

# Лабораторная работа №6

Исследование модуляции, передачи и приёма цифровых сигналов

Готфрид Матвей, ИА-231

23 апреля 2025 г.

## Цель работы

Изучение методов модуляции и демодуляции цифровых сигналов, реализация передачи сигнала с использованием BPSK и ASK, применение согласованного фильтра и исследование его свойств при передаче Баркер-кодов.

## Часть 1. Формирование и передача BPSK сигнала

Случайная последовательность бит преобразуется в амплитудные уровни: 0 – в  $-1$ , 1 – в  $+1$ . Каждый символ передаётся с постоянной амплитудой в течение заданного числа отсчётов. В сигнал добавляется аддитивный белый гауссов шум (AWGN).

- Количество бит: 48
- Частота дискретизации: 10 кГц
- Частота несущей: 1 кГц
- Символьная длительность: 1 мс

Демодуляция осуществляется путём подсчёта накопленной корреляции по каждому символу. При положительной корреляции символ принимается как 1, иначе 0. Сравнение с исходными данными позволяет определить успешность демодуляции.

## Часть 2. Сравнение BER для BPSK и ASK

Для анализа производительности систем связи при различных значениях отношения  $E_b/N_0$  проведено моделирование BPSK и ASK:

- Количество бит: 10000
- Диапазон  $E_b/N_0$ : от 0 до 10 дБ с шагом 2 дБ

Для каждой модуляции рассчитываются как симулированные, так и теоретические значения вероятности битовой ошибки (BER):

$$BER_{\text{BPSK}} = Q\left(\sqrt{2E_b/N_0}\right), \quad BER_{\text{ASK}} = Q\left(\sqrt{E_b/N_0}\right)$$

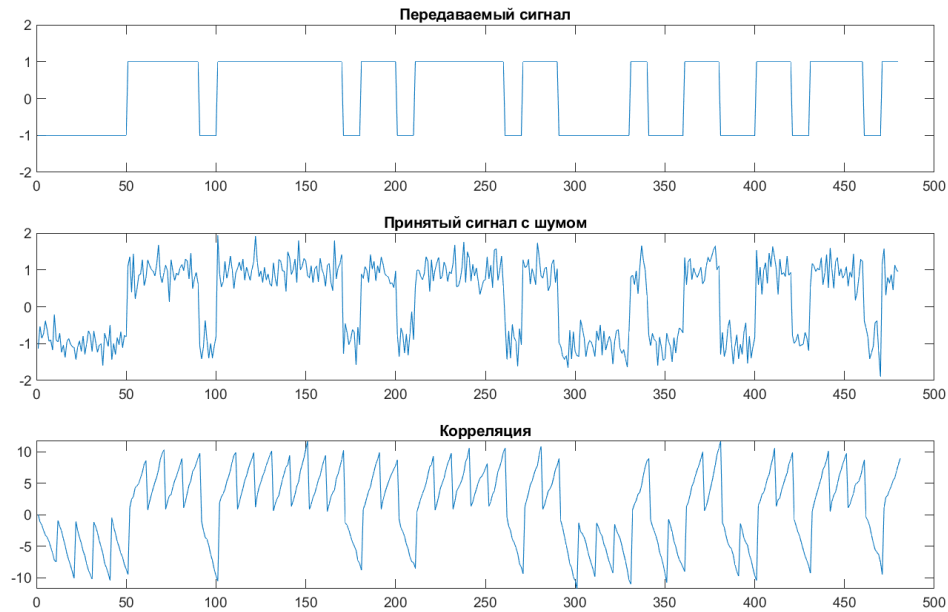


Рис. 1: Передаваемый сигнал, сигнал с шумом и корреляция

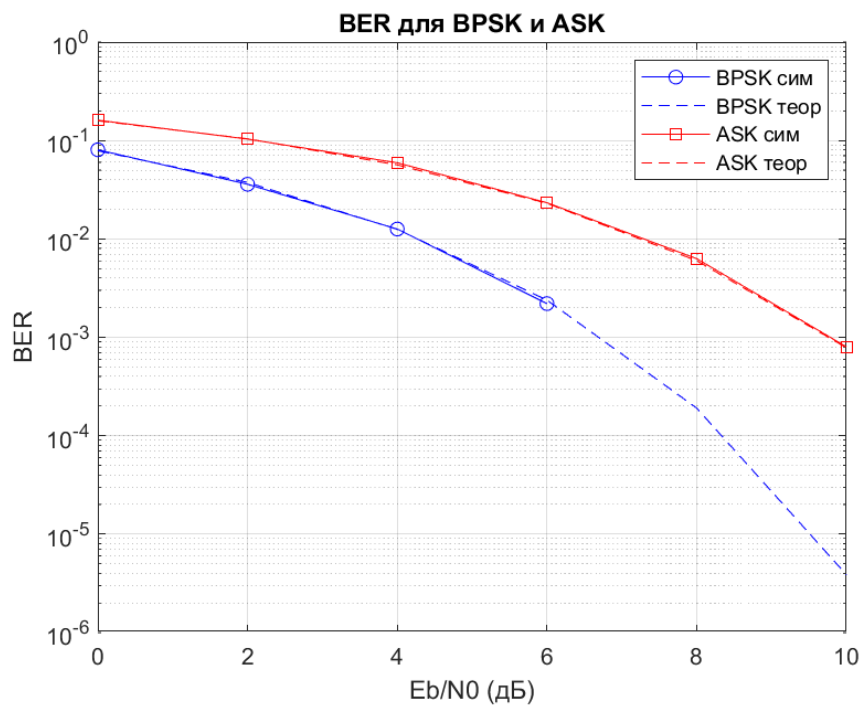


Рис. 2: Сравнение BER для BPSK и ASK

### Часть 3. Согласованный фильтр и Баркер-коды

Были использованы Баркер-коды длины 7. Импульсная характеристика согласованного фильтра получается путём отражения исходного сигнала во времени. Исследована реакция фильтра на согласованные, инвертированные и несовпадающие сигналы.

Также проанализировано влияние аддитивного шума на выход согласованного фильтра при различных уровнях SNR:

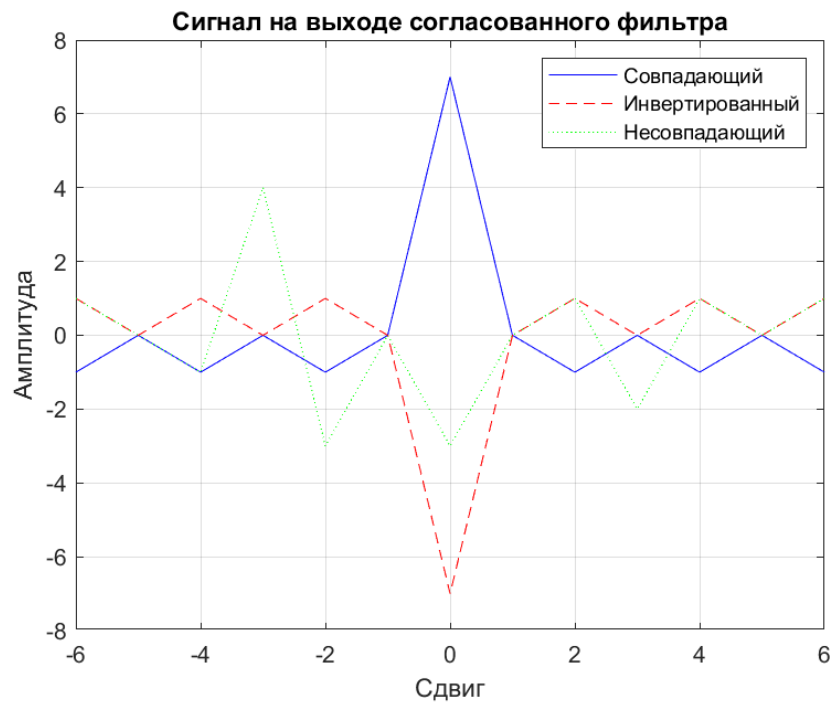


Рис. 3: Выход согласованного фильтра для разных входов

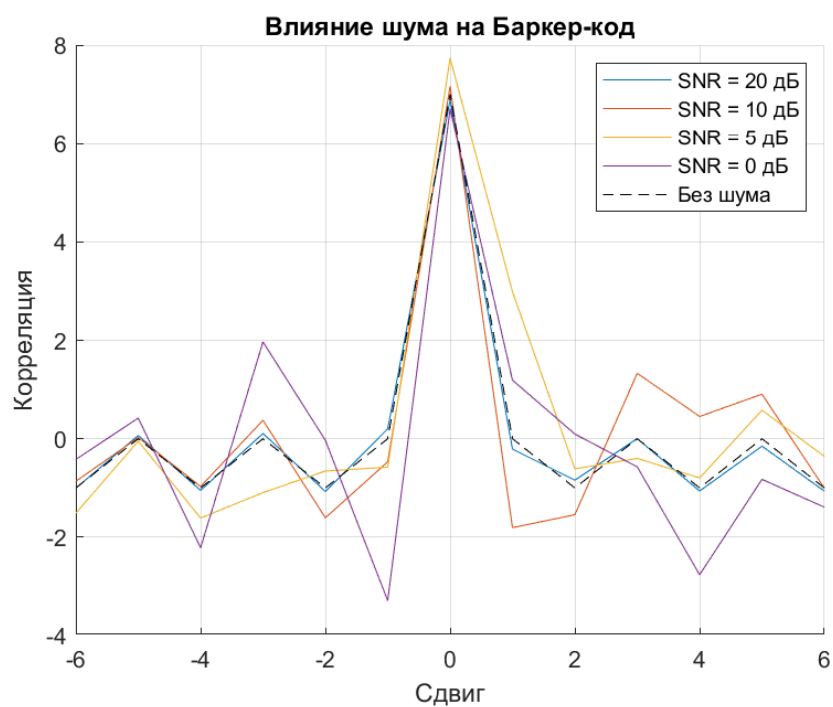


Рис. 4: Влияние шума на корреляцию Баркер-кода

## Выводы

В ходе лабораторной работы:

- Реализована передача BPSK-сигнала с шумом и последующей демодуляцией по корреляции.
- Построены BER-кривые для ASK и BPSK, как симуляционные, так и теоретические.

- Изучены свойства согласованного фильтра на примере Баркер-кодов.