

# Основы обработки изображений

## Лекция 5.

- Фильтры выделения границ
- Фильтры повышения резкости
- Градационные преобразования
- Обработка гистограмм

# Фильтры выделения границ

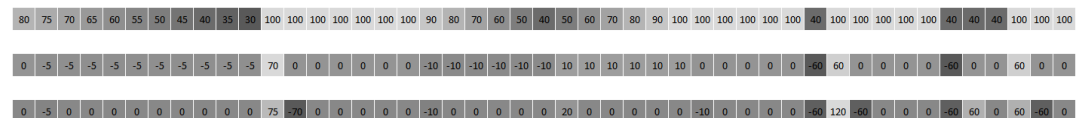
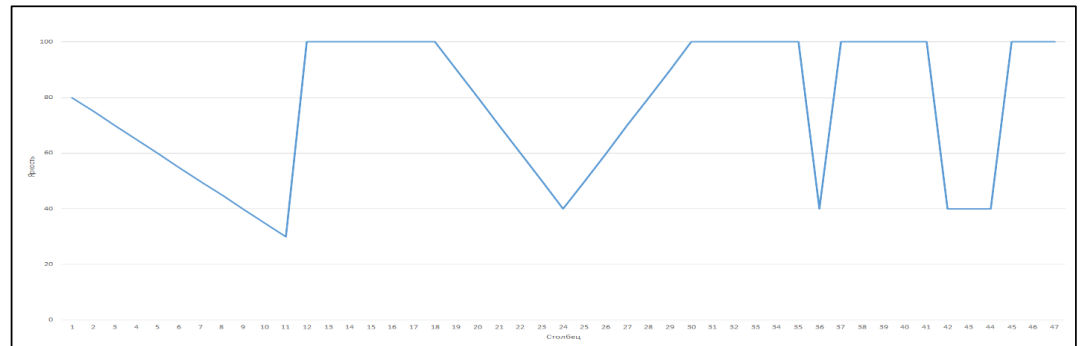
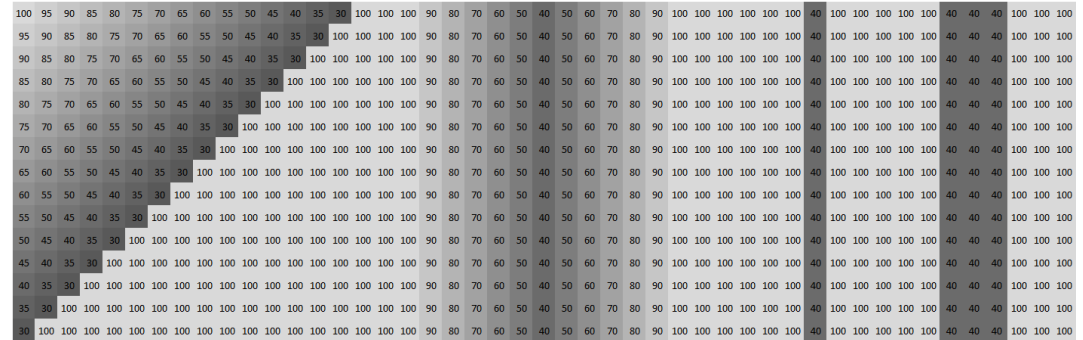
Границы объектов на изображении – это области резкого перепада яркости. В отличие от рассмотренных ранее сглаживающих фильтров фильтры выделения границ должны подчёркивать эти перепады.

# Дифференцирование сигналов

Очевидным способом выделения резких перепадов яркости является вычисление разности яркостей соседних пикселей, т.е. по сути численное дифференцирование.

По определению производная функции в точке равна отношению приращения функции к приращению аргумента. Если взять приращение аргумента равным единице, то значение производной в точке может быть вычислено как разность яркости двух соседних пикселей.

Фактически, вычисление производной эквивалентно применению одномерной маски  $[-1; 1]$ . Аналогично можно вычислять и вторую производную. Правда, маска, которую необходимо применить к исходной последовательности чуть сложнее  $[+1; -2; +1]$ .



# Градиентные фильтры

Градиент – вектор, направленный в сторону наискорейшего возрастания значения функции. По определению градиент равен  $[\frac{\delta f}{\delta x}; \frac{\delta f}{\delta y}]$ .

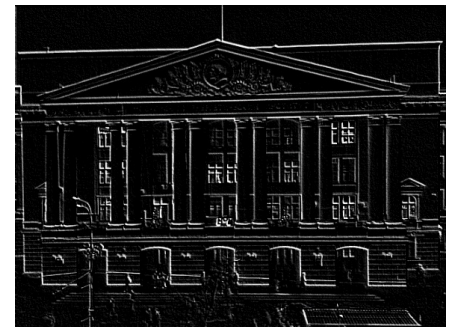
На реальных изображениях присутствует шум, поэтому на практике используют усреднённые оценки, учитывающие как изменение контраста в исследуемой строке, так и в строках выше и ниже исследуемой.

Наиболее широко используемыми градиентными фильтрами являются фильтры Превитт, Собеля и Щарра.



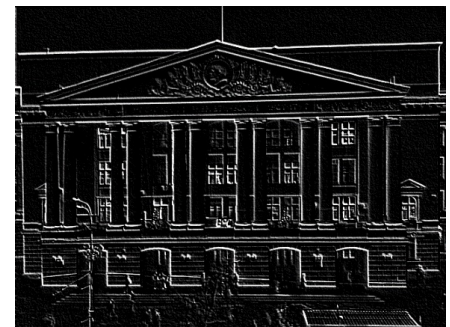
## Превитт

В направлении горизонтальной оси	В направлении вертикальной оси
-1 0 1	1 1 1
-1 0 1	0 0 0
-1 0 1	-1 -1 -1



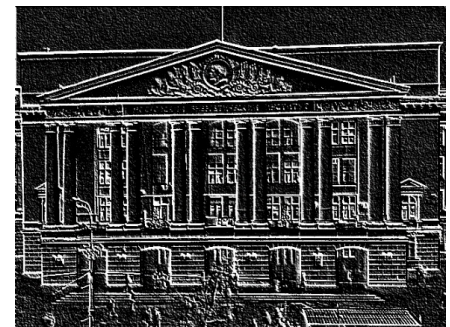
## Собель

В направлении горизонтальной оси	В направлении вертикальной оси
-1 0 1	1 2 1
-2 0 2	0 0 0
-1 0 1	-1 -2 -1



## Щарр

В направлении горизонтальной оси	В направлении вертикальной оси
-3 0 3	3 10 3
-10 0 10	0 0 0
-3 0 3	-3 -10 -3



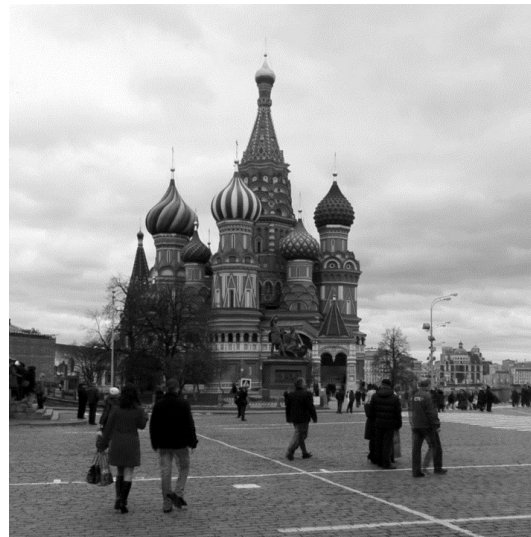
## Повышение резкости

Для повышения резкости часто используются фильтры основанные на второй производной. Простейшим из таких фильтров является лапласиан, который задаётся следующим выражением:

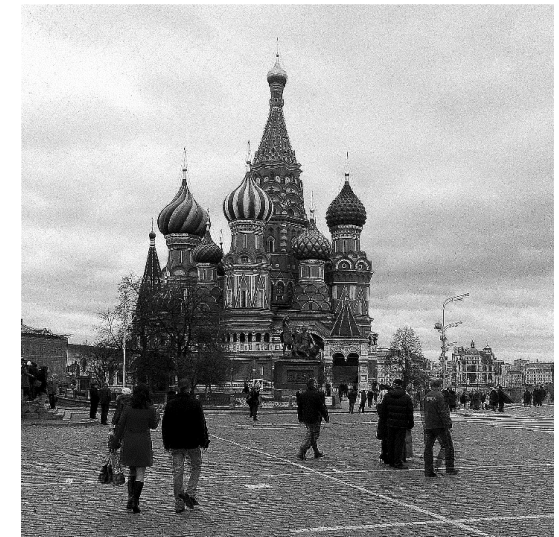
$$\nabla^2 f = \frac{\delta^2 f}{\delta x^2} + \frac{\delta^2 f}{\delta y^2}$$

На практике при вычислении лапласиана часто учитываются диагональные элементы.

Основным применением лапласиана является повышение резкости расфокусированных изображений. Повышение резкости можно добиться, вычитая из исходного изображения вычисленный на его основе лапласиан.



1	1	1
1	-8	1
1	1	1



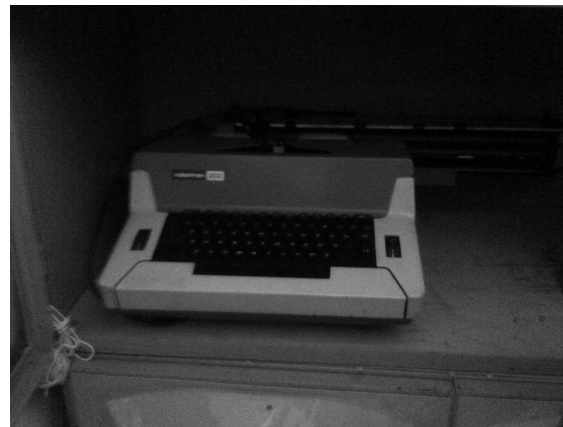
# Градационные преобразования

Градационные преобразования не учитывают информацию о яркости окрестности пиксела, поэтому невозможно определить является ли пиксел шумом. Основное назначение таких преобразований – улучшение восприятия изображений путём избавления от слишком тёмных или слишком ярких областей.

# Линейное преобразование

Самым простым градационным преобразованием является линейное преобразование. Оно задаётся функцией  $I^\Phi[r, c] = k * I[r, c] + b$ . Простота – это, вероятно, единственное достоинство данного градационного преобразования. В следствие линейности этого преобразования невозможно добиться существенного изменения тона в определённом диапазоне, т.е. нельзя целенаправленно усилить тёмные области или наоборот ослабить слишком яркие.

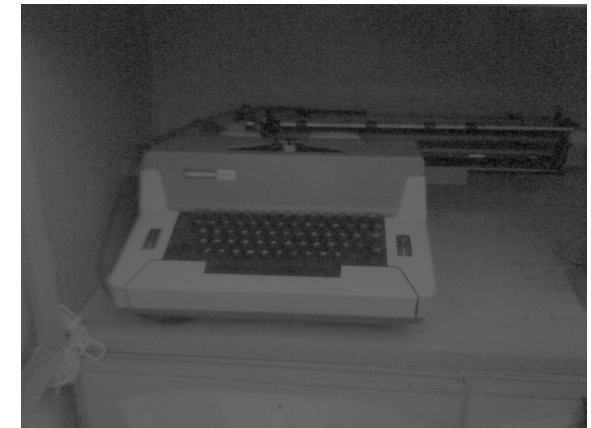
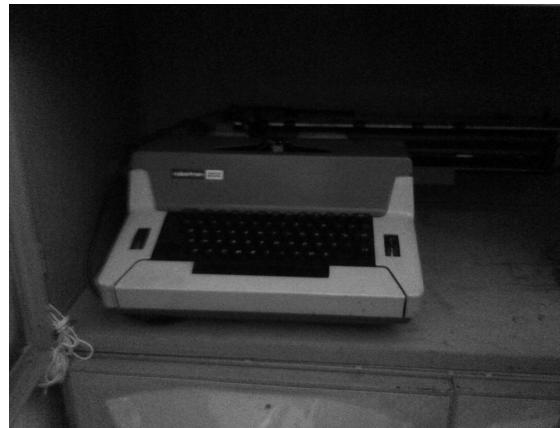
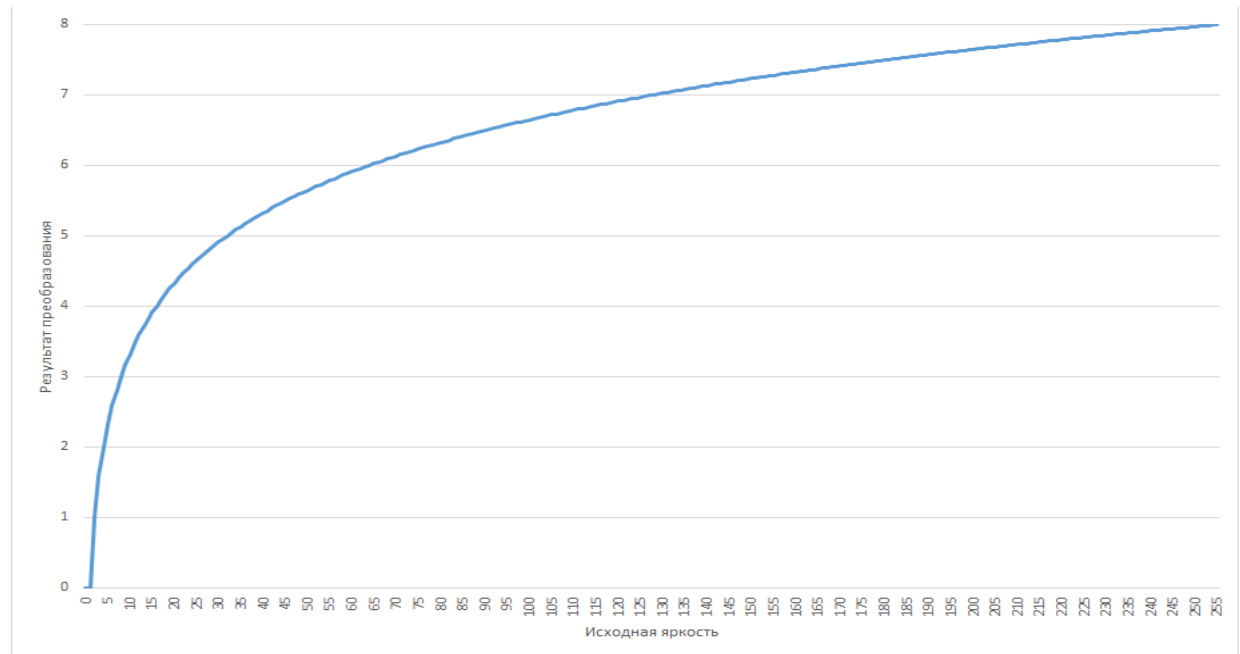
Тем не менее, это преобразование весьма широко используется особенно при обработке медицинских изображений (рентгенограмм).



# Логарифмическое преобразование

Одной из наиболее часто встречающихся проблем на фотографиях являются т.н. засветы т.е. излишне яркие области. Повысить визуальное качество таких изображений можно отобразив узкий диапазон малых значений яркости исходного изображения в более широкий диапазон на выходном изображении, а широкий диапазон больших значений яркости исходного изображения в узкий диапазон на выходном. К описанным требованиям хорошо подходит логарифмическая.

Действительно сравнительно узкий диапазон исходной яркости (0-40) отображается в широкий диапазон итоговой яркости (0-5.3), а большие значения яркости (150-255) отображаются в узкий выходной диапазон (7,3-8). Математически логарифмическое преобразование описывается следующей формулой:  $I^{\Phi}[r, c] = c * \log(1 + I[r, c])$ , где  $c$  – константа  $\geq 1$ .

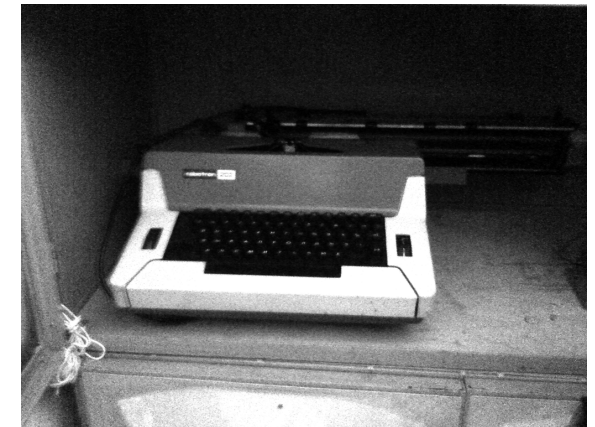
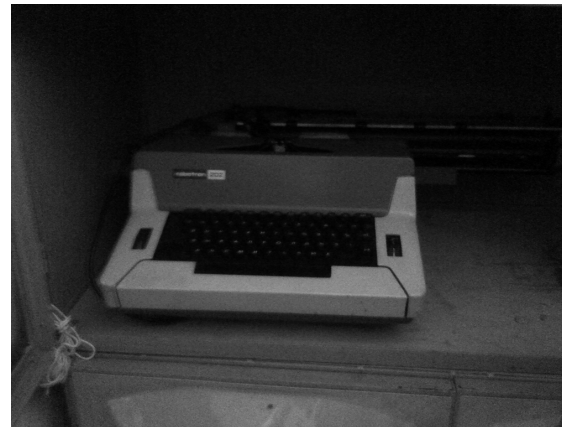
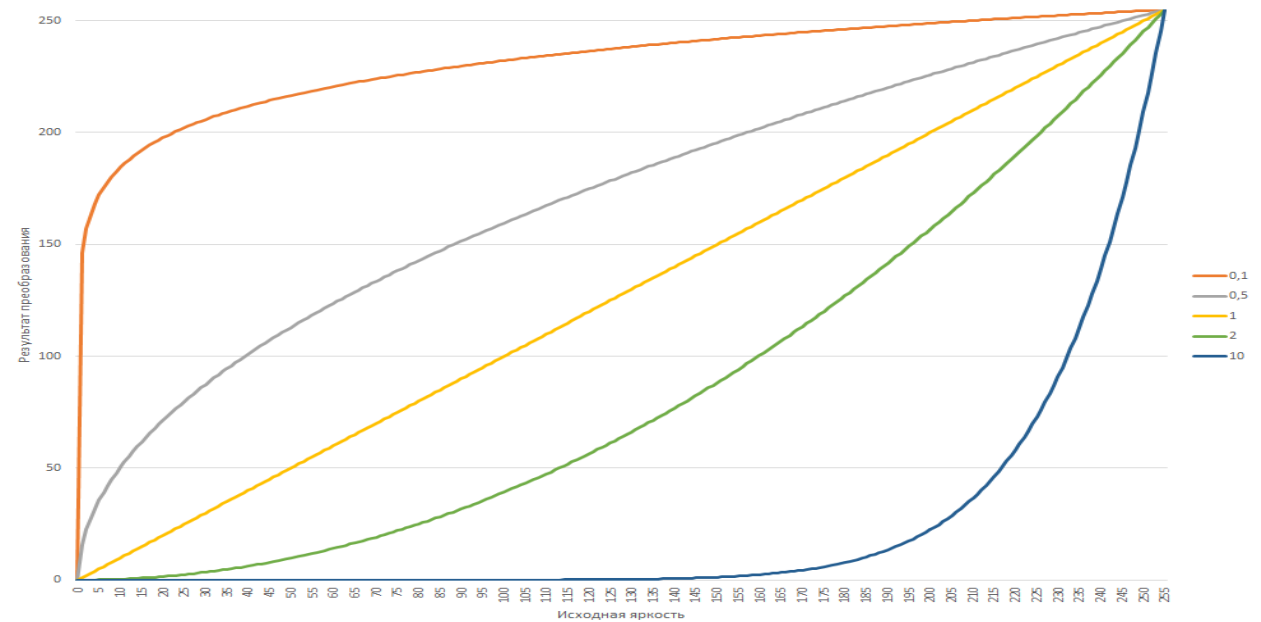




# Гамма-коррекция

Степенное преобразование задаётся в виде  $I^\Phi = c * I[r, c]^\gamma$ , и, вероятно, является самым популярным из градационных преобразований. Исторически степенное преобразование использовалось для компенсации искажений, вносимых устройствами отображения, т.к. их амплитудная характеристика соответствовала степенному закону. Показатель степени в уравнении амплитудной характеристики исторически назывался  $\gamma$ , поэтому соответствующее преобразование стали называть коррекцией гаммы или гамма-коррекцией.

Популярность этого преобразования объясняется не только тем, что оно до сих пор используется для настройки устройств отображения, но и тем, что, меняя параметр  $\gamma$ , можно получить множество кривых с различными свойствами.



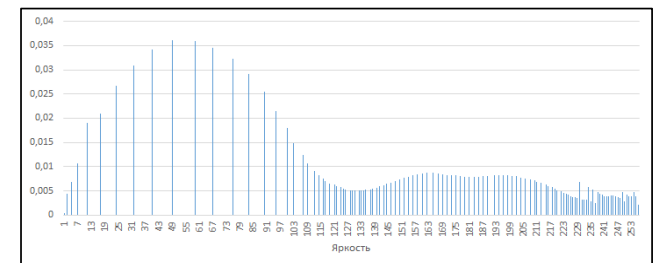
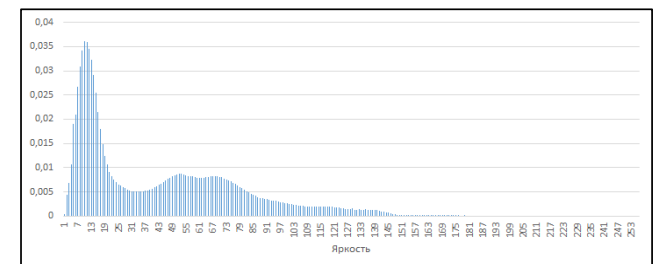
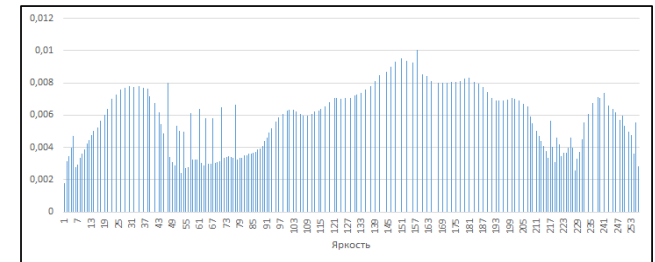
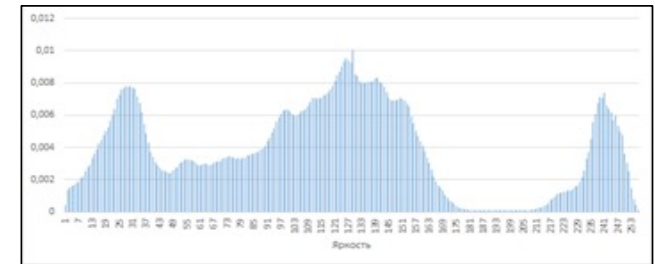
# Обработка гистограмм

Гистограмма изображения – дискретная функция  $H$ , определённая на множестве значений  $[0; 2^{bpp}]$ , где  $bpp$  – количество бит, отводимое для кодирования яркости одного пиксела. Хотя это и не является обязательным, но гистограммы часто нормируют в диапазон  $[0; 1]$ , выполняя деление  $H[i], i \in [0; 2^{bpp}]$  на общее количество пикселей изображения.

# Эквализация гистограмм

На основе гистограммы можно делать некоторые выводы о самом исходном изображении. Например, гистограммы очень тёмных изображений характеризуются тем, что ненулевые значения сконцентрированы около нулевых уровней яркости, а для очень светлых изображений наоборот – все ненулевые значения сконцентрированы в правой части гистограммы.

Можно сделать вывод, что наиболее удобным для восприятия будет изображение, у которого гистограмма близка к равномерному распределению. Т.е. к изображению надо применить такое преобразование, чтобы гистограмма результата содержала все возможные значения яркости и при этом в примерно одинаковом количестве. Такое преобразование называется эквализацией гистограммы.



ВОПРОСЫ

