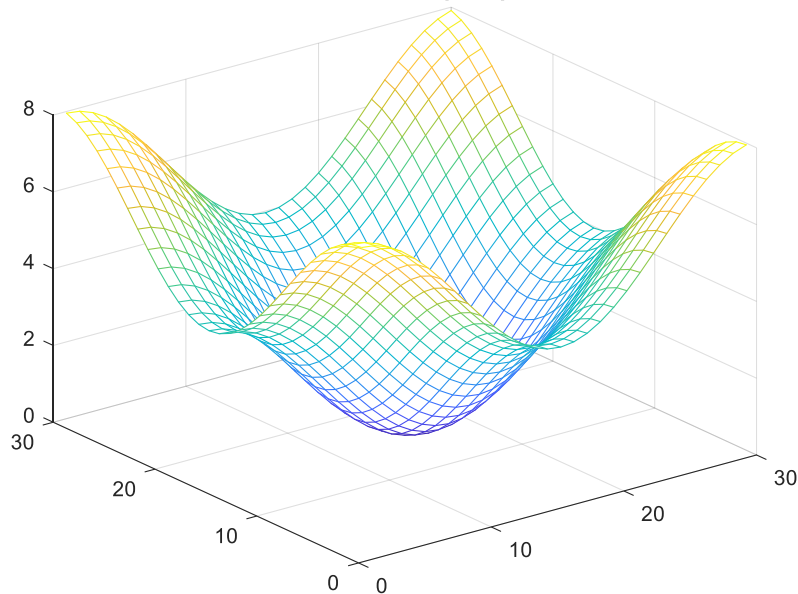
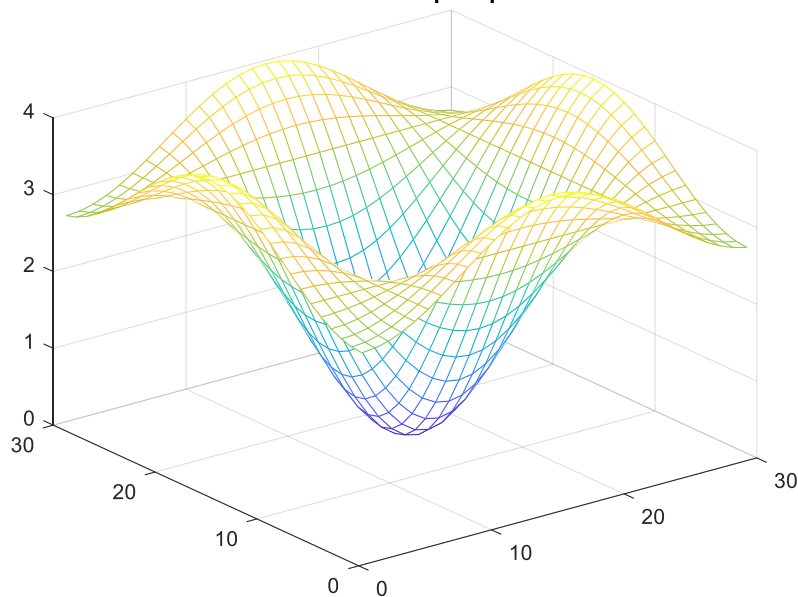


Отчётное домашнее задание №6

Задание 1

Взяв значения $\alpha = 0, 0.5, 1$ создать при помощи процедуры `fspecial` маски дискретных лапласианов и построить 3D-графики ЧХ соответствующих фильтров (см. процедуру `mesh`).

АЧХ Лапласиана при $\alpha = 0$ График АЧХ дискретного лапласиана при $\alpha = 0$ АЧХ Лапласиана при $\alpha = 0.5$ График АЧХ дискретного лапласиана при $\alpha = 0.5$

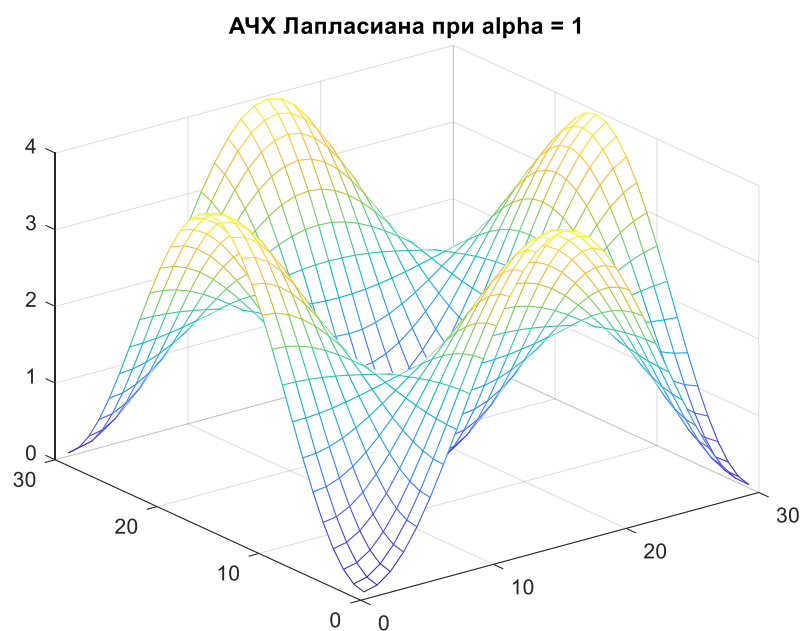


График АЧХ дискретного лапласиана при $\alpha = 1$

По графикам можно видеть, что дискретный лапласиан – это фильтр высоких частот. Параметр α определяет форму АЧХ дискретного лапласиана, при разных значениях α высокие частоты по-разному обрабатываются.

Задание 2

Взяв какое-либо изображение, выполнить его ДПФ и провести в частотной области НЧ фильтрацию идеальным фильтром и фильтром Гаусса (выбрав одинаковые значения параметра D_0 , дающее заметную размытость изображения). Сделать выводы о визуальном качестве обработки. (Взять квадратное изображение)



Исходное изображение



*Результат фильтрации идеальным
фильтром низких частот*



*Результат фильтрации фильтром Гаусса
низких частот*

По полученным изображениям можно видеть, что фильтрация идеальным ФНЧ приводит к возникновению звона (эффекта Гиббса) на контурах, а фильтрация ФНЧ Гаусса не вызывает подобного эффекта.

Задание 3

Аналогично – для ФВЧ, добавив профильтрованное изображение к исходному.



Сумма результата фильтрации идеальным фильтром высоких частот и исходного изображения



Сумма результата фильтрации фильтром Гаусса высоких частот и исходного изображения

Сумма результата высокочастотной фильтрации и исходного изображения даёт изображение с подчёркнутыми контурами, однако как и в предыдущем задании при фильтрации идеальным фильтром на изображении наблюдается эффект Гиббса.

Задание 4

Взяв какое-либо малоконтрастное нерезкое изображение, провести сначала эквализацию гистограммы, затем подчеркивание контуров (например, с использованием лапласиана). Повторить обработку в другом порядке: сначала подчеркивание контуров, затем эквализацию. Сравнить результат.



Исходное изображение



*Эквализация и затем
подчёркивание контуров*



*Подчёркивание контуров и затем
эквализация*

По полученным изображениям можно видеть, что порядок, при котором производится сначала эквализация, а затем подчёркивание контуров, позволяет получить более контрастное изображение, чем при обратном порядке обработки.

Задание 5

Синтезировать гармоническую помеху ($x = 0, \dots, M-1; y = 0, \dots, N-1$):
$$r(x, y) = A \sin \left(2\pi \left(\frac{u_0}{M} x + \frac{v_0}{N} y \right) + 1 \right),$$
 где M – число строк, N – число столбцов на изображении. Число u_0 принять равным $u_0 = (-1)^n [0,3 \cdot M/n] - 0,5$ (n – номер варианта, равный номеру в списке группы), а $v_0 = -0,75u_0$. Амплитуду A взять такой, чтобы помеха была хорошо заметна на изображении. Выполнить узкополосную фильтрацию изображения с помехой $g(x, y) = f(x, y) + r(x, y)$ при помощи узкополосного режекторного фильтра Гаусса, подобрав его параметр D_0 таким, чтобы обеспечить максимальное значение SNR. Затем с этим же фильтром повторить обработку изображения, предварительно размытого по краям процедурой `edgetaper` (пример использования см. с. 137 пособия). Привести в отчете полученные изображения и значения SNR. Привести АЧХ использовавшегося фильтра Гаусса.



Исходное изображение



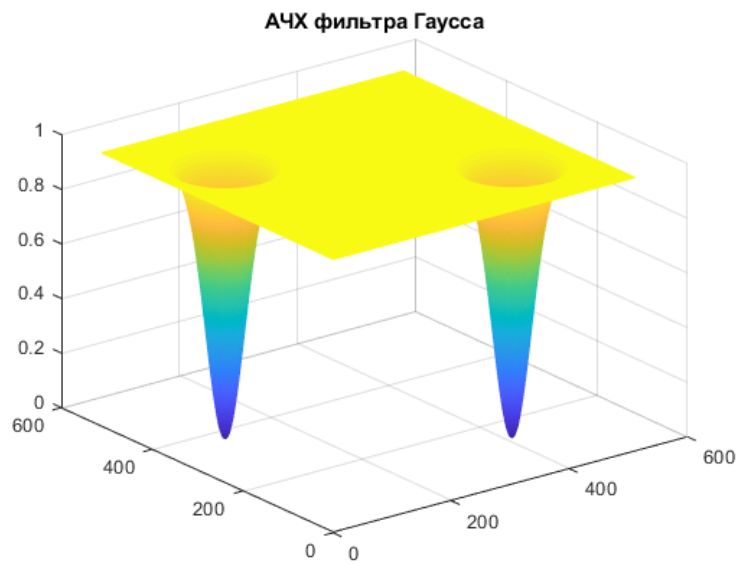
Изображение с наложенной периодической помехой



Результат фильтрации без применения edgetaper



Результат фильтрации с применением edgetaper



АЧХ фильтра

Метрика/Тип фильтрации	Фильтрация без использования edgetaper	Фильтрация с использованием edgetaper
SNR (до/после фильтрации)	5.3879/26.0952	5.3879/26.4731
PSNR (до/после фильтрации)	14.2391/34.9464	14.2391/35.3243
SSIM (до/после фильтрации)	0.24469/0.97877	0.24469/0.9742

По полученным результатам можно видеть, что использование edgetaper позволяет добиться большего значения SNR (PSNR) после фильтрации и уменьшить эффект Гиббса, возникающий на границах изображения.

Задание 6

Выполнить фильтрацию изображения, имеющего выраженные вертикальные и горизонтальные контуры, с масками $W = \begin{pmatrix} -1 & 2 & -1 \\ -2 & 5 & -2 \\ -1 & 2 & -1 \end{pmatrix}$ и W^T . Построить 3D-графики ЧХ соответствующих фильтров. Привести результаты фильтрации и объяснить их в терминах частотной фильтрации.



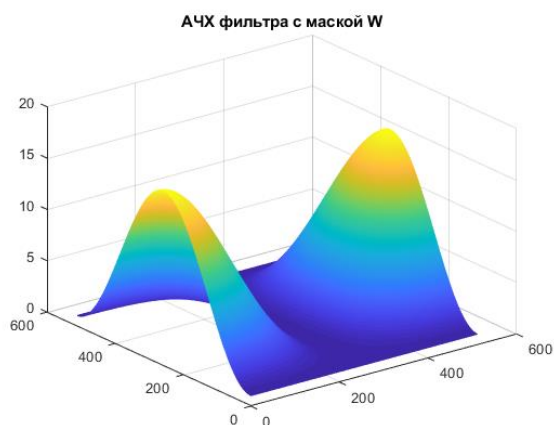
Исходное изображение



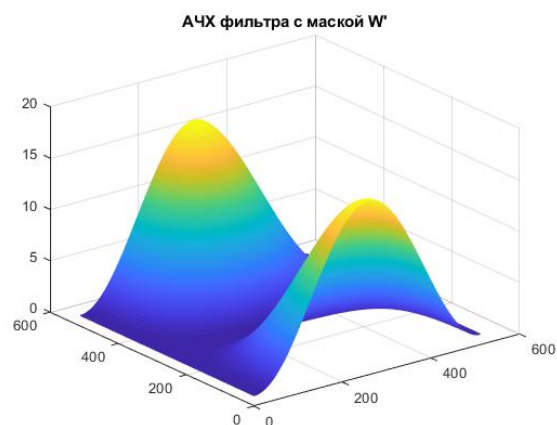
Результат фильтрации с маской W



Результат фильтрации с маской W^T



АЧХ фильтра с маской W



АЧХ фильтра с маской W^T

Как можно видеть по графикам АЧХ фильтров, оба фильтра являются ФВЧ, однако они пропускают различные высокие частоты (фильтр с маской W – частоты, соответствующие вертикальным изменениям сигнала, W^T – частоты, соответствующие горизонтальным изменениям сигнала), причём невысокие частоты не подавляются (значения АЧХ фильтров не опускаются ниже 1). Рассмотрев результаты фильтрации видно, что на первом изображении выделились вертикальные линии (рукав пиджака, брелок на ключах), а на втором – горизонтальные линии (рука, контуры проигрывателя пластинок).

Выводы

В данной работе были рассмотрены частотные методы фильтрации изображений, а также ЧХ пространственных фильтров. На практике было установлено, что дискретный лапласиан – это ФВЧ, у которого параметр α определяет то, как будут обрабатываться различные высокие частоты. При фильтрации изображений идеальными фильтрами наблюдается возникновение эффекта Гиббса на контурах, поэтому вместо идеальных фильтров следует использовать их более гладкие аналоги (фильтры Гаусса, Баттерворта и т. д.). Также эффект Гиббса возникает и при фильтрации периодической помехи на границах изображений. С этим можно бороться, используя предварительную обработку, которая сглаживает значения пикселей на границах изображения так, чтобы их значения яркости монотонно убывали (желательно до 0) к краям изображения.