

Санкт-Петербургский государственный политехнический университет

Институт компьютерных наук и технологий

Кафедра компьютерных систем и программных технологий

Отчет по лабораторным работам № 4,5

на тему

Аналоговая модуляция

Работу выполнила:

студентка гр.

33501/2 Акимова

М.А.

Преподаватель:

Богач Н.В.

Санкт-Петербург

2018

1. Цель работы

Изучение амплитудной модуляции/демодуляции сигнала, изучение частотной и фазовой модуляции/демодуляции сигнала

2. Постановка задачи

1. Сгенерировать однотоновый сигнал низкой частоты.
2. Выполнить амплитудную, частотную и фазовую модуляции сигнала по закону

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

для различных значений глубины модуляции M . Используйте встроенные функции MatLab `ammod`, `ssbmod`, `fmmod`, `pmmod`

3. Получить спектр модулированного сигнала.
4. Выполнить модуляцию с подавлением несущей

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

Получить спектры всех полученных сигналов.

5. Выполнить однополосную модуляцию:

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

положив $n=1$ 6. Выполнить синхронное детектирование и получить исходный однополосный сигнал. 7. Рассчитать КПД амплитудной модуляции.

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

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

$$s(t) \Rightarrow U(t) :$$

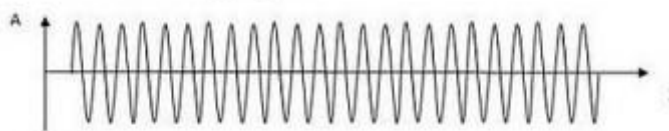
при постоянных значениях параметров несущей частоты ω и ϕ

Простейшая форма модулированного сигнала создается при однотоновой амплитудной модуляции --- модуляции несущего сигнала гармоническим колебанием с одной частотой

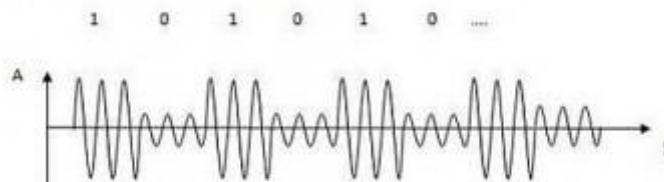
В зависимости от того, какой из параметров несущего колебания изменяется, различают виды модуляции:

- амплитудная
- частотная
- фазовая и др.

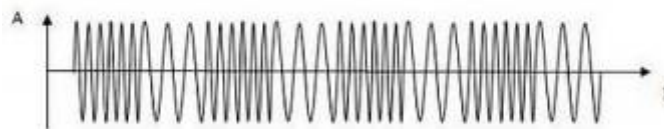
ARM: Аналоговая модуляция



ASK: Амплитудная модуляция



FSK: Частотная модуляция



PSK: Фазовая модуляция



4. Ход работы

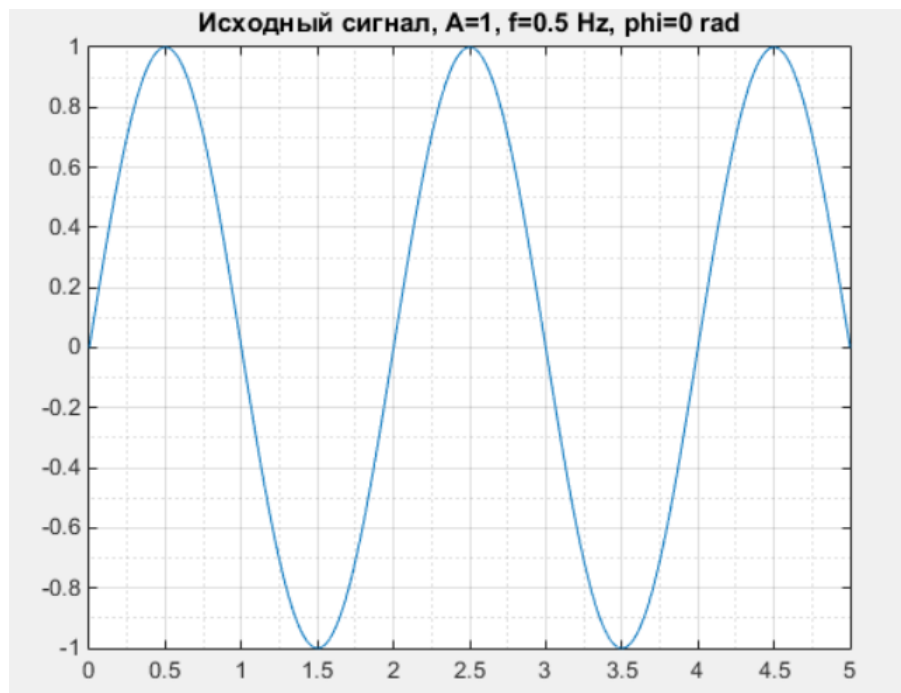
4.1 Амплитудная модуляция

Амплитудная модуляция выполняется по закону

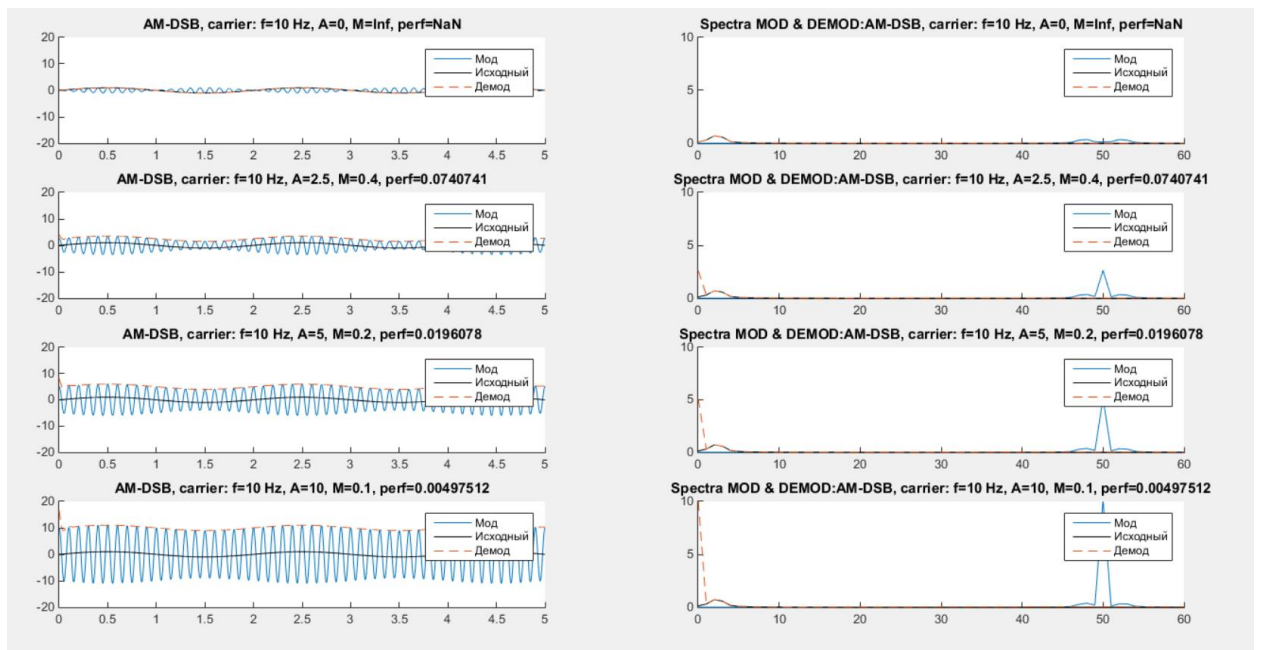
$$u(t) = (1 + MU_m \cos(\Omega t)) \cos(w_0 t + \phi_0)$$

Где М – глубина модуляции

Сгенерируем гармонический сигнал:



Выполним амплитудную модуляцию для разных значений М несущей $f = 10\text{Гц}$ исходным сигналом и построим спектры сигналов



AM-DSB – амплитудная модуляция с двумя боковыми полосами и несущей

Carrier – несущая

Perf – КПД модуляции $\theta = M^2 / (M^2 + 2)$

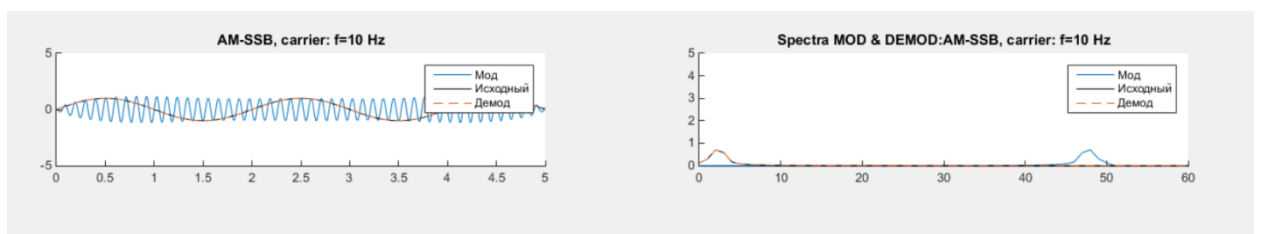
Максимальный КПД АМ = 1/3 , т.к. глубина модуляции может быть в пределах от 1 до 0 для успешной демодуляции. В приведенной модели первые два опыта используют $M > 1$ и сигнал успешно демодулируется , хотя в реальности такого быть не может

4.2 Амплитудная однополосная модуляция

Амплитудная однополосная модуляция выполняется по закону

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

Выполним однополосную АМ несущей $f = 10$ Гц исходным сигналом и получим спектры сигналов:



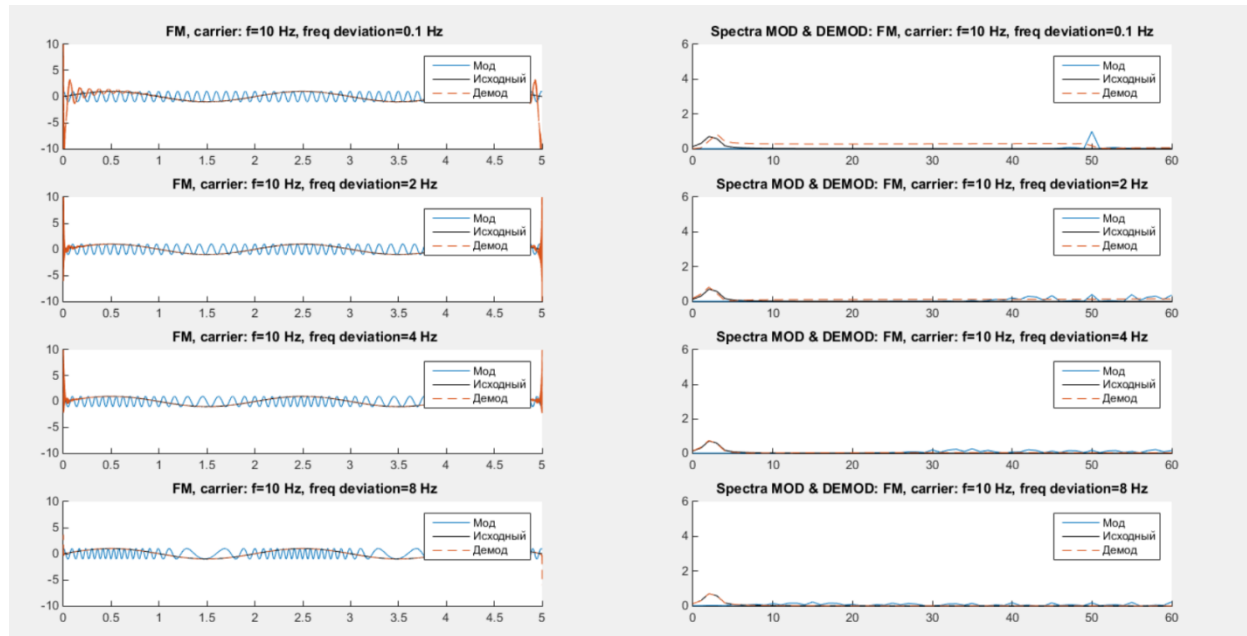
AM-SSB – амплитудная однополосная модуляция

4.3 Частотная модуляция

Частотная модуляция выполняется по закону

$$u(t) = U_m \cos(\omega_0 t + k \int_0^t s(t) dt + \phi_0)$$

Выполним ЧМ для разных значений девиации частоты несущей $f = 10\text{Гц}$ исходным сигналом и построим спектры сигналов



ФМ – частотная модуляция

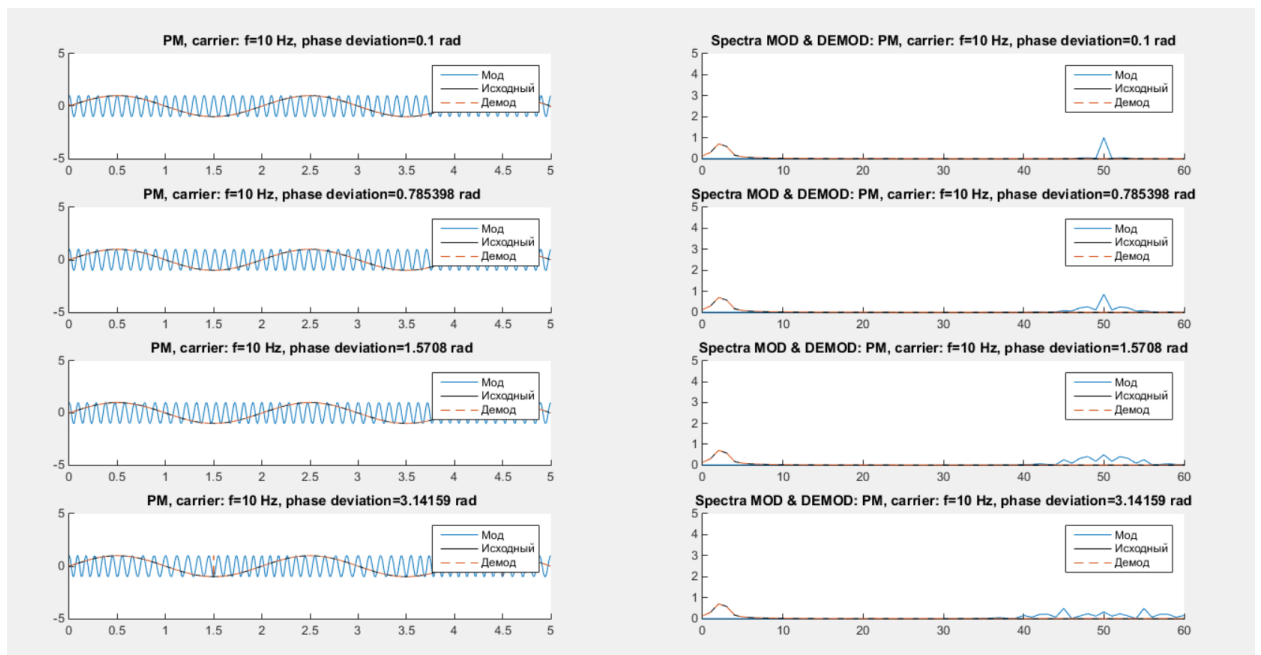
При слишком малой или слишком большой девиации частоты сигнал демодулируется плохо. Девиация должна быть более , чем в 2 раза меньше частоты исходного сигнала

4.4 Фазовая модуляция

Фазовая модуляция выполняется по закону

$$u(t) = (U_m \cos(\Omega t + k s(t)))$$

Выполним ФМ для разных значений девиации фазы несущей $f = 10\text{Гц}$ исходным сигналом и построим спектры сигналов



PM – фазовая модуляция

При слишком большой девиации фазы сигнал демодулируется плохо, на графике видны смещения по амплитуде в серединах подъемов и спадов исходного сигнала

5. Выводы:

В ходе работы были исследованы виды аналоговой модуляции и демодуляции, такие как амплитудная, фазовая и частотная с помощью встроенных функций MatLab.

В телекоммуникациях модуляция используется для передачи сигналов, т.к. у высокочастотного сигнала достаточно энергии, чтобы преодолеть необходимое расстояние и не ослабнуть, в отличие от низкочастотного.