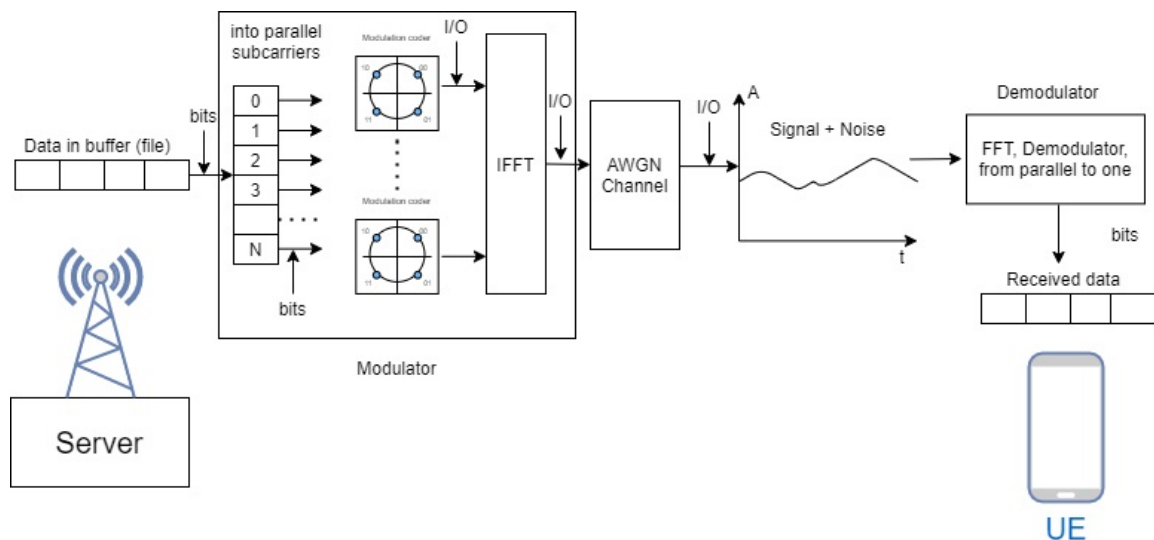


Лаба 4. Модуляция. Передача данных. Контроль ошибок.

Часть 1. Модуляция. Передача данных

Необходимо:

- Взять готовый файл (аудио, изображение, видео и т.д.), в программе получить из него битовую последовательность (на языке **Python 3.x** перевод числа в биты производится с помощью функции **bin(x)**).
- Реализовать функцию модуляции (**по варианту**) на основе формул в спецификации 3GPP TS38.901 (пункт 5). Соответственно кодер и декодер.
- Разработать клиент-серверное приложение. Сервером будет являться базовая станция (**BS - Base Station**), клиентом будет являться абонентское устройство (**UE - User Equipment**). Пример простейшего клиент-серверного приложения на языке Python 3.x [\[https://github.com/fzybot/simpleClientServer\]](https://github.com/fzybot/simpleClientServer)
- Реализовать передачу данных от базовой станции к абонентскому устройству модуляции для нескольких поднесущих, используя при этом преобразование Фурье, оценить скорость передачи данных по количеству переданных **СИМВОЛОВ**. Размер пакета (количество байт, которое будет отправлено за одну операцию) определяете самостоятельно (далее будет варьировать в зависимости от условий).



Под **I/O** подразумеваются 2 составляющие сигнала - **$\cos(t)$** и **$\sin(t)$** соответственно.

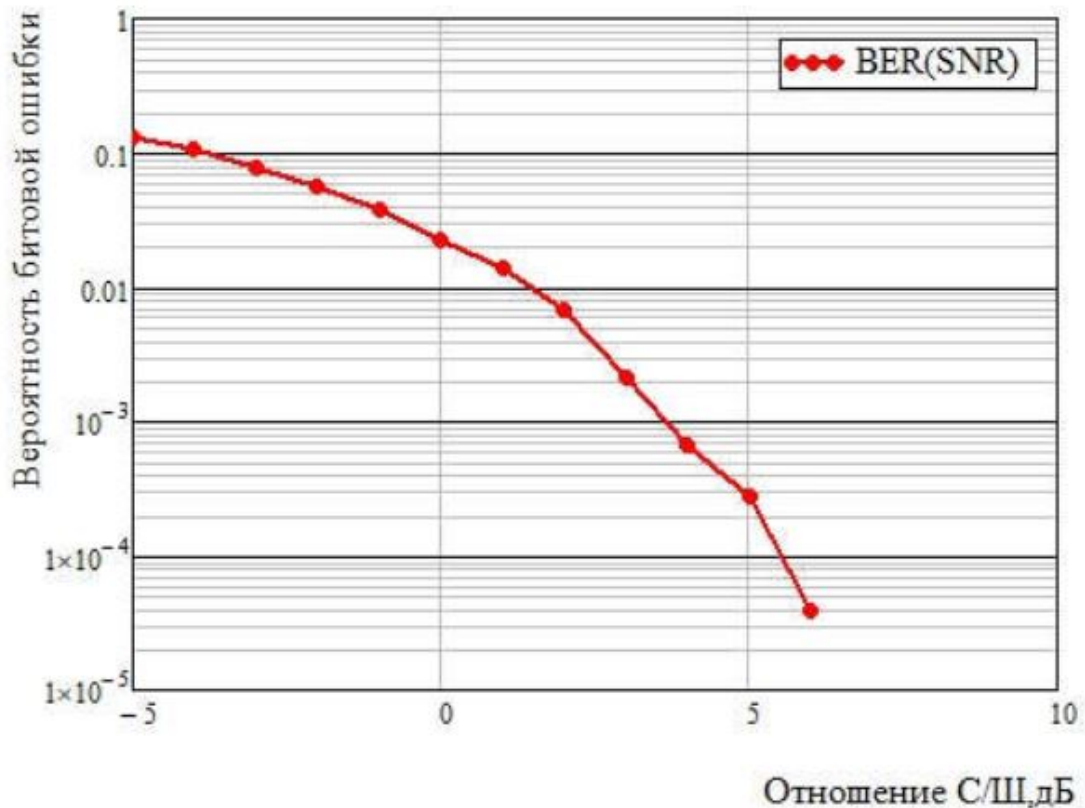
1. После кодирования отобразить график во временной области. Значения необходимо отнормировать по 1 (от 0 до 1).

Важно понимать, что **QAM** модуляция - **квадратурная амплитудная модуляция (Quadrature amplitude modulation)**, что является суммой двух синуса и косинуса. Таким образом, во временной области будет передаваться комплексное значение **$\cos(t) + i \cdot \sin(t)$** .

2. Так же, необходимо добавить шум (**AWGN - Additive White Gaussian Noise**) в канале [вложенный файл **AWGN.ipynb**]. Под каналом подразумевается среда передачи данных (медный провод, оптоволокно, беспроводная среда и т.д.). Гауссовский шум так же будет отнормирован по единице (**мат. ожидание равно 1**, дисперсия будет меняться) и будет генерироваться на реальную и мнимую часть сигнала.
3. Отобразить график во временной области после добавления шума.
4. После декодирования сравнить переданные данные и полученные. Оценить успешность передачи данных (процент успешно переданных бит).
5. В результате необходимо отобразить вероятность **битовой ошибки (Bit Error Rate, BER)** от значения **SNR (Signal to Noise Ratio)** для

каждого вида модуляции. SNR определяется как S/N , где S - мощность полезного сигнала, а N - мощность шума (в данном случае AWGN). Реализуйте так, чтобы одним изменением параметра шума (мат ожидания или дисперсии) можно было увидеть изменение в графике битовой ошибки.

Примерно результат должен выглядеть следующим образом:



Важно вспомнить что такое отношение мощности сигнала к шуму и единицы измерения. Шумом являясь **AWGN**, значит, если мощность сигнала больше мощности шума в 2 раза, то при нормировании сигнала от 0 до 1, мощность шума будет 0.5 (AWGN нужно создавать в этих пределах и суммировать)

Варианты заданий (выбираем по списку группы № mod 10)

№	Модуляция
1	QPSK
2	QAM16

<u>Aa</u> №	☰ Модуляция
<u>3</u>	QAM64
<u>4</u>	QAM16
<u>5</u>	QAM256
<u>6</u>	QAM16
<u>7</u>	QPSK
<u>8</u>	QAM256
<u>9</u>	QAM16
<u>10</u>	QAM64