

Применение алгоритмов адаптивной пространственной фильтрации в плоских микрофонных решетках

Обучающийся:

Усиков Д.А.

Руководитель: д. ф.-м. н, доц.

Аверина Л.И.

Цель:

Выделение речи целевого диктора в помеховой обстановке

Задачи:

- 1) смоделировать приём полезного сигнала и помехи для микрофонной решетки
- 2) изучить различные виды адаптивных формирователей луча
- 3) осуществить выделение речи целевого диктора из принятой акустической смеси
- 4) сравнить адаптивные алгоритмы между собой по основным параметрам
- 5) проанализировать эффективность работы микрофонной решетки в быстро меняющейся помеховой обстановке
- 6) проанализировать работу микрофонной решетки при отклонении её элементов от исходного положения

Применение



Система «Бумеранг»



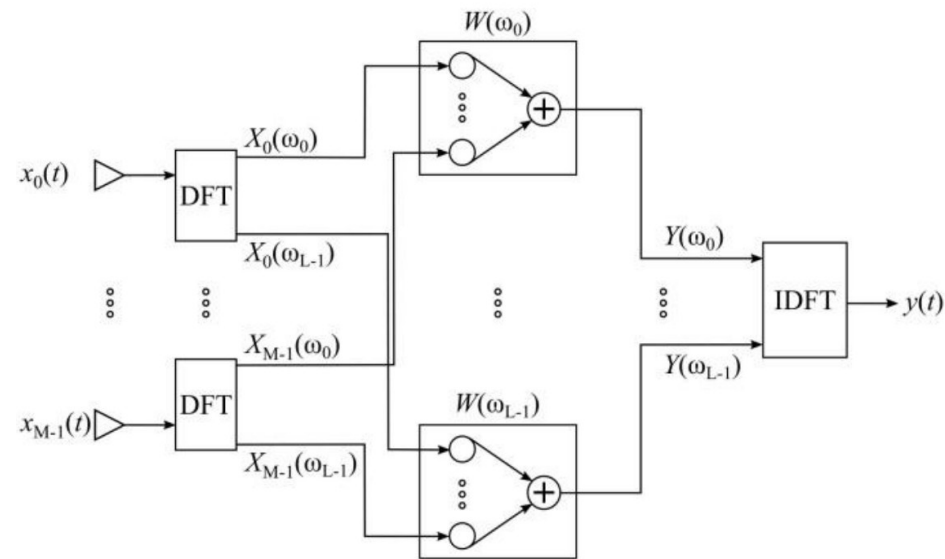
Система «SENTRI»



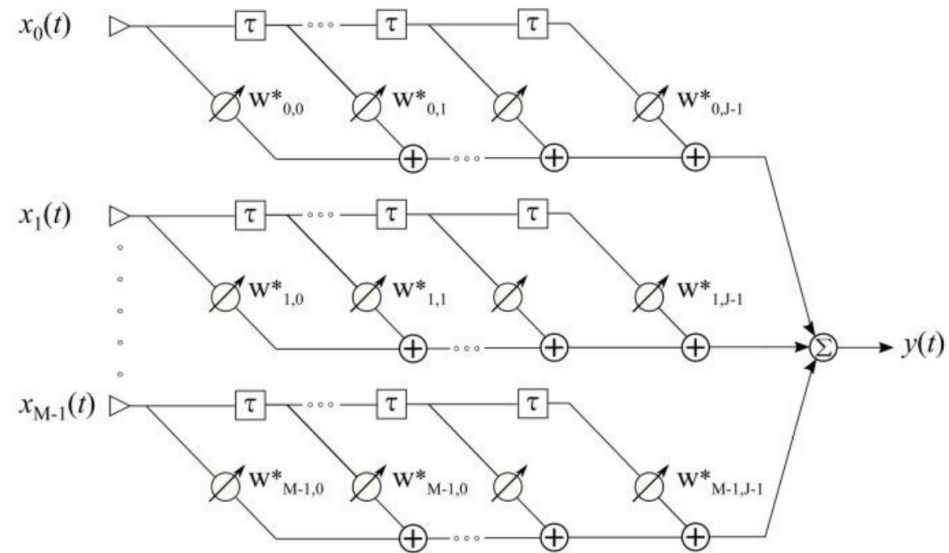
Микрофонная решетка для
объёмной записи звука

Формирователи луча

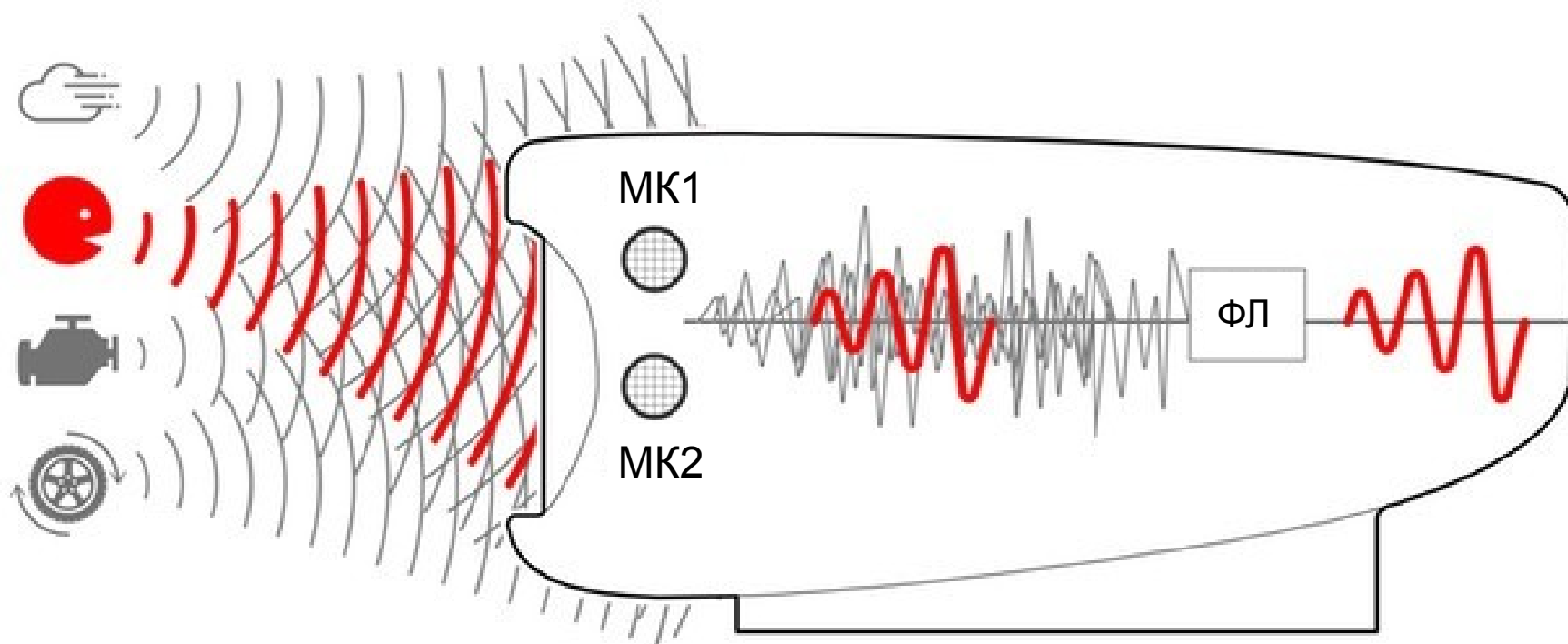
Частотный формирователь луча



Временной формирователь луча

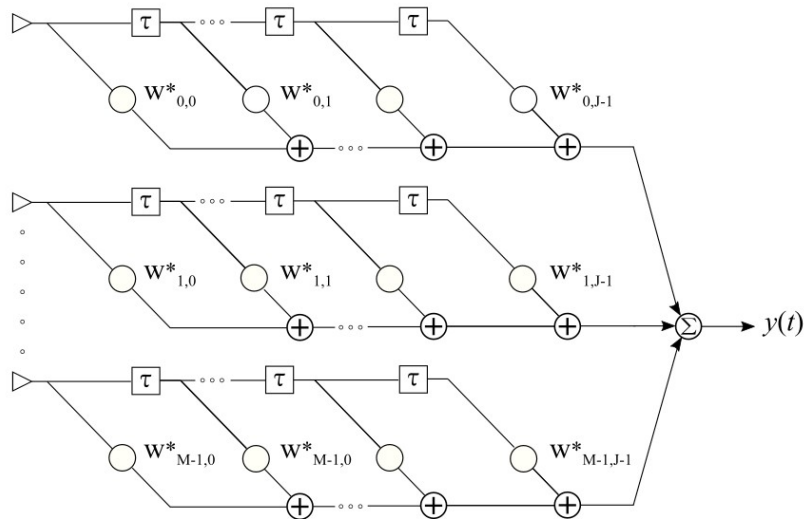


Пространственная фильтрация

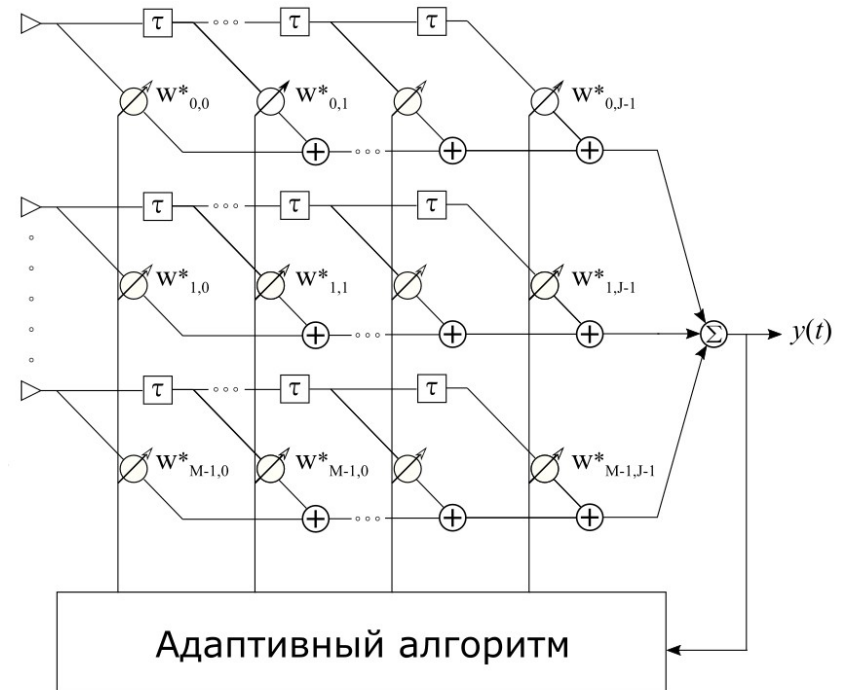


Подходы пространственной фильтрации

Data-independent



Statically-optimum



Линейно-ограниченные ФЛ

Минимизация MSE-функции
с линейными ограничениями

$$\begin{cases} \min_{\mathbf{w}} (\mathbf{w}_{M,J}^H \mathbf{R}_{M,J} \mathbf{w}_{M,J}) \\ \mathbf{C}_{M,J,J}^H \mathbf{w}_{M,J} = \mathbf{f}_J \end{cases}$$



LC NLMS

Минимизация LS-функции
с линейными ограничениями

$$\begin{cases} \min_{\mathbf{w}} \sum_{i=0}^k \mathbf{w}_{M,J}^H \mathbf{x}_{M,J}(i) \mathbf{x}_{M,J}^H(i) \mathbf{w}_{M,J} \\ \mathbf{C}_{M,J,J}^H \mathbf{w}_{M,J} = \mathbf{f}_J \end{cases}$$

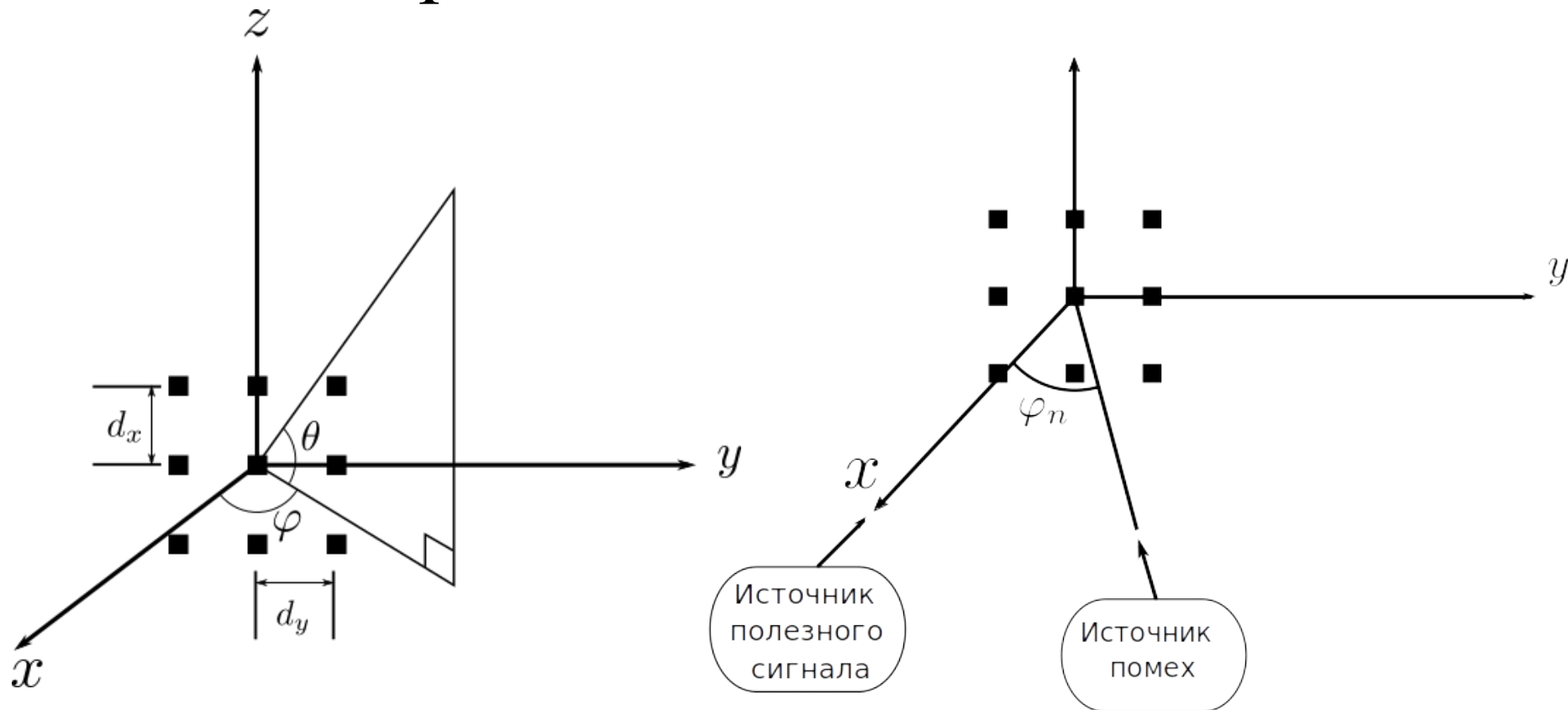


LC RLS

LC NLMS – Linear Constrained Normalized Least Mean Squares

LC RLS – Linear Constrained Recursive Least Squares

Моделирование. Постановка задачи.



φ — угол азимута

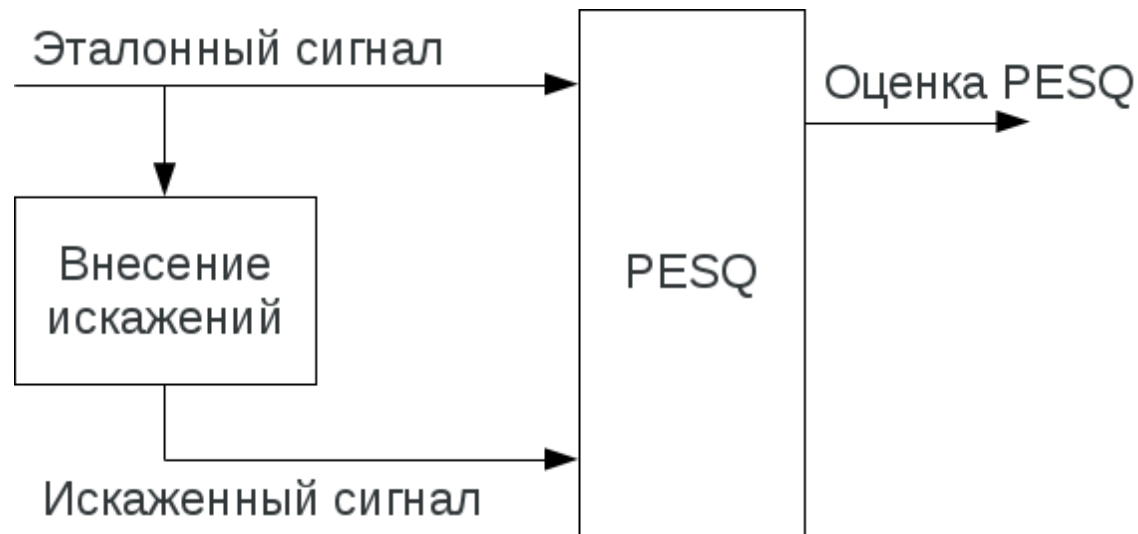
θ — угол подъёма

$\varphi_n = 50^\circ$ $\theta = 0^\circ$

$\varphi_0 = 0^\circ$ $\theta = 0^\circ$

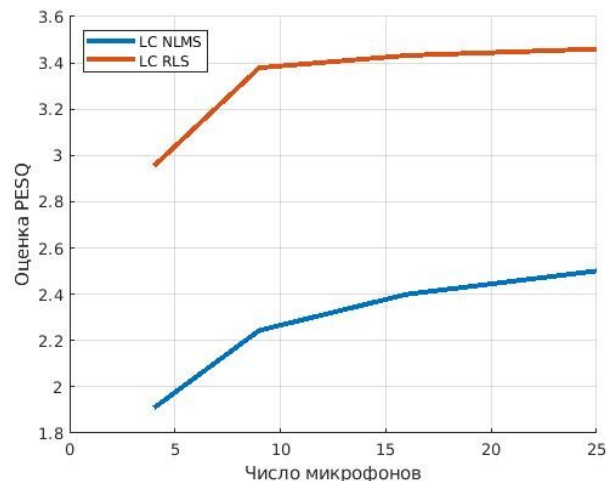
d_x, d_y — расстояние между элементами МР $d_x = d_y = 4$ см

Perceptual Evaluation of Speech Quality (PESQ)

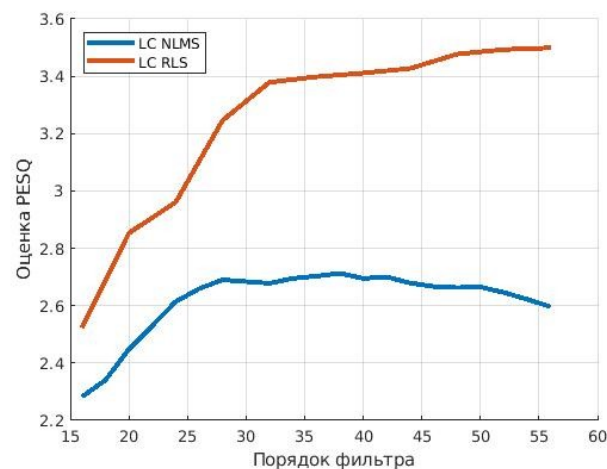


Анализ алгоритмов LC NLMS и LC RLS

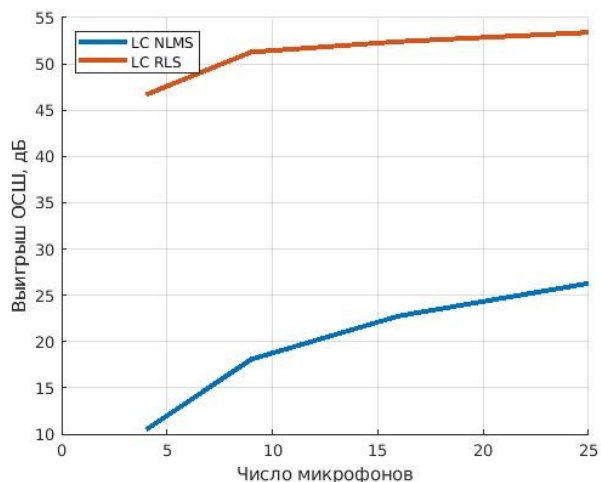
Оценка PESQ от числа микрофонов



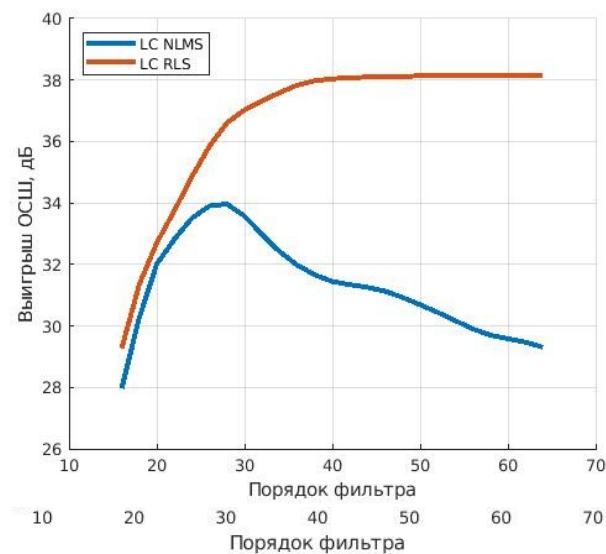
Оценка PESQ от порядка фильтра



Выигрыш в ОСШ от числа микрофонов

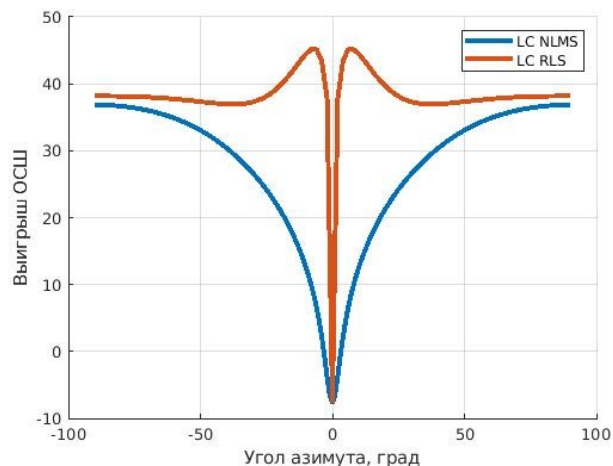


Выигрыш в ОСШ от порядка фильтра

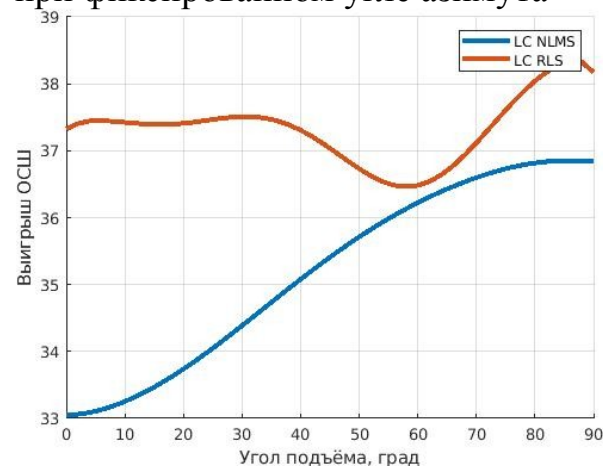


Анализ алгоритмов LC NLMS и LC RLS

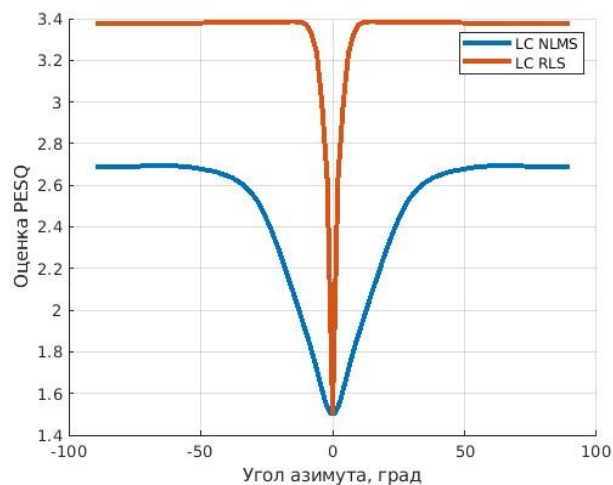
Зависимость выигрыш ОСШ от угла азимута при фиксированном угле подъёма



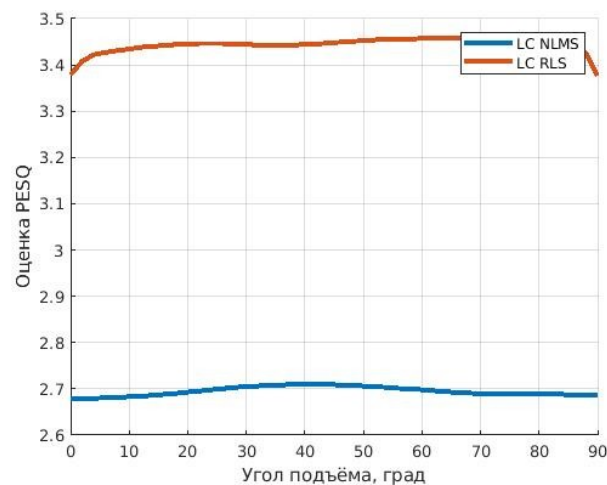
Зависимость выигрыш ОСШ от угла подъёма при фиксированном угле азимута



Зависимость оценки PESQ от угла азимута при фиксированном угле подъёма

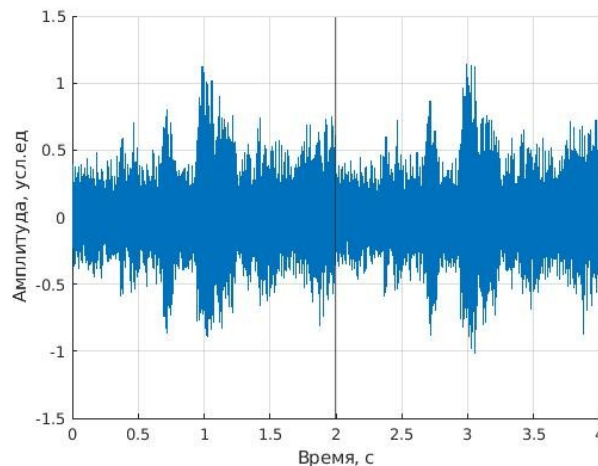


Зависимость оценки PESQ от угла подъёма при фиксированном угле азимута

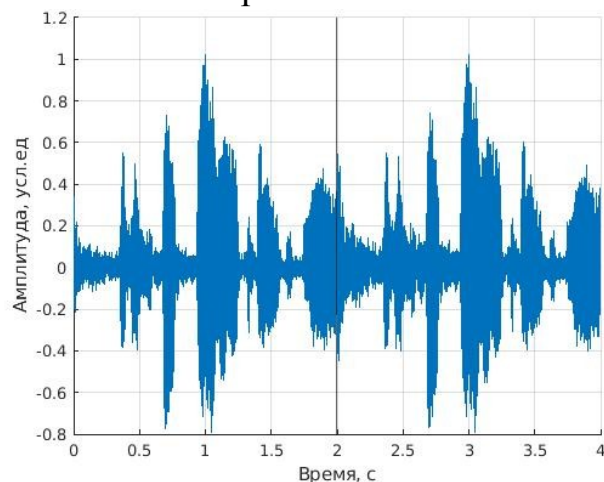


Эффективность работы микрофонной решетки в быстро меняющейся помеховой обстановке

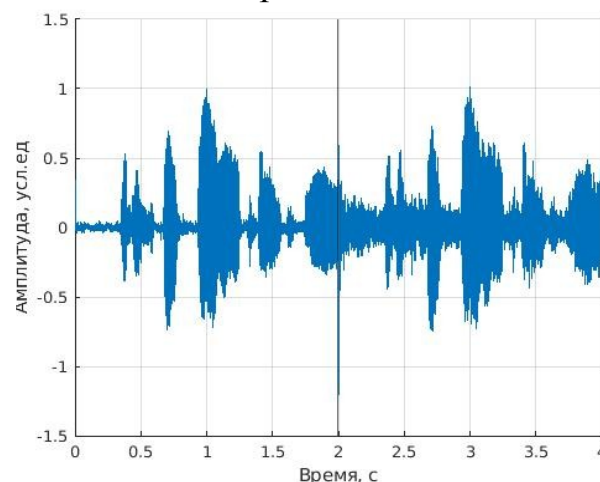
Входной сигнал



Выходной сигнал для
алгоритма LC NLMS

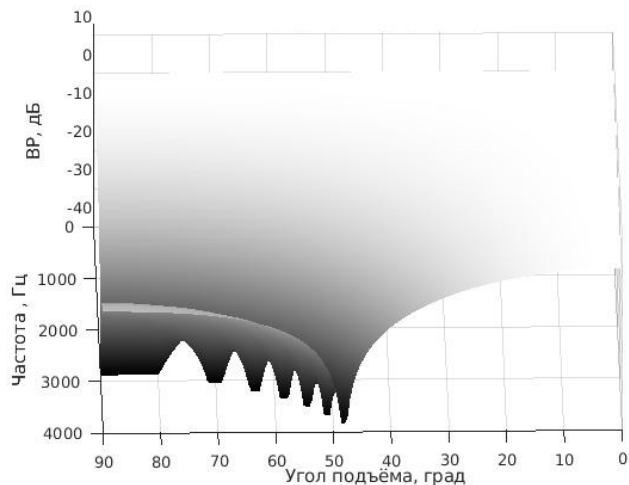


Выходной сигнал для
алгоритма LC RLS

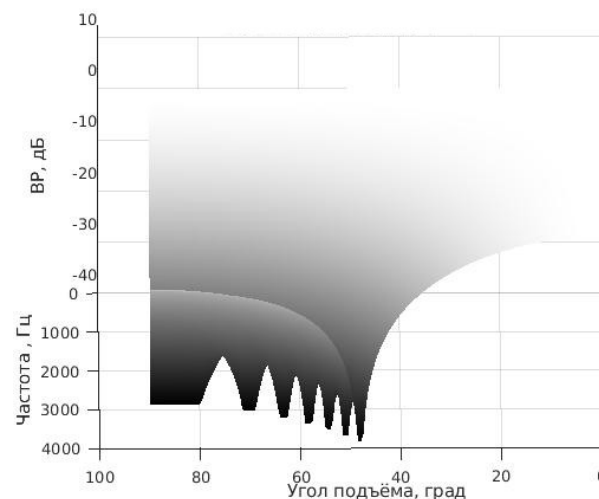


Эффективность работы микрофонной решетки в быстро меняющейся помеховой обстановке

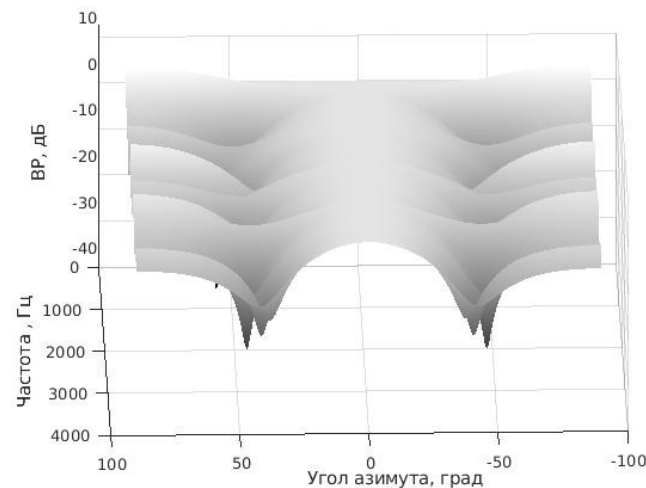
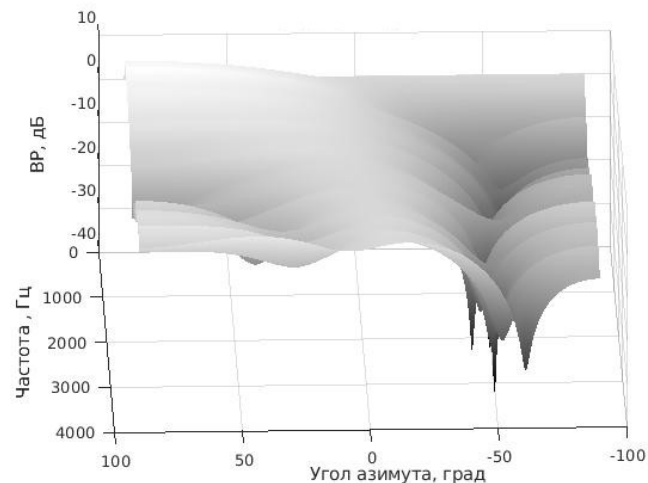
LC NLMS



LC RLS

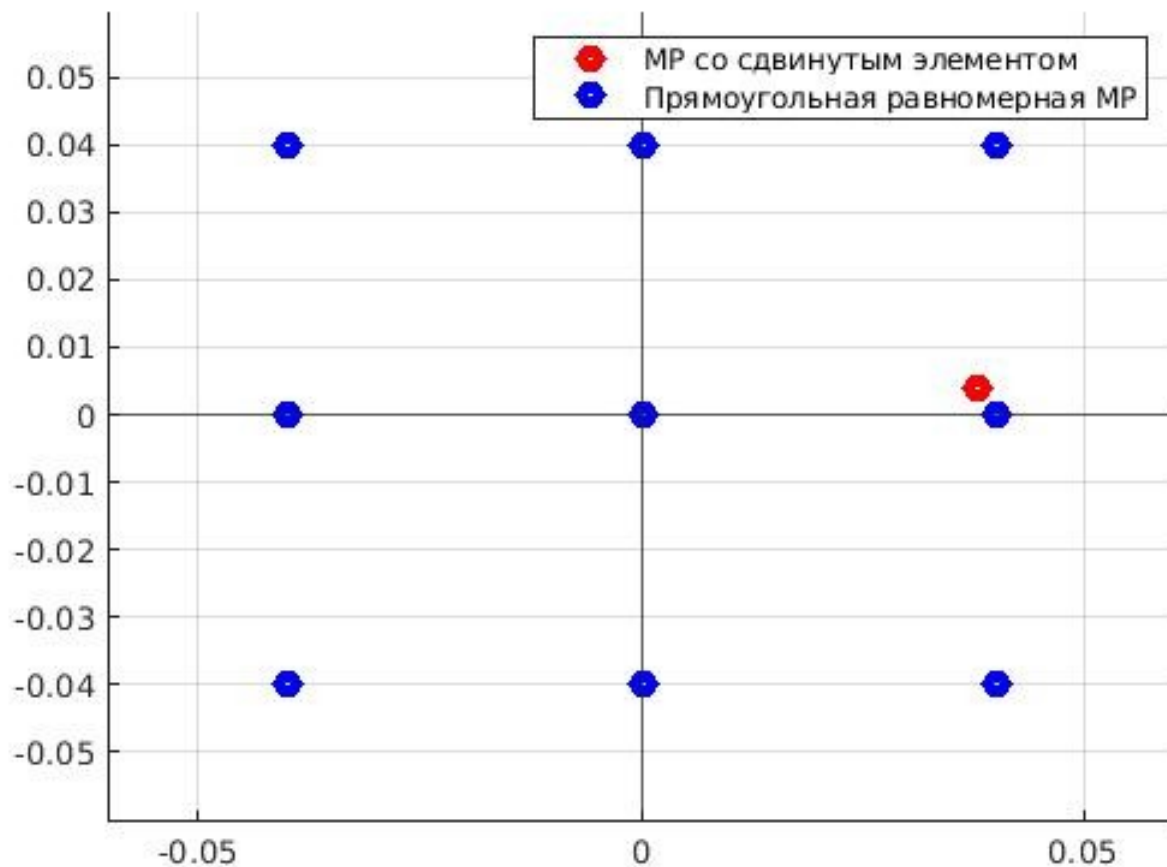


$$\phi = 0^\circ$$



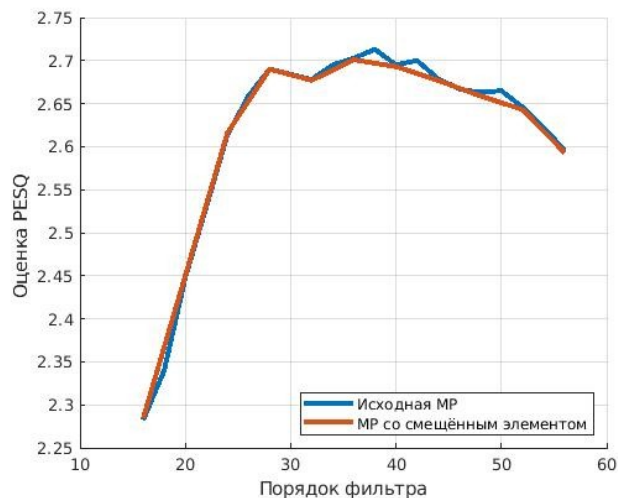
$$\theta = 0^\circ$$

Эффективность работы микрофонной решетки при отклонении её элементов

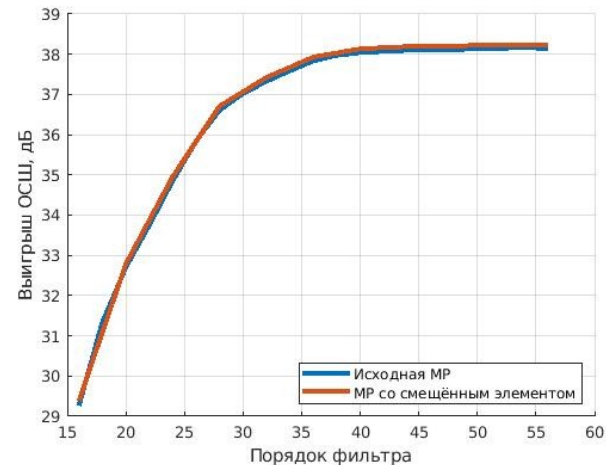
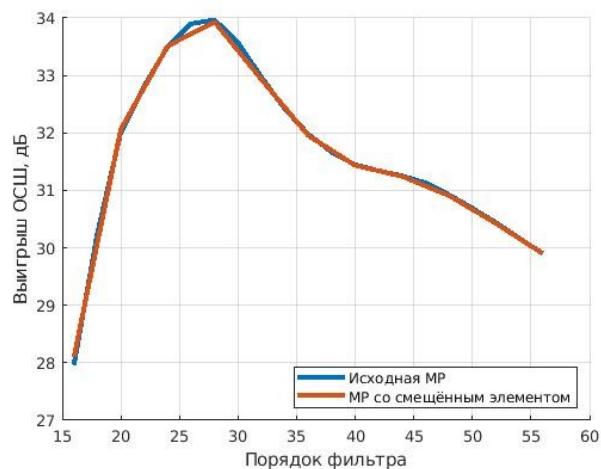
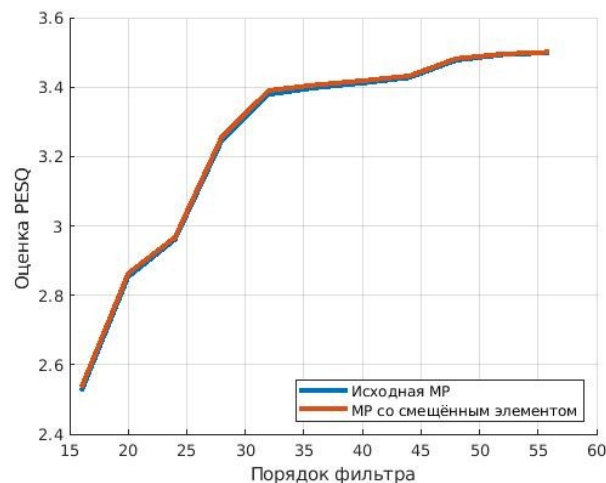


Эффективность работы микрофонной решетки при отклонении её элементов

LC NLMS



LC RLS



Основные результаты работы

- Рассмотрены принципы пространственной фильтрации и методы формирования луча
- Освоены линейно-ограниченные адаптивные алгоритмы пространственной фильтрации
- Построены зависимости выигрыша в ОСШ и оценки PESQ от числа микрофонов и порядка фильтра
- Установлено, что при увеличении значения порядка фильтра выше определённого в LC RLS алгоритме не происходит значительное увеличение оценки PESQ
- Установлено, что работа адаптивных формирователей луча в быстро изменяющейся помеховой обстановке не приводит к заметному ухудшению качества фильтрации
- При отклонении элемента МР от исходной позиции не наблюдается изменения в работе адаптивного формирователя луча