

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
Институт компьютерных наук и кибербезопасности
Высшая школа программной инженерии

Самостоятельная работа №3

по дисциплине «Сети и телекоммуникации»

Выполнил:

Группа:

Проверил:

Яровой В. Д.

5130904/00104

Медведев Б. М.

Санкт-Петербург
2023

Содержание

1 Цель работы	3
2 Порядок выполнения работы	3
3 Основная часть	4
3.1 Модель системы передачи данных	4
3.2 Источник данных	5
3.3 Передатчик	5
3.4 Линия связи	6
3.5 Приемник	6
3.6 Подсистема обнаружения ошибок	7
3.7 Оценка вероятности ошибки	7
4 Вывод	8

1 Цель работы

Создать в MATLAB/Simulink модель передачи данных и оценить вероятность ошибки, учитывая изменение отношения сигнал/шум

2 Порядок выполнения работы

- Разработать модель системы передачи данных в MATLAB/Simulink с использованием ОФМ сигналов при скорости передачи данных 1200 бит/с и частоте несущей 1800 Гц.
- Получить оценку вероятности ошибки в зависимости от отношения сигнал/шум в диапазоне от 1 до 10 дБ и сравнить с теоретической зависимостью.

3 Основная часть

3.1 Модель системы передачи данных

Для разработки модели телекоммуникационной системы на физическом уровне ЭМВОС будут использованы следующие наборы блоков из библиотеки:

- Simulink,
- Communications Toolbox,
- DSP System Toolbox.

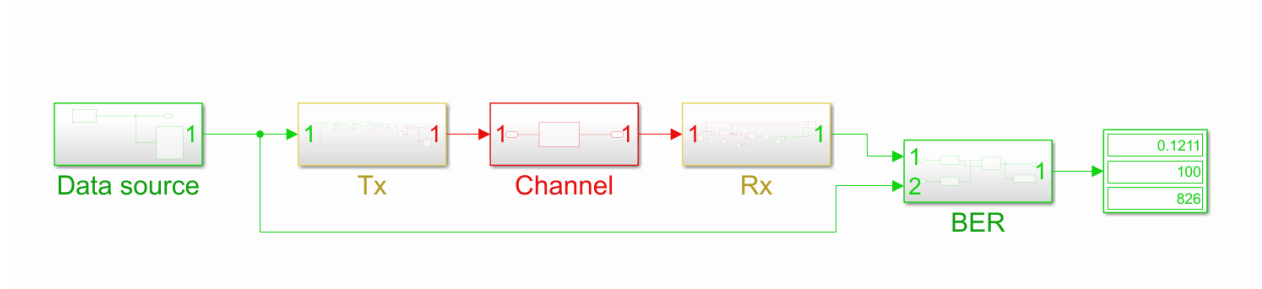


Рисунок 1: Model

Модель содержит следующие подсистемы:

- **Data source** – источник последовательности двоичных символов, подлежащих передаче.
- **Transmitter** – передатчик, преобразующий последовательность двоичных символов в последовательность сигналов в соответствии выбранным методом модуляции.
- **Channel** – модель линии связи.
- **Receiver** – приемник, выполняющий обработку сигналов из линии связи и формирующий последовательность решений о переданных символах.
- **BER** – подсистема обнаружения ошибок на выходе приемника при сравнении переданной и принятой последовательностей символов.

В соответствии с условием задачи в файле `model_init.m` заданы следующие параметры:

- **Tb** – длительность бита, соответствующая скорости передачи данных 1200 бит/с.
- **Ts** – интервал дискретизации сигнала, сформированного передатчиком.
- **F0** – частота несущего колебания модулятора.

```
1 % файл инициализации модели
2 Tb = 1/1200 % длительность бита, с
3 Ts = Tb/8 % интервал дискретизации сигнала, с
4 F0 = 1800 % несущая частота, Гц
```

Установленные значения параметров соответствуют стандартам международного союза телекоммуникаций (ITU-T) серии V для передачи данных по каналам телефонного типа

3.2 Источник данных

Для реализации модели подсистемы **Data source** был выбран блок **Bernoulli Binary Generator** из набора *Communications Toolbox/Comm Sources/Random Data Sources*.



Рисунок 2: Data source

3.3 Передатчик

Возьмем реализацию передатчика из 2 работы

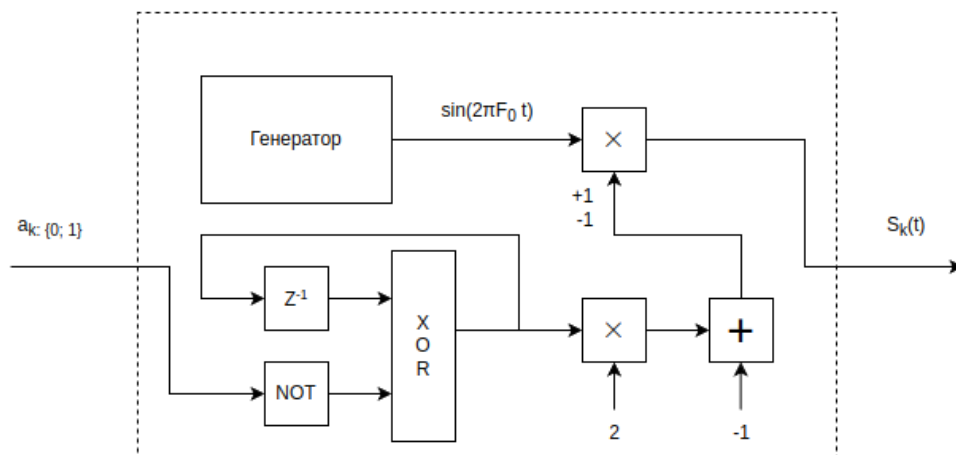


Рисунок 3: Transmitter schema

Реализуем ее в **Matlab**

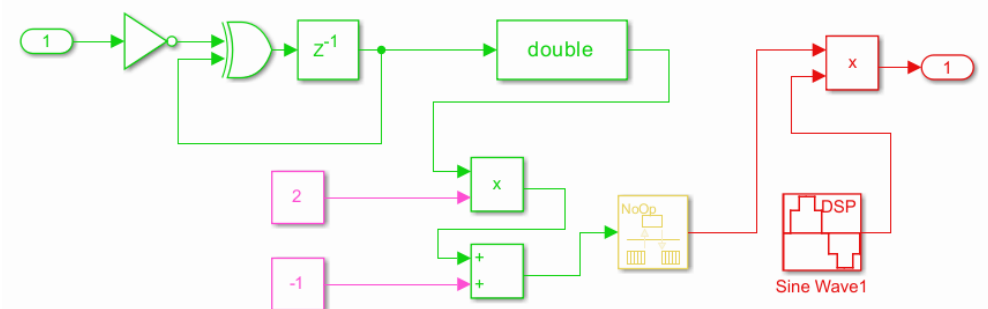


Рисунок 4: Transmitter model

Интервал дискретизации сигнала выбирается дольным (в целое число раз меньшим) длительности символа и удовлетворяющим теореме Найквиста—Котельникова: для сигнала, представленного последовательностью дискретных отсчетов, точное восстановление возможно, только если частота дискретизации более чем в 2 раза выше максимальной частоты в спектре сигнала.

3.4 Линия связи



Рисунок 5: Channel

E_b/N_0 – отношение сигнал/шум определяется как отношение энергии сигнала, приходящейся на 1 бит принимаемого сообщения (E_b), к энергетической спектральной плотности шума (N_0).

3.5 Приемник

Возьмем реализацию улучшенного приемника из 2 работы

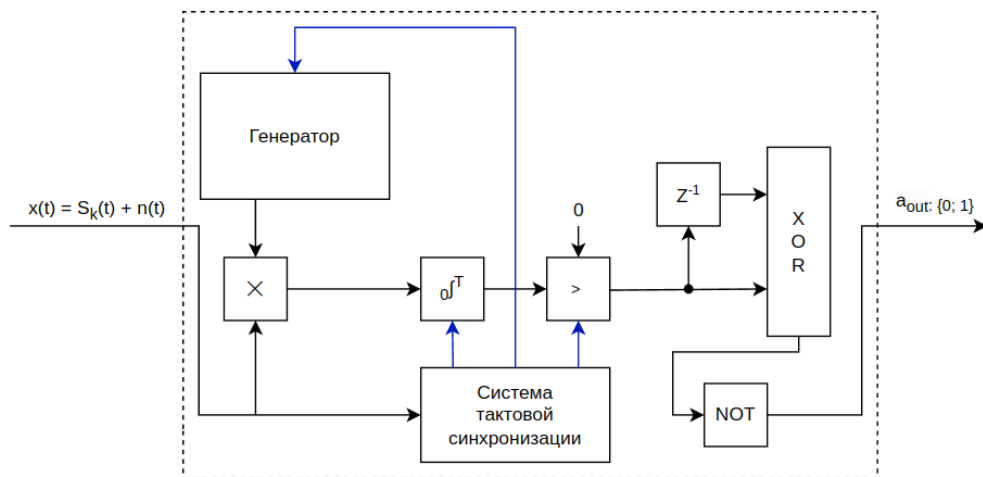


Рисунок 6: Receiver schema

Реализуем ее в **Matlab**

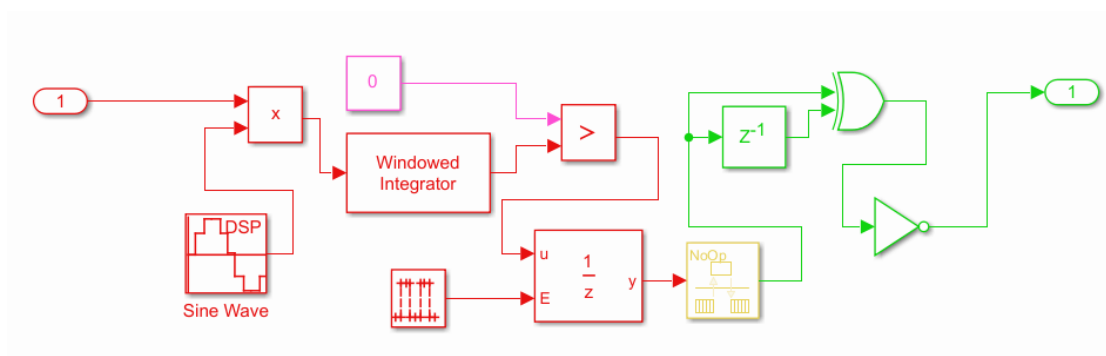


Рисунок 7: Receiver model

3.6 Подсистема обнаружения ошибок

Для оценки помехоустойчивости передачи данных в подсистеме BER сравниваются переданная и принятая последовательности символов и рассчитывается количество ошибок и общее количество переданных бит за сеанс моделирования.

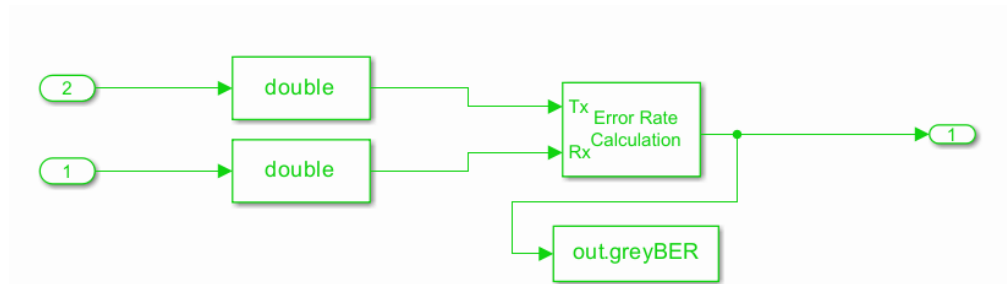
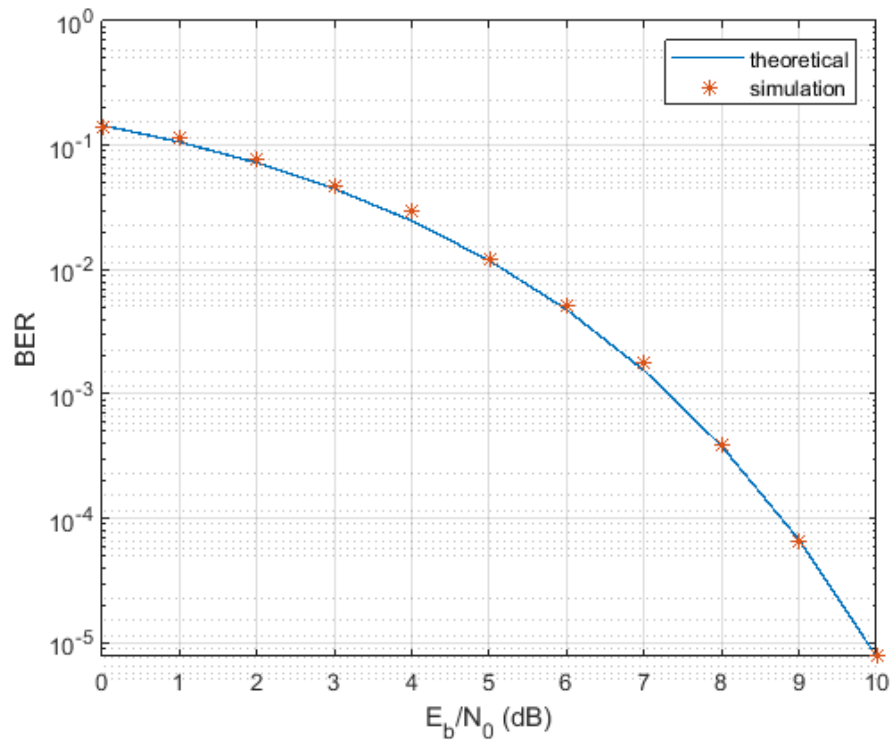


Рисунок 8: BER

3.7 Оценка вероятности ошибки

Для автоматизации эксперимента воспользуемся инструментом **bertool**, входящим в состав **MATLAB**.



На графике отображена теоретическую зависимость вероятности ошибки от отношения сигнал/шум для метода относительной фазовой модуляции. Также на графике представили точки, являющиеся результатами моделирования, для сравнения теоретических значений с экспериментально полученными данными.

4 Вывод

В данной работе была разработана модель системы передачи данных в среде **MATLAB/Simulink**. Были построены, отображающие зависимость вероятности ошибки от отношения сигнал/шум, используя инструмент **bertool**. При анализе результатов обнаружили, что теоретические значения вероятности ошибки сходны с экспериментальными данными, полученными на основе построенной модели.