

# **КОМП'ЮТЕРНИЙ СИНТЕЗ та ОБРОБКА ЗОБРАЖЕНЬ**

**2020 / 2021 навчальний рік**

# ФІЛЬТРАЦІЯ

1. Геометричні перетворення 2D зображень
2. 2D перетворення в гомогенних (узогальнених) координатах.
3. Загальні афінні перетворення в гомогенних координатах.
4. Передескретизація
5. Перетворення Прокрусту.

## 2-D Визначення

**Вершина (точка, vertex).** Обозначаємо  $V/v$ .

*Упорядоченная пара (2D) / тройка (3D) чисел*

**Отрезок прямой.** *Задається парой точок  $V1, V2$*

**Ребро (вектор, edge).** Обозначаємо  $E/e$ .

*Направлений отрезок. Задається парой точок  $V1$  – начало вектора и  $V2$  конец вектора – направление от  $V1$  до  $V2$  .*

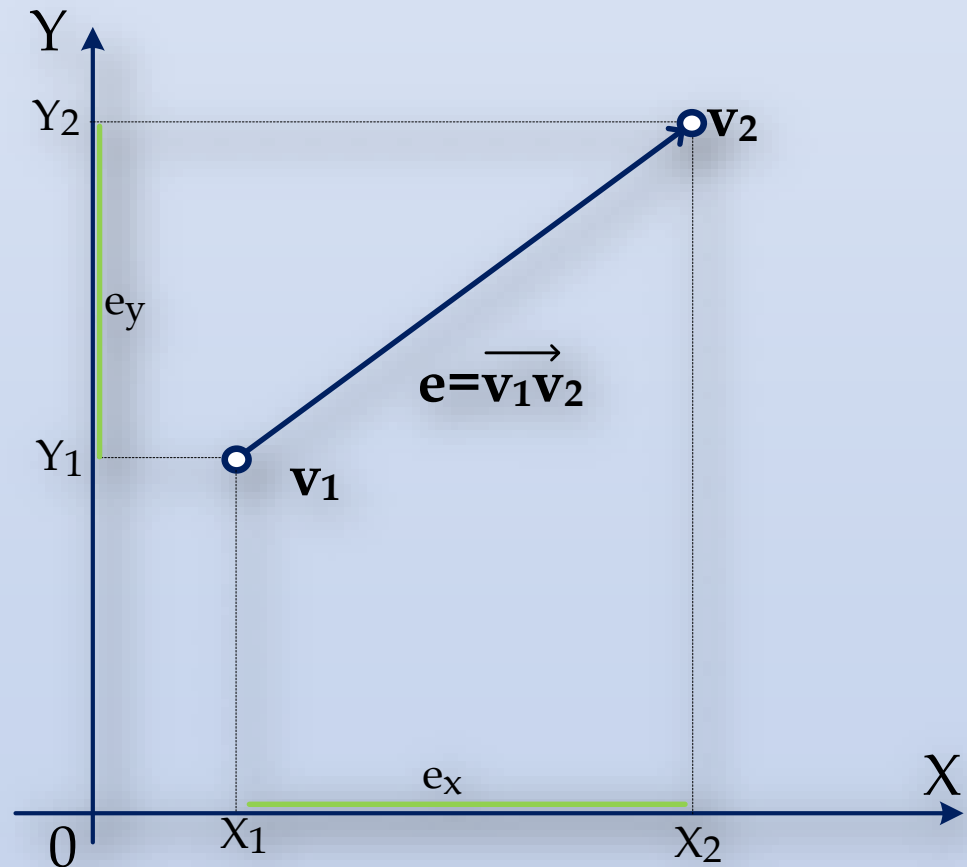
## 2-D системи координат

Точка (вершина, vertex) 2D

$$V = \begin{bmatrix} V_x \\ V_y \end{bmatrix}; V_1 = \begin{bmatrix} X_1 \\ Y_1 \end{bmatrix}; V_2 = \begin{bmatrix} X_2 \\ Y_2 \end{bmatrix}$$

Ребро (вектор, edge) 3D

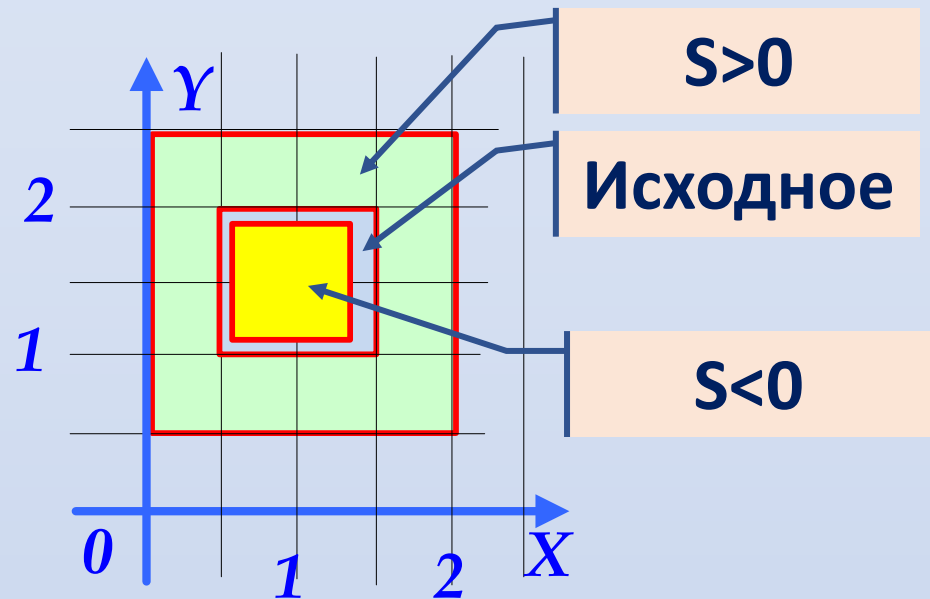
$$E = \begin{bmatrix} E_x \\ E_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_2 - X_1 \\ Y_2 - Y_1 \end{bmatrix}$$



## 2-D МАСШТАБУВАННЯ (Scaling)

$$P_2 = \begin{bmatrix} s & 0 \\ 0 & s \end{bmatrix} * P_1$$

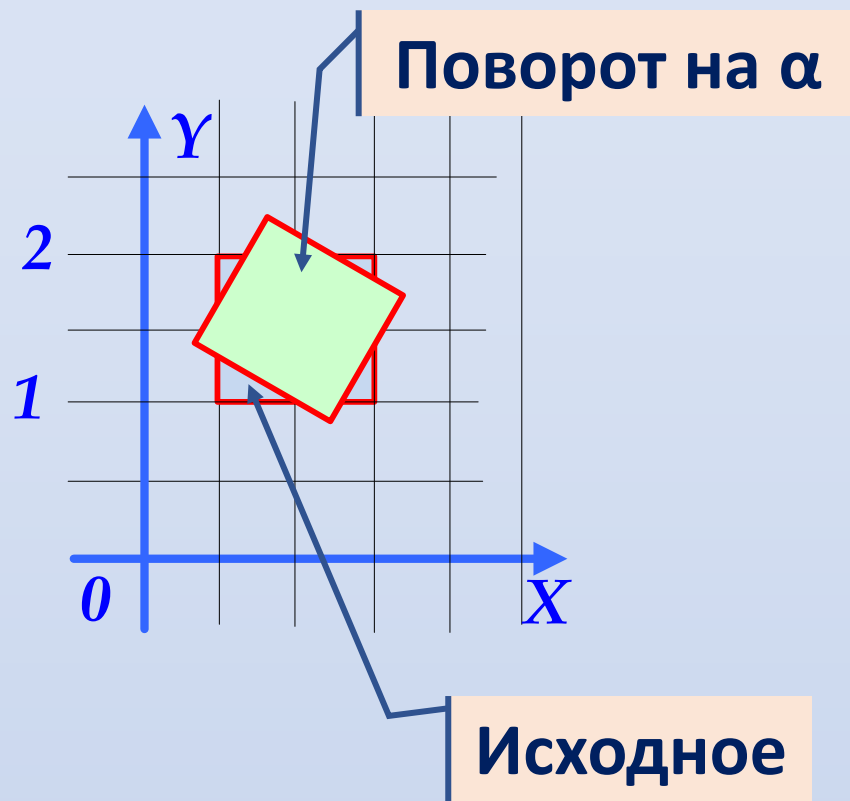
$$T_{sc} = \begin{bmatrix} s & 0 \\ 0 & s \end{bmatrix}$$



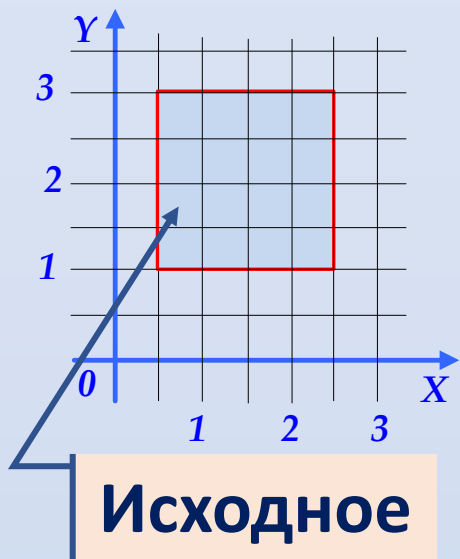
## 2-D ПОВЕРТАНИЯ (Rotation)

$$P_2 = \begin{bmatrix} \cos(\alpha) & \sin(\alpha) \\ -\sin(\alpha) & \cos(\alpha) \end{bmatrix} * P_1$$

$$R = \begin{bmatrix} \cos(\alpha) & \sin(\alpha) \\ -\sin(\alpha) & \cos(\alpha) \end{bmatrix}$$



## 2-D CKIC (Shearing)



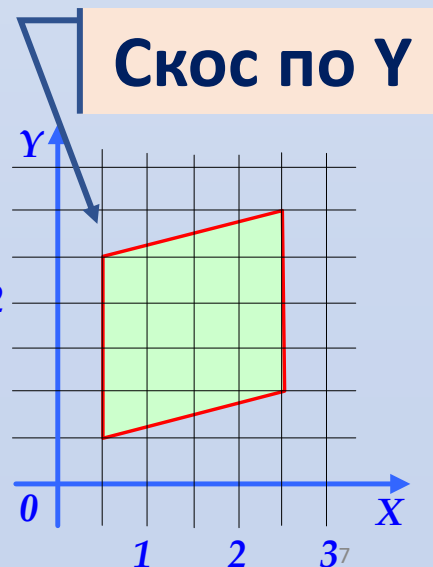
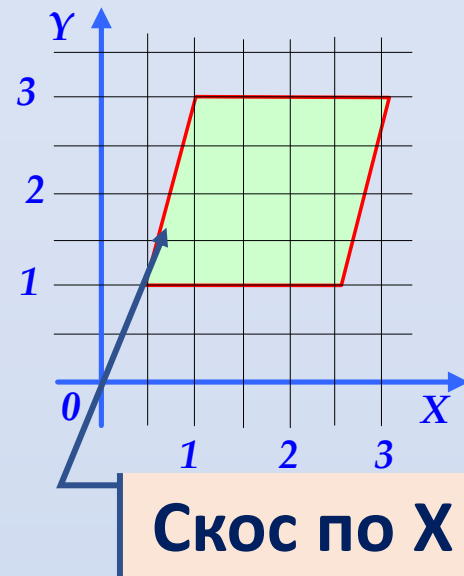
$$P_2 = \begin{bmatrix} 1 & a_y \\ 0 & 1 \end{bmatrix} * P_1$$

$$H_y = \begin{bmatrix} 1 & a_y \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$P_2 = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ a_x & 1 \end{bmatrix} * P_1$$

$$H_x = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ a_x & 1 \end{bmatrix}$$

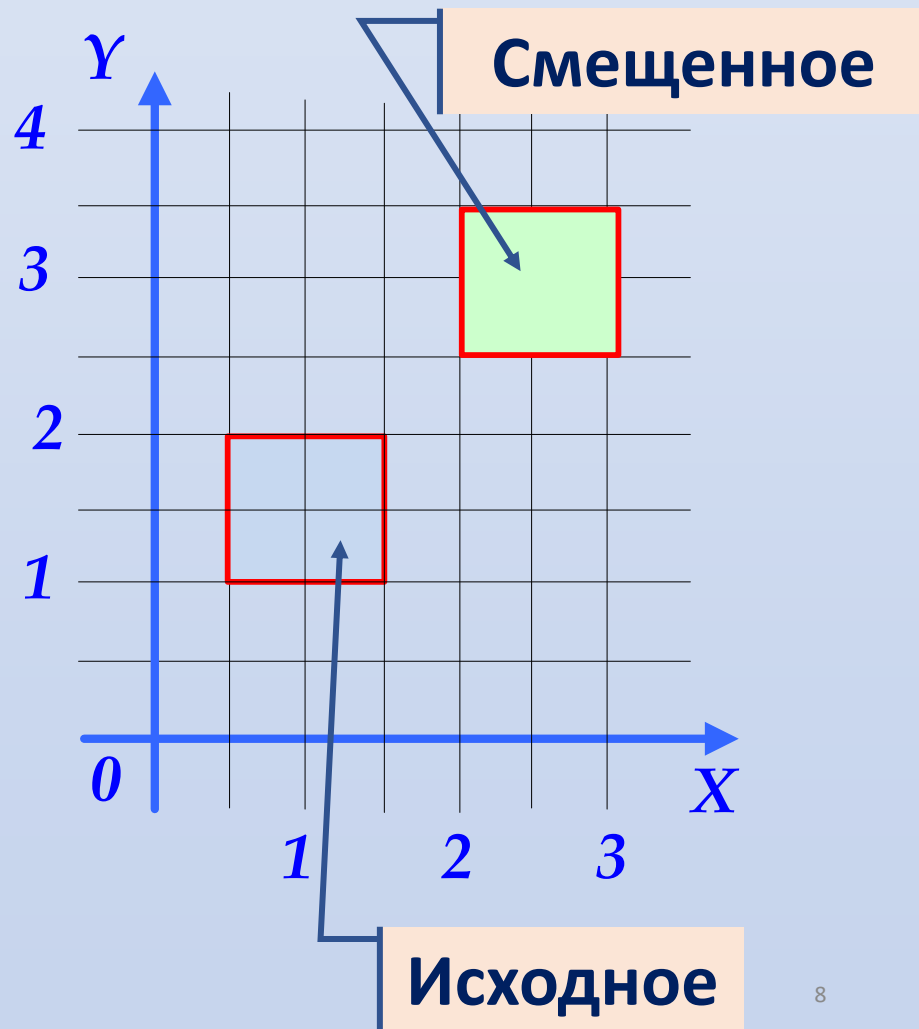
$$H = H_x * H_y = \begin{bmatrix} 1 & a_y \\ a_x & 1 + a_x a_y \end{bmatrix}$$



## 2-D 3CYB (Translation)

$$\begin{bmatrix} P_{x2} \\ P_{y2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} P_{x1} \\ P_{y1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \Delta_x \\ \Delta_y \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{T} = \begin{bmatrix} \Delta_x \\ \Delta_y \end{bmatrix}$$





# ОБОБЩЕННОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ

$$P_2 = [R * S * H_x * H_y] * P_1 + T$$

Обобщенные (гомогенные)  
координаты

$$P_2 = M * P_1$$

$$P = \begin{bmatrix} P_x \\ P_y \\ w \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} P_x \\ P_y \\ 1 \end{bmatrix}; M = \begin{bmatrix} m_{1,1} & m_{1,2} & m_{1,3} \\ m_{2,1} & m_{2,2} & m_{2,3} \\ m_{3,1} & m_{3,2} & m_{3,3} \end{bmatrix}$$

# ОБОБЩЕННОЕ АФИННОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ

$$\mathbf{M} = \begin{bmatrix} m_{1,1} & m_{1,2} & m_{1,3} \\ m_{2,1} & m_{2,2} & m_{2,3} \\ \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{1} \end{bmatrix}$$

$$m_{1,1} = s \cos(\alpha) + a_x \sin(\alpha);$$

$$m_{1,2} = a_x \cos(\alpha) + s(1 + a_x a_y) \sin(\alpha);$$

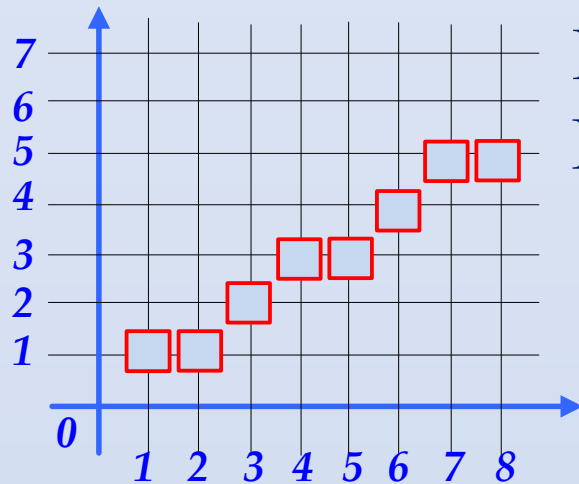
$$m_{1,3} = \Delta_x;$$

$$m_{2,1} = -s \sin(\alpha) + a_x \cos(\alpha);$$

$$m_{2,2} = s(1 + a_x a_y) \cos(\alpha) - a_y \sin(\alpha);$$

$$m_{2,3} = \Delta_y$$

# Код Ротштейна.



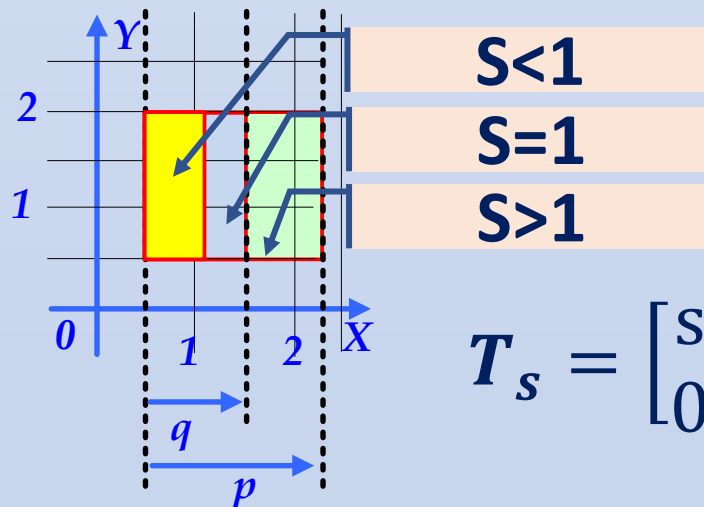
Растеризация вектора (алгоритм Брезенхема)

Код Ротштейна → смещение по Y на каждом шаге (rod\_cod[i])

0	1	1	0	1	1	0
---	---	---	---	---	---	---

 → (rod\_cod[i])

## Масштабирование по горизонтали

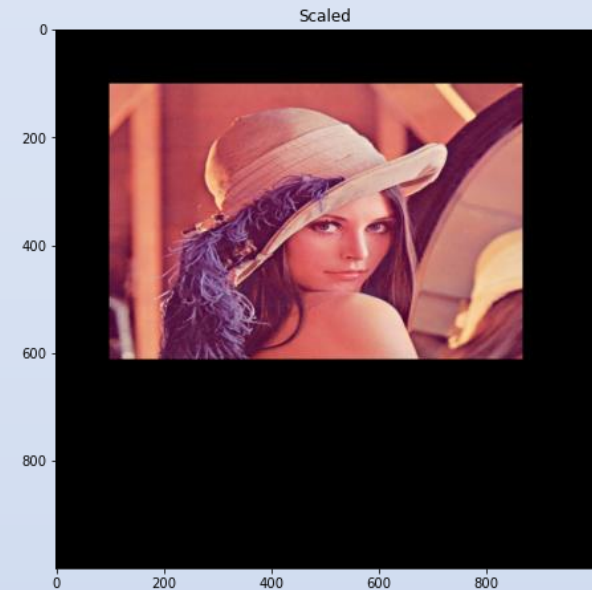
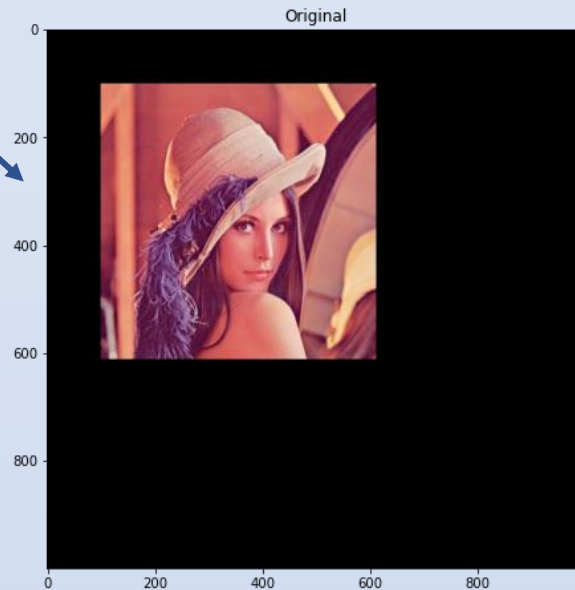


$$T_s = \begin{bmatrix} s & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}; s = p/q$$

# Алгоритми Вейнмана

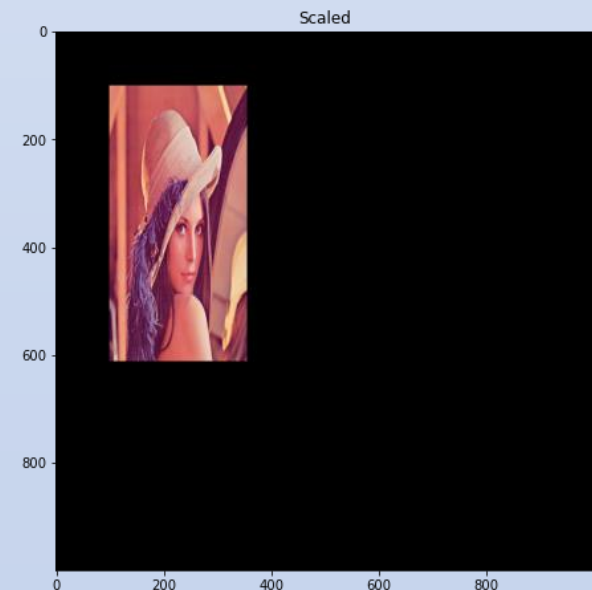
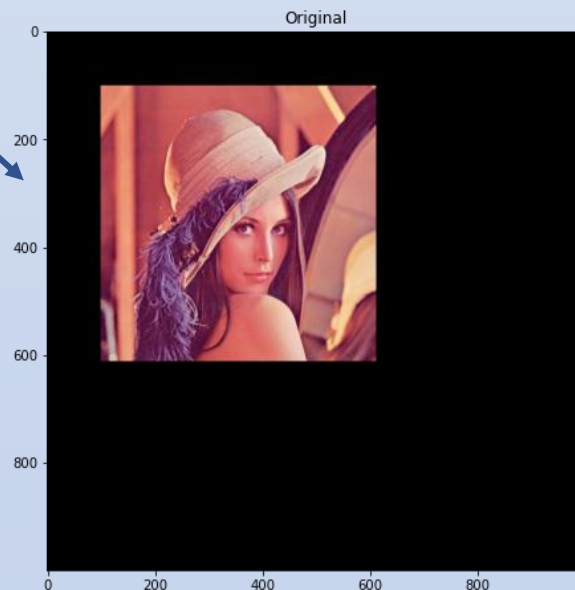
$S > 1$

$\text{rod\_cod}[j] == 1$   
вставляем  
доп. столбец



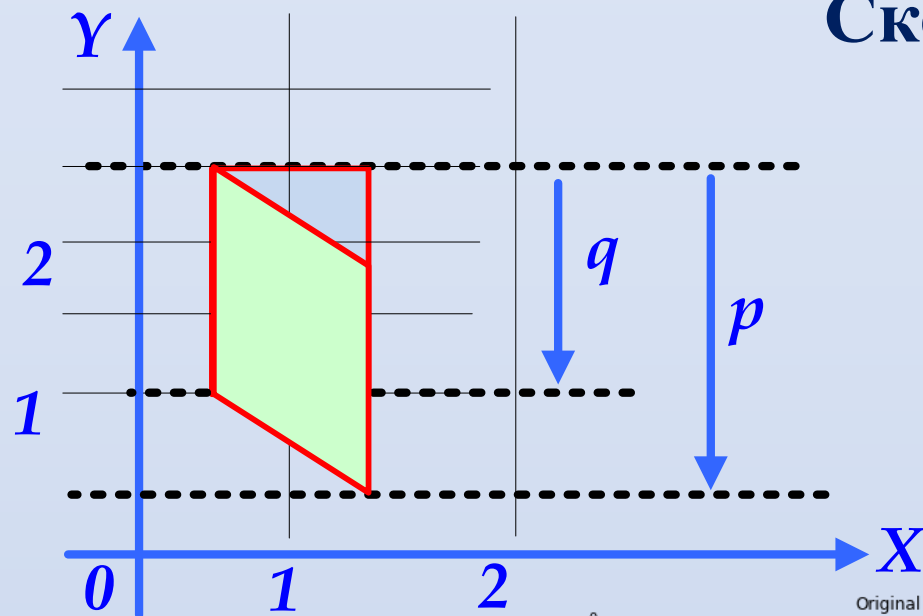
$S < 1$

$\text{rod\_cod}[j] == 1$   
игнорируем  
столбец



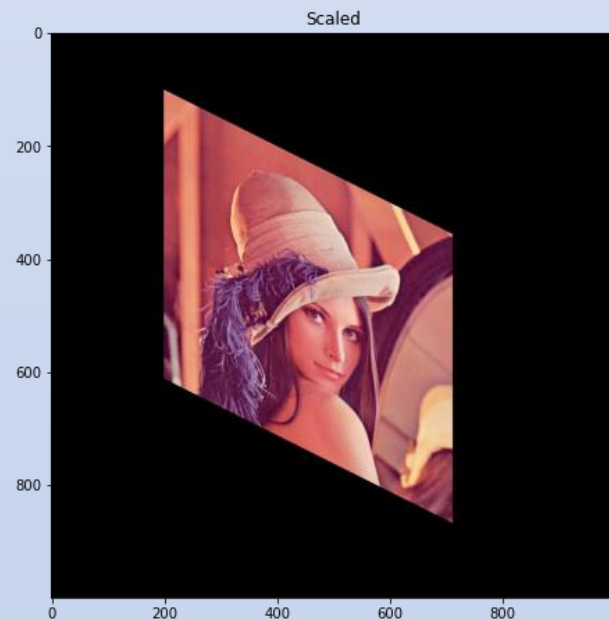
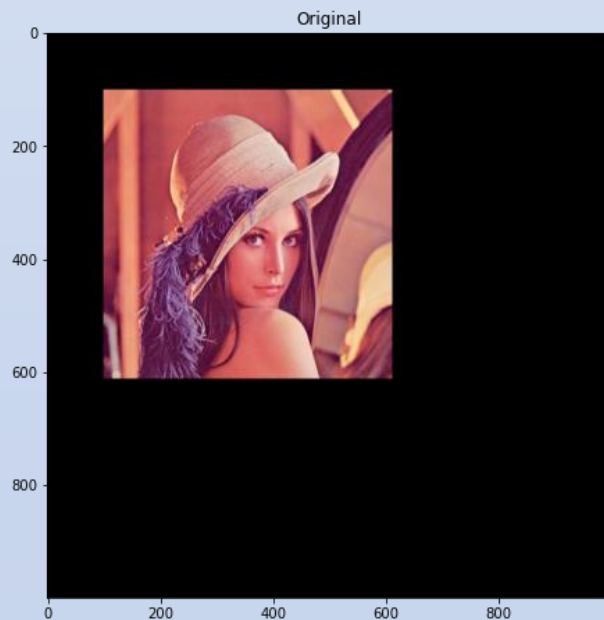
# Алгоритми Вейнмана

## Скос



$$T_{sc} = \begin{bmatrix} 1 & s \\ 0 & 1 \end{bmatrix}; s = p/q$$

`rod_cod[i]==1`  
сдвигаем  
столбец



# Алгоритми Вейнемана

## Вращение

$$\mathbf{R} = \begin{bmatrix} \cos(\alpha) & \sin(\alpha) \\ -\sin(\alpha) & \cos(\alpha) \end{bmatrix} = M_1 * M_2 * M_3 * M_4$$

$$M_1 = \begin{bmatrix} 1 & \tan(\alpha) \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \rightarrow \text{скос по } Y$$

$$M_2 = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -\sin(\alpha) \cos(\alpha) & 1 \end{bmatrix} \rightarrow \text{скос по } X$$

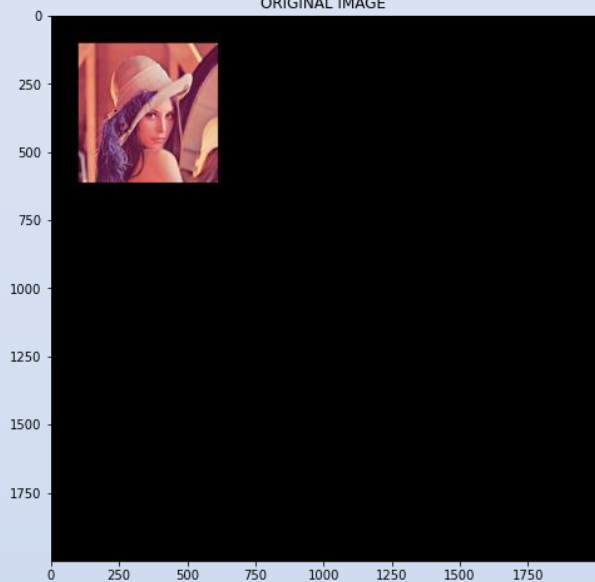
$$M_3 = \begin{bmatrix} 1/\cos(\alpha) & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \rightarrow \text{масштабирование по } X$$

$$M_4 = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & \cos(\alpha) \end{bmatrix} \rightarrow \text{масштабирование по } Y$$

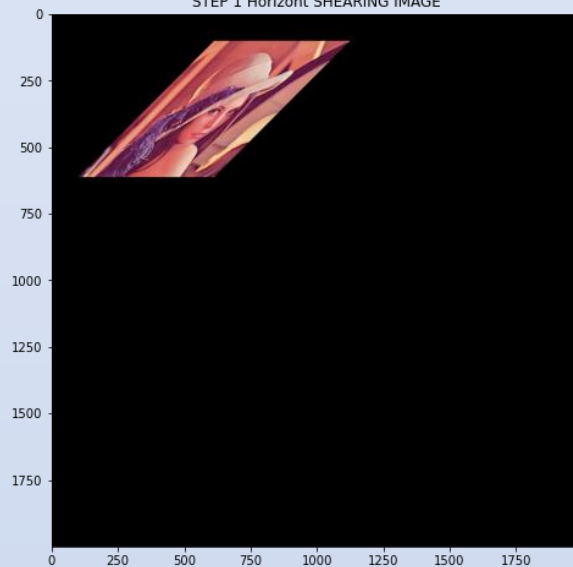
# Алгоритми Вейнмана

## Вращение

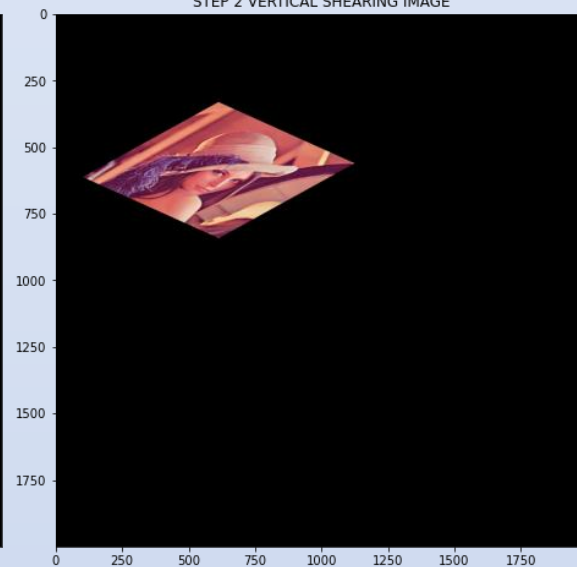
ORIGINAL IMAGE



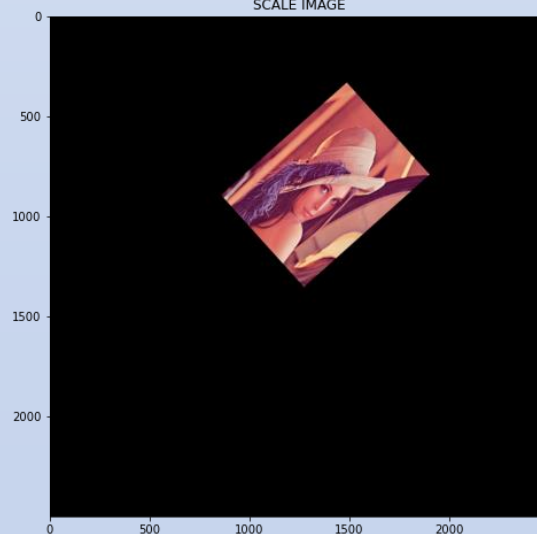
STEP 1 Horizont SHEARING IMAGE



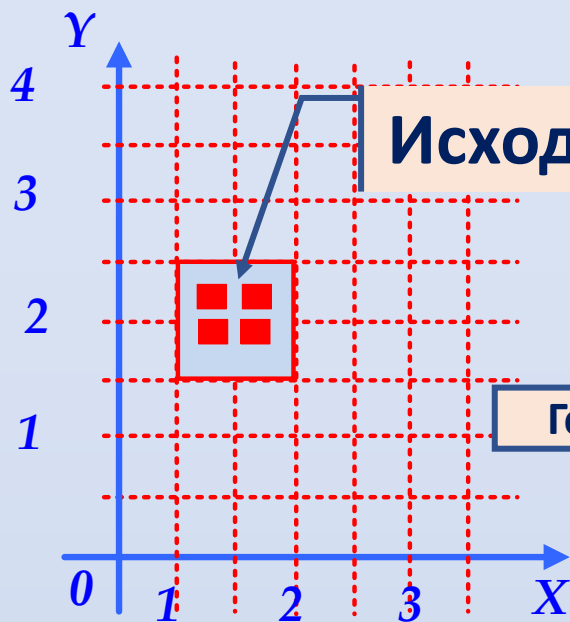
STEP 2 VERTICAL SHEARING IMAGE



SCALE IMAGE



# Проблема



Исходное

Преобразованное

Геометрические преобразования

Новый  
растр

? КАК рассчитать

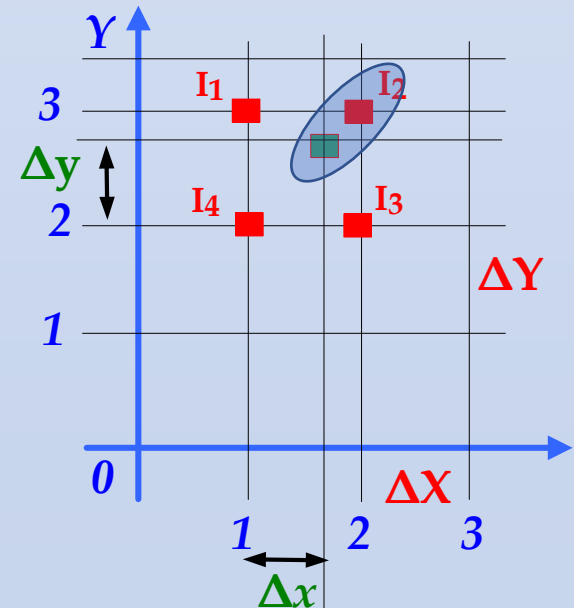
Старый  
растр



# Рішення

**Передискретизация** - сводится к применению дискретной свертки (фактически суммированию) исходного дискретизованного изображения с функцией некоторого фильтра, centered в прообразе **нового** пикселя при преобразовании.

- Ближайший сосед (интерполяция нулевого порядка).
- Билинейная интерполяция.
- Бикубическая интерполяция.



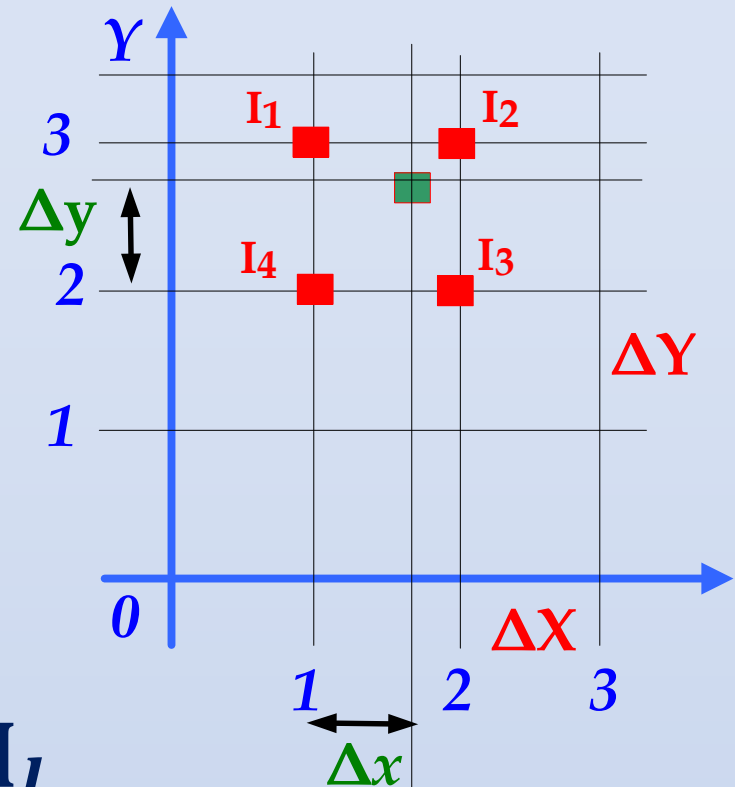
# Рішення

## Билинейная интерполяция

$$I_l = \frac{I_1 - I_4}{\Delta Y} * \Delta y + I_4$$

$$I_r = \frac{I_2 - I_3}{\Delta Y} * \Delta y + I_3$$

$$I_{new} = \frac{I_r - I_l}{\Delta X} * \Delta x + I_l$$



Бикубическая интерполяция – использует 16 пикселей (опорных точек) исходного изображения

# Рекомендована ЛІТЕРАТУРА

- **Вовк С.М., Гнатушенко В.В., Бондаренко М.В.** Методи обробки зображень та комп'ютерний зір: навчальний посібник. - Д.: Ліра, 2016 — 148 с.
- **Красильников Н.Н.** Цифровая обработка 2D- и 3D-изображений: учеб.пособие.- СПб.: БХВ-Петербург, 2011.- 608 с.: ил.
- **Гонсалес Р.С., Вудс Р.Э.** Цифровая обработка изображений. - М. : Техносфера, 2005. -1070 с.
- **Визильтер Ю.В., Желтов С.Ю. и др.** Обработка и анализ изображений в задачах машинного зрения.-М.: Физматкнига, 2010.-672 с.

## Рекомендована ЛІТЕРАТУРА

- **Ватолин Д., Ратушняк А., Смирнов М., Юкин В.** Методы сжатия данных. Устройство архиваторов, сжатие изображений и видео. - М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2002. - 384 с.
- **Творошенко І.С.** Конспект лекцій з дисципліни «Цифрова обробка зображень» / І.С.Творошенко : І. С. Творошенко ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. – 75 с.
- Методы компьютерной обработки изображений: Учебное пособие для ВУЗов/ Под ред.: **Сойфер В.А..** - 2-е изд., испр. - М.: Физматлит, 2003. - 780 с.
- **Фисенко В.Т., Фисенко Т.Ю.** Компьютерная обработка и распознавание изображений: учеб. пособие. - СПб: СПбГУ ИТМО, 2008. – 192 с.

## Додаткова ЛІТЕРАТУРА

- **Грузман И.С., Киричук В.С.** Цифровая обработка изображений в информационных системах. — Новосибирск: Изд-во НГУ, 2002. — 352 с.: ил.
- **Solomon C., Breckon T.** Fundamentals of Digital Image Processing. — Willey-Blackwell, 2011 - 344 p.
- **Павлидис Т.** Алгоритмы машинной графики и обработки изображений: Пер. с англ. - М.: Радио и связь, 1986. — 400 с.
- **Яншин В. В., Калинин Г. А.** Обработка изображений на языке Си для IBM PC: Алгоритмы и программы. — М.: Мир, 1994. — 240 с.

# Інформаційні ресурси

- Компьютерная обработка изображений. Конспект лекций. [http://aco.ifmo.ru/el\\_books/image\\_processing/](http://aco.ifmo.ru/el_books/image_processing/)
- Цифрова обробка зображень [Електронний ресурс] : методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт / НТУУ «КПІ» ; уклад.: В. С. Лазебний, П. В. Попович. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,41 Мбайт). – Київ : НТУУ «КПІ», 2016. – 73 с. – <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/21035>
- <https://www.youtube.com/watch?v=CZ99Q0DQq3Y>
- <https://www.youtube.com/watch?v=FKTLW8GAdu4>

**The END**  
**Modulo 2.2. Lec 6**