Задание 2. Декодирование ФМ4 сигнала, модулированного последовательностью Голда, при помощи согласованной фильтрации

*Задание:* провести моделирование комплексной огибающей сигнала с ФМ4 манипуляцией, каждые информационные символы которого заменены последовательностью Голда, при помощи согласованной фильтрации восстановить исходную информацию, передаваемую в сигнале.

1. *Моделирование сигнала.* В данной части необходимо произвести моделирование сигнала с ФМ4 модуляцией в виде комплексной огибающей (IQ-компонент). Передаваемые данные формируются следующим образом. Сначала генерируется исходный набор битов (например, случайно). Далее каждый информационный символ (2 бита информации) заменяется одним из четырёх кодов Голда длиной 31. Для получения кода Голда необходимо получить две M-последовательности путём моделирования работы сдвигового регистра с разрядностью 5. Разные последовательности Голда генерируются путём сложения по модулю 2 полученных М-последовательностей с различным циклическим сдвигом.

За каждым возможным передаваемым символом в сигнале закрепляется одна из четырёх полученных последовательностей Голда, и в исходном наборе бит происходит замена каждого символа на соответствующую закрепленную за данным символом последовательность Голда. Полученные данные модулируются по ФМ4 закону, при этом необходимо учитывать только комплексную огибающую сигнала. К полученному сигналу добавляется аддитивный белый гауссов шум.

Синфазную и квадратурную компоненты моделируемого сигнала показывать в окне программы. Задавать с окна программы следующие параметры:

* Число бит исходной передаваемой информации
* Частота дискретизации сигнала, кГц
* Скорость передачи данных, бит/с
* Отношение сигнал/шум, дБ

1. *Восстановление исходной информации путём согласованной фильтрации*. Для реализации данного алгоритма необходимо предварительно синтезировать четыре фильтра, согласованных с каждой возможной используемой последовательностью Голда. Для этого необходимо произвести модуляцию каждой последовательности Голда по ФМ4 закону, и на основе полученных комплексных огибающих вычислить импульсные характеристики согласованных фильтров.

После синтеза фильтров производится вычисление свёртки исходного сигнала, полученного в части 1, с импульсными характеристиками. Отклики согласованных фильтров показывать в окне программы, при этом для наглядности рекомендуется отображать их на одном графике разным цветом. Максимум отклика согласованного фильтра соответствует передаваемому информационному символу, связанного с определённой последовательностью Голда.

Разработать и реализовать алгоритм, который по положению максимумов откликов согласованных фильтров восстановит исходную передаваемую информацию. Полученные данные в виде строки бит вывести на экран и сравнить с исходной.

1. *Исследование устойчивости алгоритма к шуму*. В данной части задания необходимо рассчитать и построить график зависимости вероятности ошибки определения символа от отношения сигнал/шум. Для расчёта необходимо в цикле уменьшать величину отношения сигнал/шум от +10 дБ до -10 дБ с некоторым шагом, при этом на одном шаге цикла необходимо произвести несколько повторений генерирования сигналов и восстановления исходных данных (часть 1 и 2). Число повторений должно задаваться с экрана программы и варьироваться в диапазоне от 100 до 1000. Для определённого значения отношения сигнал/шум произвести вычисление вероятности ошибки определения символа следующим образом. В эксперименте подсчитывается количество символов, определённых неверно, и вероятность оценивается как отношение данного количества к общему числу символов в сигнале. График зависимости вероятности ошибки от отношения сигнал/шум выводится на экран.