**Задание№1**

**Входные параметры**:

N – число бит, четное значение (например, 50)

Fs – частота дискретизации (например, 500 000 семплов в сек)

Ns – число семплов на 1 модуляционный символ (например, 10/30/50/100 семплов на символ)

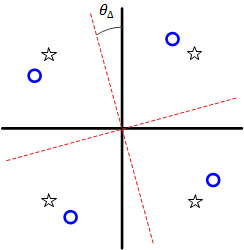
Несущая частота – 900 МГц

**Передатчик**:

1. Сформируйте случайную битовую последовательность из N бит (вх.параметр)
2. Добавьте 20 бит с единицами, выполняющих роль синхронизирующей последовательности, а также опорных пилотных сигналов, по которым можно будет оценить изменение фазы полученного сигнала
3. Сформируйте массив комплексных QPSK-символов. Длительность одного символа равна Ns отсчетов
4. Зациклите буфер с символами на передачу и отправьте в радиоэфир
5. Выведите на график временное и частотное представление сформированного сигнала

**Приемник**:

1. Запишите входной сигнал в массив
2. Выведите на график временное и частотное представление сформированного сигнала. Проанализируйте влияние длительности передаваемого символа на ширину спектра, изменяя параметр Ns (уменьшить и увеличить, вывести график трех спектров: для Ns, Ns/2 и Ns\*2)
3. Определите время начала последовательности с учетом ваших знаний о синхронизирующей последовательности.
4. Выведите на комплексной плоскости координаты полученных значений (перекрученные созвездия)
5. Проанализируйте изменение фазы сигналов, используя символы синхронизирующей последовательности и компенсируйте данное изменение для информационных символов (разверните созвездия на верные позиции для последующей демодуляции)



1. Выполните демодуляцию полученных символов, сравните переданную и полученную битовые последовательности, определите количество ошибок.

**Задания со звездочками**:

1. Уменьшите амплитуду передаваемого сигнала в 10/100/1000/10000 раз и выполните п.1-5 на приемной стороне, сравните переданную и полученную битовые последовательности, определите количество ошибок. Выведите на график зависимости величины битовой ошибки (вероятность) от амплитуды передаваемого сигнала
2. Попробуйте провернуть все описанное выше для модуляции QAM16.

**Задание №2**

Дискретизация сигналов. Вычисление ДПФ

Аналоговый сигнал при дискретизации с интервалом времени преобразуется в последовательность дискретных значений (чисел)

1. Задайте сигнал с частотой f, Гц, выберите частоту дискретизации fs отсч/сек. Получите набор отсчетов сигнала размером 64, 128, 256, изобразите выборку отсчетов командой plt.stem
2. Определите значение аналоговой частоты сигнала, которая соответствует нормированной частоте рад, при fs первого раздела
3. При помощи функции fft модуля numpy вычислите ДПФ сигнала из раздела 1 для трех наборов отсчетов. Изобразите модуль спектра ДПФ с указанием частотной оси в Гц.

Основы цифровой фильтрации

Сформируй те сигнал, состоящий из суммы двух гармонических колебаний (косинусов) разных частот. Выберите частоту дискретизации для данного сигнала. Изобразите спектр ДПФ полученных отсчетов.

Рассчитайте отсчеты цифрового фильтра ФНЧ с частотой среза для подавления сигнала с большей частотой. Импульсная характеристика ФНЧ вычисляется по выражению – нормированная частота среза.

Примените полученную импульсную характеристику фильтра к входному сигналу.

Изобразите спектр ДПФ сигнала после фильтрации