

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-20.09- 05.02/2/141.00.1/Б/ОК09- 1-2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 37 / 1

## **ЗАТВЕРДЖЕНО**

Науково-методичною радою  
Державного університету  
«Житомирська політехніка»  
протокол від 17 грудня 2025 р.  
№ 8

## **МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ для виконання курсової роботи з навчальної дисципліни «ІНЖЕНЕРНА ТА КОМП'ЮТЕРНА ГРАФІКА»**

для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр»  
спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»  
освітньо-професійна програма «Комп'ютеризоване управління енергетичними  
системами»

факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і робототехніки

кафедра інформаційно-вимірювальних технологій

Рекомендовано на засіданні  
кафедри інформаційно-  
вимірювальних технологій  
25 серпня 2025р., протокол № 7

Розробники: д.т.н., проф., завідувач кафедри інформаційно-вимірювальних  
технологій ПОДЧАШИНСЬКИЙ Юрій, старший викладач кафедри  
інформаційно-вимірювальних технологій ЛУГОВИХ Оксана

(

Житомир  
2025

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-20.09- 05.02/2/141.00.1/Б/ОК09- 1-2025
	<i>Випуск 1</i>	<i>Зміни 0</i>	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 37 / 2</i>

Методичні рекомендації для виконання курсової роботи з дисципліни «Інженерна та комп'ютерна графіка» для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», освітньо-професійна програма «Комп'ютеризоване управління енергетичними системами» / Укладачі Ю.О. Подчашинський, О.О. Лугових. Житомир: Державний університет «Житомирська політехніка», 2025. – 37 с.

Укладачі: Ю.О. Подчашинський, О.О. Лугових

Рецензенти:

к.т.н., доцент, доцент кафедри робототехніки, електроенергетики та автоматизації ім. проф. Б.Б. Самотокіна Громовий О.А.,

к.т.н., доцент, доцент кафедри робототехніки, електроенергетики та автоматизації ім. проф. Б.Б. Самотокіна Гуменюк А.А.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ			Ф-20.09- 05.02/2/141.00.1/Б/ОК09- 1-2025
	ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»			
	Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Арк 37 / 3
	<i>Випуск 1</i>	<i>Зміни 0</i>	<i>Екземпляр № 1</i>	

## ЗМІСТ

1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАВДАННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ	4
2. ОСНОВНІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ	8
3. ПРОСТОРОВІ ПЕРЕТВОРЕННЯ ЗОБРАЖЕНЬ	10
4. ЗАВДАННЯ НА КУРСОВУ РОБОТУ З ДИСЦИПЛІНИ «ІНЖЕНЕРНА ТА КОМП'ЮТЕРНА ГРАФІКА (КОМП'ЮТЕРНА ГРАФІКА)»	15
5. ПОСЛІДОВНІСТЬ ВИКОНАННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ	17
6. ПРИКЛАД ПРОГРАМИ ДВОВИМІРНОГО ГЕОМЕТРИЧНОГО ПЕРЕТВОРЕННЯ ОБ'ЄКТІВ	18
7. ПРИКЛАД РЕЗУЛЬТАТІВ ДВОВИМІРНОГО ГЕОМЕТРИЧНОГО ПЕРЕТВОРЕННЯ ОБ'ЄКТІВ	21
8. ПРИКЛАД ПРОГРАМИ ТРИВИМІРНОГО ГЕОМЕТРИЧНОГО ПЕРЕТВОРЕННЯ ОБ'ЄКТІВ	24
9. ПРИКЛАД РЕЗУЛЬТАТІВ ТРИВИМІРНОГО ГЕОМЕТРИЧНОГО ПЕРЕТВОРЕННЯ ОБ'ЄКТІВ	29
10. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА	36

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ			Ф-20.09-05.02/2/141.00.1/Б/ОК09-1-2025 Арк 37 / 4
	ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»			
	Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	

### 1.ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАВДАННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ

Метою виконання курсової роботи є розвиток у здобувачів вищої освіти умінь самостійно розв'язувати практичні задачі, пов'язані з вибором методів геометричних перетворень та обробки зображень. Ці зображення містять об'єкти, що розташовані на площині та в тривимірному просторі. Обробка та геометричні перетворення цих об'єктів подібні до операцій, що виконуються в системах автоматизованого проектування і розрахунків та застосовуються в комп'ютеризованих системах управління технологічними процесами енергетичних об'єктів. Курсова робота виконується на основі нормативно-технічної, навчальної та науково-технічної літератури, чинних стандартів, технічної документації, а також із використанням сучасних програмних засобів обробки зображень та розрахунків. У процесі виконання курсової роботи здобувач вищої освіти повинен: продемонструвати здатність застосовувати теоретичні знання на практиці; виконати розрахунки та обґрунтувати прийняті рішення; сформулювати обґрунтовані висновки; дотримуватися вимог академічної доброчесності.

Кожен здобувач вищої освіти має індивідуальний варіант для самостійного дослідження і можливість консультування з керівником згідно з графіком на кафедрі. Особливості формування та основні вимоги оформлення курсової роботи регламентуються методичними рекомендаціями.

Курсова робота проходить обов'язкову перевірку на плагіат. На кафедрі, що забезпечує викладання даної дисципліни створюється комісія, яка перевіряє роботу на дотримання академічної доброчесності. Для перевірки використовуються програми, які є вільному доступі через мережу Інтернет.

У курсовій роботі вивчаються методи роботи з цифровими зображеннями за допомогою програмно-алгоритмічних засобів комп'ютерної графіки, в тому числі програмного пакету Matlab/Image Procesing Toolbox.

Ці методи можуть бути застосовані при розробці систем автоматизованого проектування і розрахунків та застосовуються в комп'ютеризованих системах управління технологічними процесами енергетичних об'єктів та системах машинного зору. Системи машинного зору (СМЗ) призначені для виконання візуального аналізу і обробки зображень двовимірних і тривимірних сцен. Ця область інформаційної техніки в даний час швидко розвивається, і відповідні системи знаходять широке застосування в різних областях техніки.

У загальному випадку сприйняття СМЗ інформації про реальну двовимірну чи тривимірну сцену може бути визначене як процес, за допомогою якого сприймаються і аналізуються параметри, якості і властивості об'єктів, що спостерігаються, такі як освітленість, форма, розмір, колір, фактура поверхні, тобто те, що визначає зовнішній вигляд об'єктів і їх орієнтацію в просторі. Процес візуального сприйняття і аналізу містить у собі побудову абстрактного опису сцени, що в багатьох випадках виконується в умовах істотної

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ			Ф-20.09-05.02/2/141.00.1/Б/ОК09-1-2025
	ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»			
	Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Арк 37 / 5
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	

неоднозначності. Можна сказати, що сутність процесу зорового сприйняття СМЗ полягає в побудові ефективних символічних описів навколишнього середовища, які замінюють великі обсяги вхідних візуальних даних. Такий опис повинен містити всю необхідну інформацію про сцену, і, крім того, він повинен бути зручним для здійснення процесів розпізнавання та інтерпретації.

Таким чином, під автоматичною обробкою зображень у самому загальному випадку можна розуміти процес одержання символічних описів зображень реального світу, що використовуються при наступній інтерпретації сцени. Метою такої обробки може бути також візуальне удосконалення чи статистична оцінка визначеного аспекту зображення, який не є безпосередньо очевидним у початковій формі зображення.

Розробку алгоритмів обробки відеозображень для конкретних прикладних задач доцільно виконувати в пакеті прикладних програм MatLab/Image Processing Toolbox. Для подальшого використання в СТЗ, що випускаються промисловістю, такий алгоритм перетворюється в програму за допомогою однієї з алгоритмічних мов високого рівня.

Image Processing Toolbox містить великий вибір стандартних алгоритмів цифрової обробки і аналізу відеозображень. Це звільняє користувача від необхідності виконувати розробку та налагодження цих алгоритмів і дозволяє зосередитися на вирішенні основної наукової або інженерної задачі.

Стандартні функції пакету Image Processing Toolbox допускають можливість зміни великої кількості параметрів, що дуже актуально при дослідженні алгоритмів цифрової обробки відеозображень. Перш, ніж використовувати ці стандартні функції для вирішення конкретних задач, фахівець повинен їх вивчити і дослідити. Це одна із задач, що вирішується в ході виконання студентами даних лабораторних робіт.

Зображення можуть бути векторні і растрові. Векторне зображення містить набір графічних примітивів (точка, лінія, прямокутник, текстовий надпис). Растрове зображення – це двовимірний масив, елементи якого містять інформацію про яскравість і колір точок початкового відеозображення. Растрові відеозображення можуть бути кольорові (24 біти на точку), кольорові палітрові, напівтонові і двохградаційні.

Елементи кольорових (24 біти на точку) відеозображень містять дані про яскравість кожної з трьох кольорових складових частин відеозображення відповідно до адитивної кольорової схеми RGB (червона, зелена та синя складові частини).

Кольорові палітрові відеозображення містять посилання на елементи палітри. Палітра – це таблиця, що містить дані про червону, зелену та синю складову частину для кожного кольору з деякого фіксованого набору кольорів, що присутні на відеозображенні.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ			Ф-20.09-05.02/2/141.00.1/Б/ОК09-1-2025
	ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 37 / 6

Напівтонове відеозображення складається з елементів, які містять значення яскравості дискретних точок. Цей тип відеозображень дуже часто використовується в СТЗ.

Двоградаційне відеозображення містить елементи, що можуть приймати тільки два значення – 0 та 1. Такі відеозображення можна отримати шляхом сегментації початкового відеозображення на об'єкт і фон з фіксованим або адаптивним порогом.

Двовимірний масив, що відповідає відеозображенню, як і будь-який інший масив в системі MatLab, може бути двох типів:

**double** – елементи масиву – дійсні числа подвійної точності довжиною 8 байтів;

**uint8** – елементи масиву – цілі числа довжиною 1 байт.

Якщо масив має тип **double**, то повному динамічному діапазону значень яскравості точок відеозображення відповідає діапазон дійсних чисел від 0 до 1. Якщо масив має тип **uint8**, то це діапазон цілих чисел від 0 до 255.

При завантаженні відеозображення в оперативну пам'ять створюється масив типу **uint8**. Зауважимо, що в MatLab арифметичні операції можна виконувати тільки над елементами масиву типу **double**. Тому масив відеозображення типу **uint8** потрібно перетворити в масив типу **double** або використовувати стандартні функції пакету Image Processing Toolbox для арифметичних операцій над відеозображеннями.

Функції пакету прикладних програм MatLab/Image Processing Toolbox, які необхідно використовувати:

**imshow** – виведення відеозображення на екран комп'ютера;

**imread** – читання графічного файлу із відеозображенням і завантаження відеозображення в двовимірний масив, розташований в оперативній пам'яті комп'ютера;

**imwrite** – запис відеозображення на жорсткий диск у вигляді графічного файлу;

**subplot** – вказує певну частину екрану, в яку буде виведене відеозображення;

**title** – задає текстовий заголовок, розташований на екрані над відеозображенням;

**rgb2gray** – перетворює кольорове відеозображення (24 біти на точку) в напівтонове відеозображення;

**im2bw** – перетворює кольорове або напівтонове відеозображення в двоградаційне відеозображення.

**dct2** – обчислює ДКП цифрового відеозображення;

**dctmtx** – формує матрицю коефіцієнтів, що використовуються при обчисленні ДКП;

**blkproc** – обчислення заданої функції для блоку точок цифрового відеозображення;

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-20.09- 05.02/2/141.00.1/Б/ОК09- 1-2025
	<i>Випуск 1</i>	<i>Зміни 0</i>	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 37 / 7</i>

- cputime** – повертає час роботи центрального процесора в секундах;
- zeros** – формує матрицю заданого розміру, всі елементи якої дорівнюють нулю;
- inline** – перетворює строку символів в команду системи MatLab;
- prod** – обчислює добуток елементів вказаного масиву чисел;
- nnz** – обчислює кількість ненульових елементів в масиві чисел;
- size** – обчислює розмір матриці по кожній розмірності;
- fprintf** – виводить в командне вікно системи MatLab або в файл текстовий рядок.
- edge** – виділення контурів об'єктів на відеозображенні.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-20.09- 05.02/2/141.00.1/Б/ОК09- 1-2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 37 / 8

## 2. ОСНОВНІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

До найбільш поширених функцій геометричних перетворень відноситься кадрування зображень (`imcrop`), зміна розмірів (`imresize`) і поворот зображення (`imrotate`).

Суть кадрування полягає в тому, що функція `imcrop` дозволяє за допомогою миші в інтерактивному режимі вирізати частину зображення і помістити її в нове вікно перегляду рис.1.

```
L=imread('original.jpg');
imshow(L);
imcrop;
```

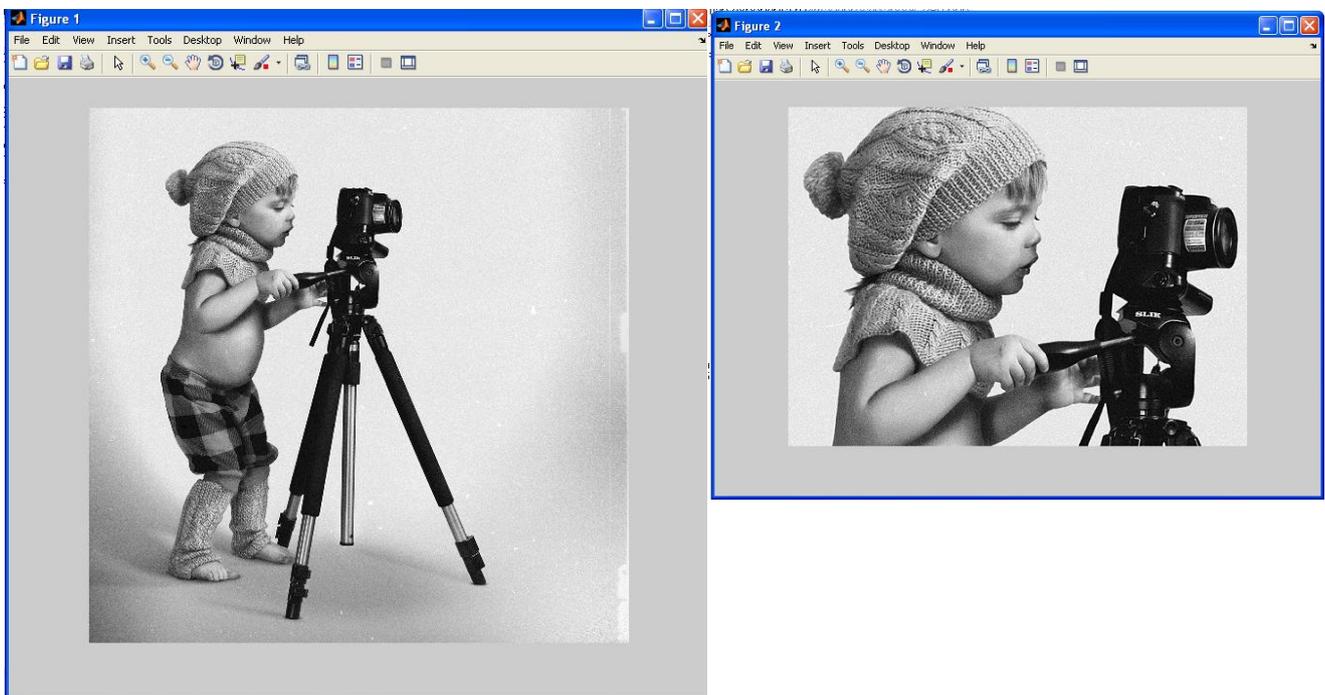


Рисунок 1

Функція зміни розмірів зображення `imresize` дозволяє, використовуючи спеціальні методи інтерполяції, змінювати розмір будь-якого типу зображення рис.2.

```
L=imread('original.jpg');
J = imresize(L, [64 NaN]);
figure, imshow(L);
figure, imshow(J);
```

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019		Ф-20.09- 05.02/2/141.00.1/Б/ОК09- 1-2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1

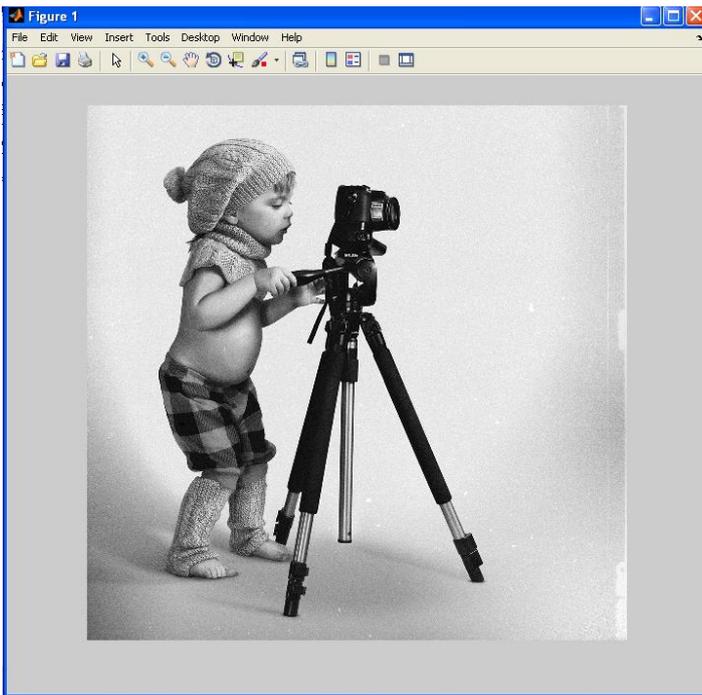


Рисунок 2

У пакеті Image Processing Toolbox існує функція `imrotate`, яка здійснює поворот зображення на заданий кут рис 3.

```
L=imread('original.jpg');
L1=imrotate(L,30,'bicubic');
figure,imshow(L1)
figure,imshow(L);
```

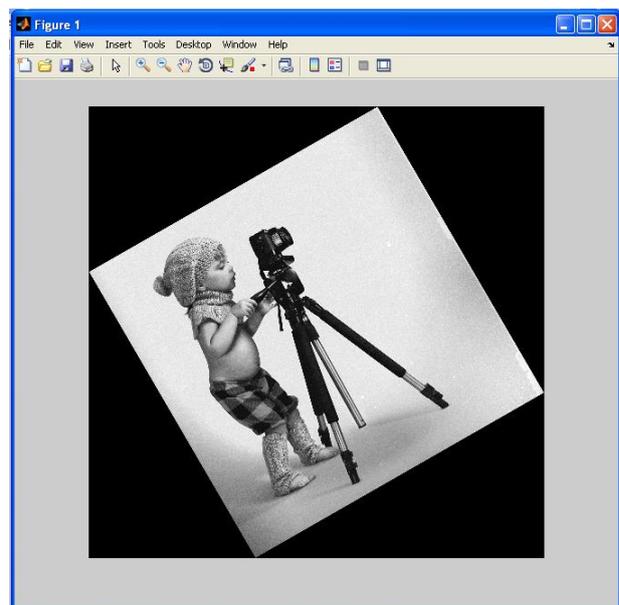
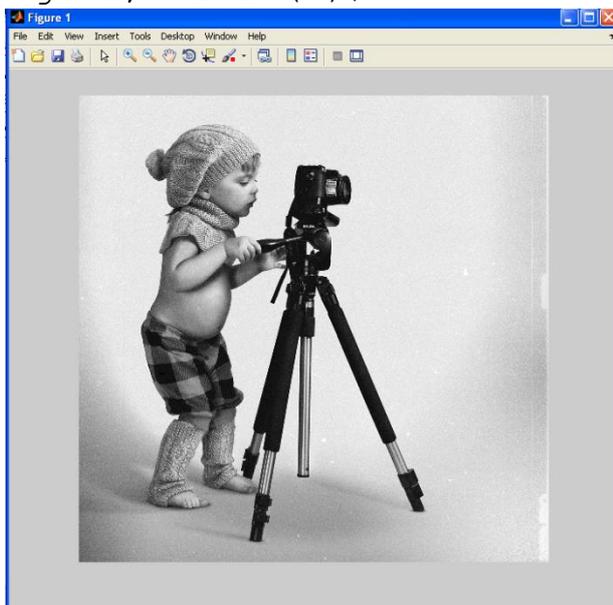


Рисунок 3

Таким чином, наведені вище функції дозволяють повертати, вирізати частини, масштабувати, тобто працювати з цілим масивом зображення.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ			Ф-20.09-
	ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»			05.02/2/141.00.1/Б/ОК09-
	Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			1-2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 37 / 10

### 3. ПРОСТОРОВІ ПЕРЕТВОРЕННЯ ЗОБРАЖЕНЬ

Геометричні перетворення полягають у перетворенні з однієї системи координат в іншу. Кожне перетворення проводиться в різних координатних системах. При обчисленні геометричних перетворень вихідне зображення знаходиться в координатах  $(x, y)$ , а перетворене зображення - в координатах  $(u, v)$ .

Наведемо демонстраційні приклади, які включатимуть:

- Зображення 1: Застосування лінійних конформних перетворень.
- Зображення 2: Застосування афінних перетворень.
- Зображення 3: Застосування проєкційних перетворень.
- Зображення 4: Застосування поліноміальних перетворень.
- Зображення 5: Застосування кусково-лінійних перетворень.
- Зображення 6: Застосування синусоїдальних перетворень.

#### Зображення 1: Застосування лінійних конформних перетворень.

Лінійні конформні перетворення можуть включати поворот, масштабування і зсув. Контури та кути залишаються постійними. Паралельні лінії залишаються паралельними, прямі лінії залишаються прямими.

Для лінійних конформних перетворень:  $[uv] = [xy \ 1] T$ .

Параметр  $T$  представляє собою матрицю з розмірністю  $3 \times 2$ , яка залежить від чотирьох параметрів.

% Чотири параметра.

```
scale=1.2;           % коефіцієнт масштабування
angle=40*pi/180;    % кут повороту
tx=0;               % зсув по x
ty=0;               % зсув по y
```

```
sc=scale*cos(angle);
ss=scale*sin(angle);
```

```
T=[ sc -ss;
    ss  sc;
    tx  ty];
```

Далі лінійні конформні перетворення використовуються як підмножина афінних перетворень.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-20.09- 05.02/2/141.00.1/Б/ОК09- 1-2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 37 / 11

Після цього створюється структура TFORM (рис.4):

```
t_lc=maketform('affine', T);
I_linearconformal=imtransform(I, t_lc, 'FillValues', .3);
subplot(332)
imshow(I_linearconformal);
title('linear conformal')
```

Що стосується зсуву, то коли зміни в одному з напрямків  $tx$  або  $ty$  відмінні від нуля, то це не впливає на результуюче зображення. Щоб побачити координати, які відповідають нашим перетворенням, включаючи зсув, потрібно провести наступні обчислення (рис 4):

```
[I_linearconformal, xdata, ydata]=imtransform(I, t_lc,
'FillValues', .3);
figure, imshow(xdata, ydata, I_linearconformal), axis on
```

Відзначимо, що параметри  $xdata$  та  $ydata$  відповідають зсуву. Для опису тієї частини зображення, яку потрібно розглянути (проаналізувати), у функції *imtransform* використовуються параметри 'XData' та 'YData'.

## Зображення 2: Застосування афінних перетворень.

При афінних перетвореннях розмірності  $x$  та  $y$  можна масштабувати або вирізати при зсуві. Паралельні лінії залишаються паралельними, прямі лінії залишаються прямими. Лінійні конформні перетворення є підмножиною афінних перетворень.

Вираз для афінних перетворень аналогічно виразу для лінійних конформних перетворень:  $[uv] = [xy \ 1] T$ . Параметр  $T$  представляє собою матрицю  $3 \times 2$  з шістьма різними елементами (рис.4).

```
T=[1 0.1;
   1 1;
   0 0];
t_aff=maketform('affine', T);
I_affine=imtransform(I, t_aff, 'FillValues', .3);
subplot(333)
imshow(I_affine)
title('affine')
```

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-20.09- 05.02/2/141.00.1/Б/ОК09- 1-2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 37 / 12

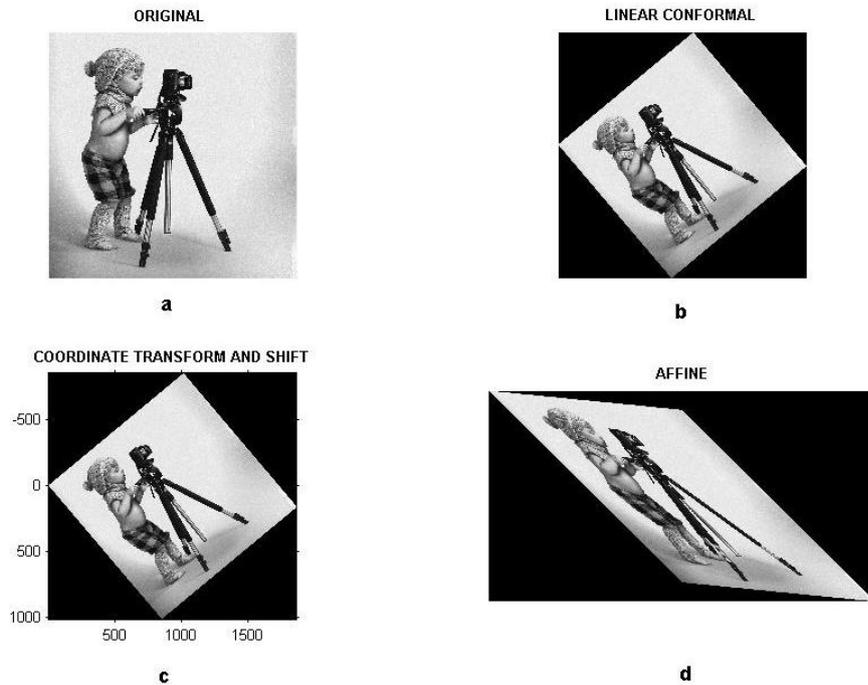


Рисунок 4

### Зображення 3: Застосування проєкційних перетворень.

При проєкційних перетвореннях чотирикутник залишається чотирикутником. Прямі лінії залишаються прямими лініями. Аффінні перетворення є підмножиною проєкційних перетворень (рис.6.2, а).

Для проєкційних перетворень:  $[u\ v\ w] = [x\ y\ z] T$ , де

$$u = u_p / w_p$$

$$v = v_p / w_p.$$

Параметр  $T$  представляє собою матрицю з розмірністю  $3 \times 3$  з дев'ятьма різними елементами.

$$T = \begin{bmatrix} A & D & G \\ & B & E & H \\ & & C & F & I \end{bmatrix}$$

$$u = (Ax + By + C) / (Gx + Hy + I)$$

$$v = (Dx + Ey + F) / (Gx + Hy + I)$$

$$T = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0.008; \\ & 1 & 1 & 0.01; \end{bmatrix}$$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ			Ф-20.09-05.02/2/141.00.1/Б/ОК09-1-2025
	ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 37 / 13

```

0 0 1];
t_proj=maketform('projective', T);
I_projective=imtransform(I, t_proj, 'FillValues', .3);
subplot(334)
imshow(I_projective)
title('projective')

```

#### Зображення 4: Застосування поліноміальних перетворень.

При поліноміальних перетвореннях поліноміальна функція від  $x$  і  $y$  визначає спосіб відображення (рис.5).

Для поліноміальних перетворень другого порядку:

$$[u \ v] = [1 \ x \ y \ x*y \ x^2 \ y^2] \ T$$

Обидва параметра  $u$  та  $v$  є поліномами другого порядку щодо  $x$  та  $y$ . Кожен поліном другого порядку характеризується, в свою чергу, шістьма параметрами. При визначенні всіх коефіцієнтів розмірність  $T$  становить  $6 \times 2$ .

```

xybase=reshape(randn(12, 1), 6, 2);
t_poly=cp2tform(xybase, xybase, 'polynomial', 2);
% Дванадцять елементів T.
T= [0 0;
    1 0;
    0 1;
    0.001 0;
    0.02 0;
    0.01 0];
t_poly.tdata=T;
I_polynomial=imtransform(I, t_poly, 'FillValues', .3);
subplot(335)
imshow(I_polynomial)
title('polynomial')

```

#### Зображення 5: Застосування кусково-лінійних перетворень.

При кусково-лінійних перетвореннях, лінійні перетворення застосовуються окремо до різних частин зображення. У цьому прикладі права частина зображення є розтягнутою, а ліва частина не змінена (рис.5).

```

imid=round(size(I, 2)/2);
I_left=I(:, 1:imid);
stretch=1.5; % Коефіцієнт розтягнення

```

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-20.09- 05.02/2/141.00.1/Б/ОК09- 1-2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 37 / 14

```

size_right=[size(I, 1) round(stretch*imid)];
I_right=I(:, imid+1:end);
I_right_stretched=imresize(I_right, size_right);
I_piecelinear=[I_left I_right_stretched];
subplot(336)
imshow(I_piecelinear)
title('piecewise linear')

```

### Зображення 6: Застосування синусоїдальних перетворень.

Зображення представлено на рис.5.

```

[nrows, ncols]=size(I);
[xi, yi]=meshgrid(1:ncols, 1:nrows);
a1=5; % амплітуда синусоїди.
a2=3;
u=xi+a1*sin(pi*xi/imid);
v=yi-a2*sin(pi*yi/imid);
tmap_B=cat(3, u, v);
resamp=makeresampler('linear', 'fill');
I_sinusoid=tformarray(I, [], resamp, [2 1], [1 2], [],
tmap_B, .3);
subplot(337)
imshow(I_sinusoid)
title('sinusoid')

```

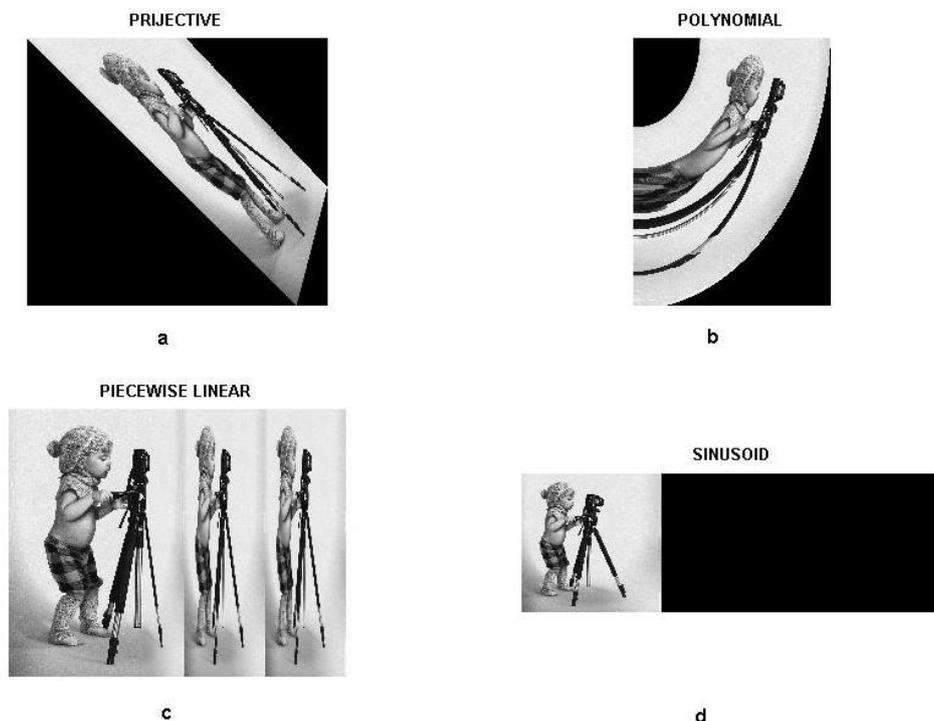


Рисунок 5

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-20.09- 05.02/2/141.00.1/Б/ОК09- 1-2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 37 / 15

#### 4. ЗАВДАННЯ НА КУРСОВУ РОБОТУ З ДИСЦИПЛІНИ «ІНЖЕНЕРНА ТА КОМП'ЮТЕРНА ГРАФІКА (КОМП'ЮТЕРНА ГРАФІКА)»

Номер варіанту	Розмір зображення		Двовимірна геометрична фігура – прямокутник			Зображення літер
	ширина $N$ , дискр. точок	висота $M$ , дискр. точок	ширина $H$ , дискр. точок	висота $L$ , дискр. точок	кут повороту $\alpha$ , градусів відн. $Ox$ проти год стрілки	
1	250	250	70	80	0	АБВ
2	300	300	80	100	10	БВГ
3	350	400	90	120	20	ВГД
4	400	500	100	80	30	ГДЕ
5	450	250	120	100	40	ДЕЄ
6	500	300	70	120	45	ЕЄІ
7	250	400	80	80	60	Є І Ї
8	300	500	90	100	0	І Ї Й
9	350	250	100	120	10	Ї Й К
10	400	300	120	80	20	Й К Л
11	450	400	70	100	30	К Л М
12	500	500	80	120	40	Л М Н
13	250	250	90	80	45	М Н О
14	300	300	100	100	60	Н О П
15	350	400	120	120	0	О П Р
16	400	500	70	80	10	П Р С
17	450	250	80	100	20	Р С Т
18	500	300	90	120	30	С Т У
19	250	400	100	80	40	Ф Х Ш
20	300	500	120	100	45	Ф Ш Ч
21	350	250	70	120	60	Ч Ш Т
22	400	300	80	80	0	Щ Ф У
23	450	400	90	100	10	Ю Я Ъ
24	500	500	100	120	20	Л М Т
25	250	250	120	80	30	М Н Ф
26	300	300	70	100	40	Р С Ф
27	350	400	80	120	45	А П Р
28	400	500	90	80	60	В Р Т
29	450	350	100	100	45	Р С Я
30	500	500	120	120	50	Б Ю Ф

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019						Ф-20.09- 05.02/2/141.00.1/Б/ОК09- 1-2025		
	Випуск 1		Зміни 0		Екземпляр № 1		Арк 37 / 16		

Номер варіанту	Параметри геометричного перетворення								
	Зсув, дискр. точок			Масштабування			Кут повороту, градусів проти год. стрілки відносно вказаної осі		
	$T_x$	$T_y$	$T_z$	$S_x$	$S_y$	$S_z$	$Teta_x$	$Teta_y$	$Teta_z$
1	0	10	0	0,5	0,5	0,8	10	20	10
2	20	20	10	0,6	0,7	1,2	20	30	20
3	30	30	20	0,7	0,9	1,5	30	45	30
4	40	10	0	0,8	1,0	0,8	45	0	40
5	0	20	10	0,9	1,2	1,2	40	15	45
6	20	30	20	1,1	1,3	1,3	35	5	50
7	30	10	0	1,2	1,5	1,5	25	40	0
8	40	20	10	1,3	0,5	0,8	0	30	75
9	0	30	20	1,4	0,7	1,2	10	20	10
10	20	10	0	1,5	0,9	1,5	20	30	20
11	30	20	10	0,5	1,0	0,8	30	45	30
12	40	30	20	0,6	1,2	1,2	45	0	40
13	0	10	0	0,7	1,3	1,3	40	15	45
14	20	20	10	0,8	1,5	1,5	35	5	50
15	30	30	20	0,9	0,5	0,8	25	40	0
16	40	10	0	1,1	0,7	1,2	0	30	75
17	0	20	10	1,2	0,9	1,5	10	20	10
18	20	30	20	1,3	1,0	0,8	20	30	20
19	30	10	0	1,4	1,2	1,2	30	45	30
20	40	20	10	1,5	1,3	1,3	45	0	40
21	0	30	20	0,5	1,5	1,5	40	15	45
22	20	10	0	0,6	0,5	0,8	35	5	50
23	30	20	10	0,7	0,7	1,2	25	40	0
24	40	30	20	0,8	0,9	1,5	0	30	75
25	0	10	0	0,9	1,0	0,8	10	20	10
26	20	20	10	1,1	1,2	1,2	20	30	20
27	30	30	20	1,2	1,3	1,3	30	45	30
28	40	10	0	1,3	1,5	1,5	45	0	40
29	25	20	10	1,4	1,0	0,8	40	15	45
30	35	30	20	1,5	1,2	1,2	35	5	50

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-20.09- 05.02/2/141.00.1/Б/ОК09- 1-2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 37 / 17

## 5. ПОСЛІДОВНІСТЬ ВИКОНАННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ

### Послідовність виконання курсової роботи:

1. Для двовимірного зображення геометричної фігури згідно варіанту завдання дослідити задане геометричне перетворення.
  - 1.1. Сформуванати двовимірне зображення заданої геометричної фігури
  - 1.2. Виділити 3 контрольні точки геометричної фігури та визначити їх координати:
    - а) шляхом розрахунку
    - б) шляхом вимірювань на сформованому зображенні з п.1.1. `cpselect`
  - 1.3. Обчислити координати контрольних точок після застосування до сформованого зображення заданого геометричного перетворення
  - 1.4. Визначити матрицю та операцію геометричного перетворення в MATLAB та отримати зображення-результат перетворення
  - 1.5. Визначити на зображенні-результаті перетворення координати контрольних точок, порівняти їх з результатами п.1.3.
  - 1.6. Виконати в MATLAB зворотнє геометричне перетворення шляхом:
    - а) застосування матриці оберненого перетворення відносно результатів п.1.4.
    - б) застосування геометричного перетворення на основі координат початкових та результуючих контрольних точок з п.1.1.5 та п. 1.2.
  - 1.7. Визначити на зображенні, відновленому шляхом зворотнього геометричного перетворення, координати контрольних точок, порівняти їх з результатами п.1.2.

### Розділи пояснювальної записки:

- титульний лист
- зміст
- завдання на курсову роботу
- вступ
- 1. Огляд методів геометричних перетворень растрової графіки
- 2. Розробка методу геометричних перетворень зображень у двовимірному просторі
- 3. Розробка методу геометричних перетворень зображень тривимірних об'єктів
- висновки
- список літератури

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ			Ф-20.09- 05.02/2/141.00.1/Б/ОК09- 1-2025 Арк 37 / 18
	ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»			
	Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	

## 6. ПРИКЛАД ПРОГРАМИ ДВОВИМІРНОГО ГЕОМЕТРИЧНОГО ПЕРЕТВОРЕННЯ ОБ'ЄКТІВ

```

% програма Test2DNew.m
% початкові дані
clear all;
M=400; N=500; H=120; L=100; Alfa=30;
Tetaz=-30; Tetay=0; Tetax=0;
Tz=10; Ty=30; Tx=35;
Sz=1; Sy=1.2; Sx=1.5;

% формування початкового зображення
Im2D=zeros(M,N);
Im2D(round(M/2-L/2):round(M/2+L/2),round(N/2-H/2):round(N/2+H/2))=1;
Im2D=imrotate(Im2D,Alfa,'crop'); % в градусах против год.
стр.
figure; imshow(Im2D); title('ISX IZOB');

% матриці прямого геометричного перетворення
R2D=[cos(Tetaz*pi/180) sin(Tetaz*pi/180) 0
     -sin(Tetaz*pi/180) cos(Tetaz*pi/180) 0
     0 0 1]; % в рад за
год. стр.
S2D=[Sx 0 0
     0 Sy 0
     0 0 1]; % растяжение раз
T2D=[1 0 0
     0 1 0
     Tx Ty 1]; % перенос праворуч та вниз
TFormR2D=maketform('affine',R2D);
TFormS2D=maketform('affine',S2D);
TFormT2D=maketform('affine',T2D);

% пряме геометричне перетворення початкового зображення
Im2DTransform1=imtransform(Im2D,TFormR2D,...
    'UData',[-round(N/2)+1 round(N/2)],'VData',[-
round(M/2)+1 round(M/2)],...
    'XData',[-round(N/2)+1 round(N/2)],'YData',[-
round(M/2)+1 round(M/2)]);
Im2DTransform2=imtransform(Im2DTransform1,TFormS2D,...
    'UData',[-round(N/2)+1 round(N/2)],'VData',[-
round(M/2)+1 round(M/2)],...

```

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-20.09- 05.02/2/141.00.1/Б/ОК09- 1-2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 37 / 19

```

'XData', [-round(N/2)+1 round(N/2)], 'YData', [-
round(M/2)+1 round(M/2)];
Im2DTransform3=imtransform(Im2DTransform2, TFormT2D, ...
'UData', [-round(N/2)+1 round(N/2)], 'VData', [-
round(M/2)+1 round(M/2)], ...
'XData', [-round(N/2)+1 round(N/2)], 'YData', [-
round(M/2)+1 round(M/2)];

```

**% виведення перетвореного зображення**

```

figure; subplot(2,2,1); imshow(Im2D); title('Isx Izob');
subplot(2,2,2); imshow(Im2DTransform1); title('Povorot');
subplot(2,2,3); imshow(Im2DTransform2);
title('Maschtab');
subplot(2,2,4); imshow(Im2DTransform3);
title('Peremesch');

```

**% матриці зворотного геометричного перетворення**

```

R2DInv=[cos(Tetaz*pi/180) -sin(Tetaz*pi/180) 0
        sin(Tetaz*pi/180)  cos(Tetaz*pi/180) 0
        0                    0                    1]; % в рад

```

**по час стр**

```

S2DInv=[1/Sx 0 0
        0 1/Sy 0
        0 0 1]; % растяжение раз

```

```

T2DInv=[1 0 0
        0 1 0
        -Tx -Ty 1]; % перенос вправо и вниз

```

```

TFormT2DInv=maketform('affine', T2DInv);

```

```

TFormS2DInv=maketform('affine', S2DInv);

```

```

TFormR2DInv=maketform('affine', R2DInv);

```

**% зворотне геометричне перетворення зображення**

```

Im2DRestore1=imtransform(Im2DTransform3, TFormT2DInv, ...

```

```

'UData', [-round(N/2)+1 round(N/2)], 'VData', [-
round(M/2)+1 round(M/2)], ...

```

```

'XData', [-round(N/2)+1 round(N/2)], 'YData', [-
round(M/2)+1 round(M/2)];

```

```

Im2DRestore2=imtransform(Im2DRestore1, TFormS2DInv, ...

```

```

'UData', [-round(N/2)+1 round(N/2)], 'VData', [-
round(M/2)+1 round(M/2)], ...

```

```

'XData', [-round(N/2)+1 round(N/2)], 'YData', [-
round(M/2)+1 round(M/2)];

```

```

Im2DRestore3=imtransform(Im2DRestore2, TFormR2DInv, ...

```

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-20.09- 05.02/2/141.00.1/Б/ОК09- 1-2025
	<i>Випуск 1</i>	<i>Зміни 0</i>	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 37 / 20</i>

```
'UData', [-round(N/2)+1 round(N/2)], 'VData', [-  
round(M/2)+1 round(M/2)], ...
```

```
'XData', [-round(N/2)+1 round(N/2)], 'YData', [-  
round(M/2)+1 round(M/2)];
```

```
% виведення відновленого зображення
```

```
figure; subplot(2,2,1); imshow(Im2DTransform3);
```

```
title('Preob Izob');
```

```
subplot(2,2,2); imshow(Im2DRestore1); title('Obr  
Peremesch');
```

```
subplot(2,2,3); imshow(Im2DRestore2); title('Obr  
Mashtab');
```

```
subplot(2,2,4); imshow(Im2DRestore3); title('Obr  
Povorot');
```

```
% визначення координат контрольних точок
```

```
figure; [XIsx, YIsx, PIsx]=impixel(Im2D)
```

```
[XTransform3, YTransform3,
```

```
PTransform3]=impixel(Im2DTransform3)
```

```
[XRestore3, YRestore3, PRestore3]=impixel(Im2DRestore3)
```

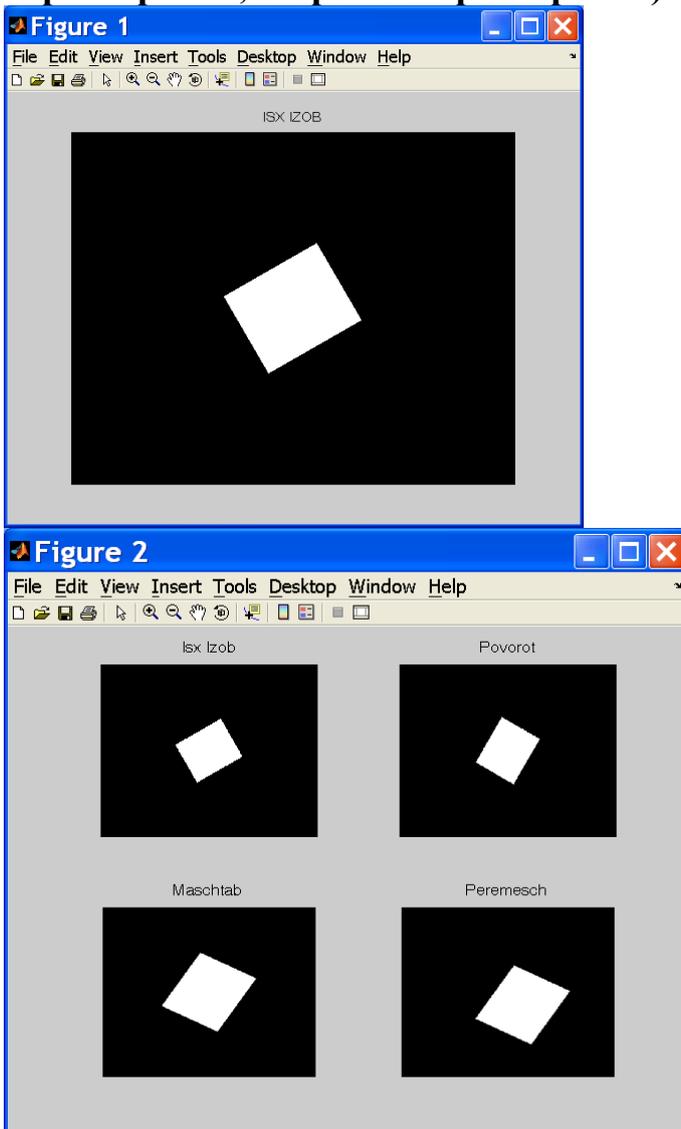
Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-20.09- 05.02/2/141.00.1/Б/ОК09- 1-2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 37 / 21

## 7. ПРИКЛАД РЕЗУЛЬТАТІВ ДВОВИМІРНОГО ГЕОМЕТРИЧНОГО ПЕРЕТВОРЕННЯ ОБ'ЄКТІВ

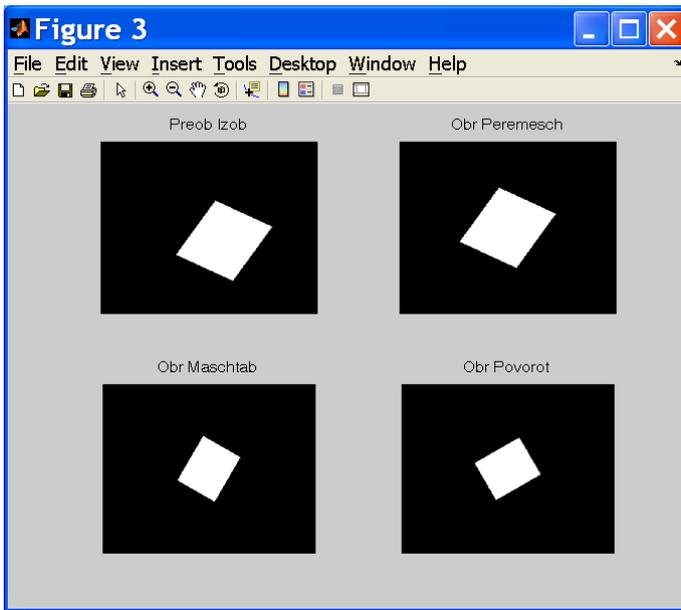
Початкові дані геометричного перетворення

$M=400$ ;  $N=500$ ;  $H=120$ ;  $L=100$ ;  $\text{Alfa}=30$ ;  $\text{Teta}_{z}=-30$ ;  $\text{Teta}_{y}=0$ ;  $\text{Teta}_{x}=0$ ;  $T_z=10$ ;  $T_y=30$ ;  $T_x=35$ ;  $S_z=1$ ;  $S_y=1.2$ ;  $S_x=1.5$ ;

Графічне виведення результатів (початкове зображення, пряме перетворення, зворотне перетворення)



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-20.09- 05.02/2/141.00.1/Б/ОК09- 1-2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 37 / 22



**Текстове виведення результатів визначення координат контрольних точок (початкове зображення, пряме перетворення, зворотне перетворення)**

**XIsx =**

173  
276  
327  
223

**YIsx =**

188  
127  
214  
274

**PIsx =**

1	1	1
1	1	1
1	1	1
1	1	1

**XTransform3 =**

175  
265  
394  
305

**YTransform3 =**

263  
139  
199

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-20.09- 05.02/2/141.00.1/Б/ОК09- 1-2025
	<i>Випуск 1</i>	<i>Зміни 0</i>	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 37 / 23</i>

323

**PTransform3 =**

0.5916	0.5916	0.5916
0.9717	0.9717	0.9717
0.9300	0.9300	0.9300
0.5615	0.5615	0.5615

**XRestore3 =**

173  
276  
325  
222

**YRestore3 =**

187  
127  
213  
273

**PRestore3 =**

0.5964	0.5964	0.5964
0.7326	0.7326	0.7326
0.9800	0.9800	0.9800
0.6676	0.6676	0.6676

>>

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ			Ф-20.09-
	ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»			05.02/2/141.00.1/Б/ОК09-
	Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			1-2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 37 / 24

## 8. ПРИКЛАД ПРОГРАМИ ТРИВИМІРНОГО ГЕОМЕТРИЧНОГО ПЕРЕТВОРЕННЯ ОБ'ЄКТІВ

```

% Програма тривимірного перетворення
% початкові дані
clear all;
M=400; N=500; H=120; L=100; Alfa=0;
Tetaz=-30; Tetay=-30; Tetax=0;
Tz=10; Ty=30; Tx=35;
Sz=0.8; Sy=1.2; Sx=1.5;

% формування початкового зображення
% Im2D=im2double(imread('c:\АБВ.bmp'));
% [M, N]=size(Im2D);
Im2D=zeros(M,N);
Im2D(round(M/2-L/2):round(M/2+L/2),round(N/2-H/2):round(N/2+H/2))=1;
Im2D=imrotate(Im2D,Alfa,'crop'); % в градусах проти год.
стр.
figure; imshow(Im2D); title('ISX IZOB');

% матриці прямого геометричного перетворення
R3DX=[1 0 0 0
      0 cos(Tetax*pi/180) sin(Tetax*pi/180) 0
      0 -sin(Tetax*pi/180) cos(Tetax*pi/180) 0
      0 0 0 1]; %
поворот
R3DY=[cos(Tetay*pi/180) 0 -
sin(Tetay*pi/180) 0
      0 1 0
      0 sin(Tetay*pi/180) 0
cos(Tetay*pi/180) 0
      0 0 0
1]; % в рад по час стр
R3DZ=[cos(Tetaz*pi/180) sin(Tetaz*pi/180) 0 0
      -sin(Tetaz*pi/180) cos(Tetaz*pi/180) 0 0
      0 0 1 0
      0 0 0 1];

% в рад за год. стр.
R3D=R3DZ*R3DY*R3DX;
S3D=[Sx 0 0 0
     0 Sy 0 0

```

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ			Ф-20.09-
	ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»			05.02/2/141.00.1/Б/ОК09-
	Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			1-2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 37 / 25

```

0 0 Sz 0
0 0 0 1]; % розтяг, разів
T3D=[1 0 0 0
0 1 0 0
0 0 1 0
Tx Ty Tz 1]; % перенесення праворуч та вниз
TFormR3D=maketform('affine',R3D);
TFormS3D=maketform('affine',S3D);
TFormT3D=maketform('affine',T3D);
MP3D=[1 0 0 0
0 1 0 0
0 0 0 0
0 0 0 1]; % ортографічні проекція
TFormMP3D=maketform('projective',MP3D);

% пряме геометричне перетворення початкового зображення
A3D=zeros(M*N,3);
k=0;
for j=1:M
    for i=1:N
        if Im2D(j,i)>=0.5
            k=k+1;
            A3D(k,1)=i-round(N/2)+1; A3D(k,2)=j-
round(M/2)+1;
            end;
        end;
    end;
end;
B3D=A3D(1:k,:);
C3D1=tformfwd(TFormR3D, B3D);
C3D2=tformfwd(TFormS3D, C3D1);
C3D3=tformfwd(TFormT3D, C3D2);
D3D1=tformfwd(TFormMP3D, C3D1);
D3D2=tformfwd(TFormMP3D, C3D2);
D3D3=tformfwd(TFormMP3D, C3D3);
Im2DTransform1=zeros(M,N);
for i=1:k
    x=round(D3D1(i,1)+round(N/2)-1);
y=round(D3D1(i,2)+round(M/2)-1);
    Im2DTransform1(y,x)=1;
end;
Im2DTransform2=zeros(M,N);
for i=1:k

```

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ			Ф-20.09- 05.02/2/141.00.1/Б/ОК09- 1-2025
	ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 37 / 26

```

x=round(D3D2(i,1)+round(N/2)-1);
y=round(D3D2(i,2)+round(M/2)-1);
Im2DTransform2(y,x)=1;
end;
Im2DTransform3=zeros(M,N);
for i=1:k
    x=round(D3D3(i,1)+round(N/2)-1);
    y=round(D3D3(i,2)+round(M/2)-1);
    Im2DTransform3(y,x)=1;
end;

% виведення перетвореного зображення
figure; subplot(2,2,1); imshow(Im2D); title('Isx Izob');
subplot(2,2,2); imshow(Im2DTransform1); title('Proek
Povorot');
subplot(2,2,3); imshow(Im2DTransform2); title('Proek
Maschtab');
subplot(2,2,4); imshow(Im2DTransform3); title('Proek
Peremesch');

% матриці зворотного геометричного перетворення
% R3DXInv=[1 0 0 0
%          0 cos(Tetax*pi/180) -sin(Tetax*pi/180) 0
%          0 sin(Tetax*pi/180) cos(Tetax*pi/180) 0
%          0 0 0 1]; %
поворот % R3DYInv=[cos(Tetay*pi/180) 0
sin(Tetay*pi/180) 0
%          0 1 0
0
%          -sin(Tetay*pi/180) 0
cos(Tetay*pi/180) 0
%          0 0 0
1]; % в рад по час стр
% R3DZInv=[cos(Tetaz*pi/180) -sin(Tetaz*pi/180) 0 0
%          sin(Tetaz*pi/180) cos(Tetaz*pi/180) 0 0
%          0 0 1 0
%          0 0 0 1];
% в рад за год. стр.
% R3DInv=R3DZInv*R3DYInv*R3DXInv;
% S3DInv=[1/Sx 0 0 0
%          0 1/Sy 0 0
%          0 0 1/Sz 0
%          0 0 0 1]; % розтяг, разів

```

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ			Ф-20.09- 05.02/2/141.00.1/Б/ОК09- 1-2025
	ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 37 / 27

```

% T3DInv=[1    0    0    0
%          0    1    0    0
%          0    0    1    0
%          -Tx -Ty -Tz  1]; % перенесення праворуч та вниз
% TFormR3DInv=maketform('affine',R3DInv);
% TFormS3DInv=maketform('affine',S3DInv);
% TFormT3DInv=maketform('affine',T3DInv);

% зворотне геометричне перетворення початкового
зображення
C3D2Restore=tforminv(TFormT3D, C3D3);
C3D1Restore=tforminv(TFormS3D, C3D2Restore);
B3DRestore=tforminv(TFormR3D, C3D1Restore);
D3D3Restore=tformfwd(TFormMP3D, C3D2Restore);
D3D2Restore=tformfwd(TFormMP3D, C3D1Restore);
D3D1Restore=tformfwd(TFormMP3D, B3DRestore);
Im2DRestore3=zeros(M,N);
for i=1:k
    x=round(D3D3Restore(i,1)+round(N/2)-1);
    y=round(D3D3Restore(i,2)+round(M/2)-1);
    Im2DRestore3(y,x)=1;
end;
Im2DRestore2=zeros(M,N);
for i=1:k
    x=round(D3D2Restore(i,1)+round(N/2)-1);
    y=round(D3D2Restore(i,2)+round(M/2)-1);
    Im2DRestore2(y,x)=1;
end;
Im2DRestore1=zeros(M,N);
for i=1:k
    x=round(D3D1Restore(i,1)+round(N/2)-1);
    y=round(D3D1Restore(i,2)+round(M/2)-1);
    Im2DRestore1(y,x)=1;
end;

% виведення відновленого зображення
figure; subplot(2,2,1); imshow(Im2DTransform3);
title('Preob Izob');
subplot(2,2,2); imshow(Im2DRestore3); title('Obr
Peremesch');
subplot(2,2,3); imshow(Im2DRestore2); title('Obr
Maschtab');

```

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-20.09- 05.02/2/141.00.1/Б/ОК09- 1-2025
	<i>Випуск 1</i>	<i>Зміни 0</i>	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 37 / 28</i>

```
subplot(2,2,4); imshow(Im2DRestore1); title('Obr  
Povorot');
```

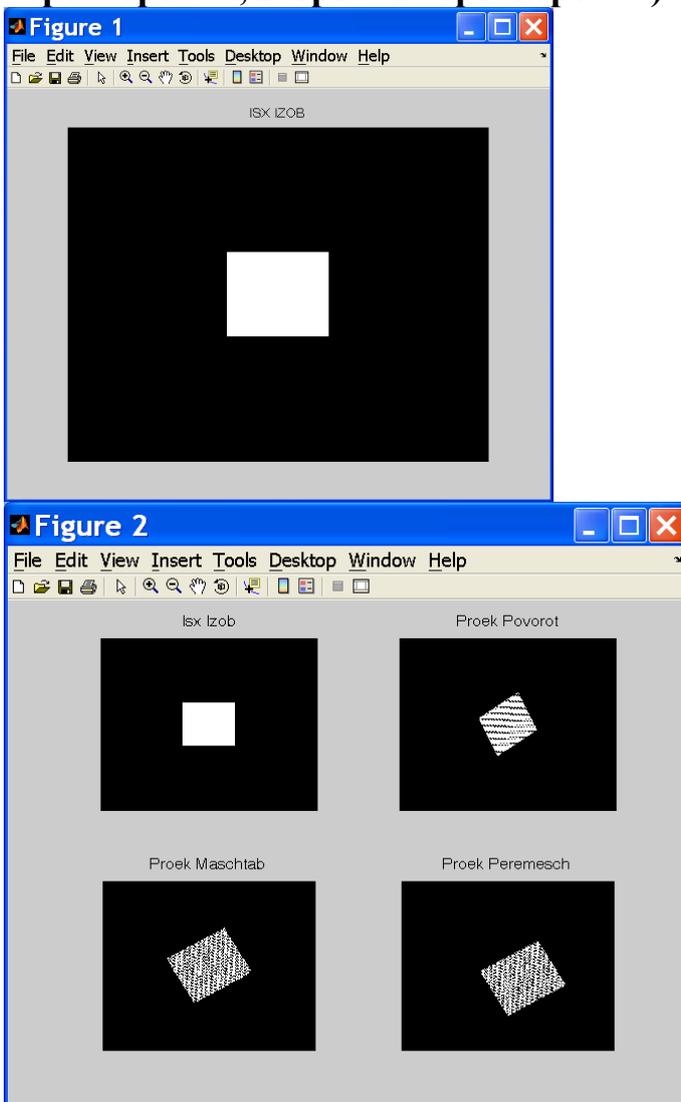
```
% визначення координат контрольних точок  
figure; [XIsx, YIsx, PIsx]=impixel(Im2D)  
[XTransform3, YTransform3,  
PTransform3]=impixel(Im2DTransform3)  
[XRestore3, YRestore3, PRestore3]=impixel(Im2DRestore1)
```

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-20.09- 05.02/2/141.00.1/Б/ОК09- 1-2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 37 / 29

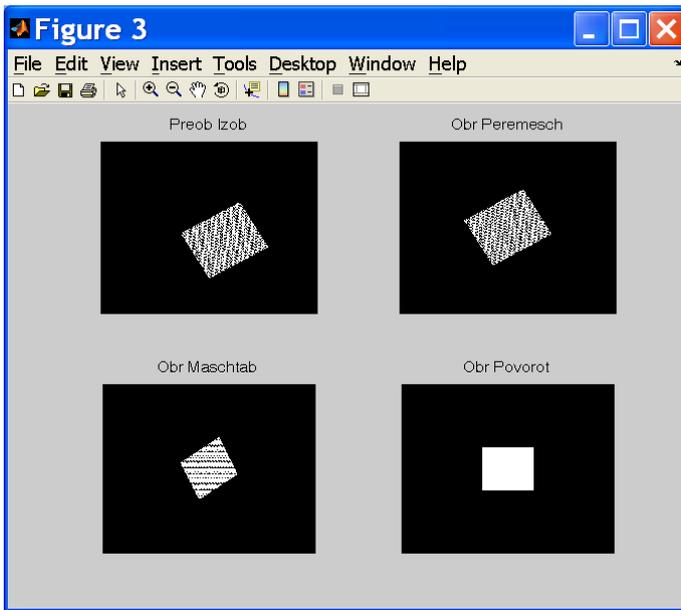
## 9. ПРИКЛАД РЕЗУЛЬТАТІВ ТРИВИМІРНОГО ГЕОМЕТРИЧНОГО ПЕРЕТВОРЕННЯ ОБ'ЄКТІВ

Початкові дані геометричного перетворення  
 $M=400$ ;  $N=500$ ;  $H=120$ ;  $L=100$ ;  $Alfa=0$ ;  
 $Tetaz=-30$ ;  $Tetay=-30$ ;  $Tetax=0$ ;  
 $Tz=10$ ;  $Ty=30$ ;  $Tx=35$ ;  
 $Sz=0.8$ ;  $Sy=1.2$ ;  $Sx=1.5$ ;

Графічне виведення результатів (початкове зображення, пряме перетворення, зворотне перетворення)



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-20.09- 05.02/2/141.00.1/Б/ОК09- 1-2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 37 / 30



**Текстове виведення результатів визначення координат контрольних точок (початкове зображення, пряме перетворення, зворотне перетворення)**

**XIsx =**

188  
310  
189  
311

**YIsx =**

149  
149  
251  
251

**PIsx =**

0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0

**XTransform3 =**

185  
320  
387  
251

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-20.09- 05.02/2/141.00.1/Б/ОК09- 1-2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 37 / 31

**YTransform3 =**

214  
141  
245  
318

**PTransform3 =**

0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0

**XRestore3 =**

189  
310  
189  
310

**YRestore3 =**

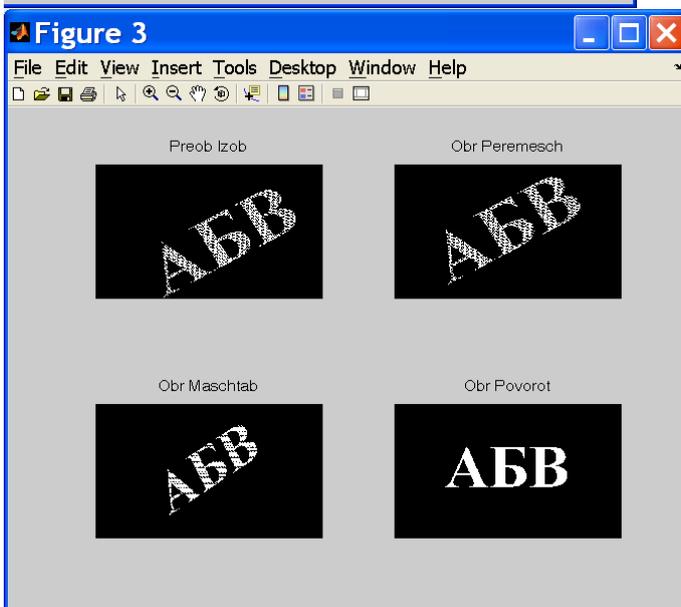
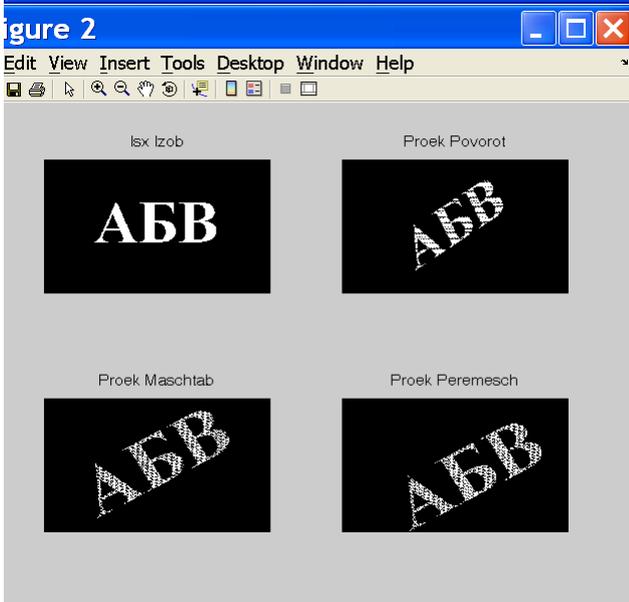
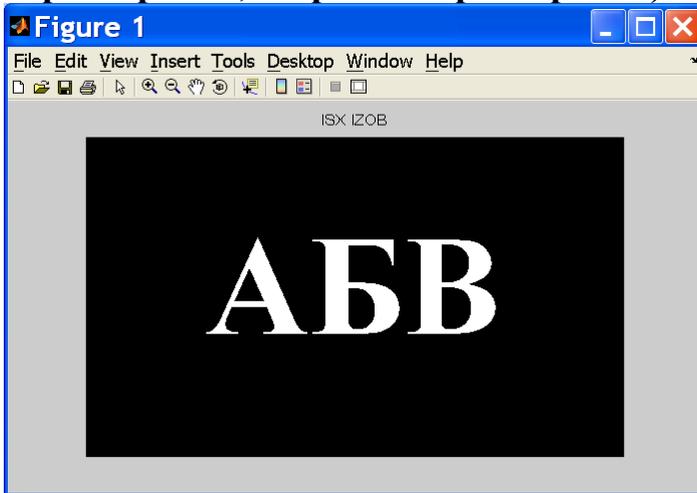
150  
149  
251  
251

**PRestore3 =**

0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-20.09- 05.02/2/141.00.1/Б/ОК09- 1-2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 37 / 32

## Графічне виведення результатів (початкове зображення, пряме перетворення, зворотне перетворення)



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-20.09- 05.02/2/141.00.1/Б/ОК09- 1-2025
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 37 / 33

**Текстове виведення результатів визначення координат контрольних точок  
(початкове зображення, пряме перетворення, зворотне перетворення)**

**XIsx =**

172  
120  
221  
225  
307  
227  
321  
322

**YIsx =**

103  
198  
198  
105  
104  
198  
102  
199

**PIsx =**

1	1	1
0	0	0
1	1	1
0	0	0
1	1	1
1	1	1
0	0	0
0	0	0

**XTransform3 =**

157  
162  
273  
222  
282  
308

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-20.09- 05.02/2/141.00.1/Б/ОК09- 1-2025
	<i>Випуск 1</i>	<i>Зміни 0</i>	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 37 / 34</i>

327

387

**YTransform3 =**

187

317

259

157

254

110

99

197

**PTransform3 =**

1	1	1
1	1	1
1	1	1
1	1	1
1	1	1
1	1	1
1	1	1
1	1	1
0	0	0

**XRestore3 =**

172

121

219

225

225

306

321

322

**YRestore3 =**

103

197

198

103

198

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-20.09- 05.02/2/141.00.1/Б/ОК09- 1-2025
	<i>Випуск 1</i>	<i>Зміни 0</i>	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 37 / 35</i>

104

102

198

PRestore3 =

1	1	1
1	1	1
1	1	1
0	0	0
0	0	0
1	1	1
0	0	0
1	1	1

>>

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ			Ф-20.09- 05.02/2/141.00.1/Б/ОК09- 1-2025 Арк 37 / 36
	ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»			
	Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	

## 10. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

### Основна література

1. Знамеровська Н.П. Нарисна геометрія та інженерна графіка: навчальний посібник / - Херсон: ХДМА, 2020. – 236 с.
2. Нарисна геометрія та інженерна графіка : опорний конспект лекцій / укладач І. В. Павленко. – Суми: Сумський державний університет, 2020. – 108 с.
3. Нарисна геометрія та основи архітектурної графіки: Навчальний посібник/ С.І. Пустюльга, В.Р. Самостян – Луцьк: Вежа, 2020. – 318 с.
4. Лусь В. І. Нарисна геометрія, інженерна та машинна графіка: навч. посібник / В. І. Лусь ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – 223 с.
5. Кабацький О.В. Нарисна геометрія та інженерна графіка : курс лекцій / О.В. Кабацький, С.С. Красовський, О.В. Жартовський, С.Л. Загребельний, М.В. Брус. – Краматорськ : ДДМА, 2020. – 107 с.
6. Михайленко В.Є., Ванін В.В., Ковальов С.М. Інженерна та комп'ютерна графіка : підручник. – 8-е вид. – К. : Каравела, 2018. – 368 с.
7. Пічугін Михайло, Канкін Іван, Воротніков Володимир. Комп'ютерна графіка. Навчальний посібник. – К.: Центр навчальної літератури, 2019. - 346 с.
8. Журавчак Л. М. Програмування комп'ютерної графіки та мультимедійні засоби [Текст] : навчальний посібник / Л. М. Журавчак, О. М. Левченко ; НУ «Львівська політехніка». – Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2019. – 276 с.
9. Кормановський, С. І. Інженерна та комп'ютерна графіка: практикум : навчальний посібник / С. І. Кормановський, О. М. Козачко, А. О. Козачко ; ВНТУ. – Вінниця : ВНТУ, 2016. – 163 с.
10. Мельник, О. П. Інженерна та комп'ютерна графіка: навчальний посібник / О. П. Мельник, А. В. Шевченко, М. П. Боцула ; ВНТУ. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 133 с.
11. Тменова Н. П. Комп'ютерна графіка: навчально–методичний посібник / Н. П. Тменова ; КНУ ім. Т. Шевченка. – Київ : Київський університет, 2017. – 111 с.

### Допоміжна література

12. Нарисна геометрія: навч. посібник / [Є. А. Антонович, Я. В. Василишин, О. В. Фольта та ін.]; за ред. проф. Є.А. Антоновича. – Львів: Світ, 2004. – 528 с.
13. Інженерна графіка: Довідник / В. М. Богданов, А. П. Верхола, Б. Д. Коваленко та ін.; за ред. А. П. Верхоли. – К.: Техніка, 2001. – 268 с.
14. Верхола А.П., Богданов В.М., Коваленко В.Д., Нігора В.М., Ткачук Р.А. Інженерна графіка: креслення, комп'ютерна графіка : Навчальний посібник. – К. : Каравела, 2006. – 304с.
15. Бакка М.Т., Редчиць В.С., Кальчук С.В. Основи проектування, інженерна та комп'ютерна графіка : навч. посібник. – Ж. : ЖІТІ, 2002. – 371с.
16. Райковська Г. О. Нарисна геометрія та інженерна графіка: навч. посібник / Г. О. Райковська. – Житомир: ЖДТУ, 2008. – 292 с.
17. Райковська Г.О. Нарисна геометрія. Практикум : навч. посібник / Г. О.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ			Ф-20.09-05.02/2/141.00.1/Б/ОК09-1-2025 Арк 37 / 37
	ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	

- Райковська. – Житомир: ЖДТУ, 2013 – 186 с.
18. Райковська Г.О. Інженерна графіка. Практикум : навч. посібник / Г. О. Райковська, Головня В. Д., Глембоцька Л. Є. – ч. 1. – Житомир : ЖДТУ, 2015. – 250 с.
  19. Райковська Г.О. Інженерна графіка. Практикум : навч. посібник / Г. О. Райковська, Головня В. Д., Глембоцька Л. Є. – ч. 2. – Житомир : ЖДТУ, 2017. – 116 с.
  20. Ванін В.В., Перевертун В.В., Надкернична Т.М. Комп'ютерна інженерна графіка в середовищі AutoCAD : навч. посібник. – К. : Каравела, 2013. – 336 с.
  21. Козяр М. М. Комп'ютерна графіка. AutoCAD: навчальний посібник / М. М. Козяр, Ю. В. Фещук. – Херсон : Грінь Д.С., 2015. – 304 с.
  22. Коцюбинський, В. Ю. Комп'ютерна графіка: навчальний посібник / В. Ю. Коцюбинський, О. Ю. Софіна, Л. М. Мельник ; ВНТУ. – Вінниця : ВНТУ, 2015.– 152 с.
  23. Коваленко Б.Д., Ткачук Р.А., Серпученко В.Г. Інженерна та комп'ютерна графіка : Навч. посібник. – К. : Каравела, 2008. – 512с.
  24. Березовський, В. С. Основи комп'ютерної графіки / В. С. Березовський, В. О. Потієнко, І. О. Завадський ; за ред. А. М. Гуржія. – Київ : Вид. група ВНУ, 2009. – 400 с.
  25. Веселовська, Г. В. Комп'ютерна графіка: навчальний посібник / Г. В. Веселовська, В. Є. Ходаков, В. М. Веселовський. – Херсон : ОЛДІ–плюс, 2008. – 584 с.
  26. Збірник задач з інженерної та комп'ютерної графіки: навч. посіб. / [В. Є. Михайленко, В. М. Найдиш, А. М. Підкоритов, І. А. Скидан]; за ред. В. Є. Михайленка. – К.: Вища шк., 2003. – 159 с.
  27. Нарисна геометрія: Підручник / В. Є. Михайленко, М. Ф. Євстіфеев, С. М. Ковальов, О. В. Кащенко; за ред. В. Є. Михайленка. – [2-ге вид., перероб.]. – К.: Вища шк., 2004. – 303 с.
  28. Інженерна графіка: підручник [для студентів вищ. навч. закладів освіти] / В. Є. Михайленко, В. В. Ванін, С. М. Ковальов; за ред. В. Є. Михайленка. – Львів: Піча Ю. В.; К.: «Каравела»; Львів: «Новий Світ–2000», 2002. – 284 с.
  29. Інженерна та комп'ютерна графіка: підручник / В. Є. Михайленко, В. М. Найдиш, А. М. Підкоритов, І. А. Скидан; за ред. В. Є. Михайленка. – [2-ге вид., перероб.]. – К.: Вища шк., 2001. – 350 с.

### Інформаційні ресурси в Інтернеті

30. Матеріали з дисципліни «Інженерна та комп'ютерна графіка» кафедри інформаційно-вимірювальних технологій та кафедри механічної інженерії на освітньому порталі «Навчальні ресурси Державного університету «Житомирська політехніка»»: <http://learn.ztu.edu.ua>