

Лабораторная работа № 3:
**“Синтез фильтра по методу на
основе частотной выборки”**

Выполнил:
студент группы МП-30,
Алимагадов Курбан Алимагадович

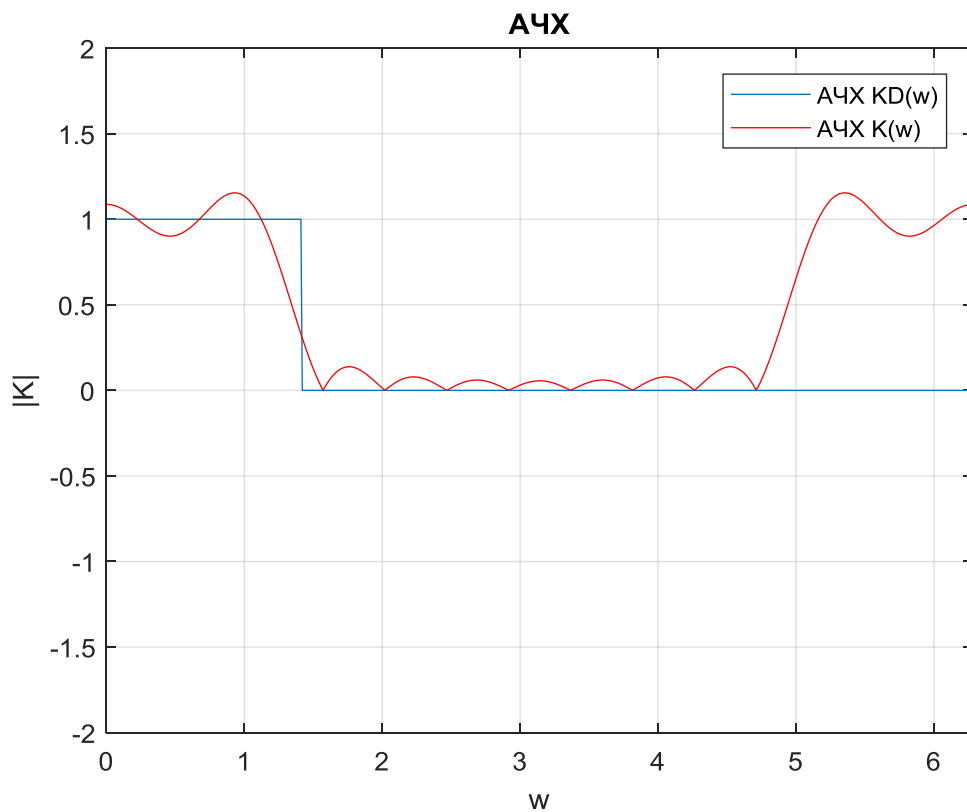
Задание 1

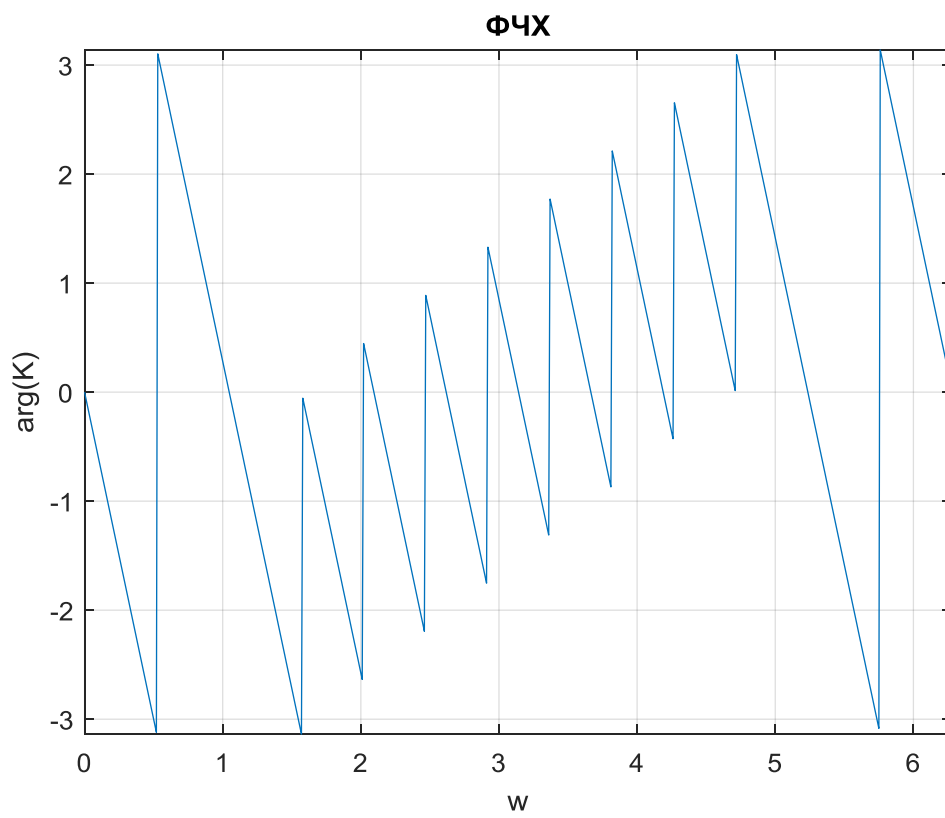
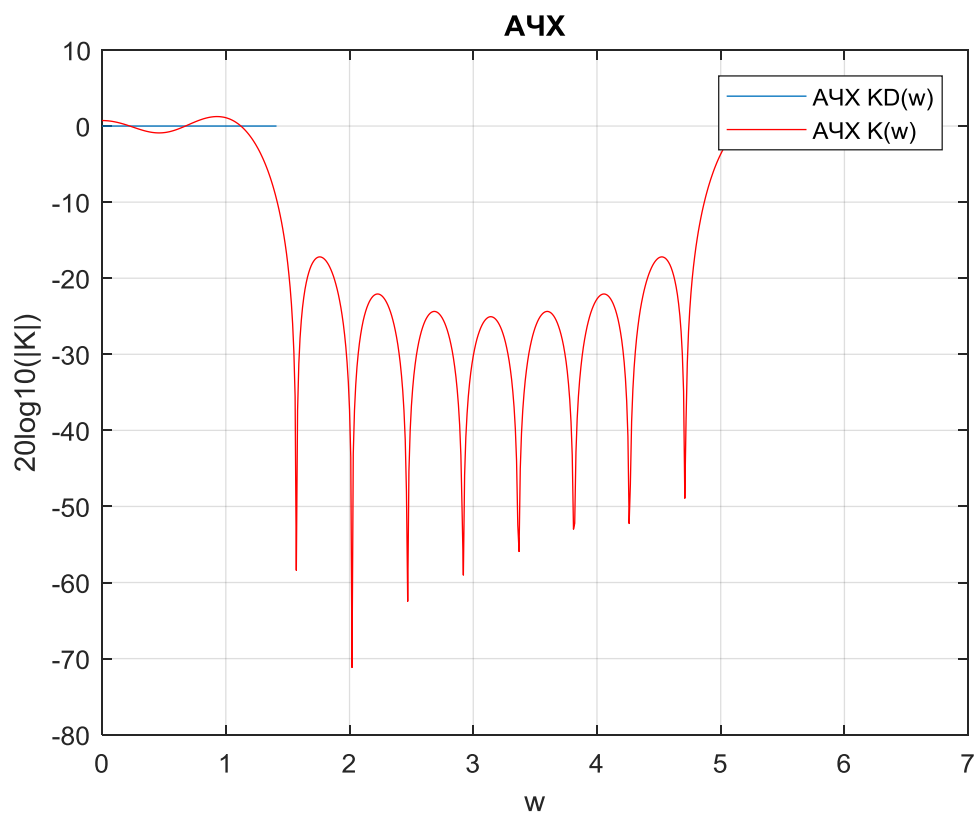
Синтезировать нерекурсивный симметричный фильтр порядка $N=2M$ (КИХ-фильтр с линейной фазой типа I, с ЧХ (4.1) [1, стр.213] с заданной в таблице вариантов полосой пропускания, аналогично решению примера 4.2 [1, стр.218]. Построить амплитудно-частотную и фазочастотную характеристики. Сравнить полученную АЧХ с идеальной.

Вариант – 2: $M = 6$, полоса пропускания – $[0; 0,4\pi]$, полоса подавления – $[0,5\pi; \pi]$.

Код синтезирующий фильтр в файле lab3_task1.m.

Графики АЧХ и ФЧХ:





Максимальное отклонение АЧХ фильтра от идеальной:
 $\max_{dev} = 1.914541634423700$.

Задание 2

Реализовать в MATLAB функцию синтеза фильтра (т.е. нахождения коэффициентов $\{b_k\}$ ($k=0, \dots, 2M$)), которая обеспечивает наилучшее равномерное приближение заданной АЧХ по методу на основе частотной выборки [1, стр.217] и принимает в качестве аргументов:

- Положение полосы пропускания проектируемого фильтра на оси
- Положение полосы подавления проектируемого фильтра на оси
- Параметр M

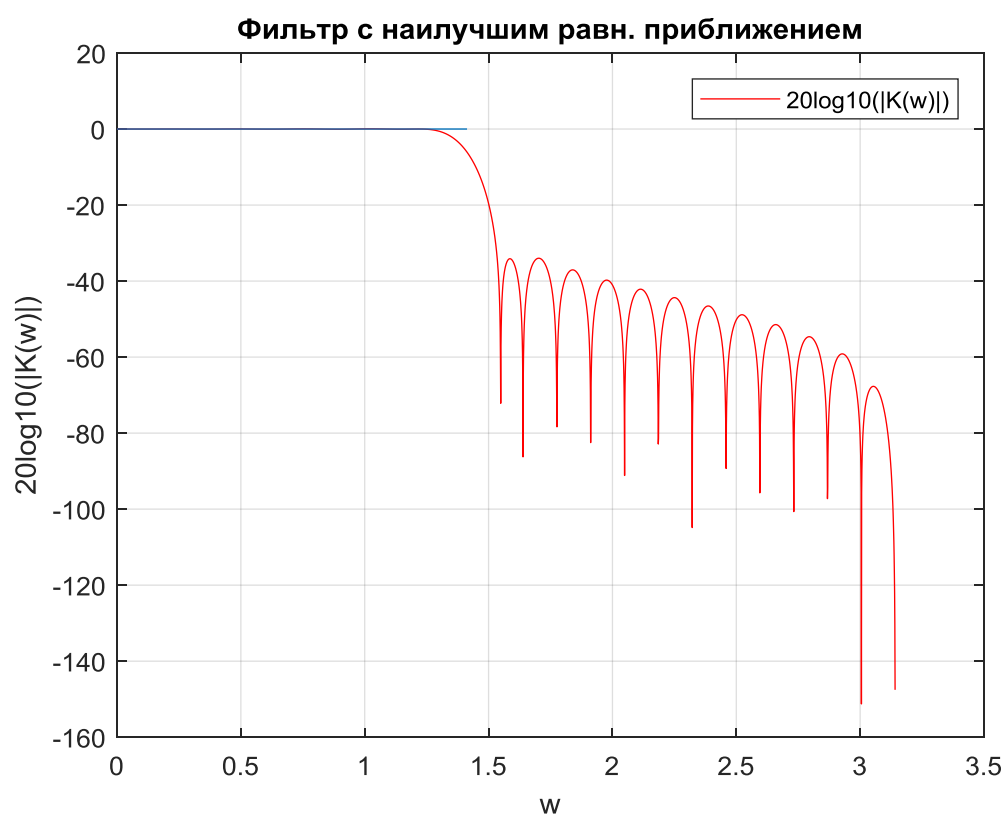
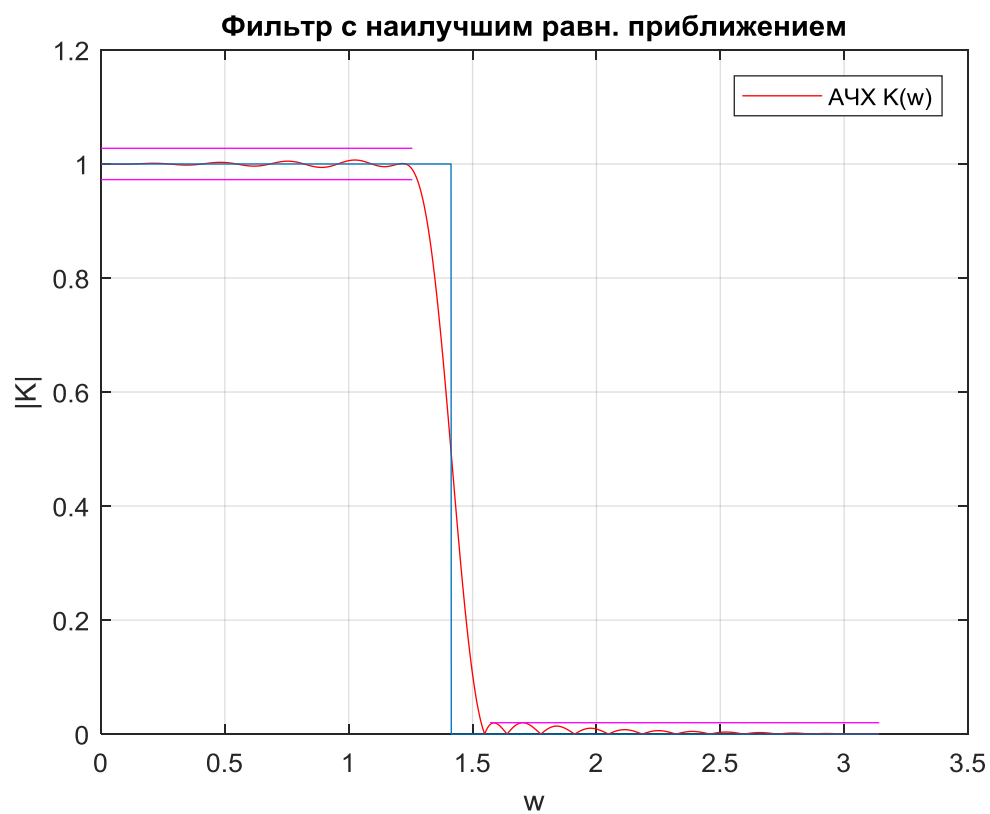
С помощью реализованной функции синтезировать фильтр того же порядка $N = 2M$, что и в п. 1.

Сравнить полученную АЧХ с идеальной и с АЧХ, найденной в п. 1.

Для решения задачи оптимизации, возникающей при синтезе КИХ-фильтра на основе частотной выборки, можно использовать встроенные функции MATLAB, например, `fmincon`, `fminsearch`.

Код синтезирующий фильтр в файле `lab3_task2.m`.

Графики АЧХ:



АЧХ данного фильтра лучше аппроксимирует идеальную АЧХ, так как максимальное отклонение АЧХ фильтра от идеальной: $\maxdev = 0.503757791441844$.

Задание 3

Проверить, удовлетворяет ли фильтр, синтезированный в п. 2, требованиям к неравномерности АЧХ в полосах пропускания и подавления при заданных параметрах $\delta_p = 0,0275$ и $\delta_s = 0,02$. Определить минимальный порядок фильтра ($N=2M$), удовлетворяющего данным требованиям.

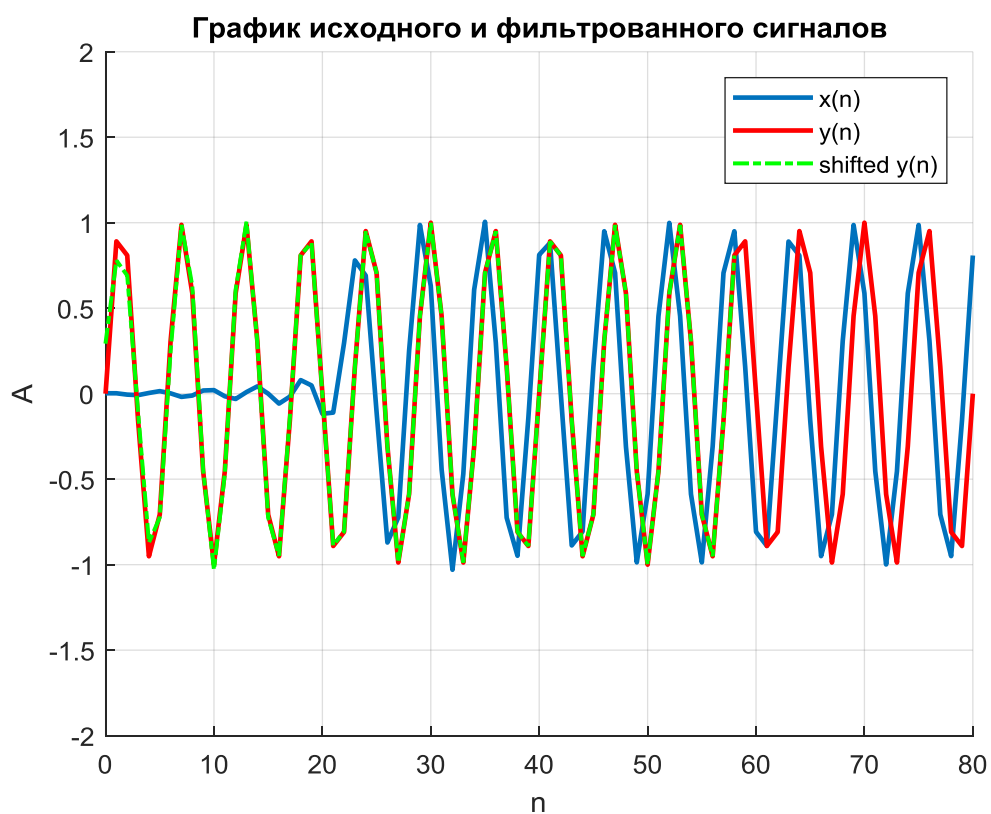
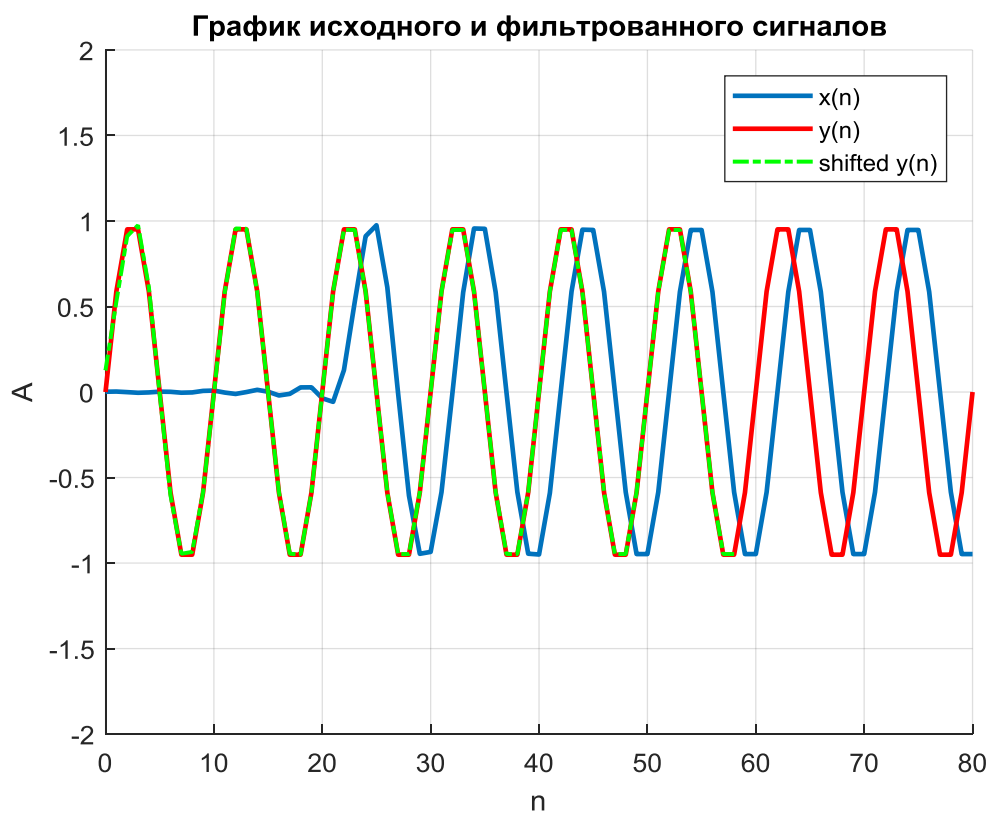
Да, данный фильтр удовлетворяет требованиям к неравномерности АЧХ в полосах пропускания и подавления. Код, который осуществляет проверку приведён в файле `lab3_task3.m`. Минимальный порядок фильтра $N = 46$, удовлетворяющего данным требованиям, так как минимальное значение M , при котором фильтр удовлетворяет требованиям равно 23.

Задание 4

С помощью синтезированного в п. 2 фильтра обработать сигналы $x(n) = \sin(\omega n)$ для указанных в таблице вариантов значений $\omega = \{0,2, 0,35\}$. Определить задержку α гармонического колебания на выходе фильтра.

Код обработки приведён в файле `lab3_task4.m`. Задержка гармонического колебания равна: $\alpha = M = 23$.

Графики для $\omega = 0,2$ и $\omega = 0,35$ соответственно:



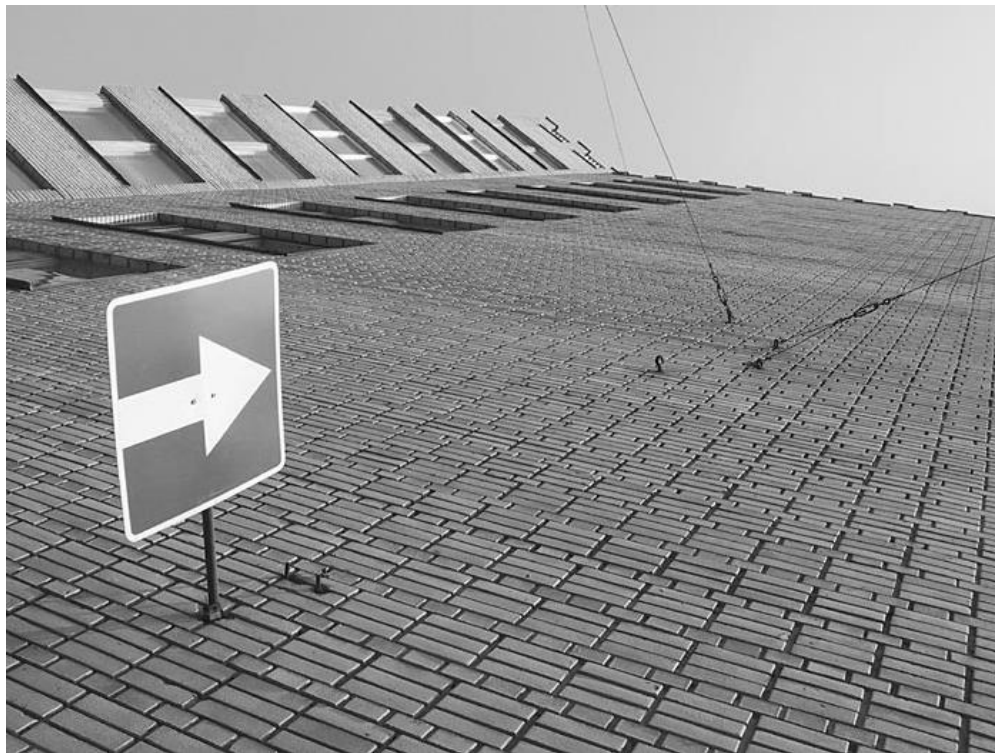
Задание 5

С помощью синтезированного в п. 3 фильтра провести фильтрацию тестового изображения - матрицы I из лабораторной работы 1 (согласно варианту). Для этого профильтровать последовательно каждую строку, затем каждый столбец изображения. Воспроизвести полученное изображение J и объяснить полученный результат. Помните о задержке сигнала после фильтрации и учитывайте наличие сдвига в начале изображения. Перед выводом изображения на экран, сдвиньте его на величину задержки.

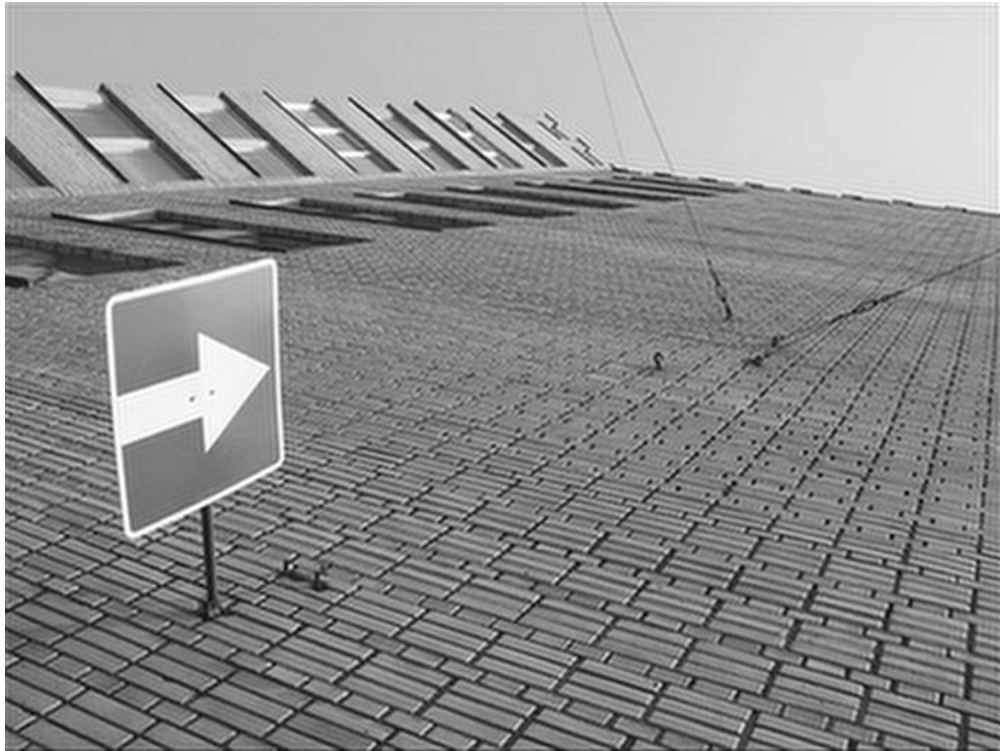
Код фильтрующий изображение приведён в файле lab3_task5.m.

Исходное и полученные изображения:

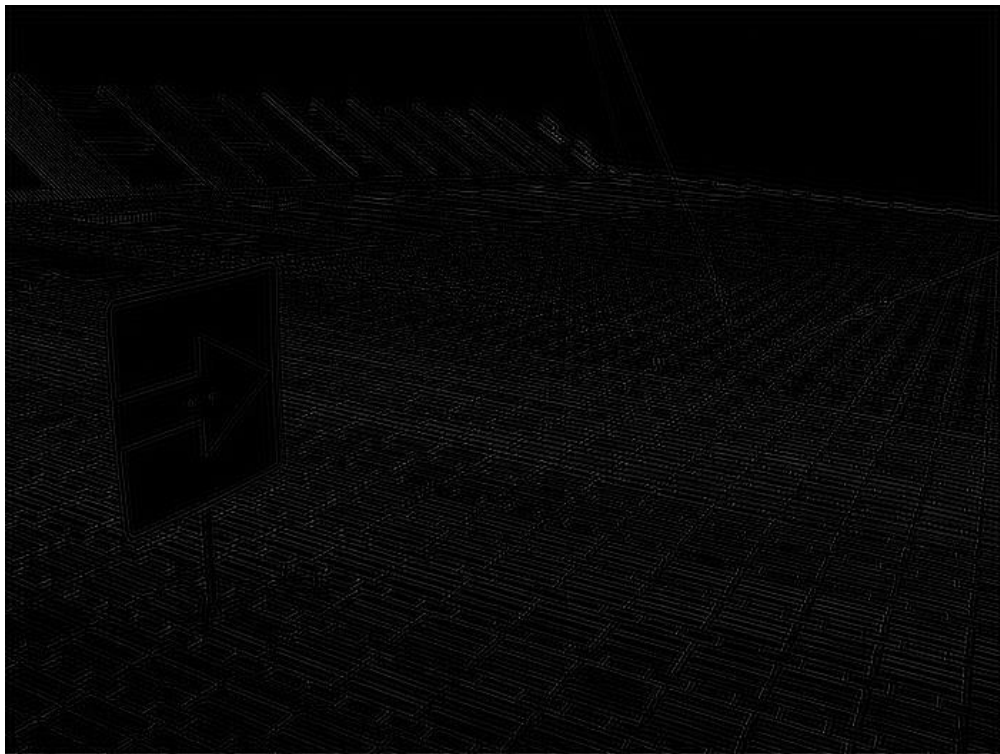
Исходное изображение



Отфильтрованное изображение



Разность исходного и отфильтрованного изображений



В результате фильтрации получаем более размытое изображение, так как мы используем фильтр низких частот, убирая высокие частоты, мы уменьшаем резкость изображения. Разность оригинального и

отфильтрованного изображение – это изображение, из которого вычли все низкие частоты, пропускаемые фильтром. Таким образом, мы наблюдаем контуры объектов.