

# **Ввод и обработка данных дистанционного зондирования Земли**

## **Методы улучшения изображений**

**Лектор: к.т.н. Токарева Ольга Сергеевна**

**Лекция 5**

# Методы улучшения изображений

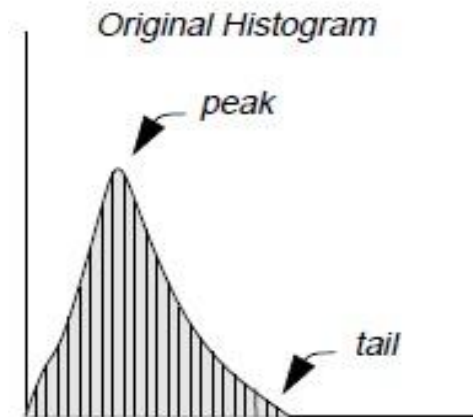
Улучшение изображений позволяет подчеркнуть важнейшие признаки изображения и облегчить задачу интерпретации.

## Методы улучшения:

1. Спектральные - основаны на индивидуальных значениях яркости пикселей в пределах каждой зоны спектра. В основе - анализ и преобразование гистограмм.
2. Пространственные – основаны на анализе значений соседних пикселей.

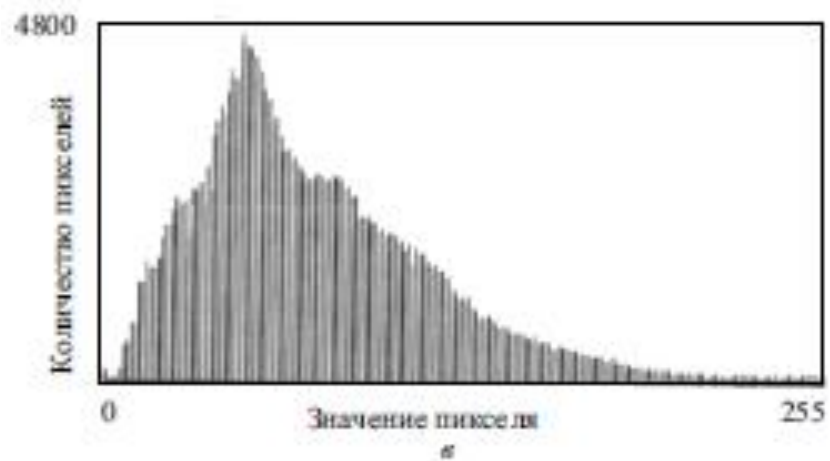
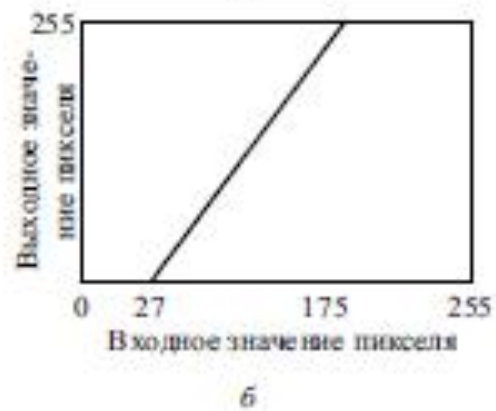
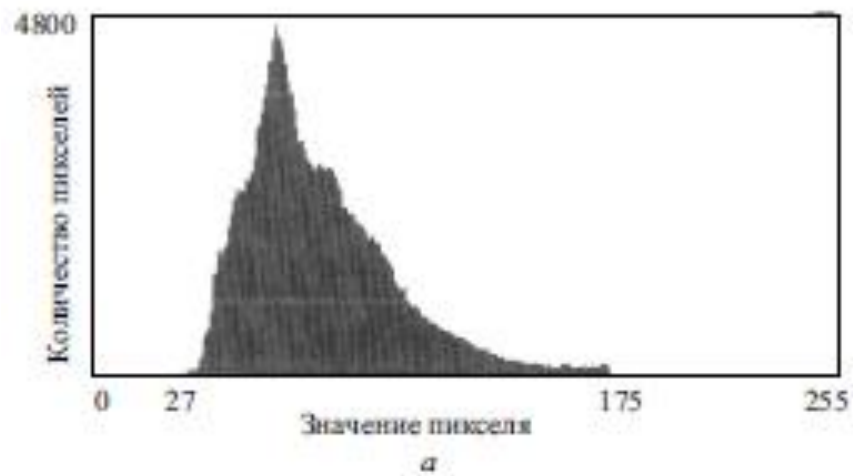
# Спектральные улучшающие преобразования

Гистограмма – график или таблица, показывающая количество пикселей  $h(I)$  в изображении, имеющих спектральную яркость  $I$ .

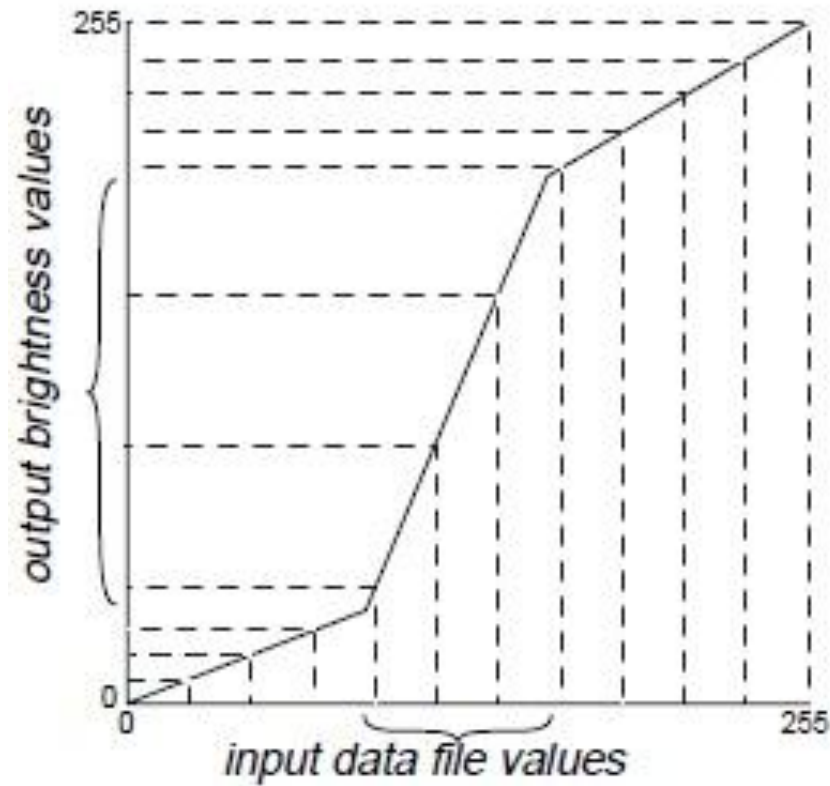


## Спектральные преобразования:

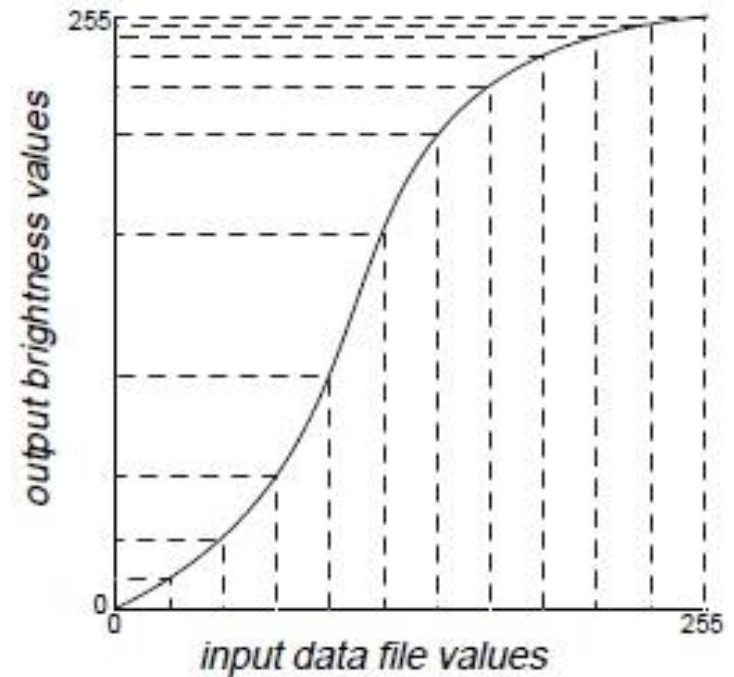
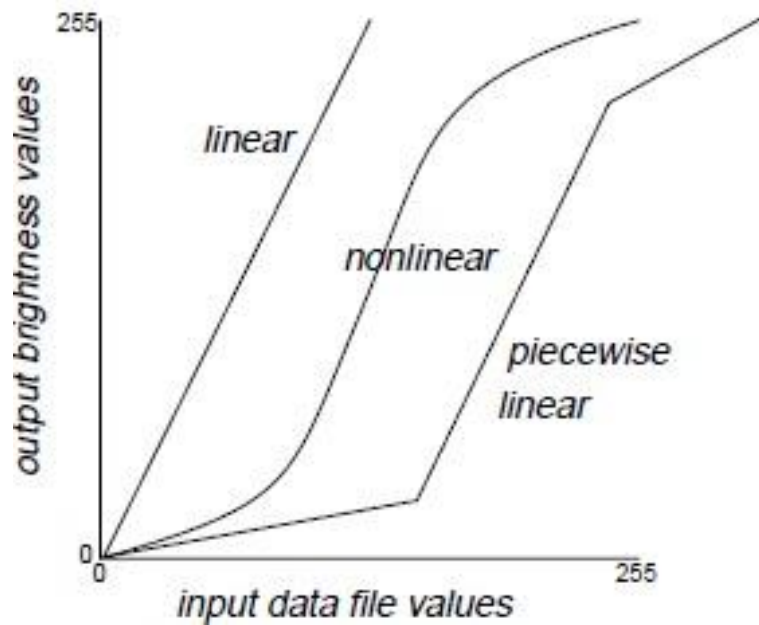
- Линейное, нелинейное, кусочно-линейное преобразование гистограмм, приводящее к изменению контраста;
- Эквиализация гистограммы - перераспределение пикселей в пределах радиометрического диапазона;
- Подгонка гистограмм – согласование гистограмм двух изображений (при составлении мозаик);
- Инверсия изображения – получение изображения с обратным контрастом.



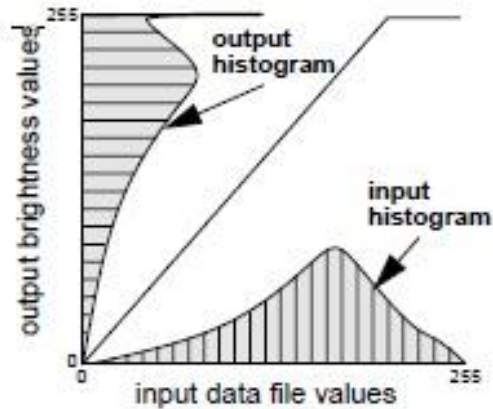
# Спектральные улучшающие преобразования



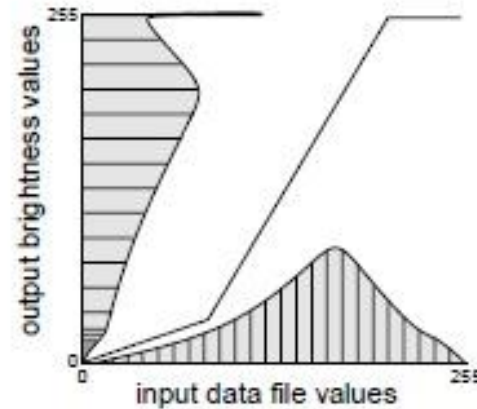
# Спектральные улучшающие преобразования



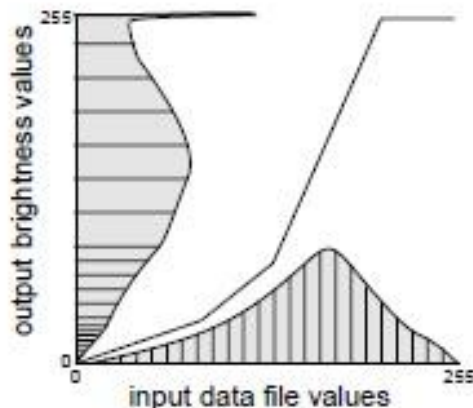
# Спектральные улучшающие преобразования



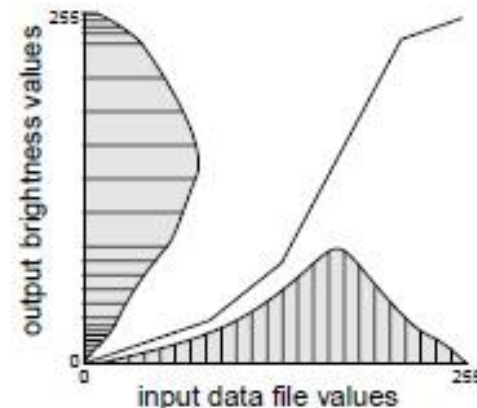
1. Linear stretch. Values are clipped at 255.



2. A breakpoint is added to the linear function, redistributing the contrast.



3. Another breakpoint added. Contrast at the peak of the histogram continues to increase.

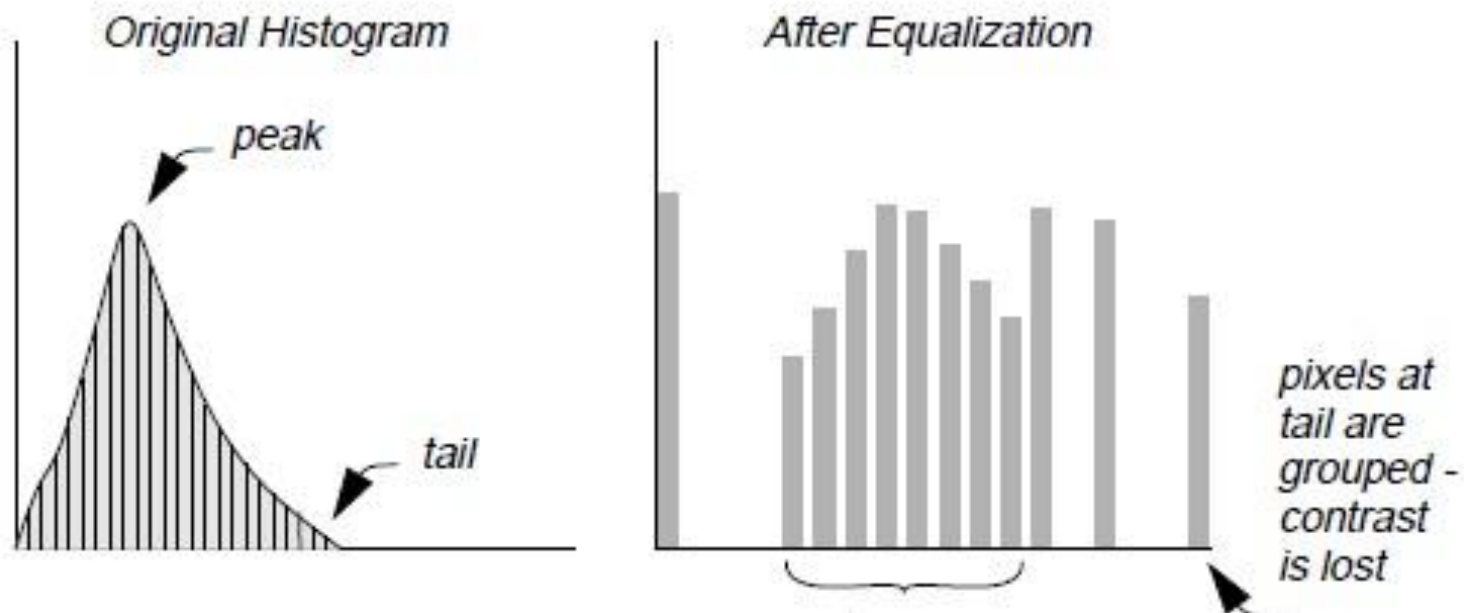


4. The breakpoint at the top of the function is moved so that values are not clipped.

# Спектральные улучшающие преобразования

Эквализация гистограммы – нелинейное преобразование контраста приводит:

- к уменьшению контраста в очень светлых и темных областях;
- к увеличению контраста на пиках для наиболее часто встречающихся значений;
- к перераспределению средних значений яркости к началу и концу радиометрического диапазона





# Спектральные улучшающие преобразования

## Эквализация гистограммы

N – количество столбцов гистограммы (10)

M – максимум ранга выходных значений(9, граница радиометрического диапазона)

T – общее количество пикселей

$$A = T/N$$

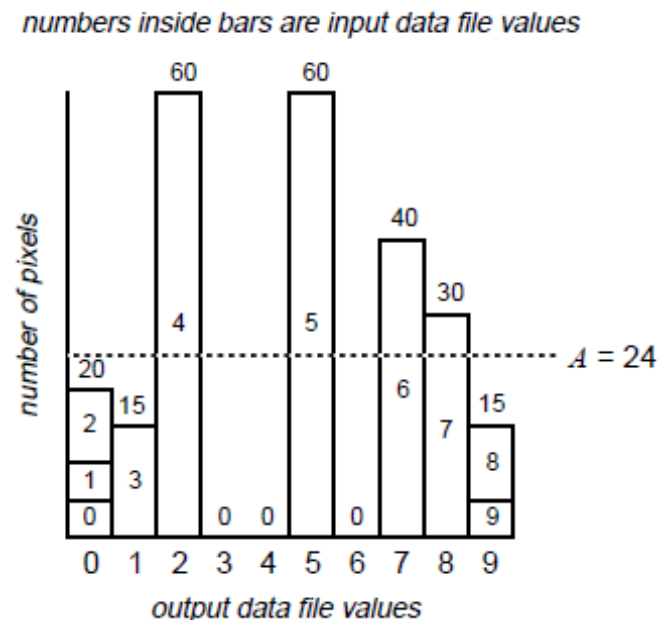
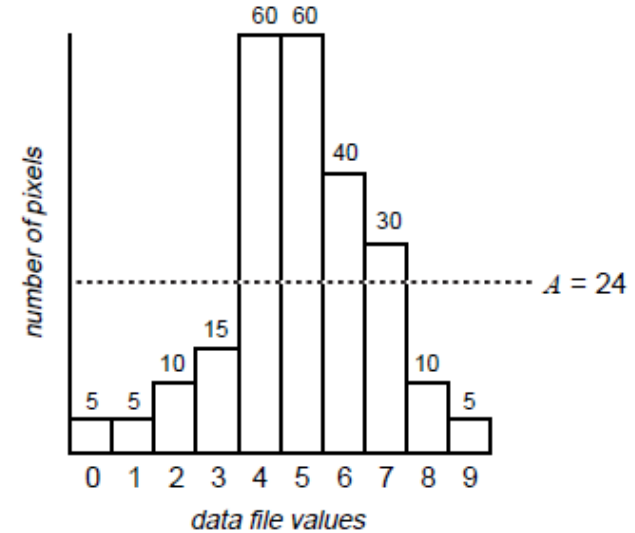
$$B_i = \text{int} \left[ \frac{\left( \sum_{k=1}^{i-1} H_k \right) + \frac{H_i}{2}}{A} \right]$$

$A$  = количество пикселей на один столбец

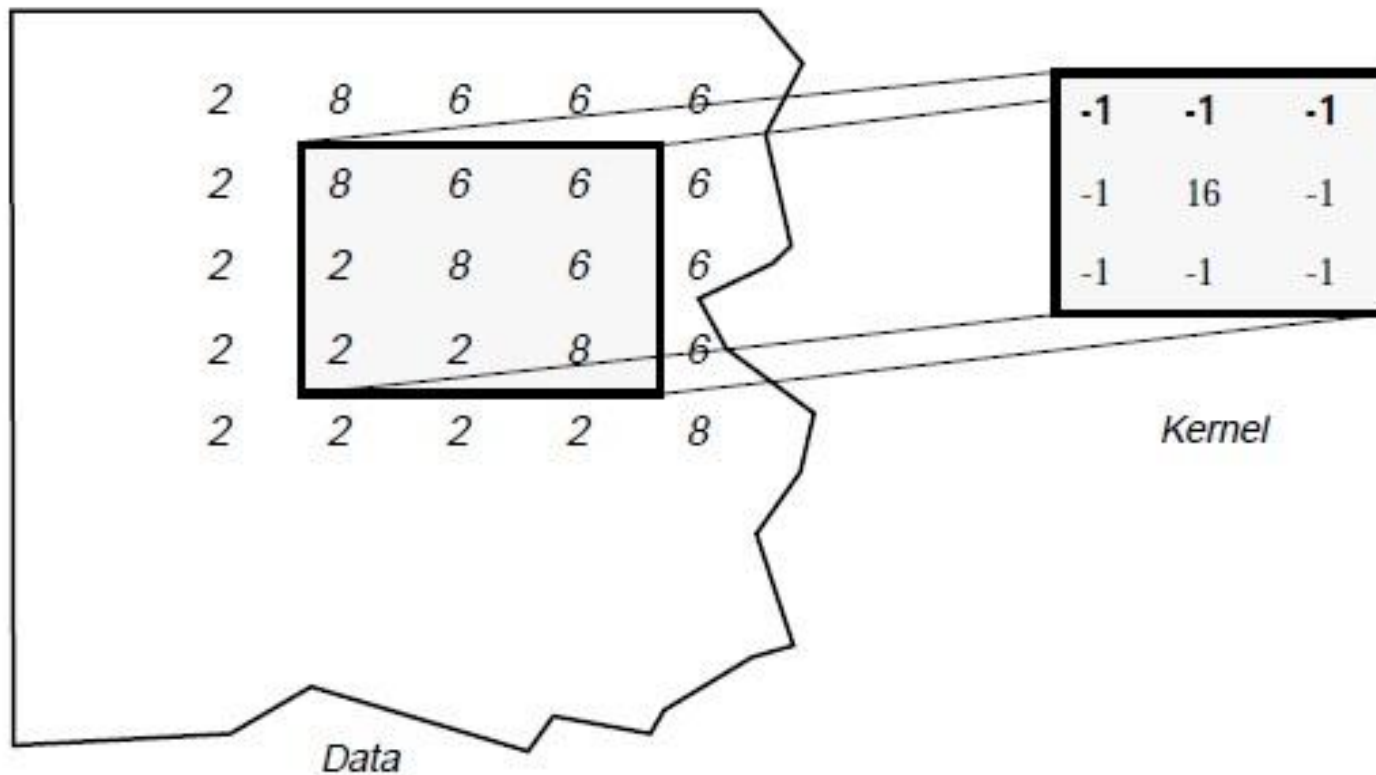
$H_i$  = количество значений со значением  $i$  на исходной гистограмме

$\text{int}$  = функция, округляющая до ближайшего целого

$B_i$  = номер нового столбца гистограммы для пикселей со значением  $i$



# Пространственные улучшающие преобразования: фильтрация



# Пространственные улучшающие преобразования: фильтрация

Общая формула фильтрации имеет вид:

$$I_f = \frac{\sum_{i=1}^q \left( \sum_{j=1}^q f_{ij} I_{ij} \right)}{F}$$

где  $f_{ij}$  – числовые значения коэффициентов фильтра, расположенные в  $i$ -ой строке и  $j$ -ом столбце матрицы;

$I_{ij}$  – значение пикселя исходного изображения;

$q$  – размер фильтра, определяющий размер стороны скользящего окна;

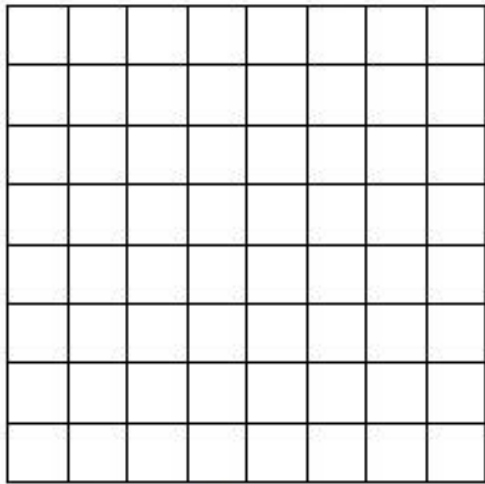
$F$  – величина, зависящая от типа операции фильтрации и равная либо сумме коэффициентов фильтра, либо 1, если сумма коэффициентов равна 0. Используется для нормирования значений в пределах окна так, чтобы выходные данные находились примерно в том же диапазоне, что и исходные;

$I_f$  – значение пикселя преобразованного изображения (результат фильтрации). Если  $I_f < 0$ , его заменяют на 0.

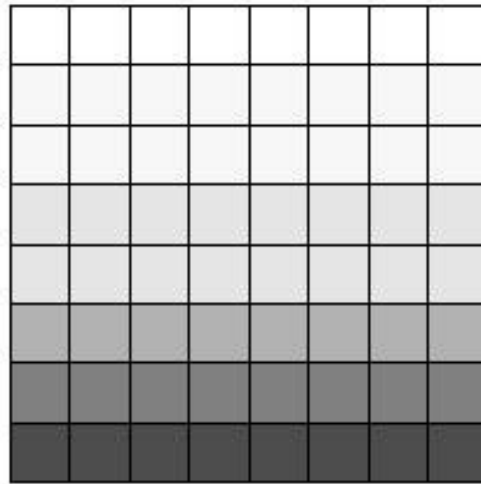
# Пространственные улучшающие преобразования: фильтрация

Пространственная частота определяет величину изменения значений яркости на единицу расстояния на любой части изображения. Выделяют области с

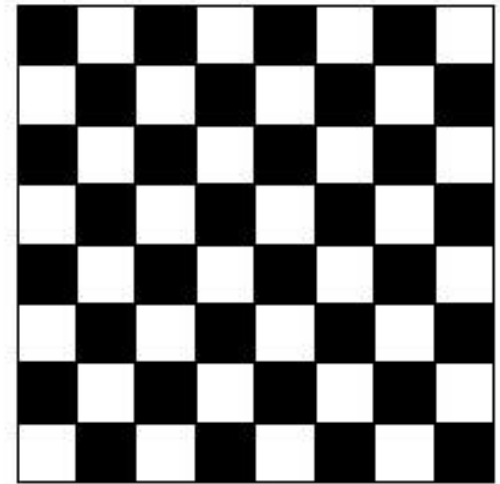
- нулевой
- низкой
- высокой пространственной частотой



*zero spatial frequency*



*low spatial frequency*



*high spatial frequency*

# Пространственные улучшающие преобразования: фильтрация

## Пространственные фильтры:

1. Фильтры низкой частоты – подчеркивают детали низкой частоты, чтобы сгладить шум и уменьшить ступенчатость изображения (сглаживающие, усредняющие фильтры).
2. Фильтры высокой частоты – подчеркивают детали высокой частоты, выделяют и подчеркивают линейные особенности – дороги, границы земля/вода, увеличивают детализацию без воздействия на элементы низкой частоты (фильтры резкости).
3. Фильтры подчеркивания границ – подчеркивают границы, окружающие объекты изображения, чтобы сделать их более различимыми. Результатом является изображение с серым тоном и черно-белыми линиями, окружающими границы объектов на изображении.

# Пространственные улучшающие преобразования: фильтрация

## Сглаживающие линейные фильтры

Однородный усредняющий фильтр

$1/9$	$1/9$	$1/9$
$1/9$	$1/9$	$1/9$
$1/9$	$1/9$	$1/9$

Маска дающая средневзвешенное значение

$1/16$	$1/8$	$1/16$
$1/8$	$1/4$	$1/8$
$1/16$	$1/8$	$1/16$

**Фильтры, основанные на порядковых статистиках (нелинейные сглаживающие):**

-медианный  
-модальный  
-адаптивный

- максимума  
- минимума

# Пространственные улучшающие преобразования: фильтрация

## Пространственные фильтры повышения резкости

$$k \cdot I + (1 - k)A,$$

где  $I$  – оператор тождественности (равен 1 в центральной ячейке и нулю во всех остальных ячейках);

$A$  – усредняющий фильтр;

$k$  – некоторое число большее 1, определяющее степень резкости.

<b>-1/9</b>	<b>-1/9</b>	<b>-1/9</b>
<b>-1/9</b>	<b>17/9</b>	<b>-1/9</b>
<b>-1/9</b>	<b>-1/9</b>	<b>-1/9</b>

# Пространственные улучшающие преобразования: фильтрация

Пространственные фильтры выделения границ: лапласианы

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

$$\frac{\partial^2 f}{\partial x^2} = f(x+1, y) + f(x-1, y) - 2f(x, y)$$

$$\frac{\partial^2 f}{\partial y^2} = f(x, y+1) + f(x, y-1) - 2f(x, y)$$

$$\nabla^2 f = [f(x+1, y) + f(x-1, y) + f(x, y+1) + f(x, y-1) - 4f(x, y)]$$

0	1	0
1	-4	1
0	1	0

1	1	1
1	-8	1
1	1	1

0	-1	0
-1	4	-1
0	-1	0

-1	-1	-1
-1	8	-1
-1	-1	-1



# Пространственные улучшающие преобразования: фильтрация

Пространственные фильтры выделения границ: лапласианы

$$g(x, y) = \begin{cases} f(x, y) - \nabla^2 f(x, y), & \text{если } w(0, 0) < 0 \\ f(x, y) + \nabla^2 f(x, y), & \text{если } w(0, 0) > 0 \end{cases}$$

где  $w(0, 0)$  – значение центрального коэффициента маски лапласиана.

Составные маски лапласианов:

0	-1	0
-1	5	-1
0	-1	0

*маска, дающая изотропный результат для поворотов, кратных 90°*

-1	-1	-1
-1	9	-1
-1	-1	-1

*маска, дающая изотропный результат для поворотов, кратных 45°*

# Пространственные улучшающие преобразования: фильтрация

Пространственные фильтры выделения границ: Собеля

$$S = \sqrt{X^2 + Y^2}$$

где  $X = (I_3 + 2I_6 + I_9) - (I_1 + 2I_4 + I_7)$ ,

$Y = (I_1 + 2I_2 + I_3) - (I_7 + 2I_8 + I_9)$ ,

$I$  – яркости в пределах окна

$I_1$	$I_2$	$I_3$
$I_4$	$I_5$	$I_6$
$I_7$	$I_8$	$I_9$