

ГУАП

КАФЕДРА № 42

ОТЧЕТ
ЗАЩИЩЕН С ОЦЕНКОЙ
ПРЕПОДАВАТЕЛЬ

канд. техн. наук, доцент

должность, уч. степень, звание

подпись, дата

О. И. Красильникова

инициалы, фамилия

ОТЧЕТ О ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ № 3

ЛИНЕЙНАЯ ФИЛЬТРАЦИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ

по курсу:

КОМПЬЮТЕРНАЯ ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЙ

РАБОТУ ВЫПОЛНИЛ

СТУДЕНТ гр. №

4326

подпись, дата

Г. С. Томчук

инициалы, фамилия

Санкт-Петербург 2025

1 Цель работы

Цель работы: ознакомиться с назначением и видами линейной фильтрации, основными понятиями и характеристиками.

2 Задание

Задачи лабораторной работы включают в себя:

1. Разработать тестовое изображение (темно-серый квадрат, в центре которого расположен светло-серый квадрат) и апплицировать его в изображение, подлежащее обработке. Выполнить это можно в любом растровом графическом редакторе и сохранить изображение в формате BMP. На рис. 1 в качестве примера приводится сюжетное изображение с апплицированным в него тестовым изображением. При разработке тестового изображения необходимо иметь в виду следующие обстоятельства. В целях повышения точности измерений величину скачка яркости в исходном тестовом изображении желательно брать достаточно большой. Однако, поскольку динамический диапазон моделируемой системы заключен между нулевым и 255-м уровнями квантования, то любые выбросы переходной характеристики, выходящие за указанные пределы, будут ограничены. В результате этого возникает ошибка измерений. Таким образом, при разработке тестового изображения должно быть найдено компромиссное решение. После того как тестовое изображение разработано, его следует апплицировать в сюжетное изображение.



Рисунок 1 — Пример

2. Провести фильтрацию изображения с использованием:

- прямоугольной импульсной характеристики для двух значений ее ширины, которая определяется числом весовых коэффициентов;
- гауссовой импульсной характеристики, для двух значений ее условного радиуса;
- импульсной характеристики типа sinc;
- импульсной характеристики, вызывающей подчеркивание границ для двух значений коэффициента подчеркивания границ.

3. Исследовать переходные характеристики для каждого из случаев фильтрации посредством распечатки на экране монитора фрагментов массивов изображений, соответствующих тестовым изображениям. Для этого в приложении есть пункт меню: Сервис> Вывод массива. Зная координаты расположения скачка яркости, можно выбрать расположение окна с выводимым массивом таким образом, чтобы иметь возможность определить переходную характеристику. Таким образом, необходимо после выполнения фильтрации записать обработанное изображение (Файл>Записать обработанное), затем открыть обработанное изображение в программе и вывести массив (Сервис>Вывод массива). Результаты экспериментов для случая

прямоугольной импульсной характеристики сравнить с результатами расчетов переходных характеристик, которые необходимо выполнить.

4. Вывести на экран монитора исходные изображения с аппликацией в них фрагментов обработанных изображений и изучить путем визуального наблюдения полученные результаты.

Для выполнения работы было выбрано изображение «6.bmp» с разрешением 256x256. Выбранное изображение представлено на рисунке 2:



Рисунок 2 — Исходное изображение

3 Ход выполнения работы

3.1 Тестовое изображение

Процесс создания тестового изображения представлен на рисунке 3. Сюжетное изображение с апплицированным тестовым изображением представлено на рисунке 4. Фрагмент массива тестового изображения приведен на рисунке 5.

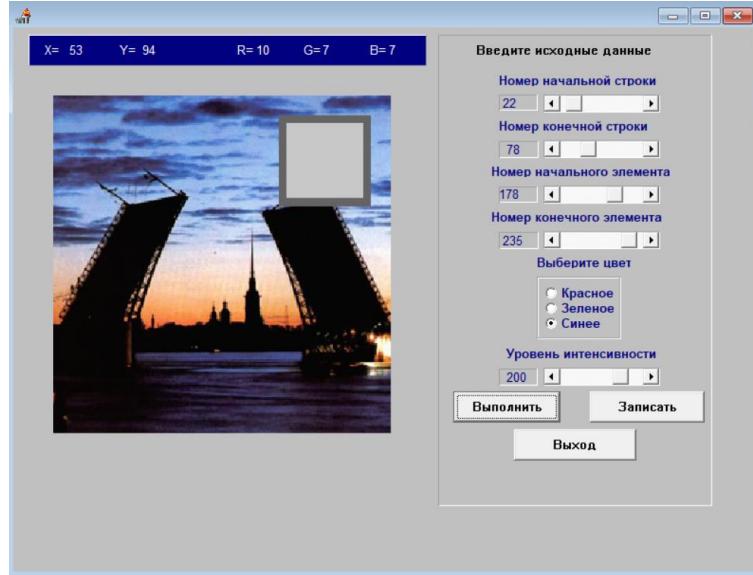


Рисунок 3 — Апплицирование

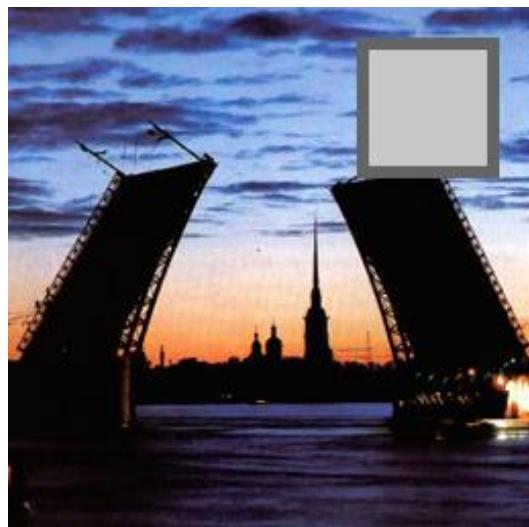


Рисунок 4 — Тестовое изображение

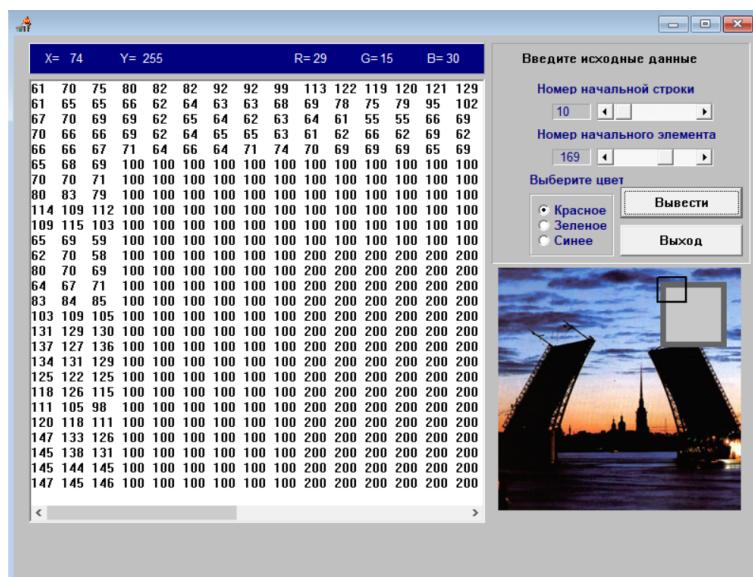


Рисунок 5 — Фрагмент массива тестового изображения

3.2 Прямоугольная импульсная характеристика

Результат фильтрации исходного изображения с использованием прямоугольной импульсной характеристики при 3 весовых коэффициентах по горизонтали и вертикали (рисунок 6) приведен на рисунке 7. Фрагмент массива результирующего изображения приведен на рисунке 8.

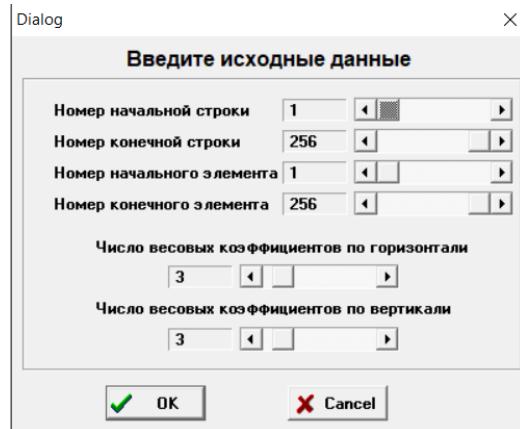


Рисунок 6 — Параметры для фильтрации с использованием прямоугольной импульсной характеристики (вес. коэф. 3)

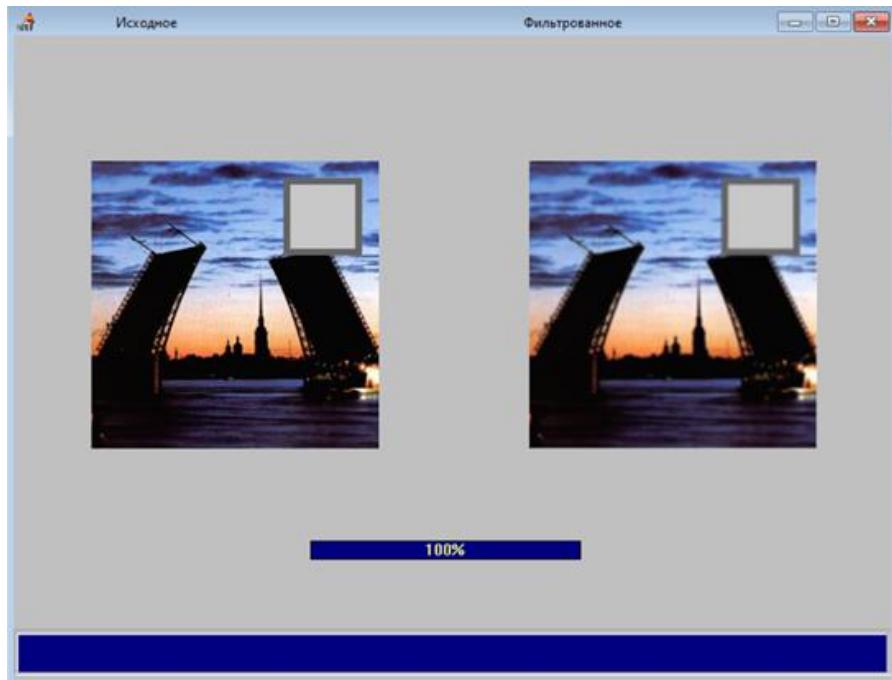


Рисунок 7 — Результат фильтрации исходного изображения с использованием прямоугольной импульсной характеристики (вес. коэф. 3)

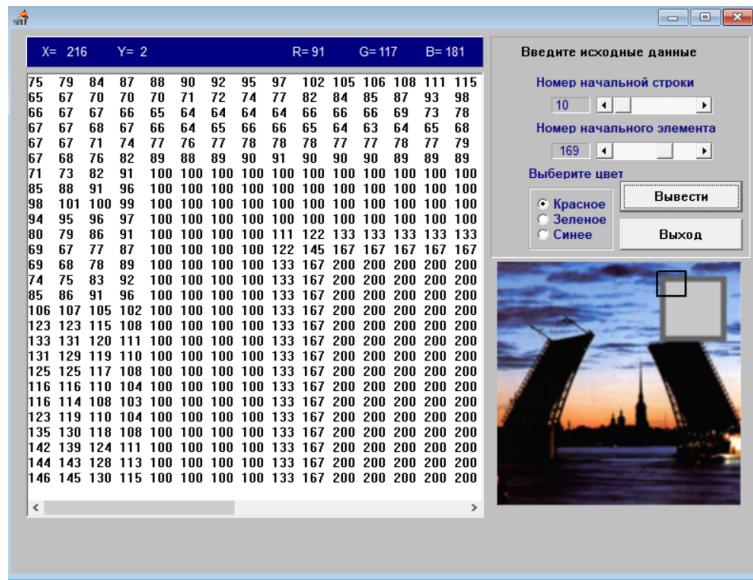


Рисунок 8 — Фрагмент массива отфильтрованного изображения

Для сравнения экспериментального и теоретического результатов были проведены ручные расчеты, в процессе которых были рассмотрены 4 случая, отображенные на рисунке 9.

100	100	100	100	100	100	100	100	100
100	100	100	100	100	100	100	100	100
100	100	200	200	200	200	200	200	200
100	100	200	200	200	200	200	200	200
100	100	200	200	200	200	200	200	200
100	100	200	200	200	200	200	200	200
100	100	200	200	200	200	200	200	200
100	100	200	200	200	200	200	200	200
100	100	100	100	100	100	100	100	100
100	100	100	100	100	100	100	100	100

Рисунок 9 — Рассмотренные в расчетах случаи

Согласно расчетам получим:

$$\frac{100 * 5 + 200 * 4}{3 * 3} = \frac{1300}{9} \approx 144.44 \approx 144,$$

$$\frac{100 * 8 + 200 * 1}{3 * 3} = \frac{1000}{9} \approx 111.11 \approx 111,$$

$$\frac{100 * 3 + 200 * 6}{3 * 3} = \frac{1500}{9} \approx 166.66 \approx 167,$$

$$\frac{100 * 6 + 200 * 3}{3 * 3} = \frac{1200}{9} \approx 133.33 \approx 133.$$

Также были произведены расчеты с помощью средств MS Excel (рисунок 10).

Рисунок 10 — Расчет с помощью MS Excel (вес. коэф. 3)

Результаты, полученные при расчетах, совпадают с экспериментальными (рисунок 8).

На рисунке 11 представлено сравнение графиков изменения яркости при проходе по элементам одной строки. Можно сделать вывод, что после фильтрации уменьшается резкость перепада яркости.

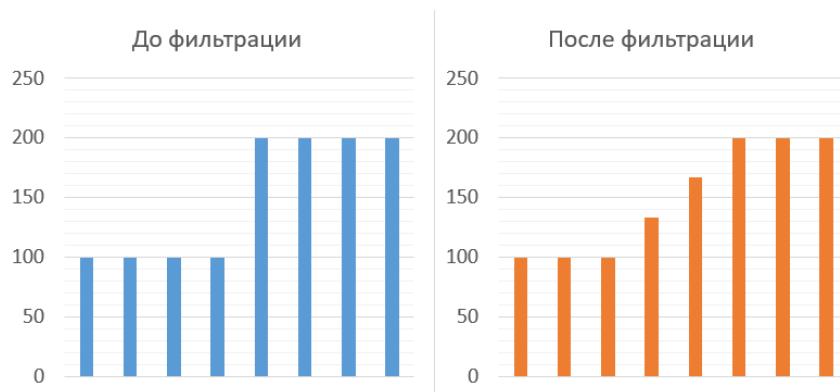


Рисунок 11 — Сравнение графиков изменения яркости для элементов одной строки до и после фильтрации (вес. коэф. 3)

Результат фильтрации исходного изображения с использованием прямоугольной импульсной характеристики при 5 весовых коэффициентах по горизонтали и вертикали (рисунок 12) приведен на рисунке 13. Фрагмент массива результирующего изображения приведен на рисунке 14.

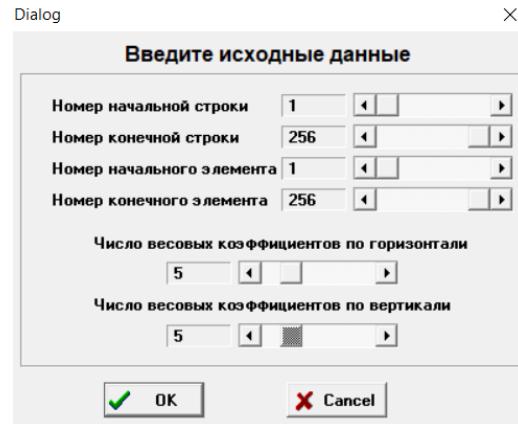


Рисунок 12 — Параметры для фильтрации с использованием прямоугольной импульсной характеристики (вес. коэф. 5)

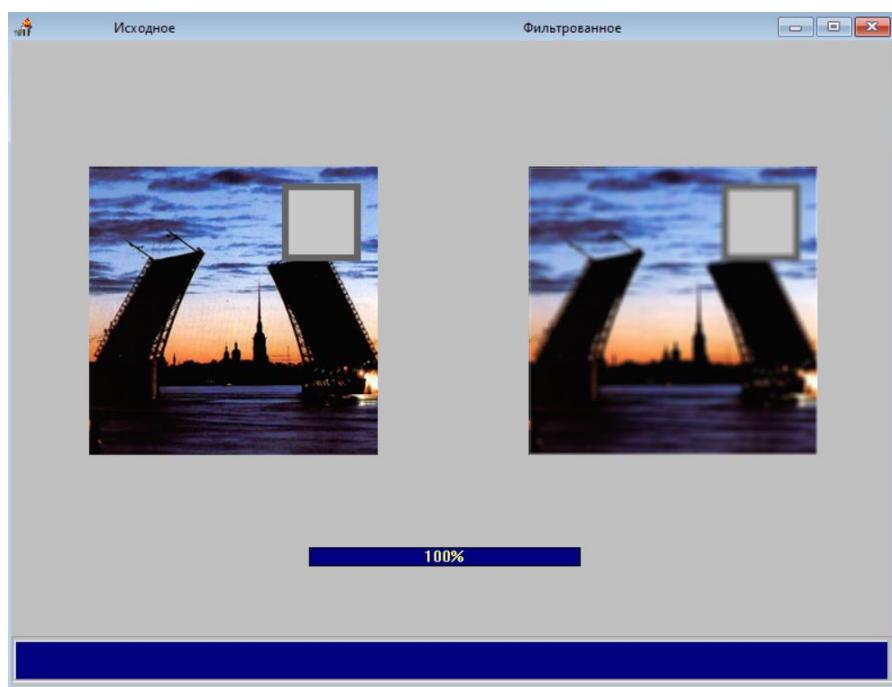


Рисунок 13 — Результат фильтрации исходного изображения с использованием прямоугольной импульсной характеристики (вес. коэф. 5)

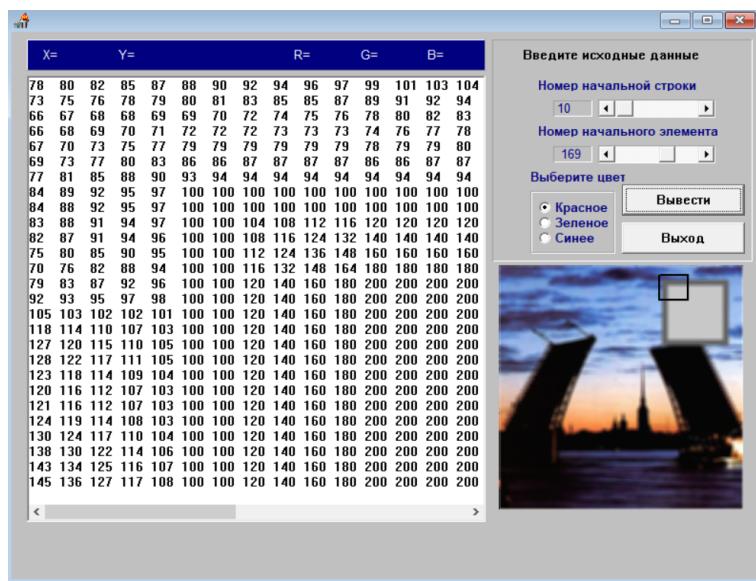


Рисунок 14 — Фрагмент массива отфильтрованного изображения

Для сравнения экспериментального и теоретического результатов были проведены расчеты с помощью средств MS Excel (рисунок 15).

Рисунок 15 — Расчет с помощью MS Excel (вес. коэф. 5)

Результаты, полученные при расчетах, совпадают с экспериментальными (рисунок 14).

На рисунке 16 представлено сравнение графиков изменения яркости при проходе по элементам одной строки. Можно сделать вывод, что при увеличении числа весовых коэффициентов резкость перепада яркости становится еще меньше.

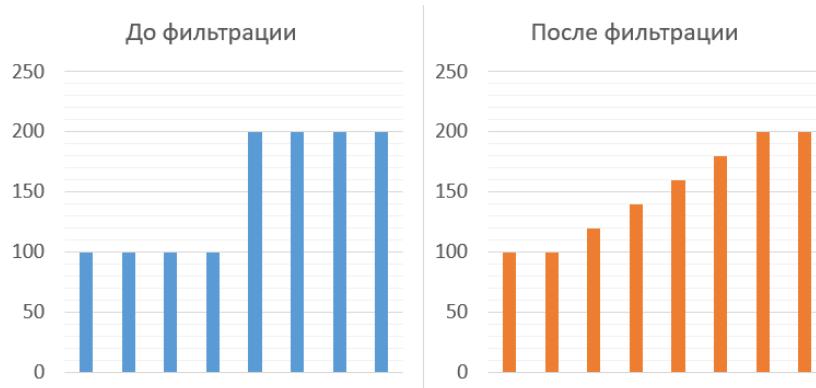


Рисунок 16 — Сравнение графиков изменения яркости для элементов одной строки до и после фильтрации (вес. коэф. 5)

На рисунке 17 представлено апплицированное в исходное обработанное изображение для визуального изучения.

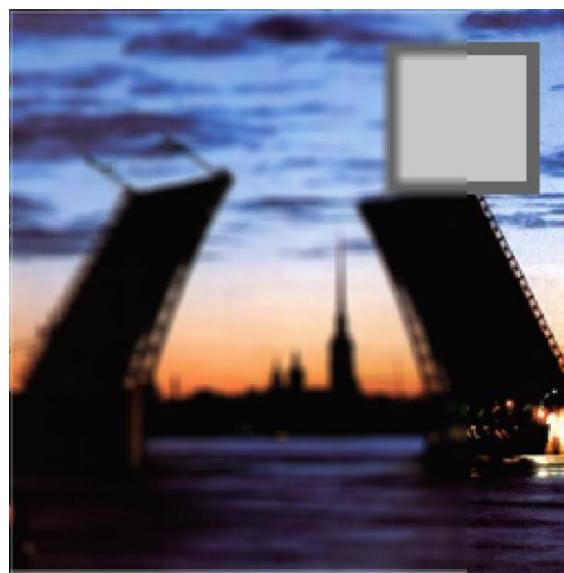


Рисунок 17 — Сравнение обработанного и исходного изображений

3.3 Гауссова импульсная характеристика

Результат фильтрации исходного изображения с использованием гауссовой импульсной характеристики при условном радиусе по

горизонтали и вертикали равном 2 (рисунок 18) приведен на рисунке 19. Фрагмент массива результирующего изображения приведен на рисунке 20.

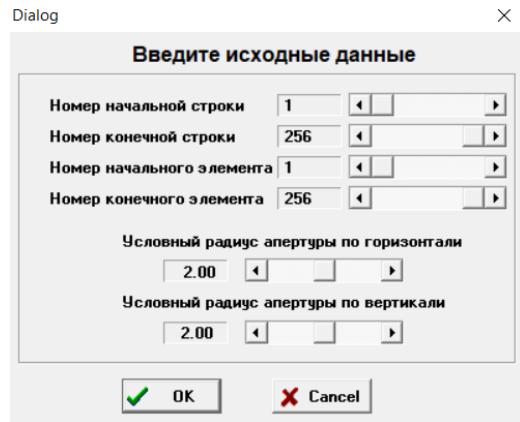


Рисунок 18 — Параметры для фильтрации с использованием гауссовой импульсной характеристики (усл. рад. 2)

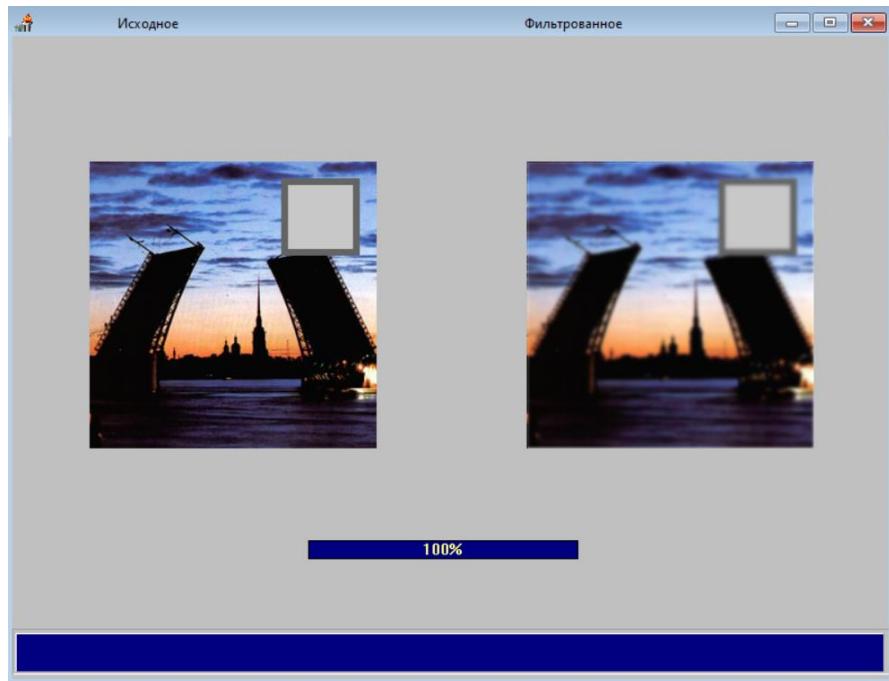


Рисунок 19 — Результат фильтрации исходного изображения с использованием гауссовой импульсной характеристики (усл. рад. 2)

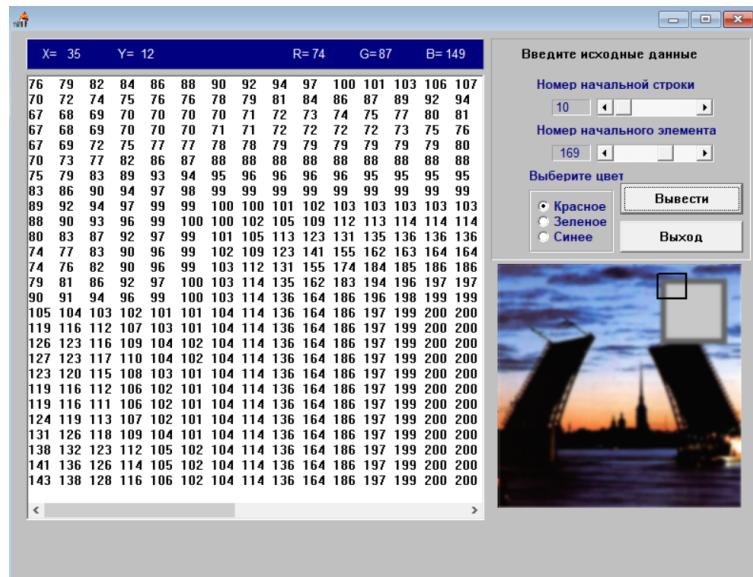


Рисунок 20 — Фрагмент массива отфильтрованного изображения

Результат фильтрации исходного изображения с использованием гауссовой импульсной характеристики при условном радиусе по горизонтали и вертикали равном 3 (рисунок 21) приведен на рисунке 22. Фрагмент массива результирующего изображения приведен на рисунке 23.

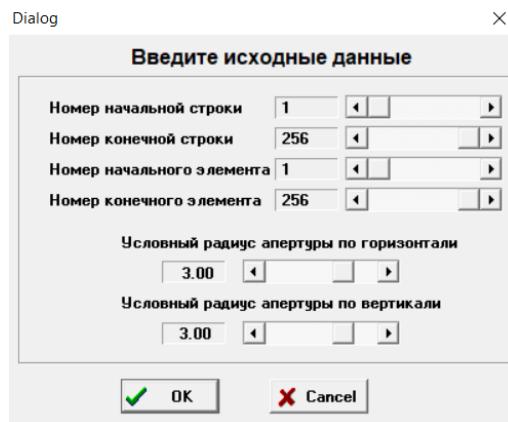


Рисунок 21 — Параметры для фильтрации с использованием гауссовой импульсной характеристики (усл. рад. 3)

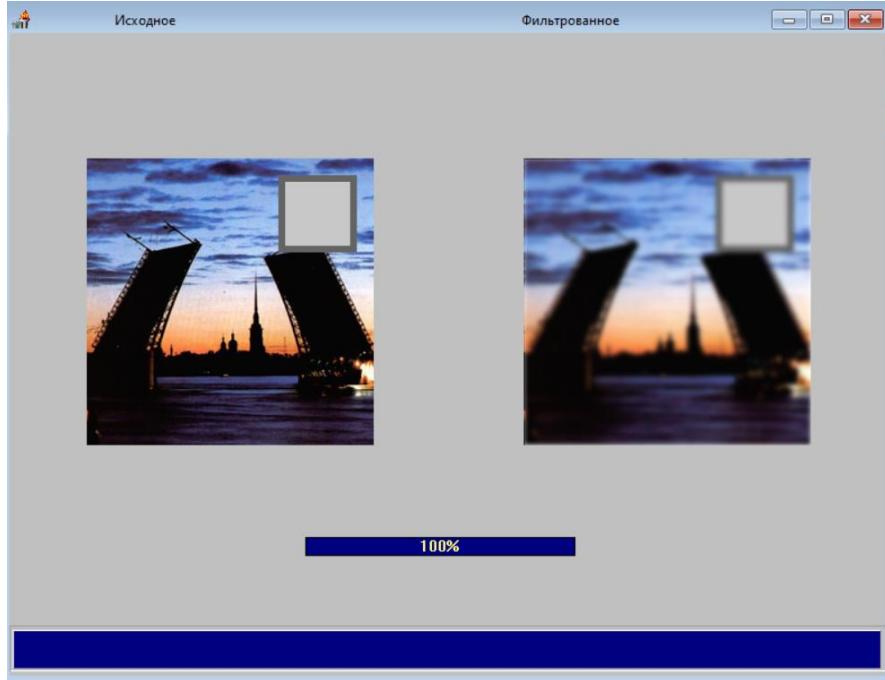
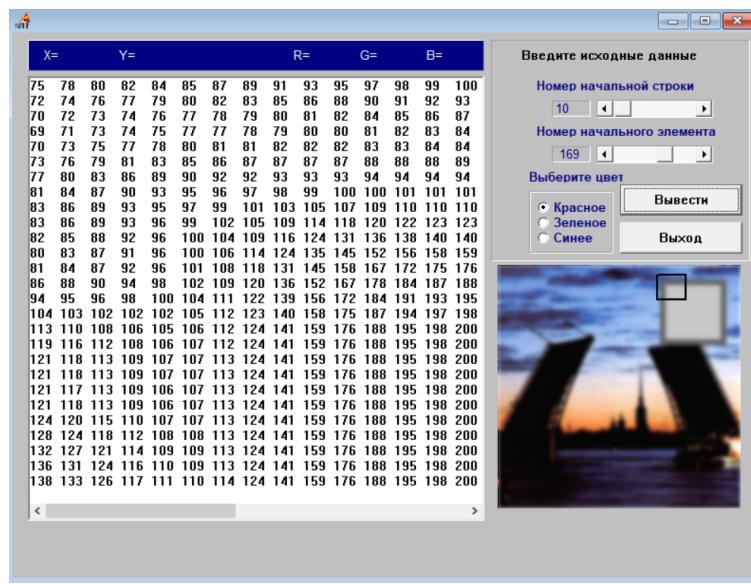


Рисунок 22 — Результат фильтрации исходного изображения с использованием гауссовой импульсной характеристики (усл. рад. 3)



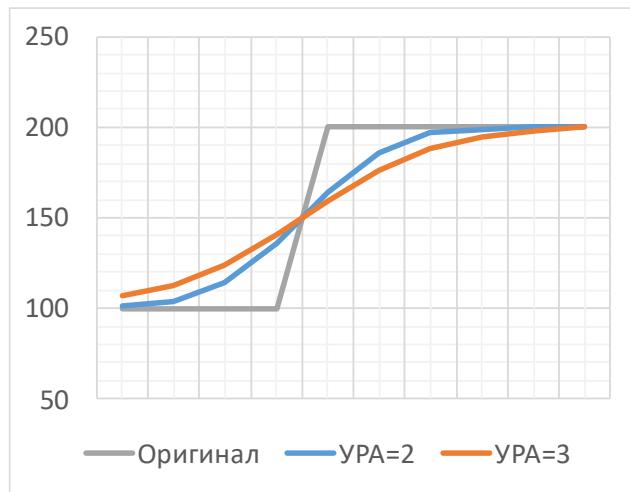


Рисунок 24 — Графики изменения яркости для элементов одной строки при разных условных радиусах апертуры (УРА)

На рисунке 25 представлено апплицированное в исходное обработанное изображение для визуального изучения.

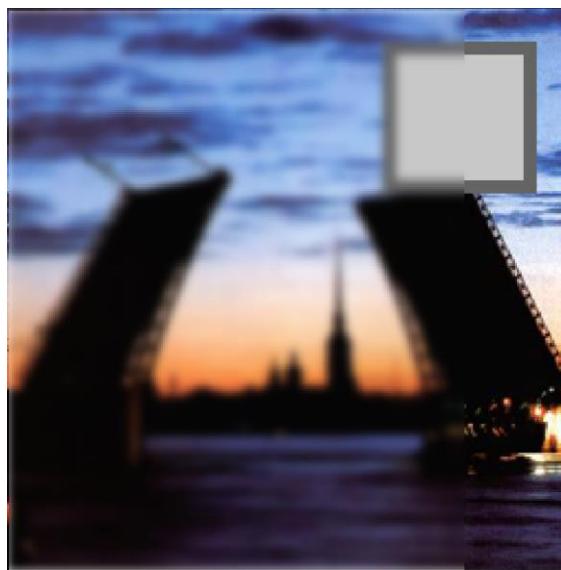


Рисунок 25 — Сравнение обработанного и исходного изображений

3.4 Импульсная характеристика типа sinc

Результат фильтрации исходного изображения с использованием импульсной характеристики типа sinc при кратности уменьшения полосы равной 4 и числе коэффициентов по горизонтали и вертикали равном 25 (рисунок 26) приведен на рисунке 27. Фрагмент массива результирующего изображения приведен на рисунке 28.

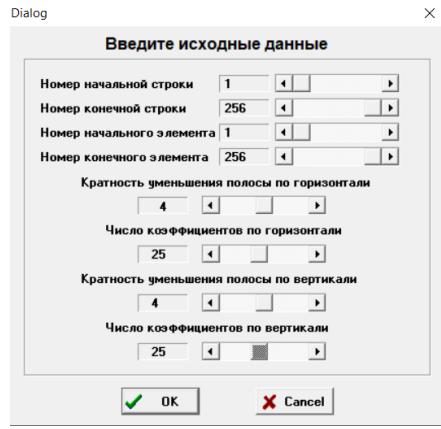


Рисунок 26 — Параметры для фильтрации с использованием импульсной характеристики типа sinc

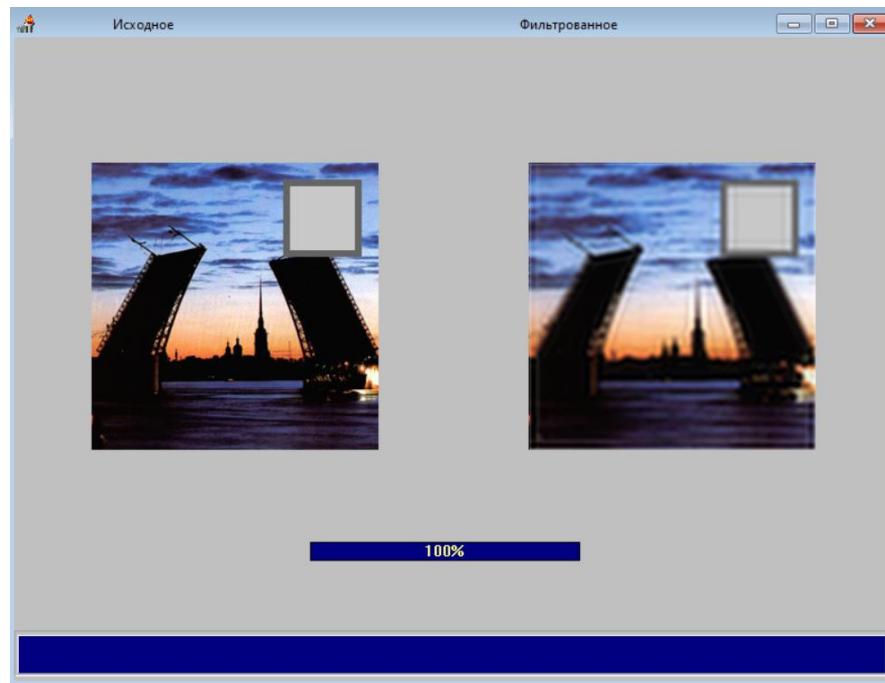


Рисунок 27 — Результат фильтрации исходного изображения с использованием импульсной характеристики типа sinc

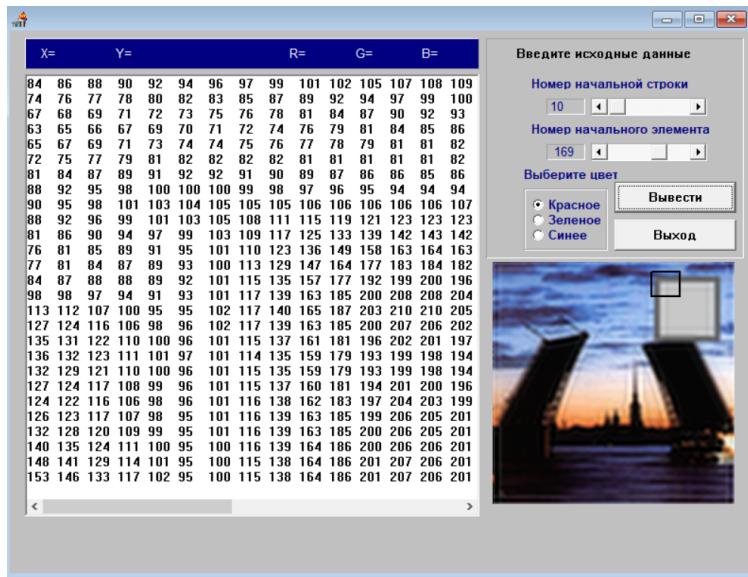


Рисунок 28 — Фрагмент массива отфильтрованного изображения

На рисунке 29 представлено сравнение графиков изменения яркости при проходе по элементам одной строки. По результирующему графику видно, что данная фильтрация также сглаживает переход яркости.

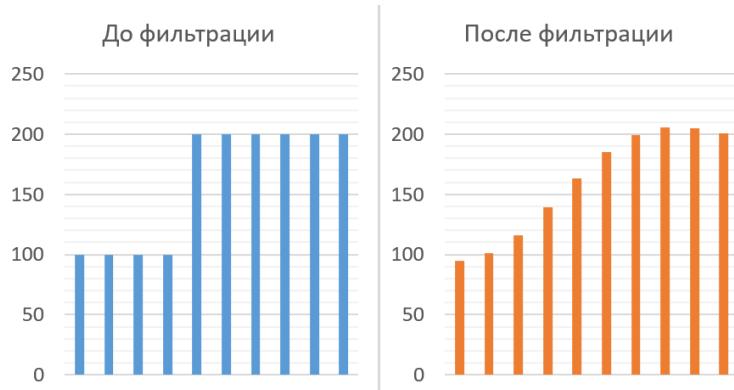


Рисунок 29 — Сравнение графиков изменения яркости для элементов одной строки до и после фильтрации с использованием импульсной характеристики типа sinc

На рисунке 30 представлено апплицированное в исходное обработанное изображение для визуального изучения.



Рисунок 30 — Сравнение обработанного и исходного изображений

3.5 Подчеркивание границ

Результат фильтрации исходного изображения с использованием импульсной характеристики, вызывающей подчеркивание границ, при коэффициенте подчеркивания равном 0.4 (рисунок 31) приведен на рисунке 32. Фрагмент массива результирующего изображения приведен на рисунке 33.

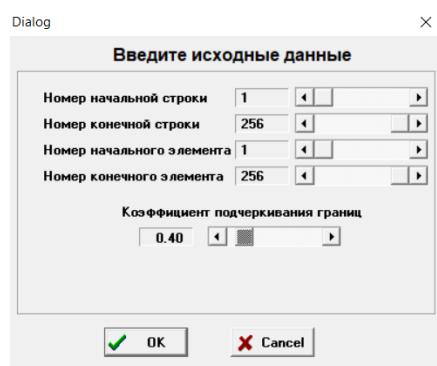


Рисунок 31 — Параметры для фильтрации с использованием импульсной характеристики, вызывающей подчеркивание границ (коэф. 0.4)

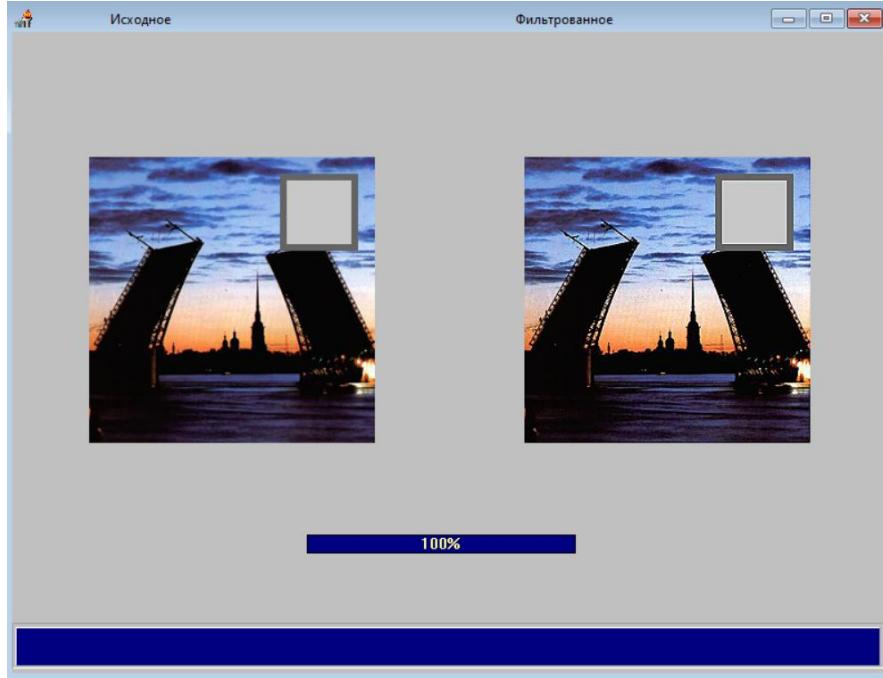


Рисунок 32 — Результат фильтрации исходного изображения с использованием импульсной характеристики, вызывающей подчеркивание границ (коэф. 0.4)

X=	Y=	R=	G=	B=
43	58	63	72	76
57	63	59	61	52
68	75	71	73	58
74	63	63	72	58
65	65	65	65	47
63	69	57	124	114
69	65	57	112	100
72	81	59	108	100
137	114	135	95	100
126	143	113	99	100
49	56	21	116	100
48	78	32	117	100
100	68	60	112	100
46	59	56	112	100
83	81	77	106	100
96	115	103	98	100
142	137	150	88	100
143	117	159	86	100
137	136	139	88	100
126	114	139	90	100
108	92	82	101	100
108	119	112	96	100
168	134	138	90	100
146	138	137	88	100
144	145	169	82	100
151	143	167	82	100
58	63	59	61	50
75	71	73	58	67
63	63	63	72	55
65	65	65	65	46
63	69	57	124	114
69	65	57	112	100
72	81	59	108	100
137	114	135	95	100
126	143	113	99	100
49	56	21	116	100
48	78	32	117	100
100	68	60	112	100
46	59	56	112	100
83	81	77	106	100
96	115	103	98	100
142	137	150	88	100
143	117	159	86	100
137	136	139	88	100
126	114	139	90	100
108	92	82	101	100
108	119	112	96	100
168	134	138	90	100
146	138	137	88	100
144	145	169	82	100
151	143	167	82	100
63	63	59	61	50
71	73	58	67	60
66	65	66	59	55
63	69	57	124	114
69	65	57	112	100
72	81	59	108	100
137	114	135	95	100
126	143	113	99	100
49	56	21	116	100
48	78	32	117	100
100	68	60	112	100
46	59	56	112	100
83	81	77	106	100
96	115	103	98	100
142	137	150	88	100
143	117	159	86	100
137	136	139	88	100
126	114	139	90	100
108	92	82	101	100
108	119	112	96	100
168	134	138	90	100
146	138	137	88	100
144	145	169	82	100
151	143	167	82	100
59	61	59	61	50
67	60	55	40	38
72	73	58	67	60
65	65	65	59	55
63	69	57	124	114
69	65	57	112	100
72	81	59	108	100
137	114	135	95	100
126	143	113	99	100
49	56	21	116	100
48	78	32	117	100
100	68	60	112	100
46	59	56	112	100
83	81	77	106	100
96	115	103	98	100
142	137	150	88	100
143	117	159	86	100
137	136	139	88	100
126	114	139	90	100
108	92	82	101	100
108	119	112	96	100
168	134	138	90	100
146	138	137	88	100
144	145	169	82	100
151	143	167	82	100
57	63	59	61	50
65	71	73	58	67
74	63	63	72	58
65	65	65	65	47
63	69	57	124	114
69	65	57	112	100
72	81	59	108	100
137	114	135	95	100
126	143	113	99	100
49	56	21	116	100
48	78	32	117	100
100	68	60	112	100
46	59	56	112	100
83	81	77	106	100
96	115	103	98	100
142	137	150	88	100
143	117	159	86	100
137	136	139	88	100
126	114	139	90	100
108	92	82	101	100
108	119	112	96	100
168	134	138	90	100
146	138	137	88	100
144	145	169	82	100
151	143	167	82	100
59	61	59	61	50
67	60	55	40	38
72	73	58	67	60
65	65	65	59	55
63	69	57	124	114
69	65	57	112	100
72	81	59	108	100
137	114	135	95	100
126	143	113	99	100
49	56	21	116	100
48	78	32	117	100
100	68	60	112	100
46	59	56	112	100
83	81	77	106	100
96	115	103	98	100
142	137	150	88	100
143	117	159	86	100
137	136	139	88	100
126	114	139	90	100
108	92	82	101	100
108	119	112	96	100
168	134	138	90	100
146	138	137	88	100
144	145	169	82	100
151	143	167	82	100
57	63	59	61	50
65	71	73	58	67
74	63	63	72	58
65	65	65	65	47
63	69	57	124	114
69	65	57	112	100
72	81	59	108	100
137	114	135	95	100
126	143	113	99	100
49	56	21	116	100
48	78	32	117	100
100	68	60	112	100
46	59	56	112	100
83	81	77	106	100
96	115	103	98	100
142	137	150	88	100
143	117	159	86	100
137	136	139	88	100
126	114	139	90	100
108	92	82	101	100
108	119	112	96	100
168	134	138	90	100
146	138	137	88	100
144	145	169	82	100
151	143	167	82	100
59	61	59	61	50
67	60	55	40	38
72	73	58	67	60
65	65	65	59	55
63	69	57	124	114
69	65	57	112	100
72	81	59	108	100
137	114	135	95	100
126	143	113	99	100
49	56	21	116	100
48	78	32	117	100
100	68	60	112	100
46	59	56	112	100
83	81	77	106	100
96	115	103	98	100
142	137	150	88	100
143	117	159	86	100
137	136	139	88	100
126	114	139	90	100
108	92	82	101	100
108	119	112	96	100
168	134	138	90	100
146	138	137	88	100
144	145	169	82	100
151	143	167	82	100
57	63	59	61	50
65	71	73	58	67
74	63	63	72	58
65	65	65	65	47
63	69	57	124	114
69	65	57	112	100
72	81	59	108	100
137	114	135	95	100
126	143	113	99	100
49	56	21	116	100
48	78	32	117	100
100	68	60	112	100
46	59	56	112	100
83	81	77	106	100
96	115	103	98	100
142	137	150	88	100
143	117	159	86	100
137	136	139	88	100
126	114	139	90	100
108	92	82	101	100
108	119	112	96	100
168	134	138	90	100
146	138	137	88	100
144	145	169	82	100
151	143	167	82	100
59	61	59	61	50
67	60	55	40	38
72	73	58	67	60
65	65	65	59	55
63	69	57	124	114
69	65	57	112	100
72	81	59	108	100
137	114	135	95	100
126	143	113	99	100
49	56	21	116	100
48	78	32	117	100
100	68	60	112	100
46	59	56	112	100
83	81	77	106	100
96	115	103	98	100
142	137	150	88	100
143	117	159	86	100
137	136	139	88	100
126	114	139	90	100
108	92	82	101	100
108	119	112	96	100
168	134	138	90	100
146	138	137	88	100
144	145	169	82	100
151	143	167	82	100
57	63	59	61	50
65	71	73	58	67
74	63	63	72	58
65	65	65	65	47
63	69	57	124	114
69	65	57	112	100
72	81	59	108	100
137	114	135	95	100
126	143	113	99	100
49	56	21	116	100
48	78	32	117	100
100	68	60	112	100
46</td				

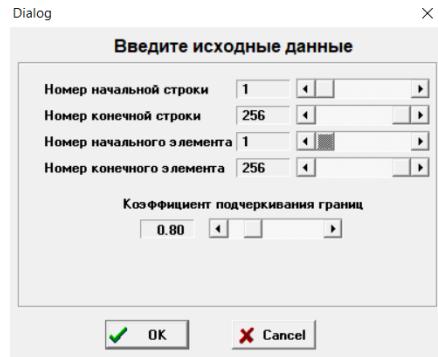


Рисунок 34 — Параметры для фильтрации с использованием импульсной характеристики, вызывающей подчеркивание границ (коэф. 0.8)

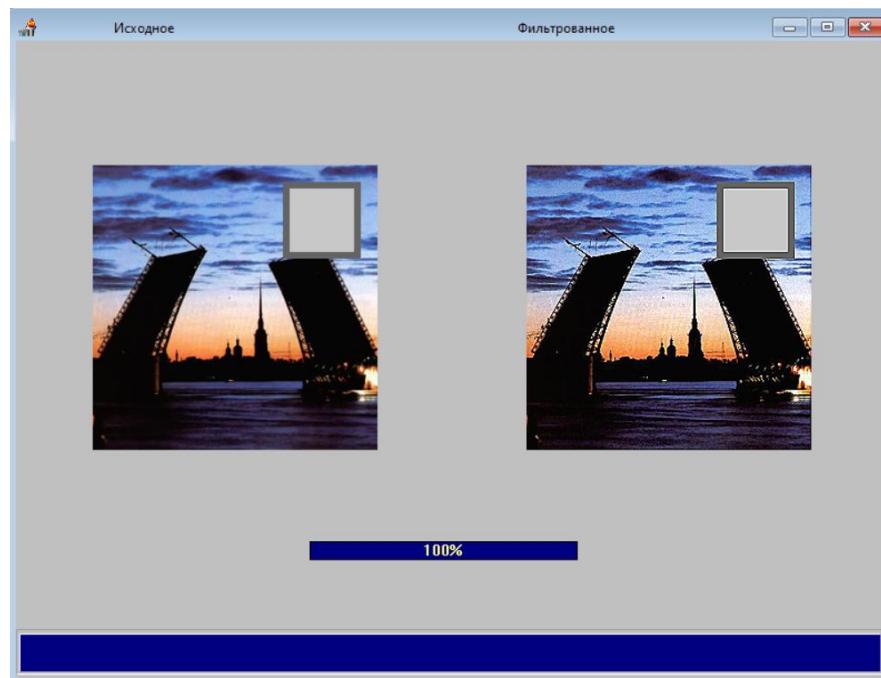


Рисунок 35 — Результат фильтрации исходного изображения с использованием импульсной характеристики, вызывающей подчеркивание границ (коэф. 0.8)

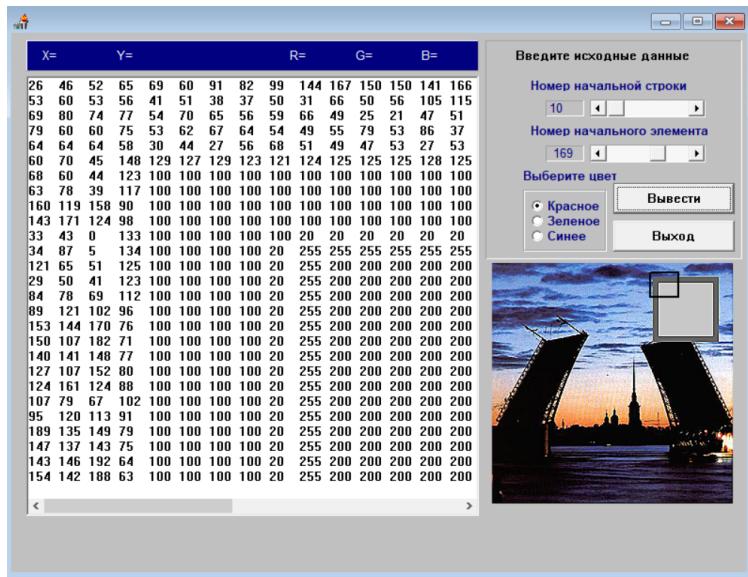


Рисунок 36 — Фрагмент массива отфильтрованного изображения

На рисунке 37 представлены графики изменения яркости при проходе по элементам одной строки. По получившимся графикам видно, что с увеличением коэффициента подчеркивания границ, переходы яркости становятся более резкими.

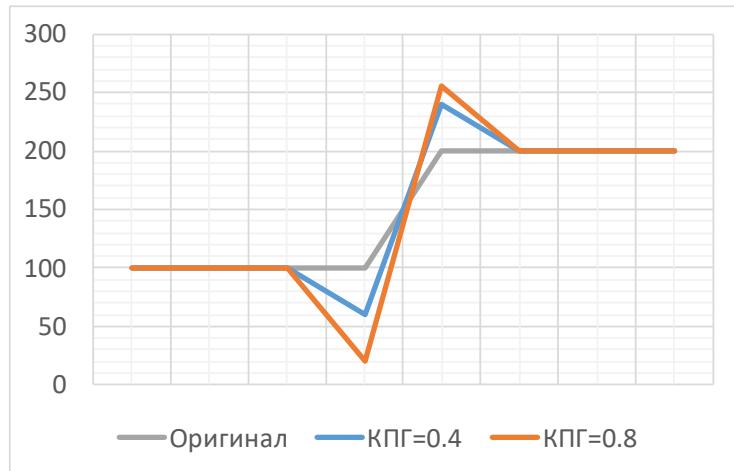


Рисунок 37 — Графики изменения яркости для элементов одной строки при разных коэффициентах подчеркивания границ (КПГ)

На рисунке 38 представлено апплицированное в исходное обработанное изображение для визуального изучения.

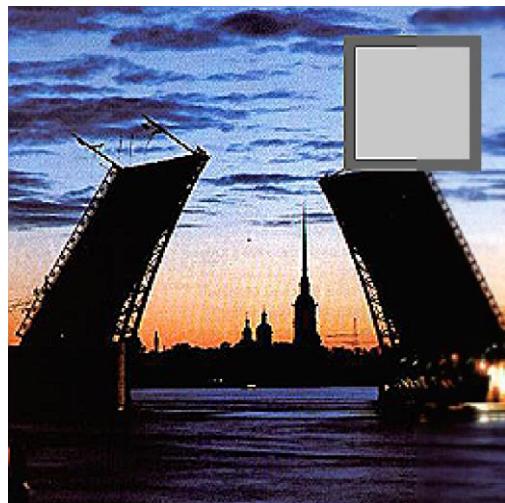


Рисунок 38 — Сравнение обработанного и исходного изображений

4 Выводы

В ходе выполнения работы удалось разобраться с назначением и разновидностями линейных фильтров, а также с их основными свойствами и параметрами. Были изучены разные способы фильтрации изображений с применением таких импульсных характеристик, как:

- прямоугольная с шириной окна 3 и 5 элементов;
- гауссова с условными радиусами 2 и 3;
- характеристика типа sinc;
- характеристика, подчеркивающая границы, с коэффициентами 0.4 и 0.8.

Для прямоугольного фильтра были выполнены ручные расчеты, а также расчеты в MS Excel, результаты которых полностью совпали с экспериментальными данными.

По итогам визуального сравнения установлено, что все фильтры, кроме подчеркивающего границы, приводят к снижению резкости изображения — они сглаживают переходы яркости и делают изображение более мягким и размытым. Фильтр, подчеркивающий границы, повышает четкость, но при высоком коэффициенте создает чрезмерно заметные контуры, из-за чего изображение выглядит неестественно. При аккуратном выборе коэффициента такой фильтр может использоваться для улучшения качества слегка размытых изображений.