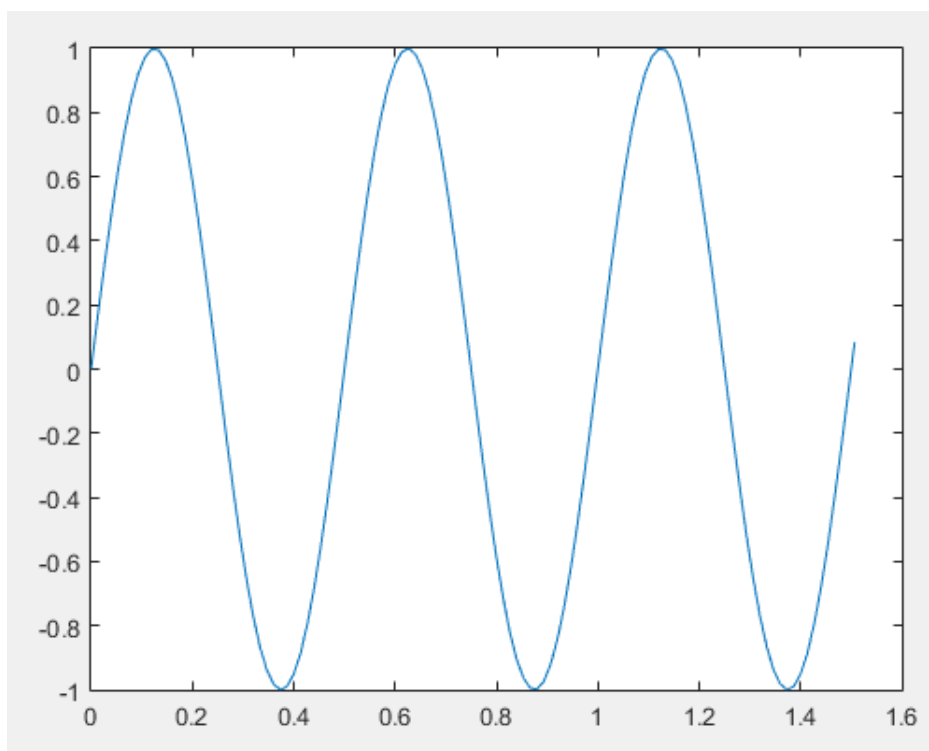


Рис.1 Однотоновый сигнал низкой частоты

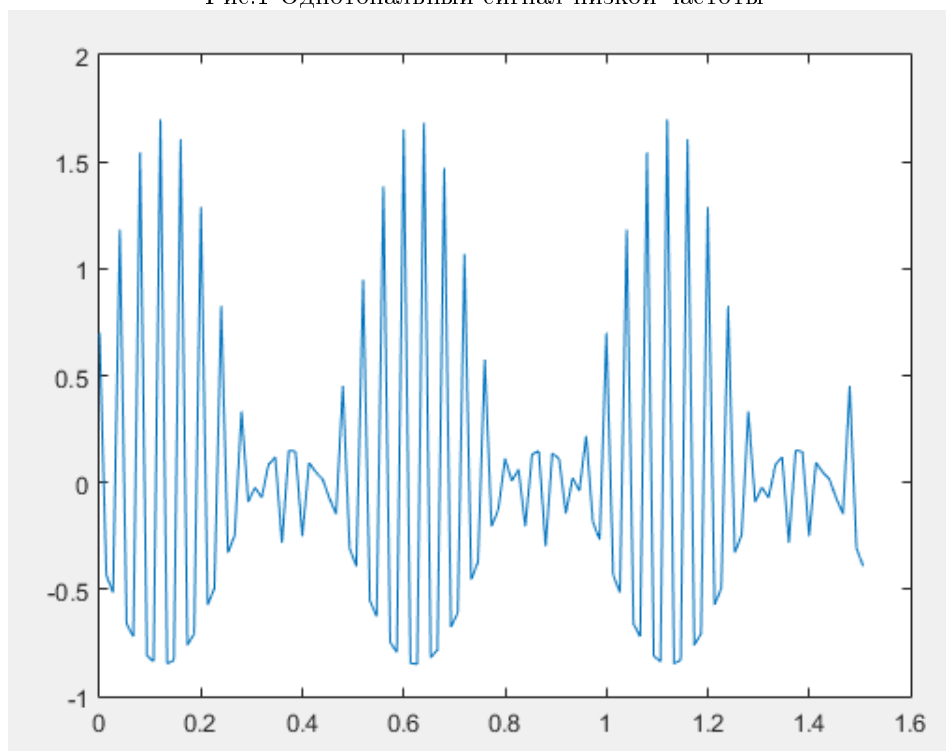


Рис.2 Амплитудная модуляция

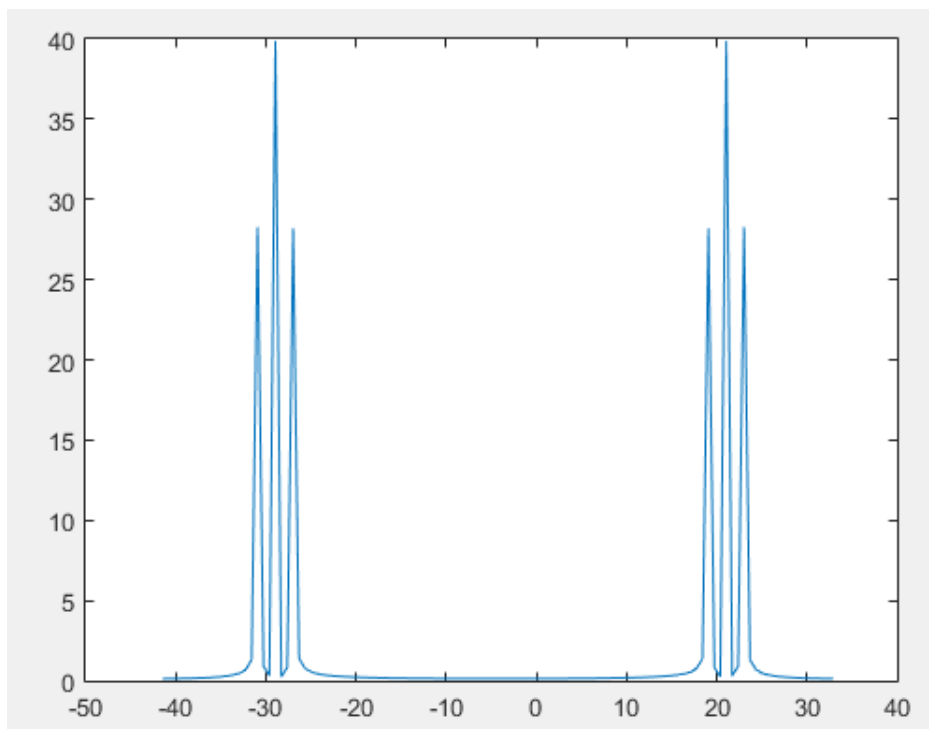


Рис.3 Спектр модулированного сигнала

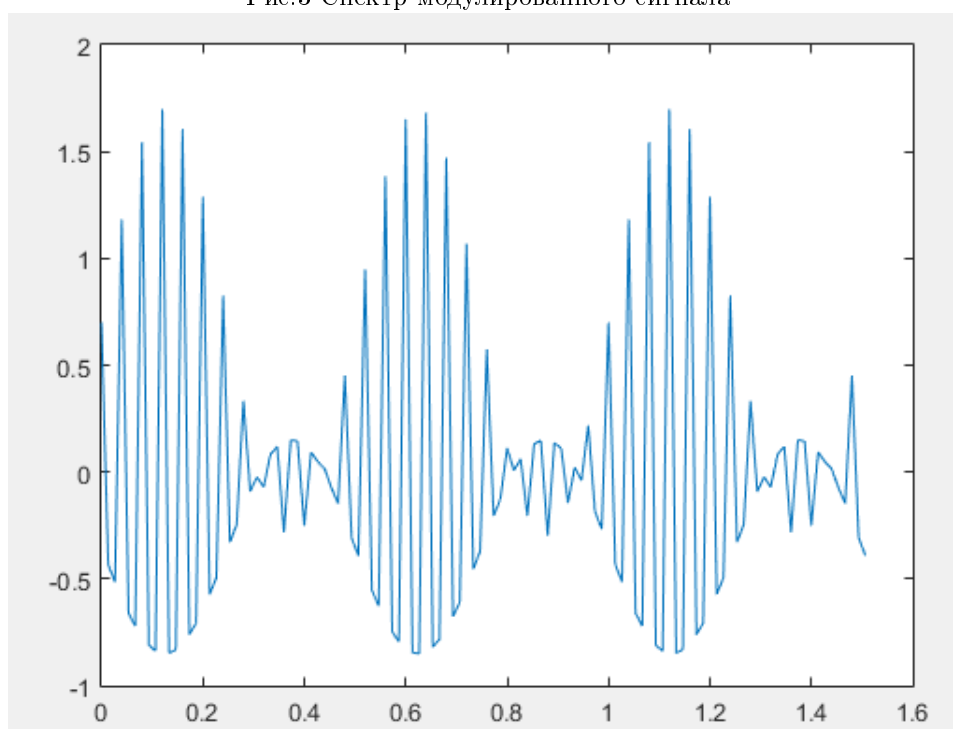


Рис.4 Модуляция с подавлением несущей

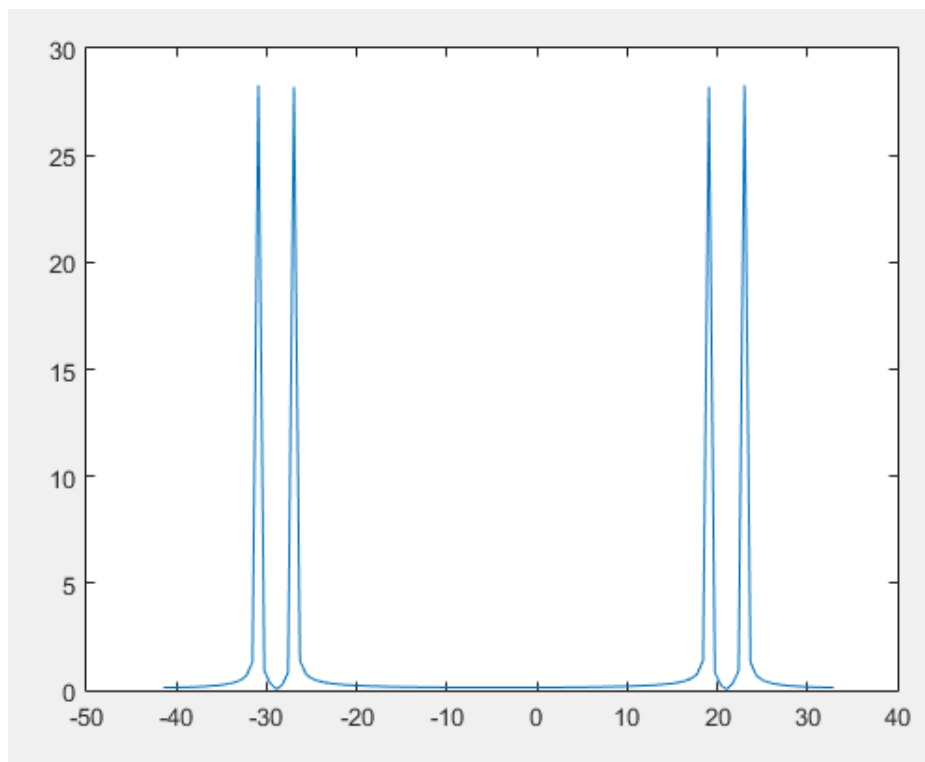


Рис.5 Спектр модулированного сигнала с подавленной несущей

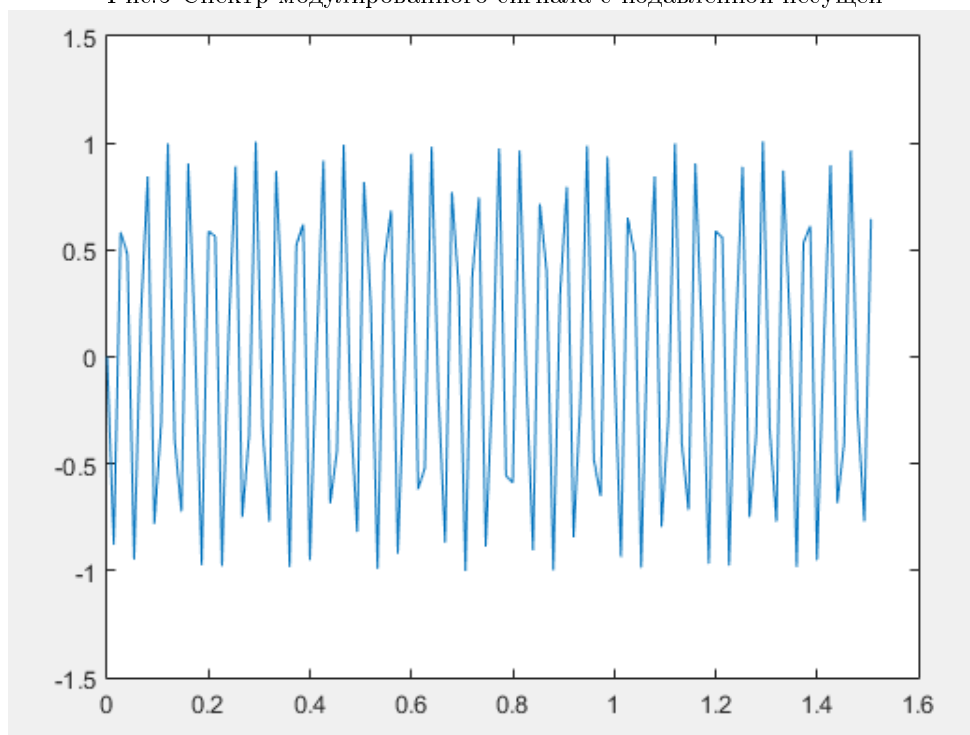


Рис.6 Однополосная модуляция

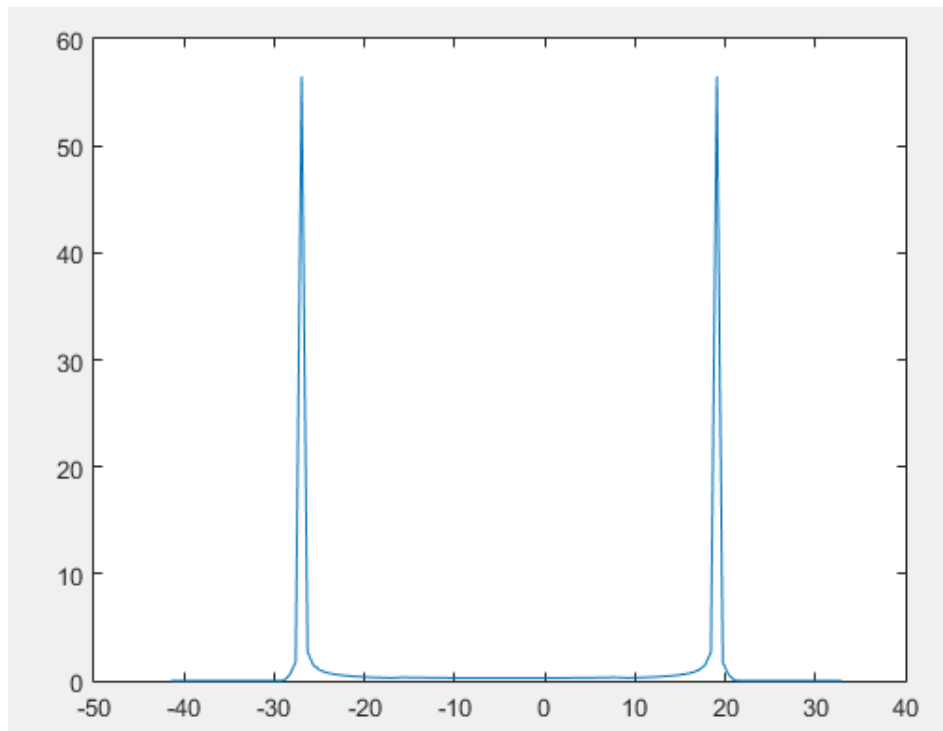


Рис.7 Спектр однополосной модуляции

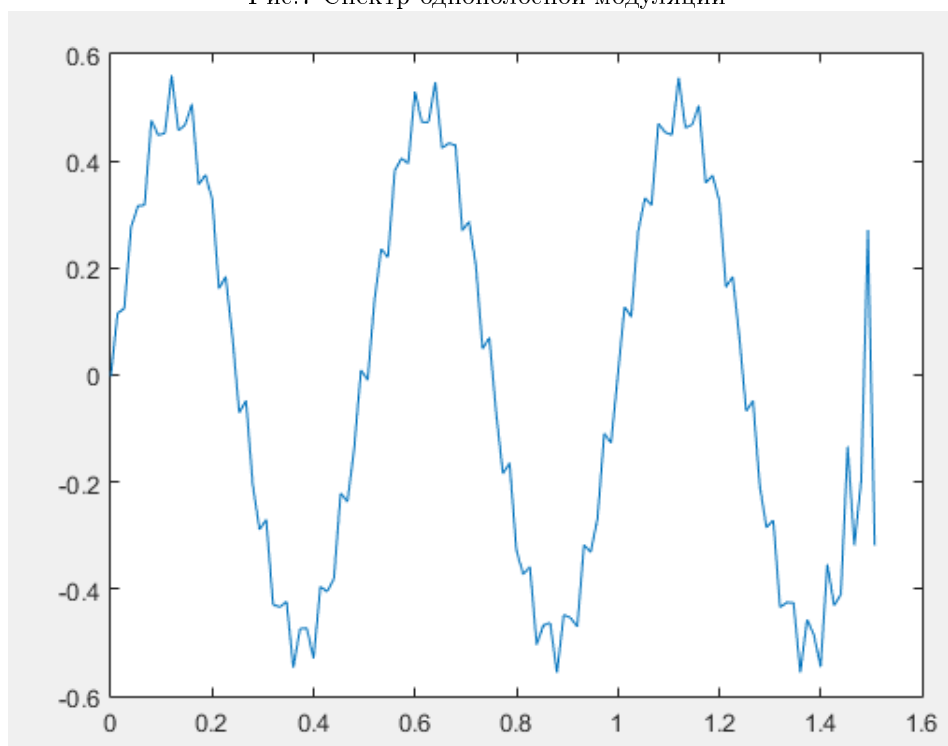


Рис.8 Сигнал после синхронного детектирования

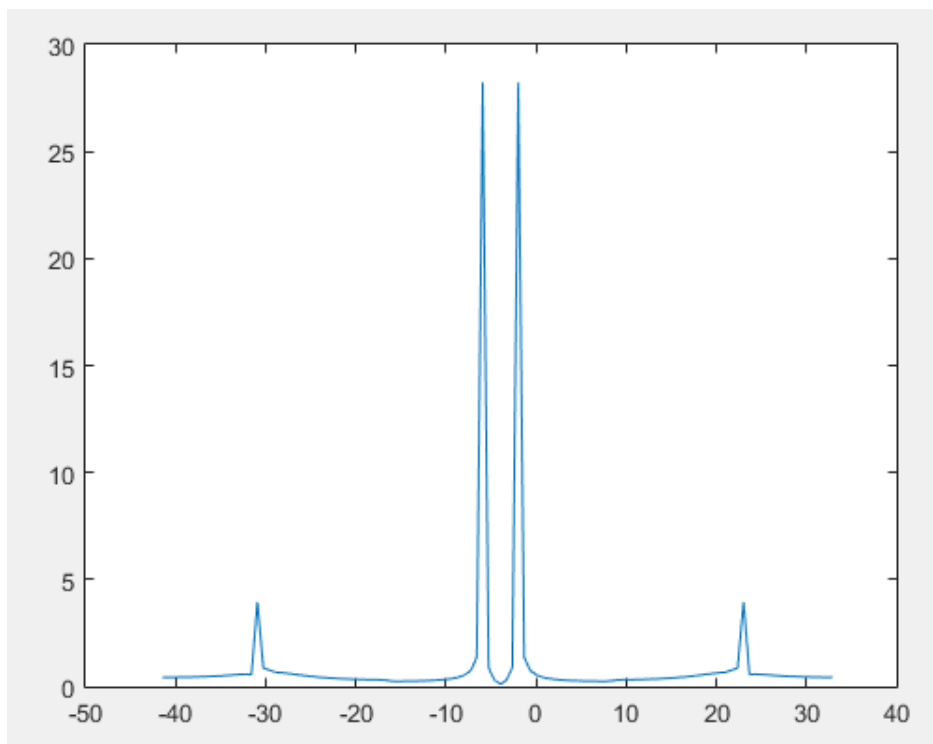


Рис.9 Спектр сигнала после синхронного детектирования

## 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%.