

МИНИСТЕРСВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
МУНИЦИПАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧЕРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»**

---

Институт интеллектуальных кибернетических систем

КАФЕДРА КИБЕРНЕТИКИ

Направление подготовки 09.03.04 Программная инженерия

## **Отчеты**

### **о лабораторных работах по курсу «Обработка аудиовизуальной информации»**

Выполнен студенткой группы Б17-504 Андреевой А.А.

Научный руководитель: Демидов Д.В.

Москва  
2020

## Оглавление

Лабораторная работа №1 .....	3
Лабораторная работа №2 .....	18
Лабораторная работа №3 .....	26
Лабораторная работа №4 .....	35
Лабораторная работа №5 .....	40
Лабораторная работа №6 .....	44

**Отчет**

**о лабораторной работе №1**

**«Передискретизация, обесцвечивание и**

**бинаризация растровых изображений»**

## Описание варианта

Для бинаризации - Вариант№ 2 - Алгоритм глобальной бинаризации с критерием Отсу.

## Используемые изображения (исходный размер)



Рисунок 1. Desert



Рисунок 2. Girl

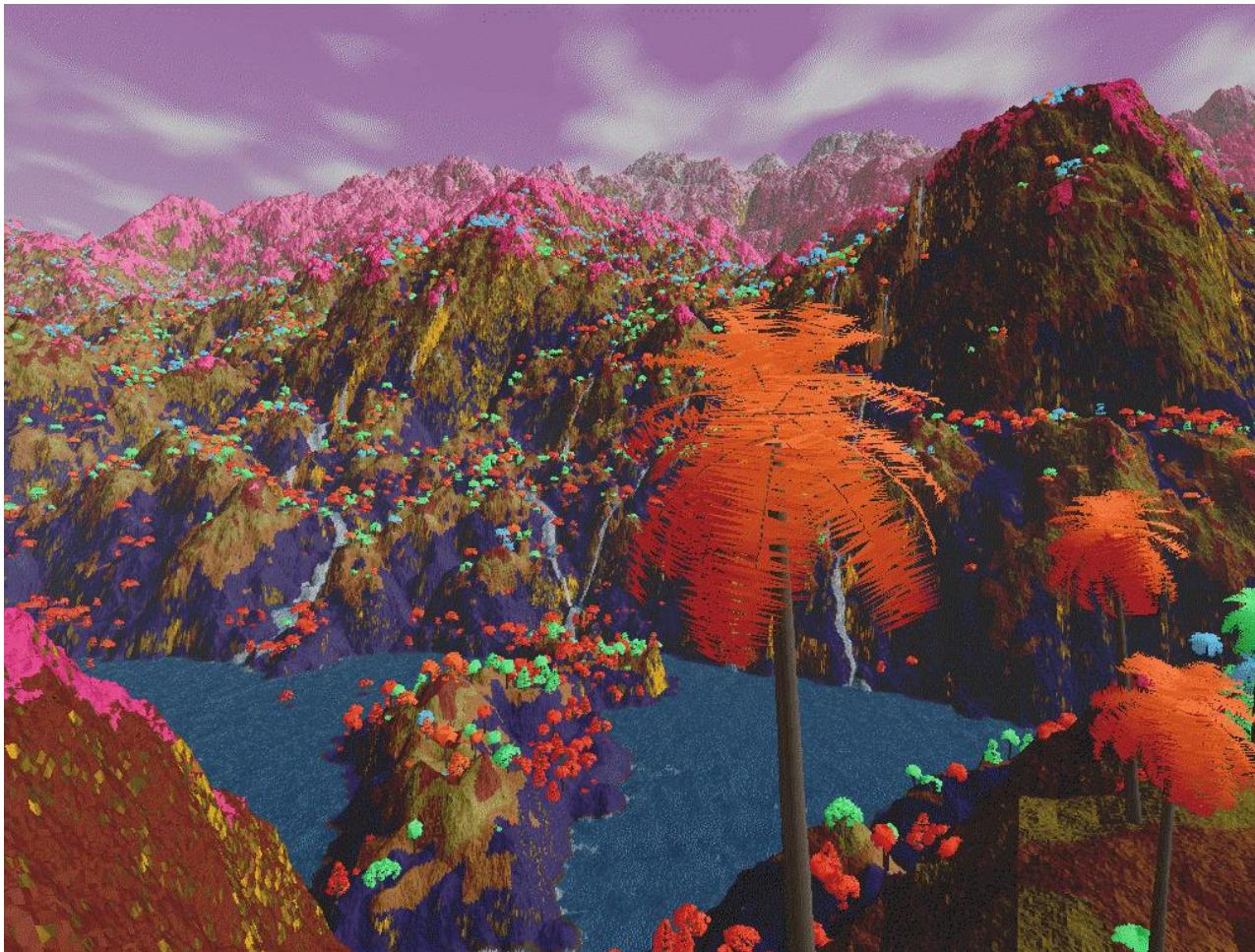


Рисунок 3. Land



Рисунок 4. Marbles

# Передикретизация

## Растяжение



Рисунок 5. Desert (увеличение в 3 раза)



Рисунок 6. Girl (увеличение в 5 раз)

## Сжатие

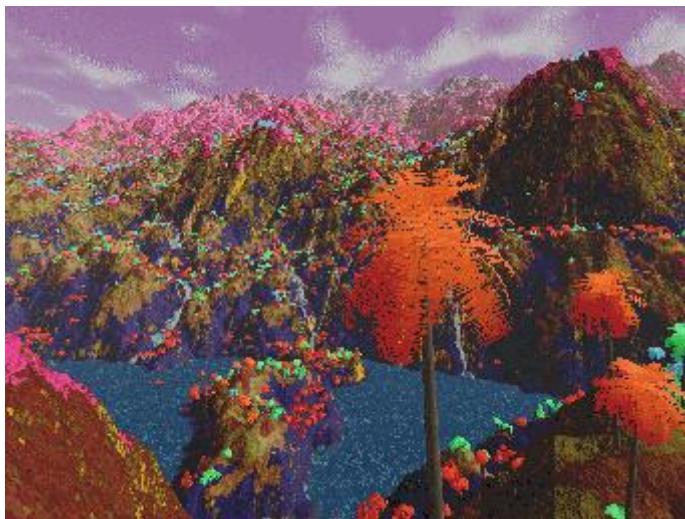


Рисунок 7. Land (сжатие в 3 раза)



Рисунок 8. Marbles (сжатие в 5 раз)

## Передискретизация в K раз

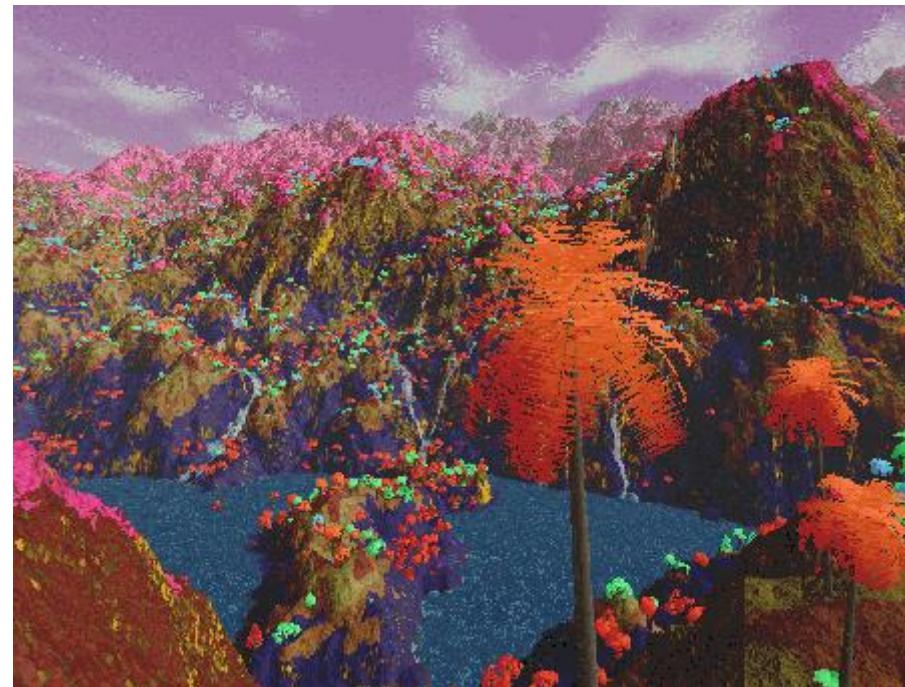


Рисунок 9. Land –  $K = 4/9$  – увеличение в 4 раза, уменьшение в 9



Рисунок 10. Girl –  $K = 7/3$  – увеличение в 7 раз, уменьшение в 3

## Приведение к полутоновому изображению



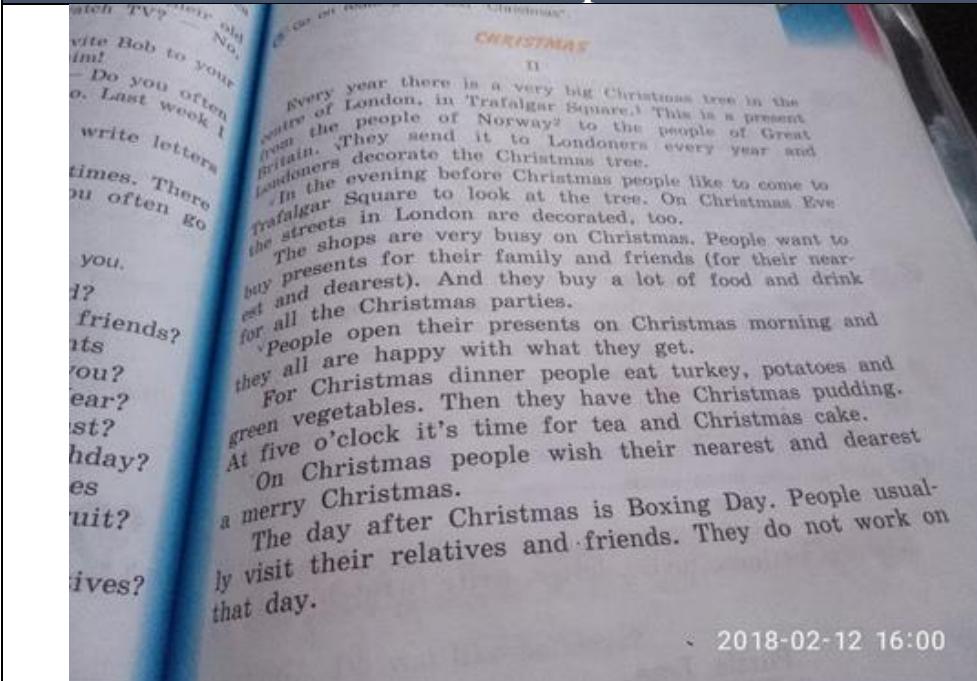
Рисунок 11. Grayscale girl



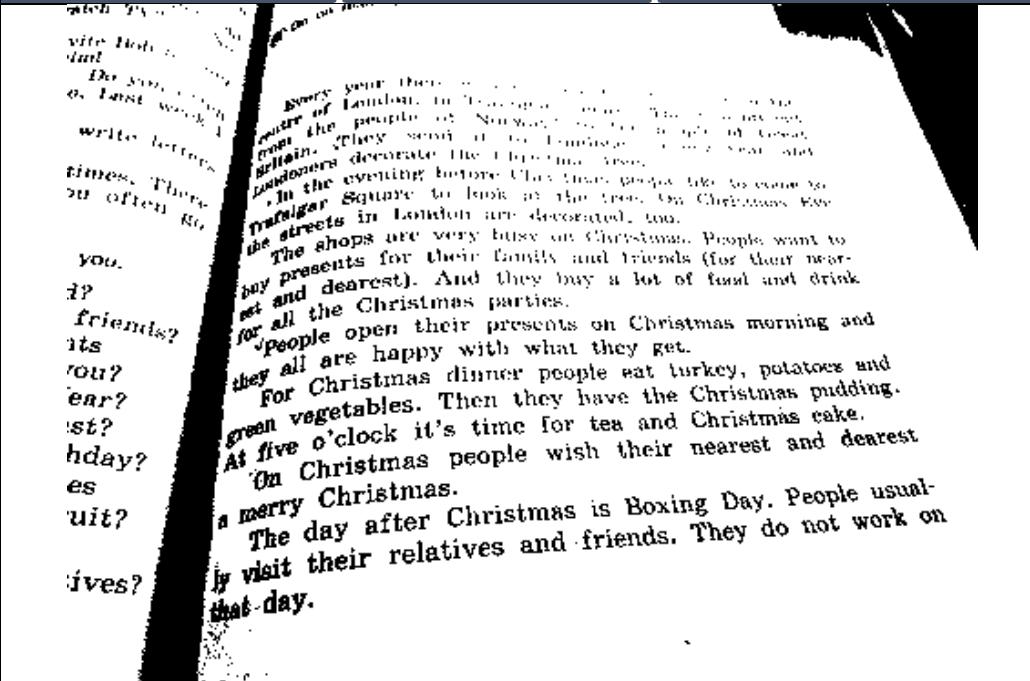
Рисунок 12. Grayscale Land

## Бинаризация

### Исходное изображение



### Бинаризованное изображение





- Bias (Сдвиг цветов спектра областей к тому или иному концу диапазона шума);
- Edge (Ширина перепадов между светлыми и темными участками).

### Фильтр *Lens Effects Focus*

Фильтр *Lens Effects Focus* (Линзовые эффекты: фокусировка) позволяет имитировать эффекты расфокусировки изображения или конечной глубины резкости снимка, приводящий к тому, что в фокусе оказываются только объекты на определенной дальности от камеры. Для воспроизведения эффекта расфокусировки фильтр использует информацию об удалении объектов от съемочной камеры, хранящуюся в Z-буфере сцены.

Для настройки фильтра фокусировки служит окно диалога *Lens Effects Focus* (Линзовые эффекты: фокусировка), появляющееся после щелчка на кнопке *Setup* (Настройка) в окне диалога добавления или редактирования фильтра (рис. 15.35).

Элементы управления просмотром эффекта, сохранением и загрузкой набора параметров данного окна аналогичны соответствующим элементам рассмотренного выше окна диалога *Lens Effects Flare* (Линзовые эффекты: блеск).

Чтобы настроить эффект расфокусировки, выполните в окне диалога *Lens Effects Focus* (Линзовые эффекты: фокусировка) следующие действия.

1 Установите переключатель выбора типа эффекта в одно из трех положений:



ширина перепадов между светлыми и темными участками.

### Фильтр *Lens Effects Focus*

Фильтр *Lens Effects Focus* (Линзовые эффекты: фокусировка) позволяет имитировать эффекты расфокусировки изображения или конечной глубины резкости снимка. Для воспроизведения эффекта расфокусировки в фокусе оказываются только объекты на определенной дальности от камеры. Для воспроизведения информации об удалении объектов от камеры используется Z-буфер сцены.

Для настройки фильтра фокусировки служит окно диалога *Lens Effects Focus*, появляющееся после щелчка на кнопке *Setup* (Настройка) в окне диалога добавления или редактирования фильтра (рис. 15.35).

Элементы управления просмотром эффекта, сохранением и загрузкой набора параметров данного окна аналогичны соответствующим элементам рассмотренного выше окна диалога *Lens Effects Flare* (Линзовые эффекты: блеск).

Чтобы настроить эффект расфокусировки, выполните в окне диалога *Lens Effects Focus* (Линзовые эффекты: фокусировка) следующие действия.



2  
издание

Синко

T  
Teresa the Virgin, Canoniz'd,

Theatines, the Order when fi-  
stituted,

Treaties of Rysse  
of Spain, 13. of Defender  
of Münster, A.D. 1648.  
Faith to the King of Englan  
of Munster, A.D. 1648. Treaty at Munster, 307. at  
Aix la Chapelle, A.D. 1666  
burg, 308. of the Pyreneans,  
Timmis, A.D. 1679. at Aix la Chappelle,  
Ryswick, A.D. 1697. Trent, a General Council ap-  
ed there, 78. begun,

Trivulse General of the French  
Bologna,

Tunis taken by Charles V.  
Turks seize Otranto, 6. alarm  
flendum, 35. take Rhodes, 42.  
Buda, 52. besiege Vienna, 61.  
vade Dalmatia, 75. 160. den



2  
издание

Синко

T  
Teresa the Virgin, Canoniz'd,

Theatines, the Order when fi-  
stituted,

Treaties of Rysse  
of Spain, 13. of Defender  
of Münster, A.D. 1648.  
Faith to the King of Englan  
of Munster, A.D. 1648. Treaty at Munster, 307. at  
Aix la Chapelle, A.D. 1666  
burg, 308. of the Pyreneans,  
Timmis, A.D. 1679. at Aix la Chappelle,  
Ryswick, A.D. 1697. Trent, a General Council ap-  
ed there, 78. begun,

Trivulse General of the French  
Bologna,

Tunis taken by Charles V.  
Turks seize Otranto, 6. alarm  
flendum, 35. take Rhodes, 42.  
Buda, 52. besiege Vienna, 61.  
vade Dalmatia, 75. 160. den

## Анализ

### Передискретизация

Простая передискретизация при увеличении дает зерно, при уменьшении – появляются шумы.

### Бинаризация

Глобальная бинаризация Отсу подходит только для «идеальных» изображений. Равномерное освещение и расположение объекта не под углом – важные параметры для успешной бинаризации методом Отсу.

**Отчет**

**о лабораторной работе №2**

**«Фильтрация изображений и морфологические операции»**

## **Содержание**

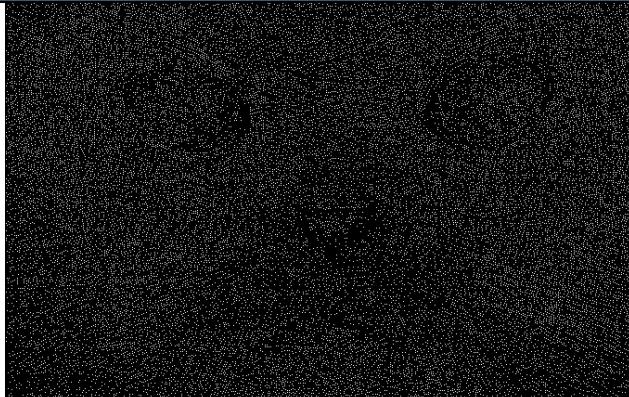
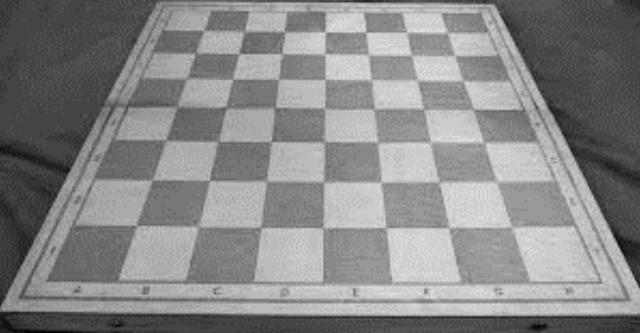
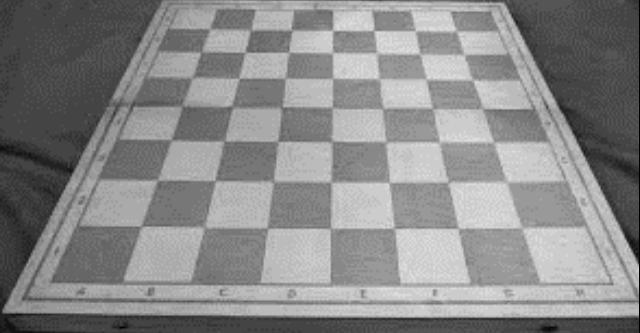
Описание варианта .....	20
Результаты .....	20
Анализ результатов.....	25

## Описание варианта

Вариант 2. Фильтрация методом консервативного сглаживания

*Примечание:* применяется для изображений в оттенках серого

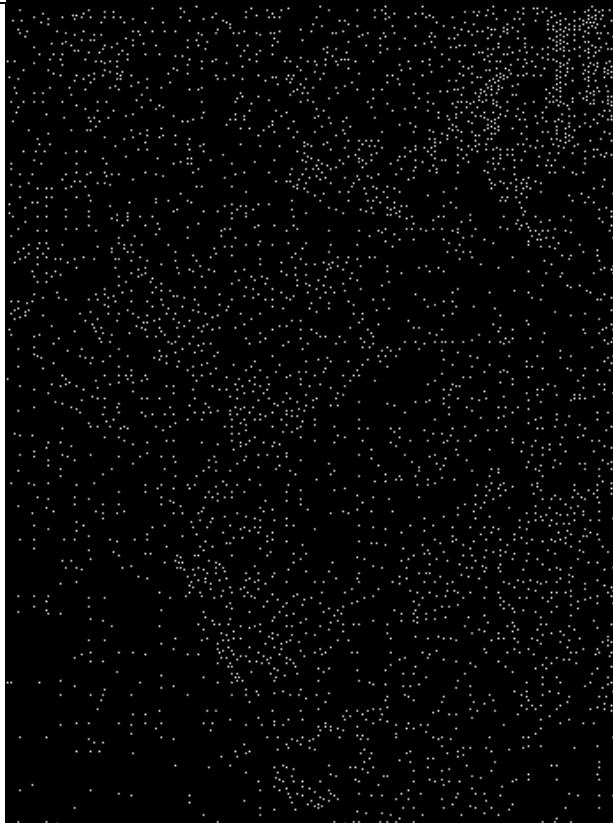
## Результаты

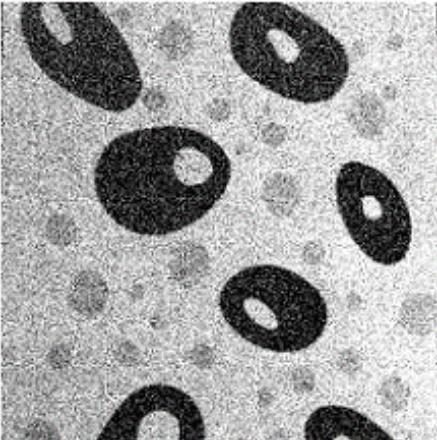
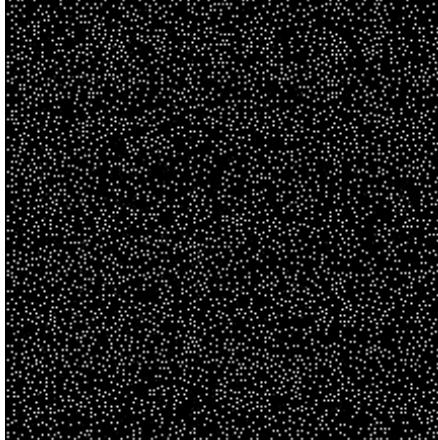
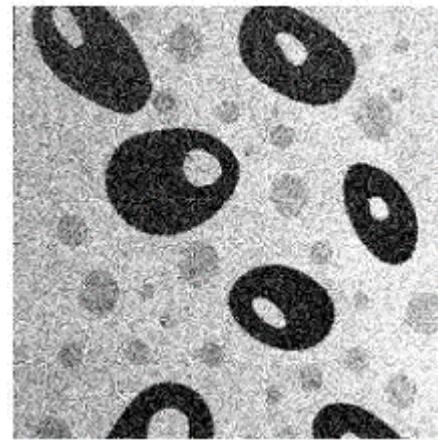
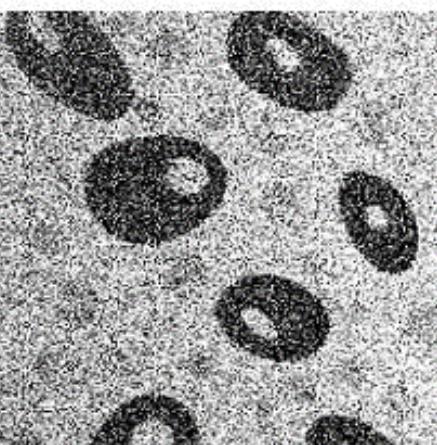
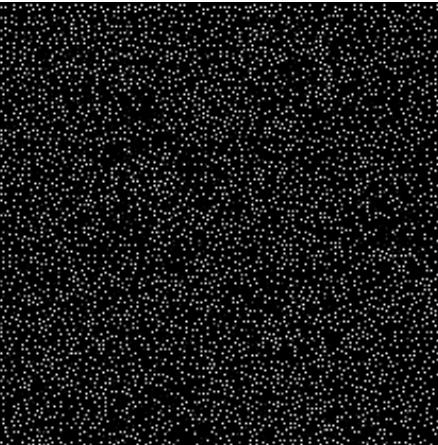
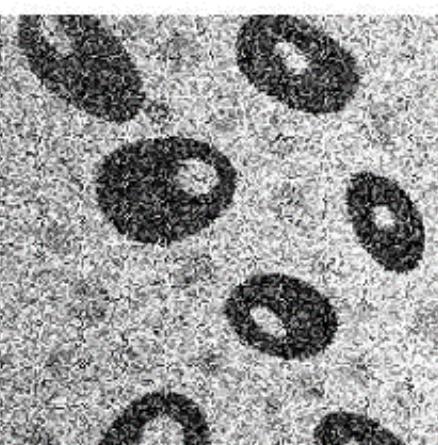
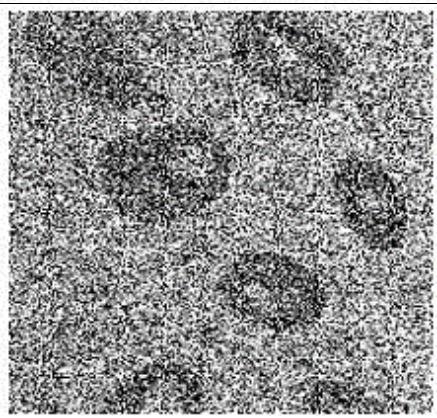
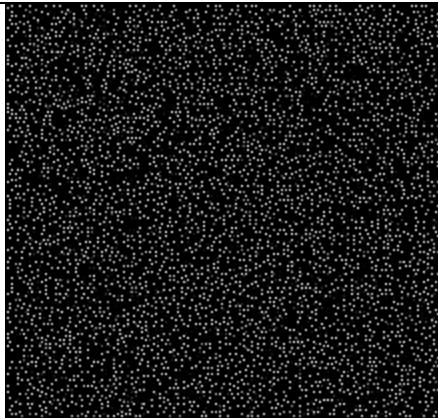
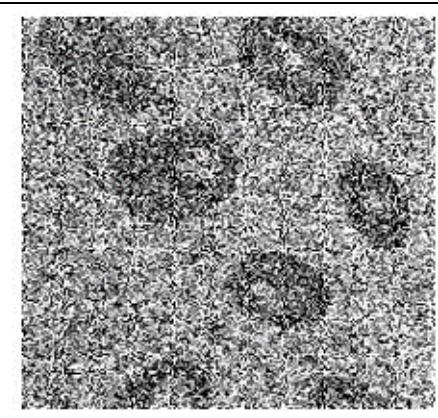
№	Исходное изображение	Разница	Конечное изображение
1			
2			

3

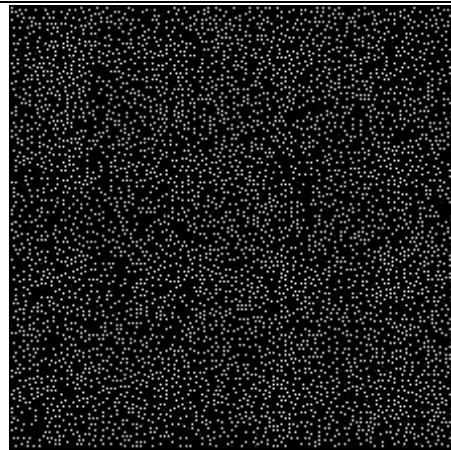


4

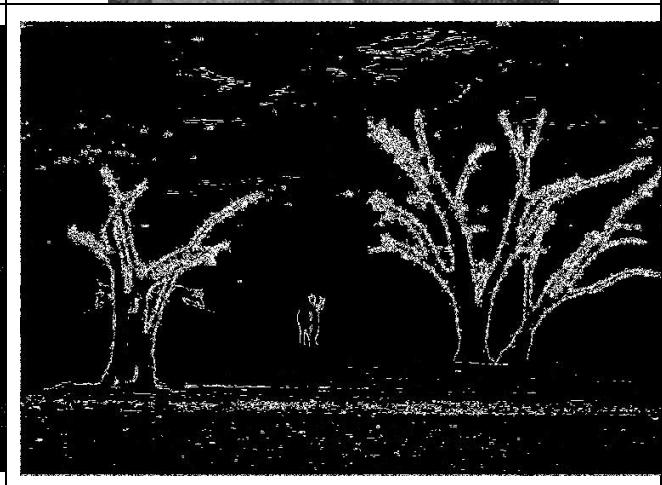


5			
6			
7			

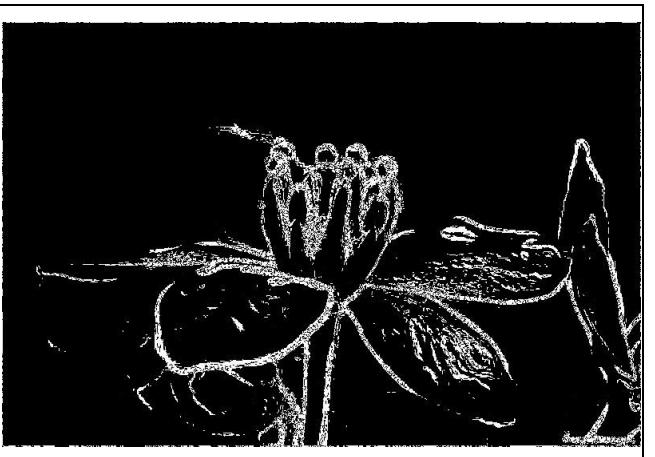
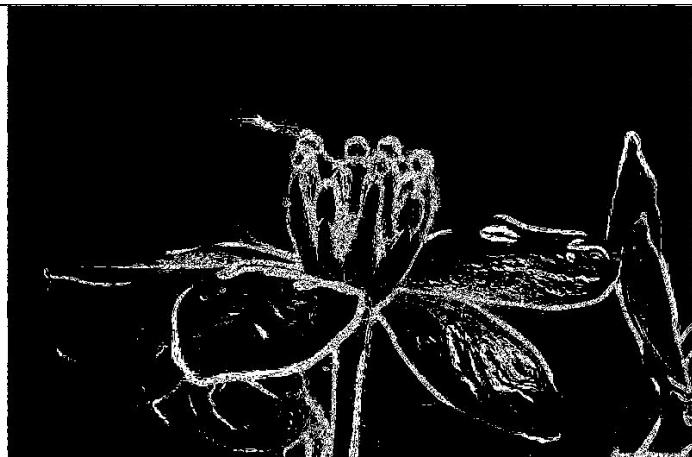
8



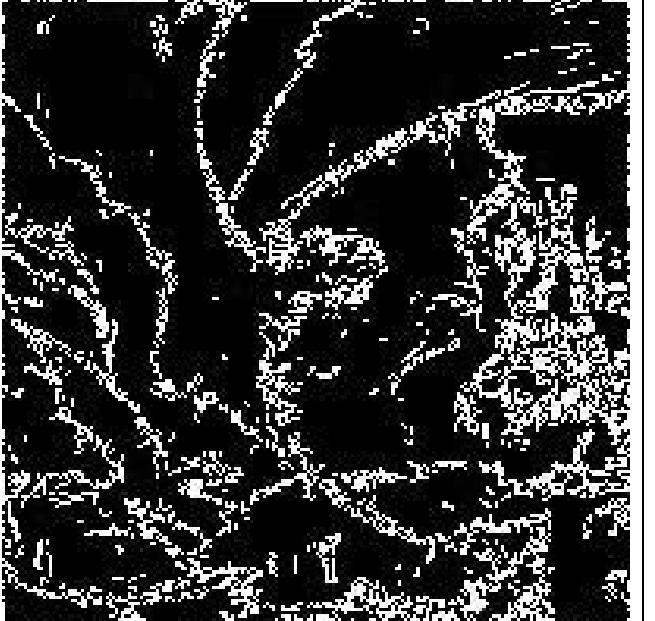
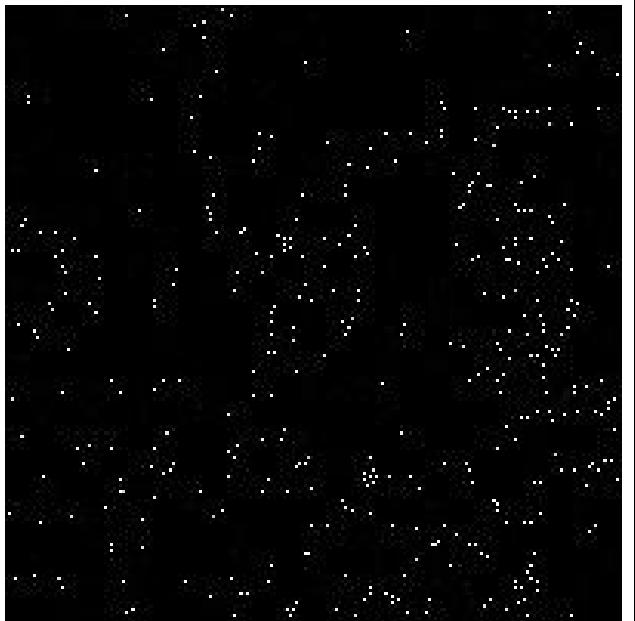
9



10



11



## Анализ результатов

Данный фильтр очень щадящий, и сглаживает шумы размером один пиксель. Наилучший результат – 8 изображение.

Применять такой фильтр можно при мелких шумах «соль и перец» для изображений, большую часть информации на которых терять нельзя, например, тексты, документы и др.

Повторное применение фильтра никакого результата не принесет:

Исходное изображение	Разница с исходным (1 раз)
Фильтр (1 раз)	Разница между отфильтрованными
Фильтр (10 раз)	Разница с исходным (10 раз)

**Отчет**

**о лабораторной работе №3**

**«Выделение контуров»**

## Содержание

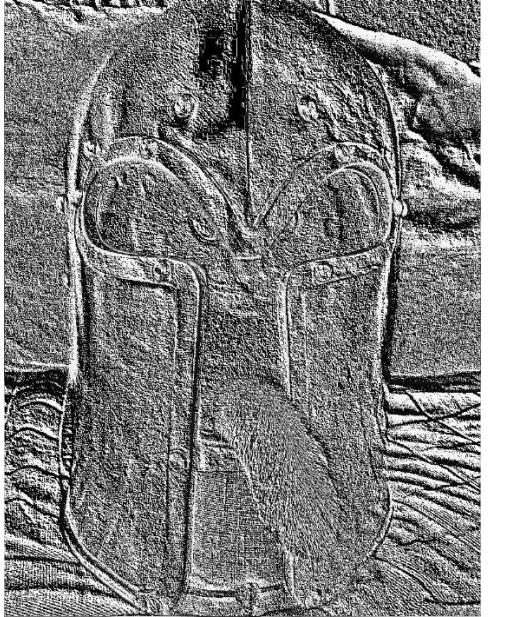
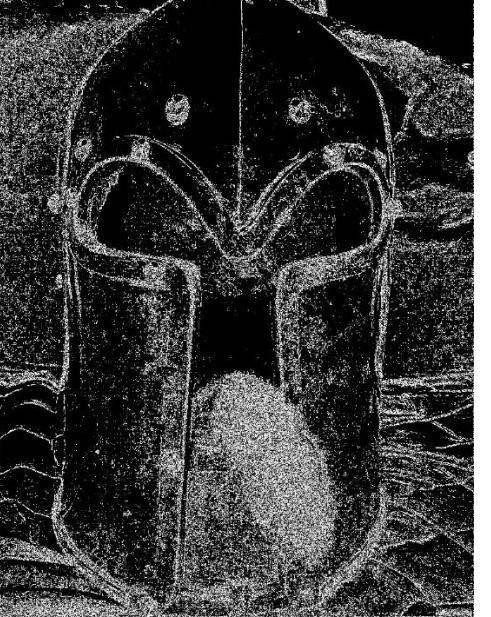
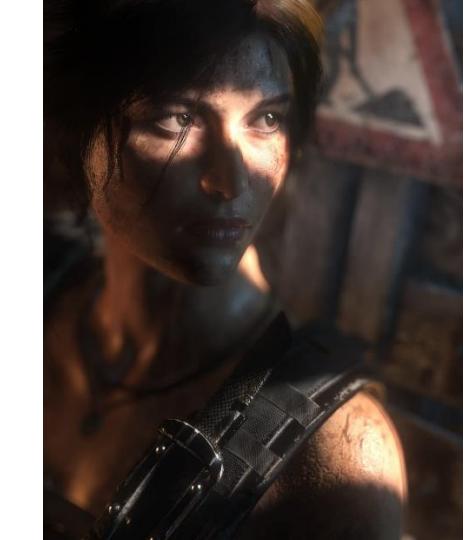
Описание варианта .....	28
Результаты.....	28
Анализ результатов .....	34

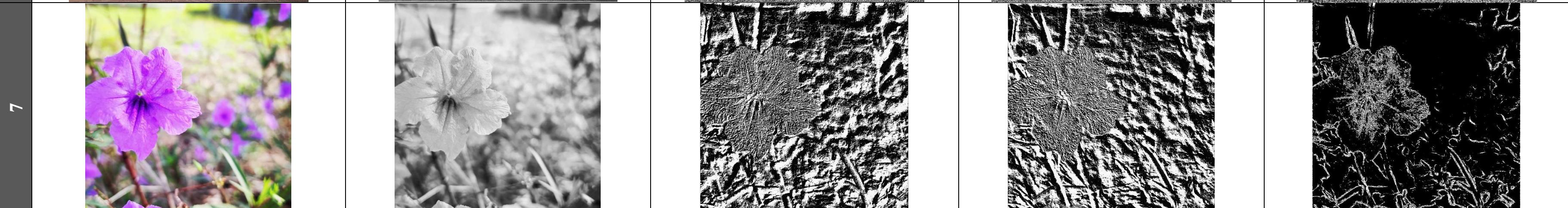
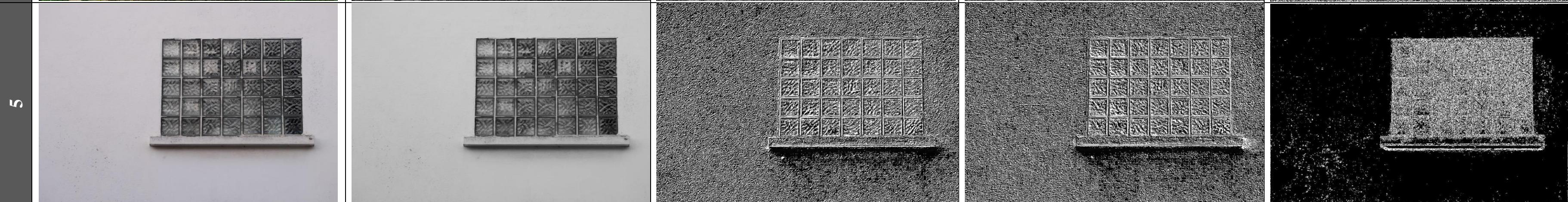
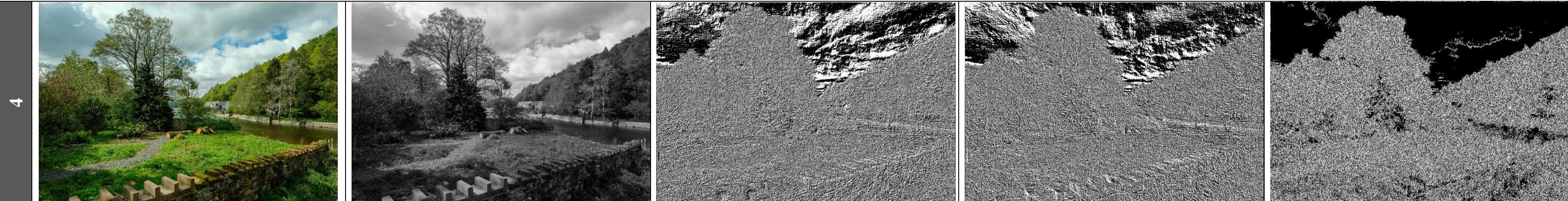
## Описание варианта

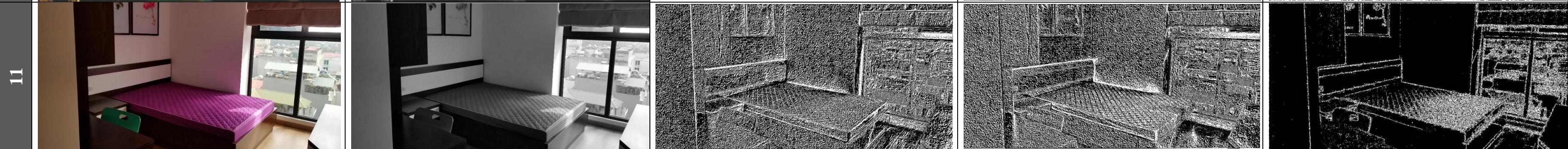
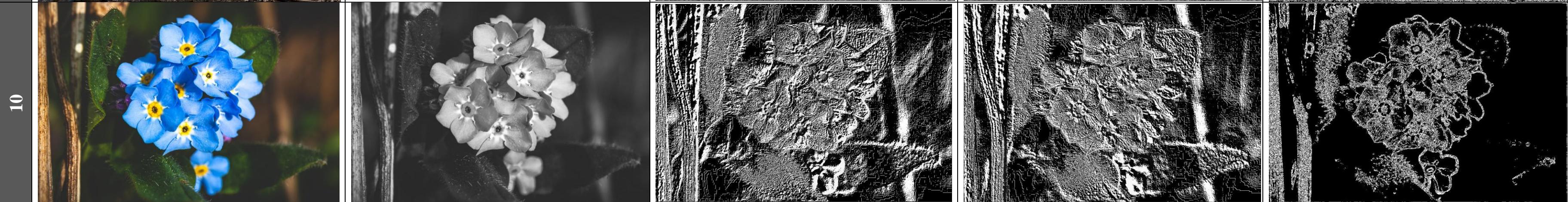
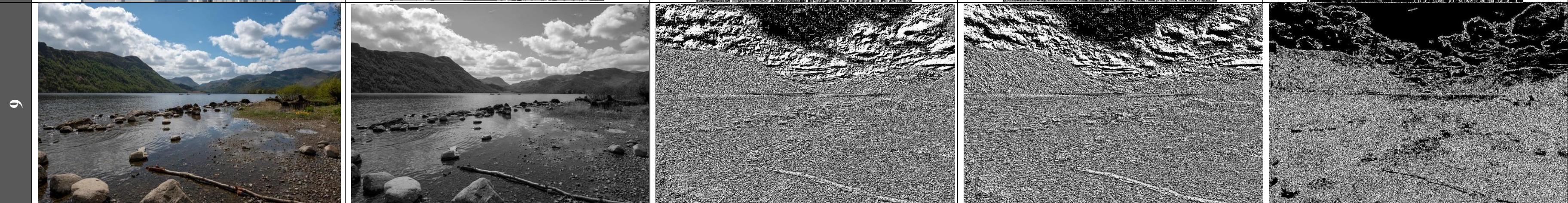
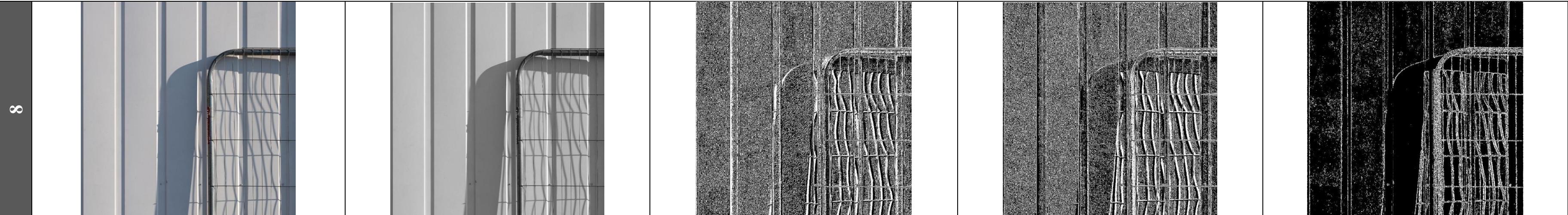
Вариант 2 (альтернативный). Оператор Робертса.  $2 \times 2$ .  $G = G_x^2 + G_y^2$

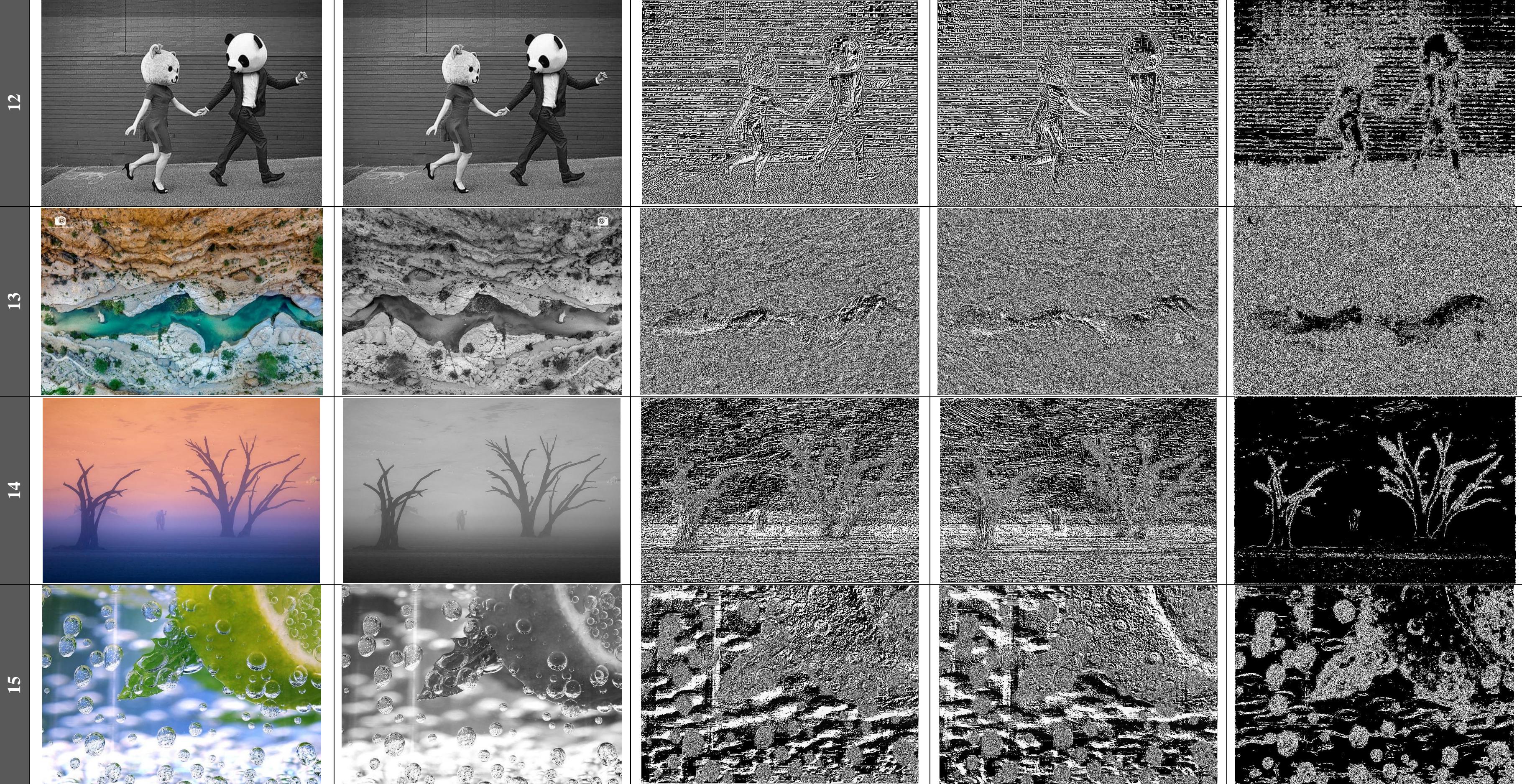
## Результаты

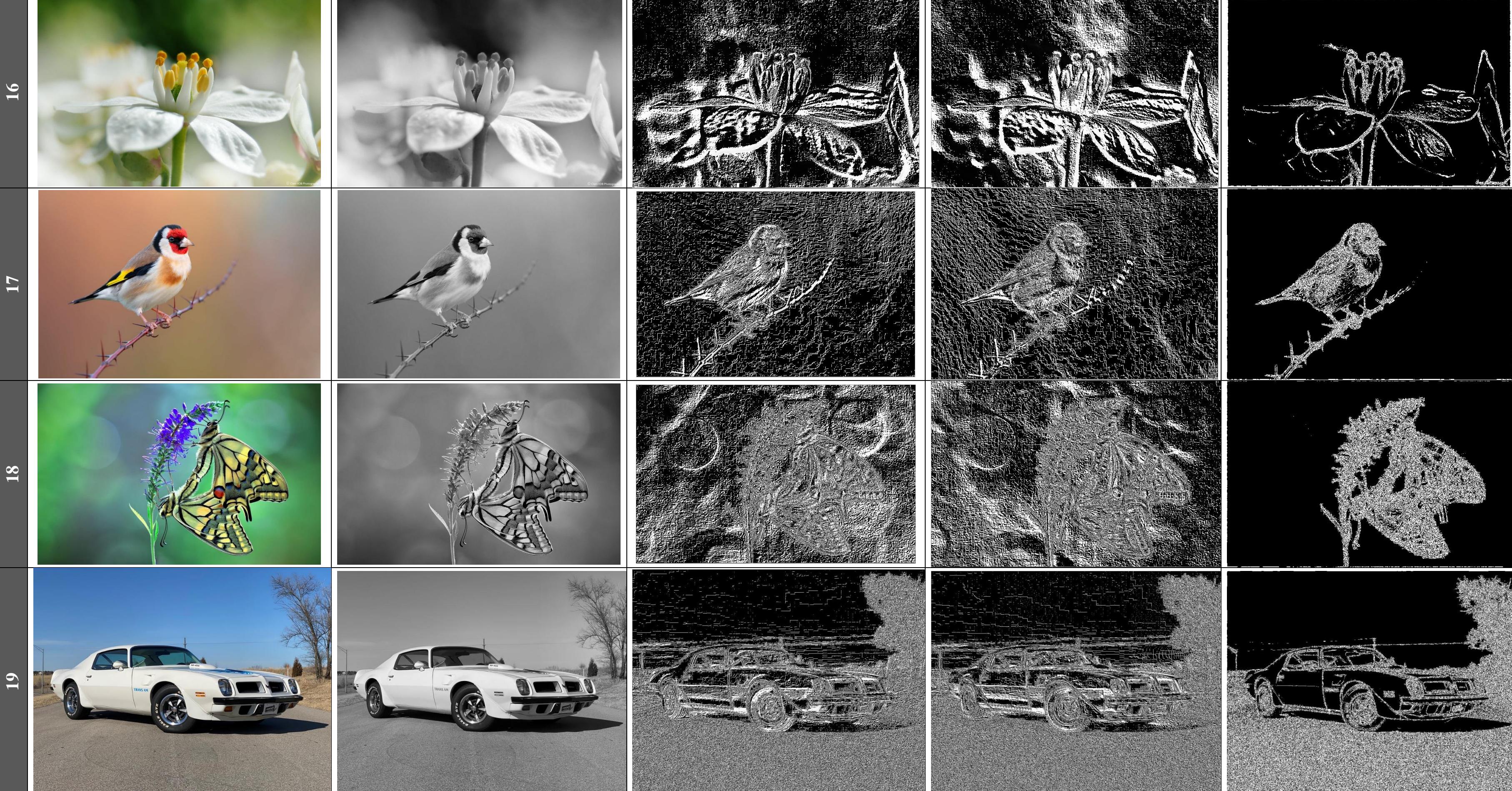
*Примечание:* Бинаризация контурного изображения – глобальная бинаризация Отсю

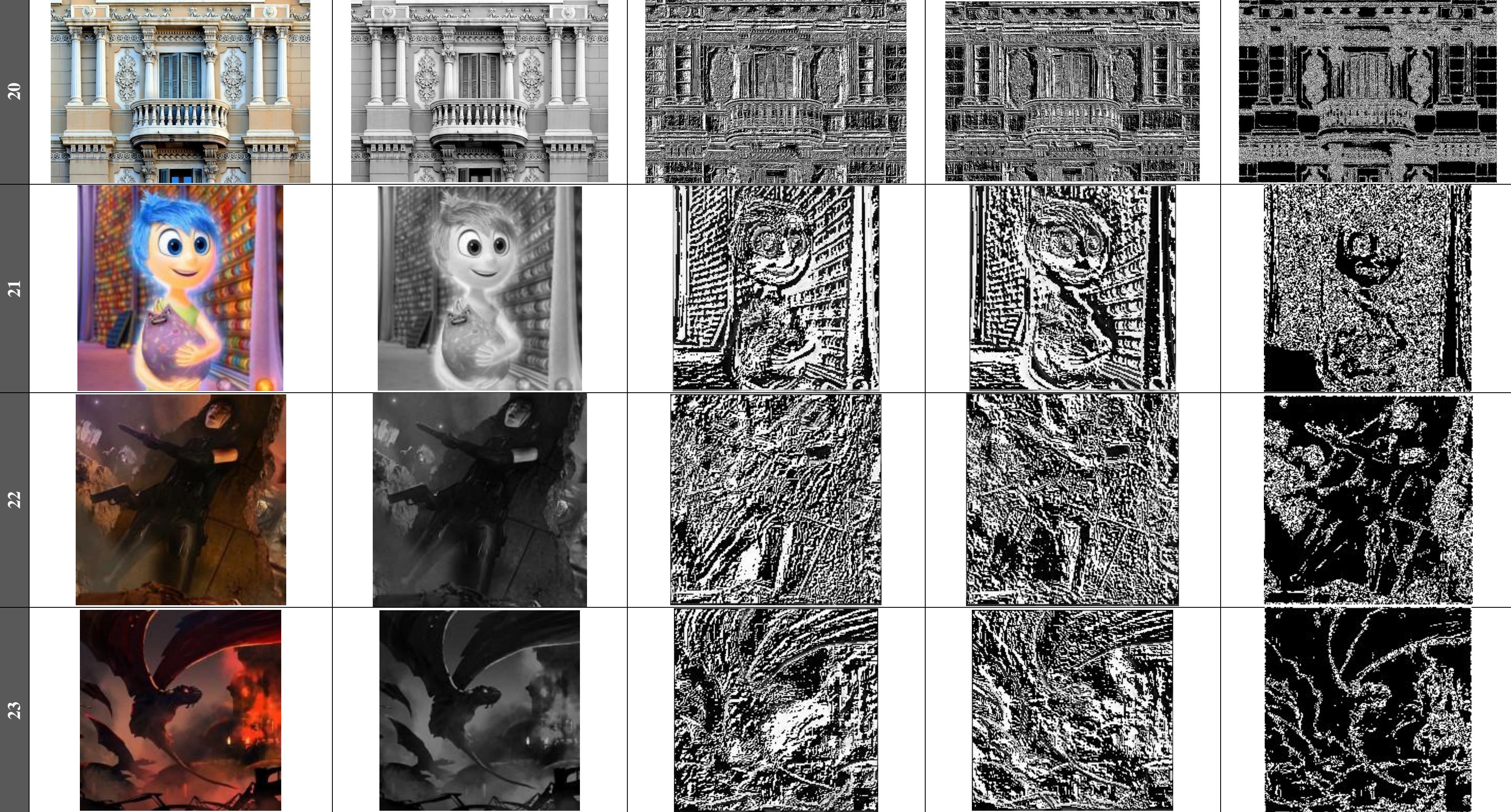
№	Исходное изображение	Полутоновое изображение	Градиент по X	Градиент по Y	Градиентное изображение
1					
2					
3					











## Анализ результатов

В соответствии с полученными контурными изображениями можно сделать вывод о том, что данный вариант подходит для выделения контуров на изображениях со следующими параметрами:

- Высокая контрастность между фоном и выделяемыми объектами
- Макросъемка
- Освещение однородное, нет бликов
- Малое количество мелких контурных деталей
- Изображение в целом яркое, светлое

Чем больше выполняется описанных параметров, тем лучше контурное изображение.

**Отчет**

**о лабораторной работе №4**

**«Выделение признаков символов»**

## Содержание

Описание варианта .....	37
Генерация эталонов .....	37
Набор признаков .....	37
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 .....	38
ПРИЛОЖЕНИЕ 2 .....	39

## Описание варианта

Вариант № 3 - английские заглавные буквы.

Для работы был выбран шрифт TrueType A.D. Mono, кегль 60

А В С Д Е Р Г И І Й К Ь М П О Р О С Т У Щ Ъ Ы Ї

## Генерация эталонов

Запись эталонных значений происходит с помощью модулей ImageDraw и ImageFont. Размер изображений 50x20. Полученные изображения бинаризуются.



Рисунок 1. Эталонные изображения букв М и Q, шрифт A.D.Mono, кегль 60

## Набор признаков

Для дифференциации реальных изображений по эталонам рассчитываются следующие признаки:

- a) Вес (масса черного)
- b) Удельный вес
- c) Координаты центра тяжести
- d) Нормированные координаты центра тяжести
- e) Осевые моменты инерции по горизонтали и вертикали
- f) Нормированные осевые моменты инерции
- g) Профили X и Y

Все скалярные данные записываются в features.csv файл. (ПРИЛОЖЕНИЕ 1) Полученные данные согласуются со здравым смыслом.

Профили сохраняются в буква\_(x|y).png файлы. (ПРИЛОЖЕНИЕ 2)



Рисунок 2. Профили буквы М



Рисунок 3. Профили буквы Q

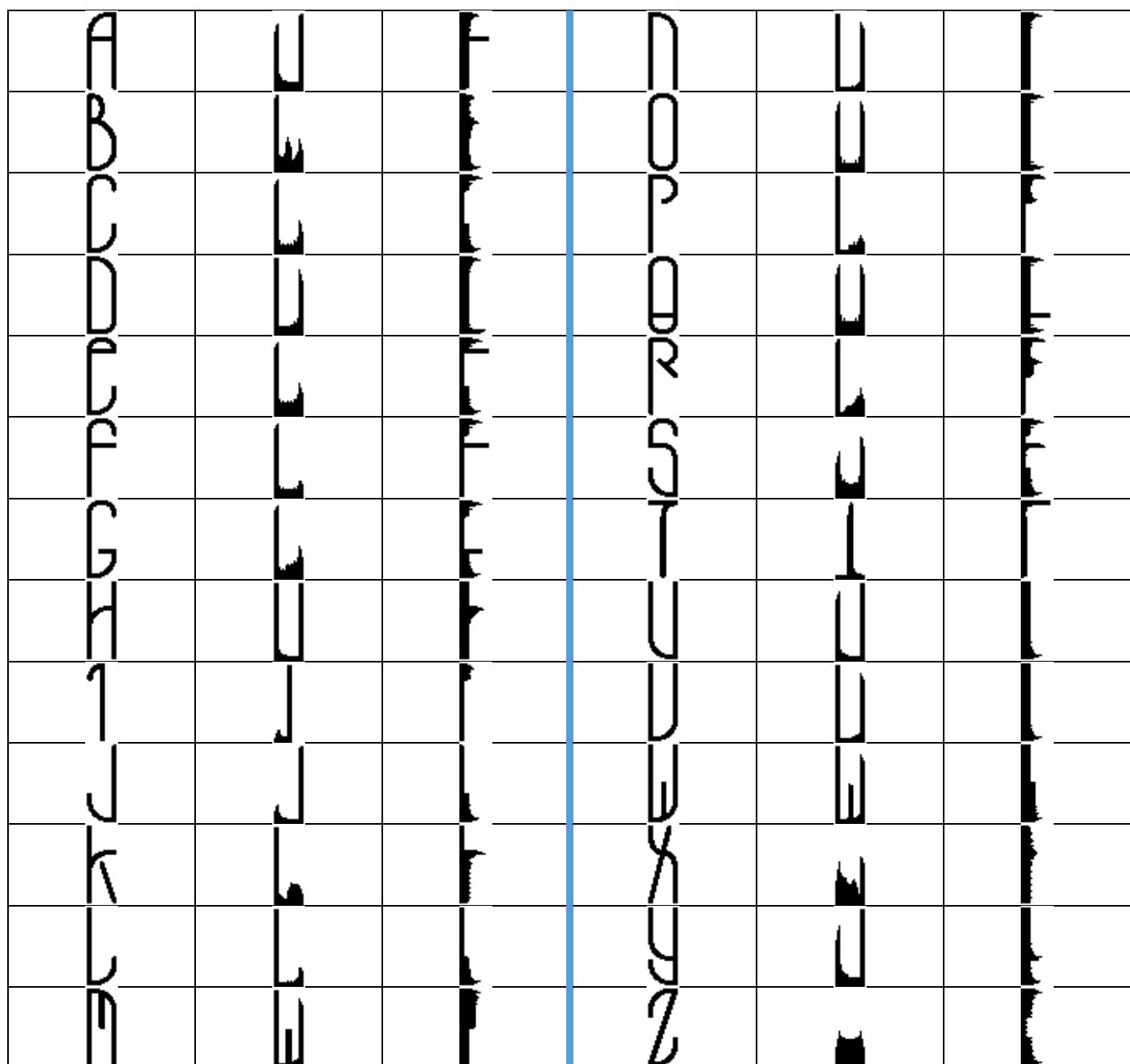
## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

### Наборы признаков

	weight	weight per sq	centerX	centerY	norm_centerX	norm_centerY	momentX	momentY	norm_momentX	norm_momentY
A	346.0	0.346	22.187	9.875	0.443	0.493	64296.789	15949.656	22.171	5.499
B	355.0	0.355	24.915	7.594	0.498	0.379	70269.464	11271.588	24.230	3.886
C	276.0	0.276	25.358	7.413	0.507	0.370	73383.489	10538.913	25.304	3.634
D	341.0	0.341	24.926	8.947	0.498	0.447	79803.167	15513.049	27.518	5.349
E	310.0	0.31	23.445	7.651	0.468	0.382	81500.567	11084.374	28.103	3.822
F	243.0	0.243	18.707	6.325	0.374	0.316	43692.255	7869.316	15.066	2.713
G	300.0	0.3	26.01	7.766	0.520	0.388	74304.970	11037.666	25.622	3.806
H	333.0	0.333	23.780	9.384	0.475	0.469	56648.996	16998.798	19.534	5.861
I	186.0	0.186	20.279	8.709	0.405	0.435	39349.462	1334.322	13.568	0.460
J	219.0	0.219	30.383	13.182	0.607	0.659	42639.780	7498.694	14.703	2.585
K	285.0	0.285	26.578	6.915	0.531	0.345	43007.473	9229.978	14.830	3.182
L	222.0	0.222	30.445	5.909	0.608	0.295	44164.851	7814.198	15.229	2.694
M	395.0	0.395	21.220	9.179	0.424	0.458	72089.837	15792.237	24.858	5.445
N	310.0	0.31	23.016	9.077	0.460	0.453	64306.919	15656.141	22.174	5.398
O	332.0	0.332	24.05	09.05	0.49	0.475	75683.0	15083.0	26.097	5.201
P	239.0	0.239	18.066	6.276	0.361	0.313	45820.928	8177.774	15.800	2.819
Q	368.0	0.368	25.722	09.05	0.514	0.475	80781.728	15512.0	27.855	5.348
R	276.0	0.276	18.471	7.275	0.369	0.363	44856.768	10151.072	15.467	3.500
S	313.0	0.313	24.485	10.162	0.489	0.508	75294.185	11882.690	25.963	4.097
T	232.0	0.232	20.159	9.693	0.403	0.484	53201.099	1791.271	18.345	0.617
U	312.0	0.312	26.086	9.910	0.521	0.495	64824.663	15635.487	22.353	5.391
V	312.0	0.312	26.089	9.099	0.521	0.454	64849.487	15679.919	22.361	5.406
W	375.0	0.375	27.437	9.232	0.548	0.461	70684.277	15748.816	24.373	5.430
X	324.0	0.324	23.950	9.657	0.479	0.482	58453.209	10292.972	20.156	3.549
Y	337.0	0.337	26.326	10.222	0.526	0.511	64786.094	14924.308	22.340	5.146
Z	332.0	0.332	24.05	09.05	0.490	0.475	81167.0	8607.0	27.988	2.967

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Профили X и Y



**Отчет**

**о лабораторной работе №5**

**«Сегментация текста»**

## Содержание

Описание варианта .....	42
Фразы для сегментации.....	42
Алгоритм расчета профилей изображения.....	42
Алгоритм сегментации на основе профилей.....	43
Профили символов фразы.....	43

## Описание варианта

Вариант № 3 - английские заглавные буквы.

Для работы был выбран шрифт TrueType A.D. Mono, кегль 60

A B C D E F G H I J K L M O P Q R S T U V W X Y Z

## Фразы для сегментации

Картинка фразы для сегментации генерируется также, как и эталоны алфавита для лабораторной работы №4. К сожалению, сколько ни было попыток сделать скриншот фразы в Microsoft Word, ничего не получилось, поэтому пришлось генерировать.

ALEJANDRO WAS FILLED WITH THE TRANSCENDENCE OF WHAT WAS HAPPENING AND KNEW THE MEANING OF LIFE

Рисунок 1. ALEJANDRO WAS FILLED WITH THE TRANSCENDENCE OF WHAT WAS HAPPENING AND  
KNEW THE MEANING OF LIFE

BUT VIXEN IS PIQUED

Рисунок 2. BUT VIXEN IS PIQUED

WHAT GOES UP MUST GO DOWN

Рисунок 3. WHAT GOES UP MUST GO DOWN

GRAPE JELLY WAS TASTY

Рисунок 4. GRAPE JELLY WAS TASTY

LOVE IS NOT LIKE PIZZA

Рисунок 5. LOVE IS NOT LIKE PIZZA

## Алгоритм расчета профилей изображения

Профили изображений получаются путем сортировки по возрастанию строк (Y профиль) и столбцов (X профиль) массива пикселя данного изображения.

```
x = np.sort(px, axis=ax)
```

```

## для профиля по X массив приходится разворачивать
if ax == 0:
    x = np.flip(x, axis=ax)

```



Рисунок 6. Профиль X для фразы BUT VIXEN IS PIQUED



Рисунок 7. Профиль Y для фразы BUT VIXEN IS PIQUED

## Алгоритм сегментации на основе профилей

Так как расстояние между буквами в словах и между самими словами достаточно большое, а все X-профили букв не имеют пробелов, то было принято решение реализовать алгоритм, опираясь на данные факты. Таким образом, перед сегментированием отыскиваются номера всех столбцов, в которых нет черного, а затем в их списке отсеиваются те, расстояние между которыми больше хотя бы одного пикселя – профиль буквы.

Функция возвращает многомерный лист из координат  $[(y_1, y_2), (x_1, x_2)]$ .

Таблица 1. Координаты символов для фразы BUT VIXEN IS PIQUED

(0, 48, 1, 19)	(0, 48, 30, 48)	(0, 48, 59, 77)	(0, 48, 116, 134)
(0, 48, 145, 156)	(0, 48, 167, 185)	(0, 48, 196, 214)	(0, 48, 224, 242)
(0, 48, 282, 293)	(0, 48, 304, 322)	(0, 48, 362, 380)	(0, 48, 389, 400)
(0, 48, 411, 429)	(0, 48, 440, 458)	(0, 48, 469, 487)	(0, 48, 497, 515)

## Профили символов фразы

Основываясь на полученных координатах, каждый символ копируется из исходного изображения, а также для него рассчитываются профили, и сохраняются отдельно.

байт символ фразы	профиль X	профиль Y

**Отчет**

**о лабораторной работе №6**

**«Классификация на основе признаков»**

## Содержание

Описание варианта .....	46
Фразы для распознавания .....	46
Классифицирующие признаки .....	46
Определение символа.....	47
Другие примеры.....	47
Анализ алфавита .....	48
Анализ алфавита других кеглей .....	49

## Описание варианта

Вариант № 3 - английские заглавные буквы.

Для работы был выбран шрифт TrueType A.D. Mono, кегль 60

А В С Д Е Ф Г Н І Ё І Й М П О Р Ø С Т І Й Й Ї Й Ї Ї

## Фразы для распознавания

Используются сгенерированные фразы для лабораторной работы №5.

BUT VIXEN IS PIQUED

Рисунок 1. BUT VIXEN IS PIQUED

## Классифицирующие признаки

Для дифференциации реальных изображений по эталонам рассчитываются следующие признаки для каждого символа изображения:

- h) Вес (масса черного)
- i) Удельный вес
- j) Координаты центра тяжести
- k) Нормированные координаты центра тяжести
- l) Осевые моменты инерции по горизонтали и вертикали
- m) Нормированные осевые моменты инерции

Полученные результаты сохраняются в файл features<порядковый номер фразы>.csv.

Таблица 1. Признаки символов для фразы BUT VIXEN IS PIQUED

weight	weight per sq	centerX	centerY	norm_centerX	norm_centerY	momentX	momentY	norm_momentX	norm_momentY
357.0	0.413	23.921	6.568	0.498	0.364	71239.803	11321.568	27.107	4.308
312.0	0.361	25.086	8.910	0.522	0.495	64824.663	15635.487	24.666	5.949
230.0	0.266	19.269	8.673	0.401	0.481	52853.286	1748.543	20.111	0.665
313.0	0.362	25.127	8.118	0.523	0.451	64990.888	15714.626	24.730	5.979
186.0	0.352	19.279	7.709	0.401	0.700	39349.46	1334.322	16.226	0.550
326.0	0.377	22.981	8.638	0.478	0.479	58953.889	10373.288	22.432	3.947
310.0	0.358	22.445	6.651	0.467	0.369	81500.567	11084.374	31.012	4.217
313.0	0.362	21.840	8.099	0.455	0.449	65328.012	15679.929	24.858	5.966
186.0	0.352	19.279	7.709	0.401	0.700	39349.462	1334.3225	16.226	0.550
314.0	0.363	23.429	9.143	0.488	0.507	75598.958	11920.550	28.766	4.535
239.0	0.276	17.066	5.276	0.355	0.293	45820.928	8177.7740	17.435	3.111
186.0	0.352	19.279	7.709	0.401	0.700	39349.462	1334.3225	16.226	0.550
368.0	0.425	24.722	08.05	0.515	0.472	80781.728	15512.0	30.738	5.902
312.0	0.361	25.086	8.910	0.522	0.495	64824.663	15635.487	24.666	5.949
310.0	0.358	22.445	6.651	0.467	0.369	81500.567	11084.374	31.012	4.217
341.0	0.394	23.926	7.947	0.498	0.441	79803.167	15513.049	30.366	5.902

## Определение символа

Используется Евклидова мера близости.

Рассчитанные расстояния для каждого символа сохраняются в файл features\_result\_<порядковый номер фразы>.csv.

Таблица 2. Расстояния для символов фразы BUT VIXEN IS PIQUED

('B', 0.0)	('C', 2283.527)	('G', 3436.408)	('S', 4400.325)	('W', 4579.777)
('U', 0.0)	('V', 184.106)	('N', 221.811)	('A', 615.243)	('Y', 775.966)
('T', 350.432)	('P', 9528.335)	('X', 10564.696)	('L', 10596.286)	('F', 11017.648)
('V', 0.0)	('N', 68.128)	('U', 184.106)	('A', 733.565)	('Y', 793.880)
('T', 0.0)	('J', 7082.197)	('F', 7846.608)	('L', 8073.299)	('K', 8716.585)
('X', 0.0)	('H', 7014.982)	('Y', 7716.149)	('A', 7722.879)	('U', 7883.966)
('E', 0.0)	('Z', 2499.827)	('Q', 4485.975)	('D', 4742.921)	('S', 5960.554)
('N', 284.630)	('V', 338.921)	('U', 505.319)	('Y', 754.581)	('A', 1066.426)
('T', 0.0)	('J', 7082.197)	('F', 7846.608)	('L', 8073.299)	('K', 8716.585)
('S', 0.0)	('G', 1275.496)	('C', 2611.260)	('O', 3163.617)	('B', 4400.325)
('P', 0.0)	('L', 1695.648)	('R', 2073.366)	('F', 2150.910)	('K', 2975.542)
('T', 0.0)	('J', 7082.197)	('F', 7846.608)	('L', 8073.299)	('K', 8716.585)
('Q', 0.0)	('D', 978.934)	('E', 4485.975)	('O', 5116.871)	('S', 6305.753)
('U', 0.0)	('V', 184.106)	('N', 221.811)	('A', 615.243)	('Y', 775.966)
('E', 0.0)	('Z', 2499.827)	('Q', 4485.975)	('D', 4742.921)	('S', 5960.554)
('D', 0.0)	('Q', 978.934)	('O', 4142.560)	('E', 4742.921)	('S', 5530.113)

**Примечание:** чем меньше число, тем большее совпадение с этим символом

Полученная фраза: BUTVIXENISPIQUED

## Другие примеры

Таблица 3. Примеры

Номер	
Изображение	
Предложение	
Распознанное предложение	
Пример 1	ALEJANDRO WAS FILLED WITH THE TRANSCENDENCE OF WHAT WAS HAPPENING AND KNEW THE MEANING OF LIFE ALEJANDRO WAS FILLED WITH THE TRANSCENDENCE OF WHAT WAS HAPPENING AND KNEW THE MEANING OF LIFE ALEJANDROWASFILLEDWITHTHETRANSCENDENCEOFWHATWASHAPPENINGANDKNEWTHEMEANINGOFLIFE
Пример 2	WHAT GOES UP MUST GO DOWN WHAT GOES UP MUST GO DOWN WHATGOESUPMUSTGODOWN
Пример 3	GRAPE JELLY WAS TASTY

GRAPE JELLY WAS TASTY
GRAPEJELLYWASTASTY
Пример 4
<b>L<small>O<small>U<small>C</small></small></small></b> 15 <b>N<small>O<small>T</small></small></b> <b>L<small>1k<small>C</small></small></b> <b>P<small>I<small>Z<small>Z</small>A</small></small></b>
LOVE IS NOT LIKE PIZZA
LOVEISNOTLIKEPIZZA

## Анализ алфавита

На основе проведенных экспериментов для определения заглавных букв английского алфавита, написанных шрифтом TrueType A.D. Mono, кегль 60, выявлено, что достаточно простых признаков и дополнить меру близости сравнением профилей с помощью метрики Левенштейна нет необходимости.

Далее приведены значения близости всех символов алфавита и сами эти символы.

Таблица 4. Алфавит

<b>A</b>	('A', 0.0)	('U', 615.243)	('V', 733.565)	('N', 797.575)	('Y', 1334.643)
<b>B</b>	('B', 0.0)	('C', 2283.527)	('G', 3436.408)	('S', 4400.325)	('W', 4579.777)
<b>C</b>	('C', 0.0)	('G', 1380.702)	('B', 2283.527)	('S', 2611.260)	('O', 5093.095)
<b>D</b>	('D', 0.0)	('Q', 978.934)	('O', 4142.560)	('E', 4742.921)	('S', 5530.113)
<b>E</b>	('E', 0.0)	('Z', 2499.827)	('Q', 4485.975)	('D', 4742.921)	('S', 5960.554)
<b>F</b>	('F', 136.621)	('L', 342.398)	('J', 1182.380)	('K', 1570.452)	('P', 2015.090)
<b>G</b>	('G', 0.0)	('S', 1275.496)	('C', 1380.702)	('B', 3436.408)	('O', 4157.824)
<b>H</b>	('H', 94.173)	('X', 6996.054)	('A', 7628.529)	('U', 8198.438)	('V', 8349.702)
<b>I</b>	('I', 0.0)	('J', 7082.197)	('F', 7846.608)	('L', 8073.299)	('K', 8716.585)
<b>J</b>	('J', 0.0)	('F', 1049.177)	('L', 1499.499)	('K', 1687.643)	('P', 3193.603)
<b>K</b>	('K', 0.0)	('F', 1511.261)	('J', 1687.643)	('L', 1811.230)	('R', 2914.175)
<b>L</b>	('L', 0.0)	('F', 476.407)	('J', 1499.499)	('P', 1695.648)	('K', 1811.230)
<b>M</b>	('M', 0.0)	('W', 201.916)	('O', 3263.975)	('B', 4644.451)	('S', 4961.348)
<b>N</b>	('N', 284.630)	('V', 338.921)	('U', 505.319)	('Y', 754.581)	('A', 1066.426)
<b>O</b>	('O', 0.0)	('S', 3163.617)	('M', 3263.975)	('W', 3457.691)	('D', 4142.560)
<b>P</b>	('P', 0.0)	('L', 1695.648)	('R', 2073.366)	('F', 2150.910)	('K', 2975.542)
<b>Q</b>	('Q', 0.0)	('D', 978.934)	('E', 4485.975)	('O', 5116.871)	('S', 6305.753)
<b>R</b>	('R', 595.929)	('P', 2337.495)	('L', 3416.809)	('K', 3510.087)	('F', 3694.651)
<b>S</b>	('S', 0.0)	('G', 1275.496)	('C', 2611.260)	('O', 3163.617)	('B', 4400.325)
<b>T</b>	('T', 350.432)	('P', 9528.335)	('X', 10564.696)	('L', 10596.286)	('F', 11017.648)
<b>U</b>	('U', 0.0)	('V', 184.106)	('N', 221.811)	('A', 615.243)	('Y', 775.966)

Продолжение таблицы 4

<b>V</b>	('V', 0.0)	('N', 68.128)	('U', 184.106)	('A', 733.565)	('Y', 793.880)
<b>W</b>	('W', 0.0)	('M', 201.916)	('O', 3457.691)	('B', 4579.777)	('S', 5078.448)
<b>X</b>	('X', 0.0)	('H', 7014.982)	('Y', 7716.149)	('A', 7722.879)	('U', 7883.966)
<b>Y</b>	('Y', 0.0)	('N', 741.097)	('U', 775.966)	('V', 793.880)	('A', 1334.643)
<b>Z</b>	('Z', 735.443)	('E', 2726.133)	('S', 5877.402)	('G', 6275.936)	('Q', 6944.515)

**Примечание:** чем меньше число, тем больше совпадение с этим символом

Таблица 5. Спорные символы

F	L	J	K	P
H	X	A	U	U
N	U	U	Y	A
R	P	L	K	F
T	P	X	L	F
Z	C	S	G	O

### Анализ алфавита других кеглей

В качестве эксперимента были сгенерированы дополнительные варианты алфавита, разных кеглей. Результаты распознавания представлены в таблице 6.

Таблица 6. Алфавиты

кегль	Распознанная строка
	ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
55	RPTXXIXKIIIHRXIXJXIRRHFRX
56	HXXXIXXRIIIXHXJYJXIIHHXPHX
57	HXXXYYIXRIIIXHXJYJXIIHHXPHX
58	HXYWCJYHIJJNAYJMKBIAHNXAB
59	ABBOSJBHIJKJYAWJOKBTAHYXAC
61	QSEQEPEVIXRPQMQPQRETOWQYQZ
62	WBSQELSAIKKKOWQRQRQTWWOYMZ
63	MOBMEKSHTKRRWVOPQXOTAAWYAZ
64	QOOIWQKBHTIIIXIIVVVWXDHMTIIIPYMZ
65	QOOMQXDMDTIIIXIIPQMXQHDTIIITYM

Очевидно, что малейшее отклонение приводит к ошибкам. Возможно при добавлении анализа профилей результат (для отклонений  $\pm 1$  кегль) можно будет улучшить.