

Исследование РВМ для фильтрации нелинейных искажений в оптоволокне

РВМ модель задается следующим выражением (для поляризации X):

$$y_X[k] = a_0 x_X[k] + \sum_{m=-M}^M \sum_{n=-M}^M a_{m,n} x_X[k-m] x_X^*[k-m-n] x_X[k-n] + \sum_{m=-M}^M \sum_{n=-M}^M b_{m,n} x_X[k-m] x_Y^*[k-m-n] x_Y[k-n] \quad (1)$$

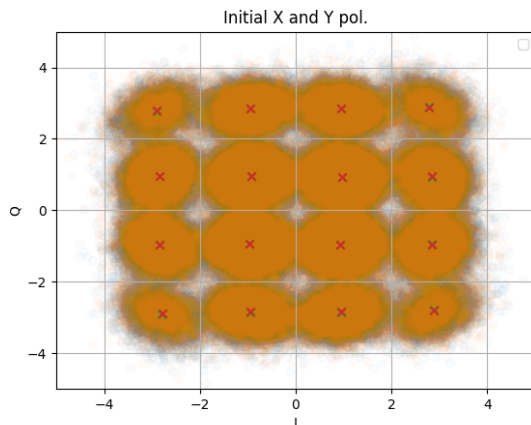
Необходимо найти коэффициенты a_0 , $a_{m,n}$ и $b_{m,n}$. Для нахождения коэффициентов сформируем следующую матрицу:

$$U = \begin{bmatrix} x_X[0] & — & u_{m,n}^a[0] & — & u_{m,n}^b[0] & — \\ x_X[1] & — & u_{m,n}^a[1] & — & u_{m,n}^b[1] & — \\ \vdots & & \vdots & & \vdots & \\ x_X[N-1] & — & u_{m,n}^a[N-1] & — & u_{m,n}^b[N-1] & — \end{bmatrix}$$

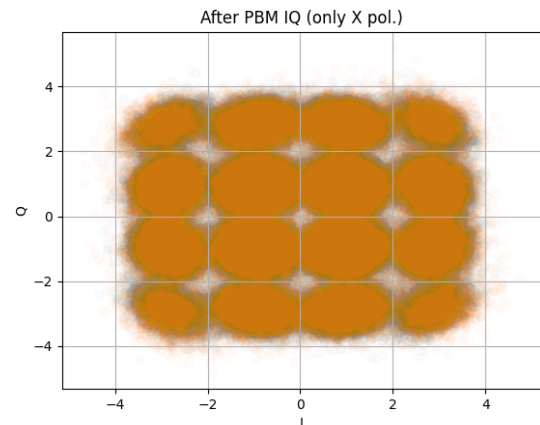
$$\begin{aligned} u_{m,n}^a[k] &= x_X[k-m] x_X^*[k-m-n] x_X[k-n] \\ u_{m,n}^b[k] &= x_X[k-m] x_Y^*[k-m-n] x_Y[k-n] \end{aligned} \quad (2)$$

Матрица U имеет размер: $N \times (1 + 2(2M + 1)^2)$. Первый столбец матрицы U — это отчеты сигнала $x_X[k]$. Этот столбец позволяет найти коэффициент a_0 . Для нахождения коэффициентов a_0 , $a_{m,n}$ и $b_{m,n}$ необходимо решить переопределенную систему уравнений: $Uc = y$. Для решения системы в работе была использована функция `numpy.linalg.lstsq`.

На рисунке 1 (а) приведено созвездие для исходного сигнала и условные средние для каждой точки созвездия. На рисунке 1 (б) приведены созвездие до фильтрации и после (только X поляризация)



(а) До фильтрации



(б) После фильтрации

Рис. 1: Созвездия

В таблице 1 приведены значения BER, SER, NMSE и Q для разных значений параметра M. По таблице построены графики, приведенные на рисунке 2.

Таблица 1: Производительность PBM

Метрика	M				
	без PBM	3	5	10	15
BER	7.47e-3	6.01e-3	5.37e-3	4.21e-3	3.38e-3
SER	2.95e-2	2.38e-2	2.13e-2	1.67e-2	1.35e-2
NMSE, dB	-12.61	-12.95	-13.07	-13.37	-13.64

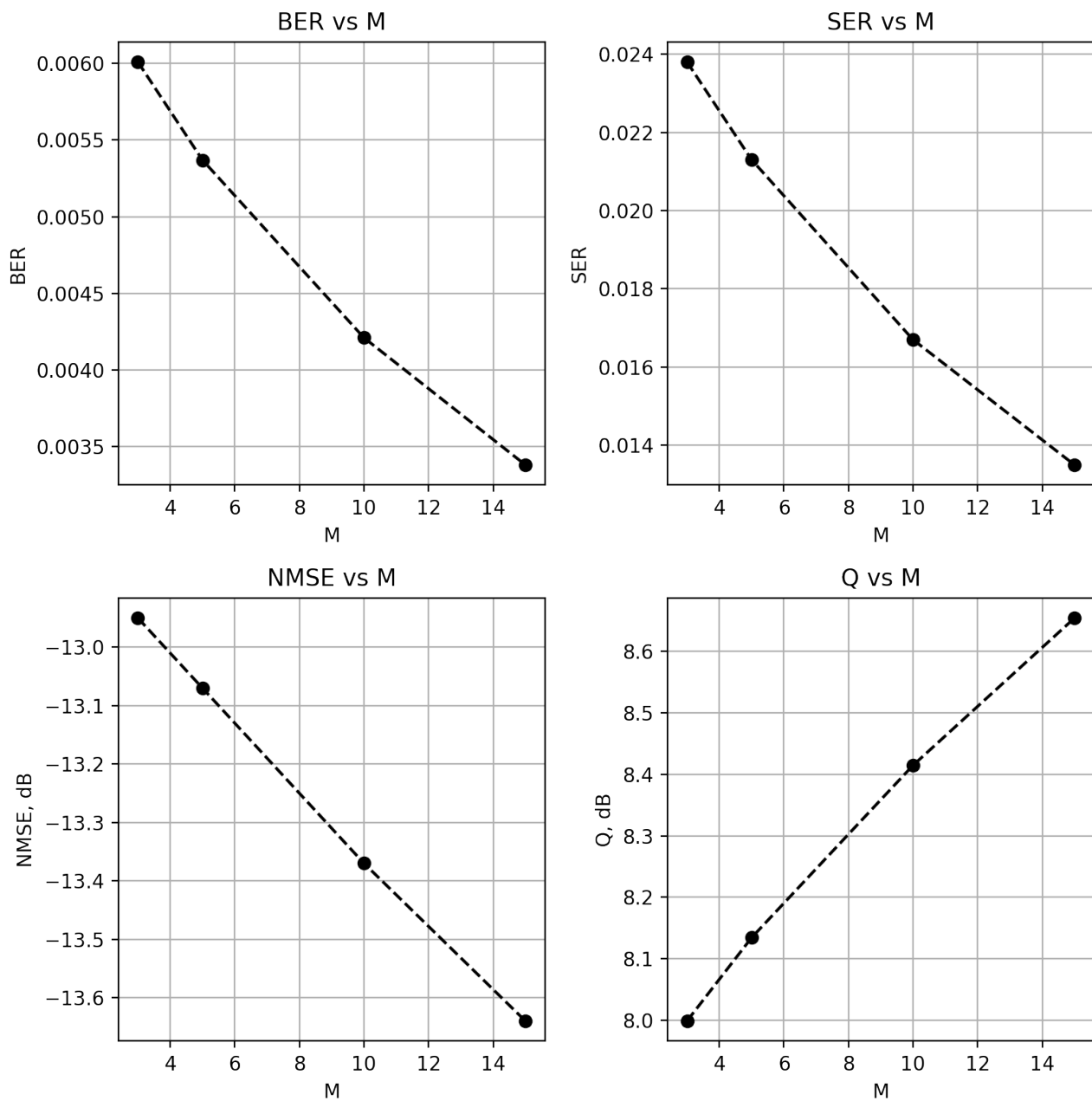


Рис. 2: Влияние параметра M на результат фильтрации