

## ДЕМОДУЛЯЦИЯ СООБЩЕНИЯ МЕТОДОМ ПОСТРОЕНИЯ ОБЛАСТЕЙ ВОРОНОГО

Демодуляция – процесс обратный модуляции, то есть выделение информационного (модулирующего) сигнала из модулированного колебания высокой (несущей) частоты.

Диаграмма состоит из областей (локусов), в которых присутствуют все точки, которые находятся ближе к данной точке, чем ко всем остальным. В диаграмме Вороного локусы являются выпуклыми многоугольниками.

Процедура построения локусов заключается в следующем: пусть дано множество из  $n$  точек, для которого нужно построить диаграмму. Возьмём конкретную точку  $p$ , для которой строим локус, и ещё одну точку из данного нам множества –  $q$ , причём  $q \neq p$ . Проведём отрезок, соединяющий эти две точки, и проведём прямую, которая будет являться серединным перпендикуляром данного отрезка. Эта прямая делит плоскость на две полуплоскости – в одной лежит точка  $p$ , в другой лежит точка  $q$ . В данном случае локусами этих двух точек являются полученные полуплоскости. Локусы в данной задаче также называют многоугольниками Вороного или ячейками Вороного. Пример построения диаграммы Вороного показан на рисунке 1.

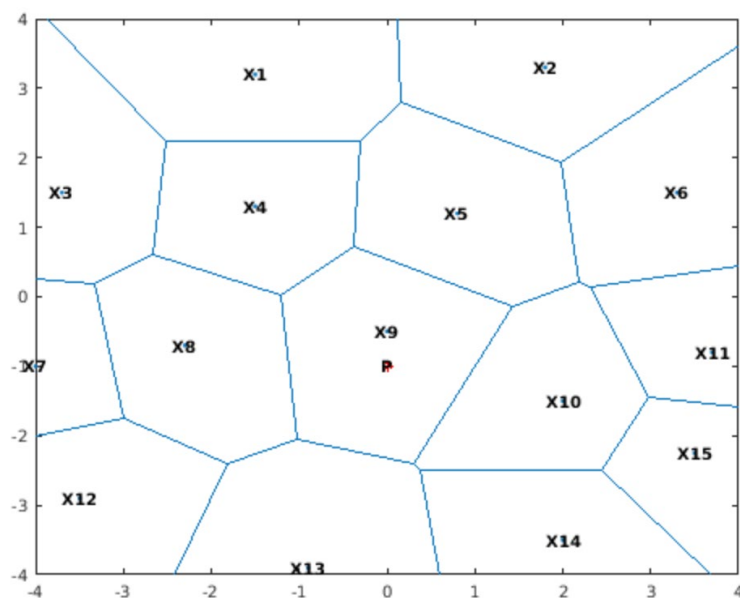


Рисунок 1 – Пример построения диаграммы Вороного

Таким образом, диаграмма Вороного, состоящая из  $n$  точек на плоскости ( $n \in N$ ), – плоскость, состоящая из  $n$  локусов таким образом, что для каждой точки приходится по одному локусу.

Процедура демодуляции заключается в выяснении побитовой принадлежности принятой точки одному из локусов по результатам расчёта метрики, каждому из которых присвоена некоторая комбинация битов, соответствующая созвездия, используемому при модуляции.

Для построения областей необходимы коэффициенты прямых  $a$  и  $b$ , разделяющие две соседние точки, взятые из уравнения прямой

$$y = a \cdot x + b. \quad (1)$$

Коэффициент  $a$  рассчитывается по формуле

$$a = \frac{x_1 - x_2}{y_2 - y_1}. \quad (2)$$

Коэффициент  $b$  рассчитывается по формуле

$$b = \frac{y_1 + y_2}{2} - \frac{x_1^2 - x_2^2}{2 \cdot (y_2 - y_1)}. \quad (3)$$

Для последовательности, состоящей из трёх принятых бит, производится вычисление мягких метрик по условиям, сопоставляемым с диаграммами Вороного. Вся последовательность рассматривается поочерёдно. Каждый бит сравнивается с условиями проверки по диаграмме Вороного. Если точка соответствует условиям, тогда переменной  $LLR_{cd}$  будет присвоено значение в соответствии с формулой

$$LLR_{cd} = \frac{-abs(noisyMessage - pointsArray(e))^2}{2 \cdot sig^2}, \quad (4)$$

где  $noisyMessage$  – сообщение, принятое на вход демодулятора, после прохождения через канал связи,  $c$  – номер бита (1, 2 или 3),  $d$  – значение бита (0 или 1),  $pointsArray(e)$  – координаты рассматриваемой точки сигнального созвездия,  $sig$  – дисперсия плотности распределения шума.

После перебора метрик для значений 0 и 1 вычисляется итоговая метрика для рассматриваемого бита по формуле

$$LLR(c) = LLR_{c1} - LLR_{c0}. \quad (5)$$