

|                            |   |   |
|----------------------------|---|---|
| Житомирська<br>політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-20.09-<br>05.02/2/152.00.1Б/ОК15-<br>2022 |
|                            | Екземпляр № 1   | Арк 37 / 1                                  |

## **ЗАТВЕРДЖЕНО**

Науково-методичною радою  
Державного університету  
«Житомирська політехніка»  
протокол від 16 грудня 2022 р.  
№ 13

## **МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**

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

для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр»  
спеціальності 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка»  
освітньо-професійна програма «Комп'ютеризовані інформаційно-вимірювальні  
системи»

факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і робототехніки

кафедра метрології та інформаційно-вимірювальної техніки

Рекомендовано на засіданні  
кафедри метрології та  
інформаційно-вимірювальної  
техніки  
30 серпня 2022р., протокол № 8

Розробники: д.т.н., проф., завідувач кафедри метрології та інформаційно-  
вимірювальної техніки ПОДЧАШИНСЬКИЙ Юрій, старший викладач кафедри  
метрології та інформаційно-вимірювальної техніки  
ЛУГОВИХ Оксана

Житомир  
2022

|                            |   |   |
|----------------------------|---|---|
| Житомирська<br>політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-20.09-<br>05.02/2/152.00.1Б/ОК15-<br>2022 |
|                            | Екземпляр № 1   | Арк 37 / 2                                  |

## ЗМІСТ

|   |    |
|---|----|
| 1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАВДАННЯ<br>КУРСОВОЇ РОБОТИ  | 3  |
| 2. ОСНОВНІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ   | 6  |
| 3. ПРОСТОРОВІ ПЕРЕТВОРЕННЯ ЗОБРАЖЕНЬ  | 8  |
| 4. ЗАВДАННЯ НА КУРСОВУ РОБОТУ З ДИСЦИПЛІНИ<br>«ІНЖЕНЕРНА ТА КОМП'ЮТЕРНА ГРАФІКА (КОМП'ЮТЕРНА<br>ГРАФІКА)» | 13 |
| 5. ПОСЛІДОВНІСТЬ ВИКОНАННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ  | 15 |
| 6. ПРИКЛАД ПРОГРАМИ ДВОВИМІРНОГО ГЕОМЕТРИЧНОГО<br>ПЕРЕТВОРЕННЯ ОБ'ЄКТІВ                                   | 16 |
| 7. ПРИКЛАД РЕЗУЛЬТАТІВ ДВОВИМІРНОГО ГЕОМЕТРИЧНОГО<br>ПЕРЕТВОРЕННЯ ОБ'ЄКТІВ                                | 19 |
| 8. ПРИКЛАД ПРОГРАМИ ТРИВИМІРНОГО ГЕОМЕТРИЧНОГО<br>ПЕРЕТВОРЕННЯ ОБ'ЄКТІВ                                   | 22 |
| 9. ПРИКЛАД РЕЗУЛЬТАТІВ ТРИВИМІРНОГО ГЕОМЕТРИЧНОГО<br>ПЕРЕТВОРЕННЯ ОБ'ЄКТІВ                                | 27 |
| 10. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА  | 34 |

|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-20.09-<br>05.02/2/152.00.1Б/ОК15-<br>2022 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 37 / 3                                  |

### 1.ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАВДАННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ

Метою курсової роботи є вивчення методів 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 автоматизованих систем та систем 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 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,

|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-20.09-<br>05.02/2/152.00.1Б/ОК15-<br>2022 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 37 / 4                                  |

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.

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;

|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-20.09-<br>05.02/2/152.00.1Б/ОК15-<br>2022 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 37 / 5                                  |

- 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 двоградацийне відеозображення.
- dct2** – обчислює ДКП цифрового відеозображення;
- dctmtx** – формує матрицю коефіцієнтів, що використовуються при обчисленні ДКП;
- blkproc** – обчислення заданої функції для блоку точок цифрового відеозображення;
- 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<br>політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-20.09-<br>05.02/2/152.00.1Б/ОК15-<br>2022 |
|                            | Екземпляр № 1   | Арк 37 / 6                                  |

## 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;
```

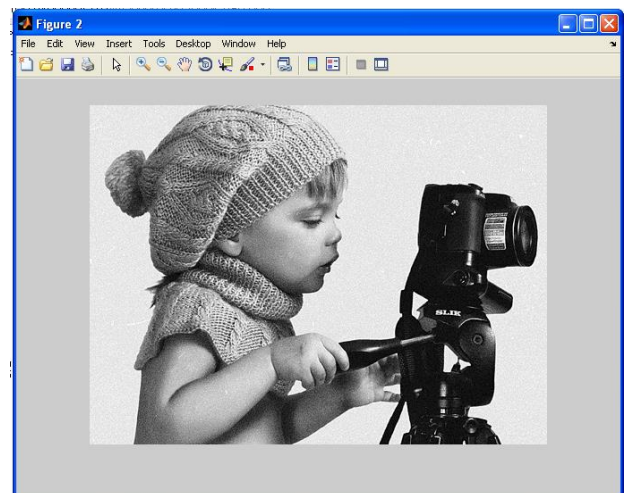
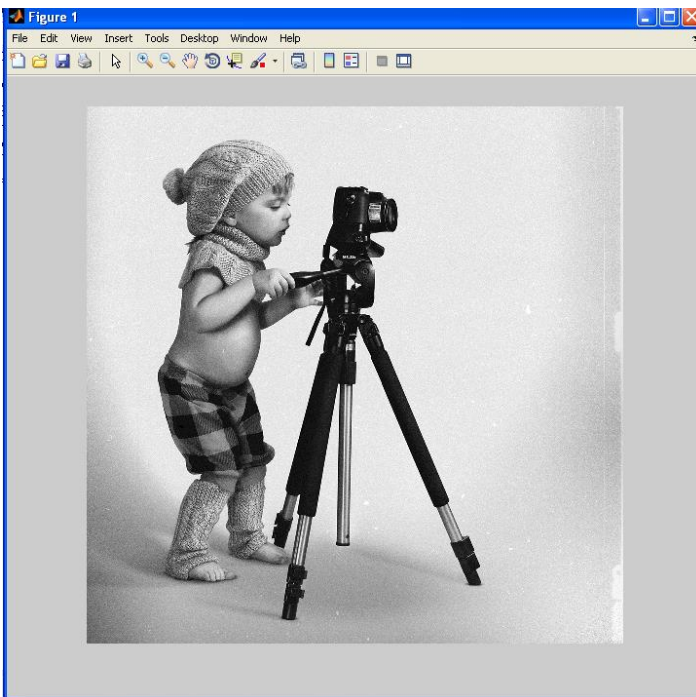


Рисунок 1

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<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-20.09-<br>05.02/2/152.00.1Б/ОК15-<br>2022 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 37 / 7                                  |

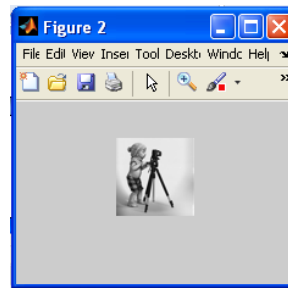
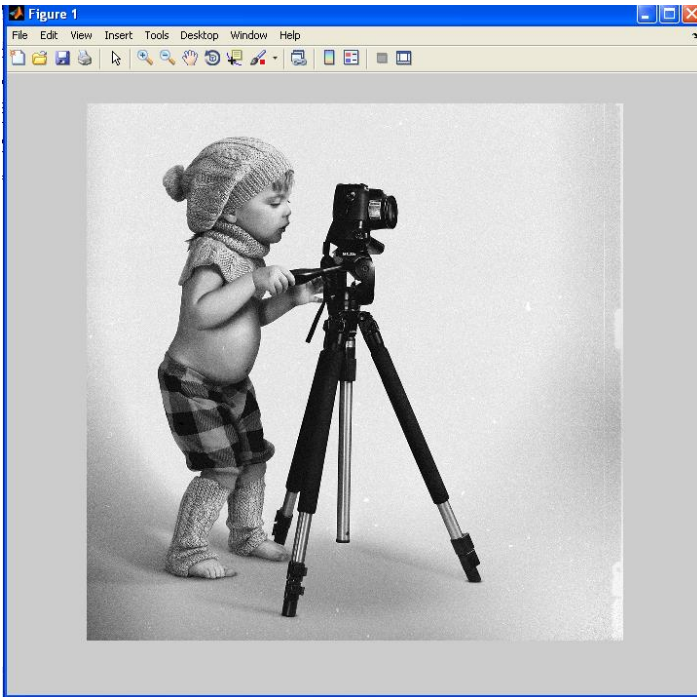
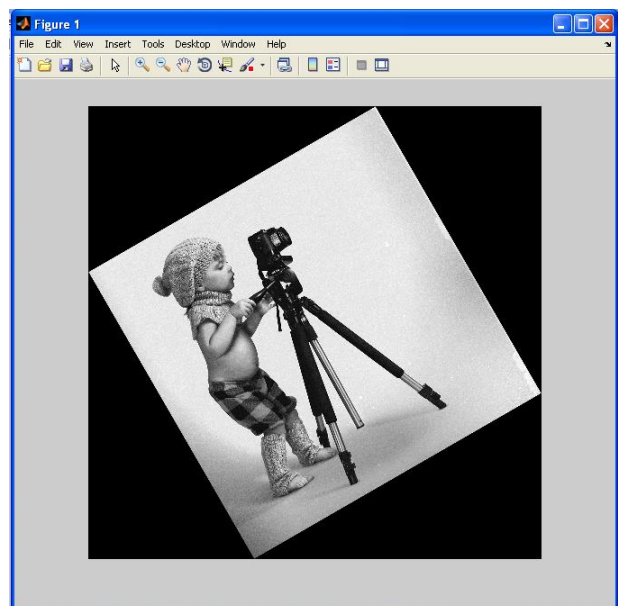
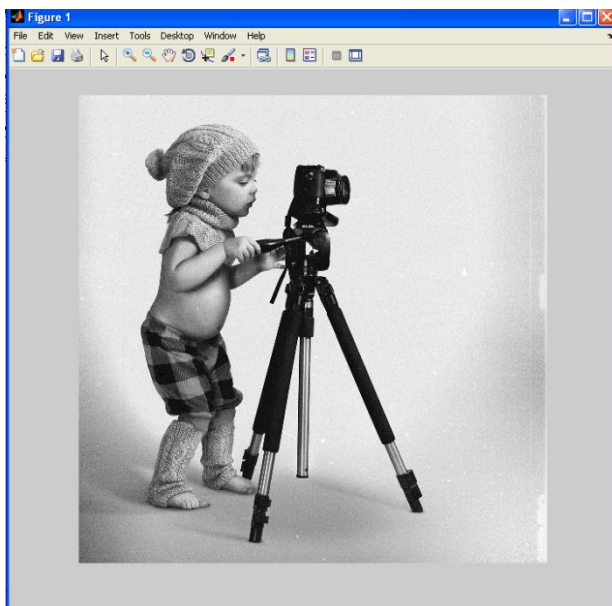


Рисунок 2

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);
```



|                            |   |   |
|----------------------------|---|---|
| Житомирська<br>політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-20.09-<br>05.02/2/152.00.1Б/ОК15-<br>2022 |
|                            | Екземпляр № 1   | Арк 37 / 8                                  |

### Рисунок 3

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

### 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:  $[uv] = [xy] T$ .

Параметр T представляє собою матрицю з розмірністю 3x2, 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];
```



|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-20.09-<br>05.02/2/152.00.1Б/ОК15-<br>2022 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 37 / 9                                  |

Далі лінійні конформні перетворення використовуються як підмножина афінних перетворень.

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)
```

|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-20.09-<br>05.02/2/152.00.1Б/ОК15-<br>2022 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 37 / 10                                 |

```
imshow(I_affine)
title('affine')
```

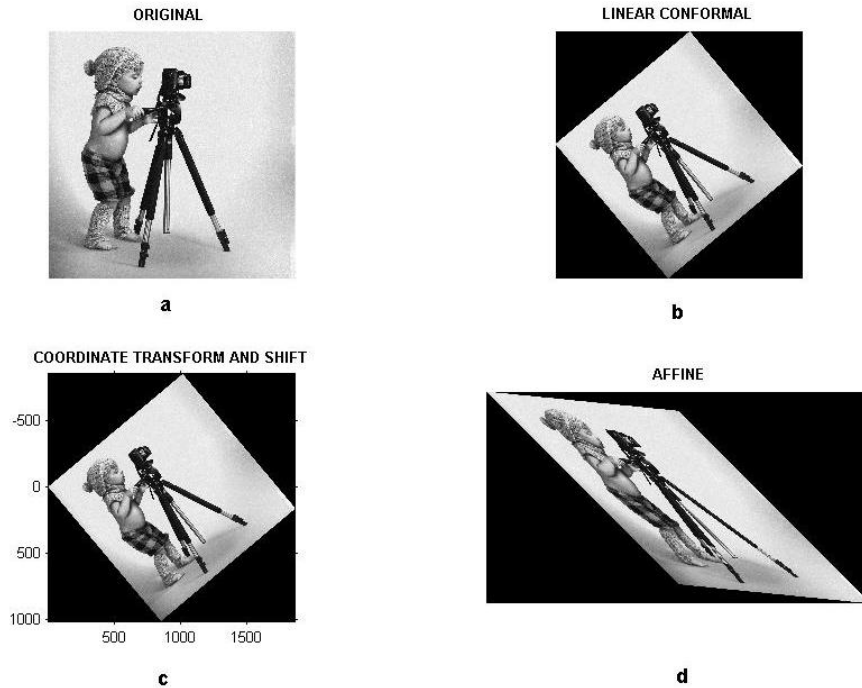


Рисунок 4

### 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:  $[u\ v\ w] = [x\ y\ 1] T$ , 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.

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

$$u = (Ax + By + C) / (Gx + Hy + 1)$$

$$v = (Dx + Ey + F) / (Gx + Hy + 1)$$

|                            |   |   |
|----------------------------|---|---|
| Житомирська<br>політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-20.09-<br>05.02/2/152.00.1Б/ОК15-<br>2022 |
|                            | Екземпляр № 1   | Арк 37 / 11                                 |

```
T=[1 0 0.008;
    1 1 0.01;
    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).

|                            |   |   |
|----------------------------|---|---|
| Житомирська<br>політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-20.09-<br>05.02/2/152.00.1Б/ОК15-<br>2022 |
|                            | Екземпляр № 1   | Арк 37 / 12                                 |

```

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

```

|                            |   |   |
|----------------------------|---|---|
| Житомирська<br>політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-20.09-<br>05.02/2/152.00.1Б/ОК15-<br>2022 |
|                            | Екземпляр № 1   | Арк 37 / 13                                 |

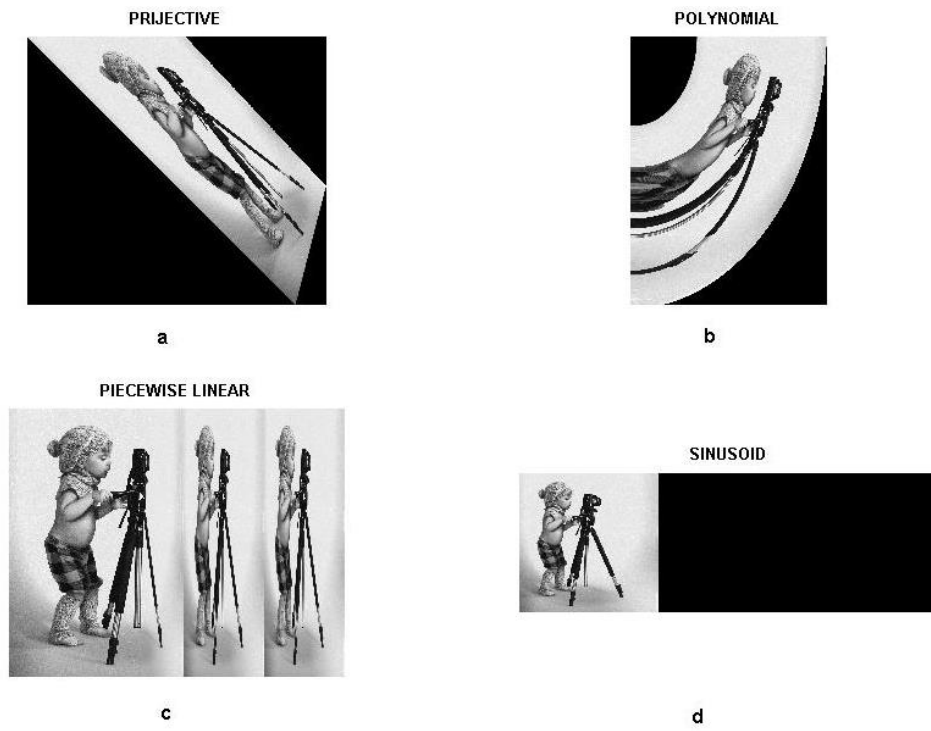


Рисунок 5

|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-20.09-<br>05.02/2/152.00.1Б/ОК15-<br>2022 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 37 / 14                                 |

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

| Номер варіанту | Розмір зображення               |                                 | Двовимірна геометрична фігура<br>– прямокутник |                                 |   | Зображення літер |
|----------------|---------------------------------|---------------------------------|--|---------------------------------|---|------------------|
|                | ширина $N$ ,<br>дискр.<br>точок | висота $M$ ,<br>дискр.<br>точок | ширина $H$ ,<br>дискр.<br>точок                | висота $L$ ,<br>дискр.<br>точок | кут повороту $\alpha$ ,<br>градусів<br>відн. $Ox$<br>проти год<br>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<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-20.09-<br>05.02/2/152.00.1Б/ОК15-<br>2022 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 37 / 15                                 |

| Номер<br>варіанту | Параметри геометричного перетворення |       |       |               |       |       |  |          |          |
|-------------------|--------------------------------------|-------|-------|---------------|-------|-------|--|----------|----------|
|                   | Зсув, дискр. точок                   |       |       | Масштабування |       |       | Кут повороту,<br>градусів проти год.<br>стрілки відносно<br>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<br>політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-20.09-<br>05.02/2/152.00.1Б/ОК15-<br>2022 |
|                            | Екземпляр № 1   | Арк 37 / 16                                 |

## 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.1.5 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<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-20.09-<br>05.02/2/152.00.1Б/ОК15-<br>2022 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 37 / 17                                 |

## 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<br>політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-20.09-<br>05.02/2/152.00.1Б/ОК15-<br>2022 |
|                            | Екземпляр № 1   | Арк 37 / 18                                 |

```

'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<br>політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-20.09-<br>05.02/2/152.00.1Б/ОК15-<br>2022 |
|                            | Екземпляр № 1   | Арк 37 / 19                                 |

```

'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)

```

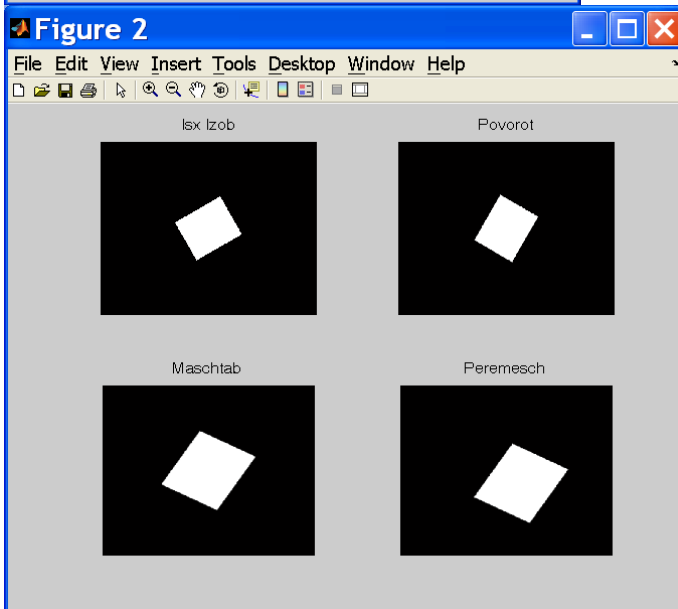
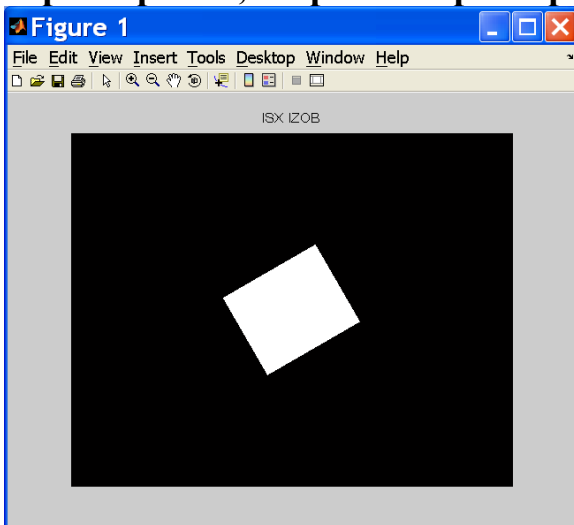
|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-20.09-<br>05.02/2/152.00.1Б/ОК15-<br>2022 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 37 / 20                                 |

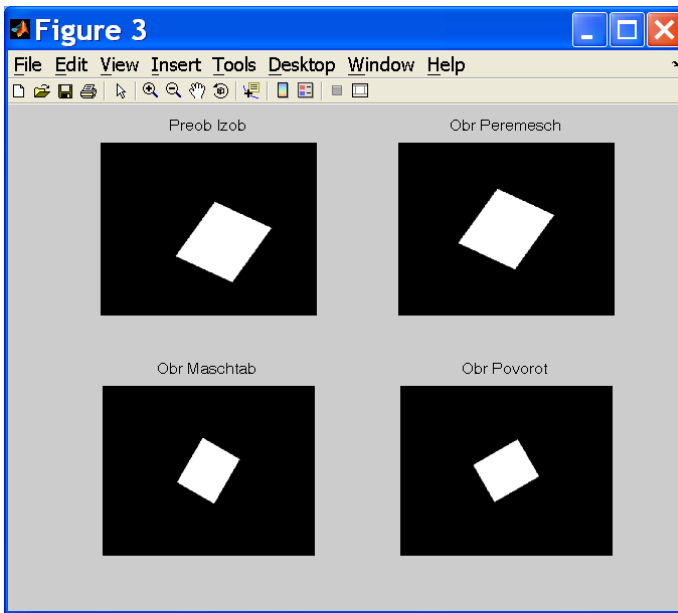
## 7. ПРИКЛАД РЕЗУЛЬТАТІВ ДВОВИМІРНОГО ГЕОМЕТРИЧНОГО ПЕРЕТВОРЕННЯ ОБ'ЄКТІВ

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)





**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<br>політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-20.09-<br>05.02/2/152.00.1Б/ОК15-<br>2022 |
|                            | Екземпляр № 1   | Арк 37 / 22                                 |

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<br>політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-20.09-<br>05.02/2/152.00.1Б/ОК15-<br>2022 |
|                            | Екземпляр № 1   | Арк 37 / 23                                 |

## 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<br>політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-20.09-<br>05.02/2/152.00.1Б/ОК15-<br>2022 |
|                            | Екземпляр № 1   | Арк 37 / 24                                 |

```

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<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-20.09-<br>05.02/2/152.00.1Б/ОК15-<br>2022 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 37 / 25                                 |

```

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<br>політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-20.09-<br>05.02/2/152.00.1Б/ОК15-<br>2022 |
|                            | Екземпляр № 1   | Арк 37 / 26                                 |

```

% 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<br>політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-20.09-<br>05.02/2/152.00.1Б/ОК15-<br>2022 |
|                            | <i>Екземпляр № 1</i>  | <i>Арк 37 / 27</i>                          |

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

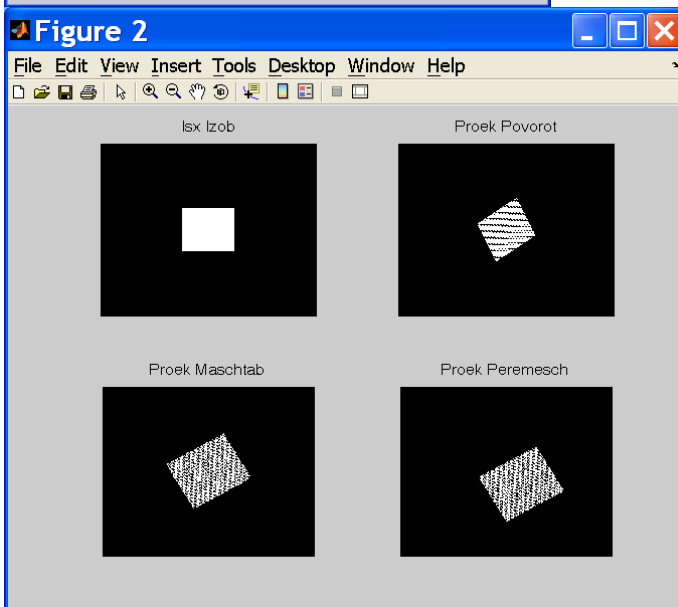
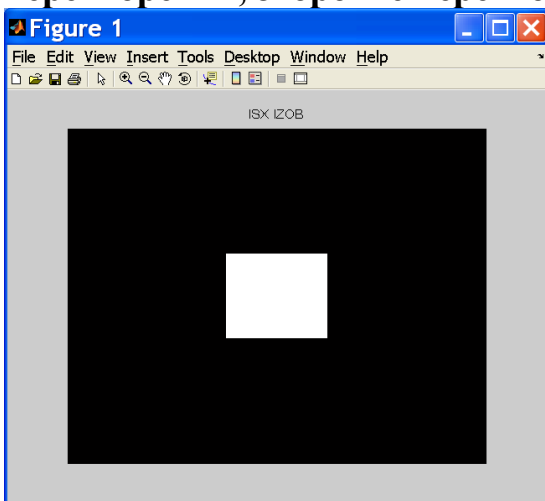
```
% визначення координат контрольних точок  
figure; [XIsx, YIsx, PIsx]=impixel(Im2D)  
[XTransform3, YTransform3,  
PTransform3]=impixel(Im2DTransform3)  
[XRestore3, YRestore3, PRestore3]=impixel(Im2DRestore1)
```

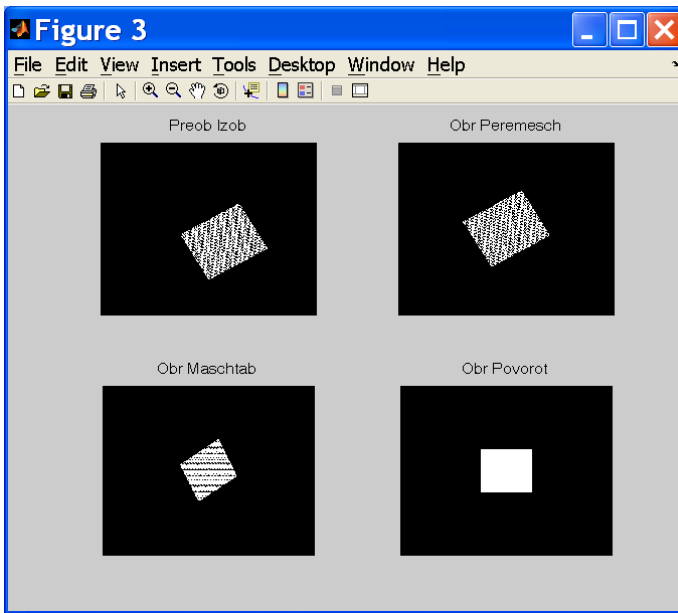
|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-20.09-<br>05.02/2/152.00.1Б/ОК15-<br>2022 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 37 / 28                                 |

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

Початкові дані геометричного перетворення  
 $M=400$ ;  $N=500$ ;  $H=120$ ;  $L=100$ ;  $\text{Alfa}=0$ ;  
 $\text{Teta}_z=-30$ ;  $\text{Teta}_y=-30$ ;  $\text{Teta}_x=0$ ;  
 $T_z=10$ ;  $T_y=30$ ;  $T_x=35$ ;  
 $S_z=0.8$ ;  $S_y=1.2$ ;  $S_x=1.5$ ;

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





**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<br>політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-20.09-<br>05.02/2/152.00.1Б/ОК15-<br>2022 |
|                            | Екземпляр № 1   | Арк 37 / 30                                 |

**YTransform3 =**

214  
141  
245  
318

**PTransform3 =**

|   |   |   |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 |

**XRestore3 =**

189  
310  
189  
310

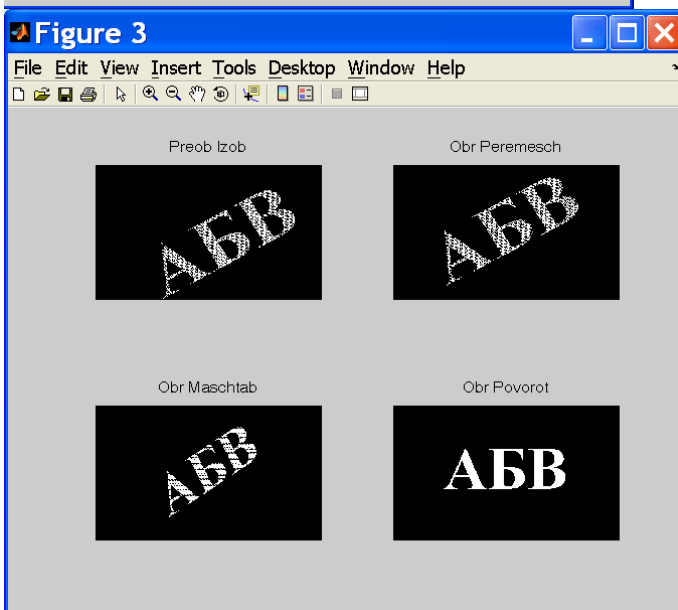
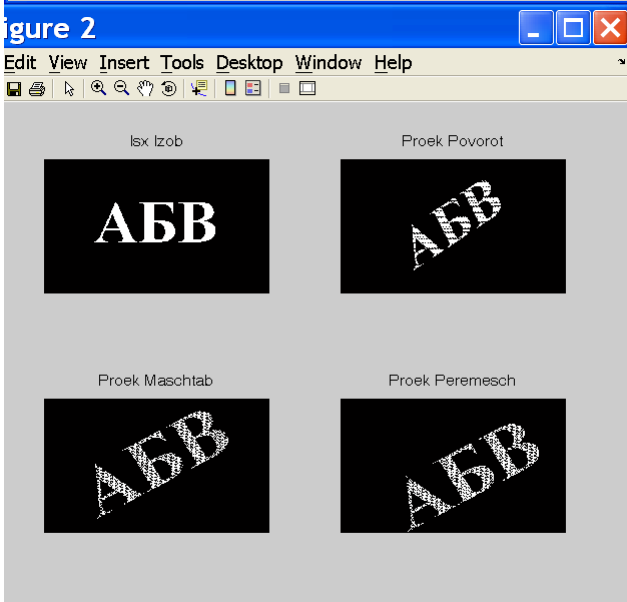
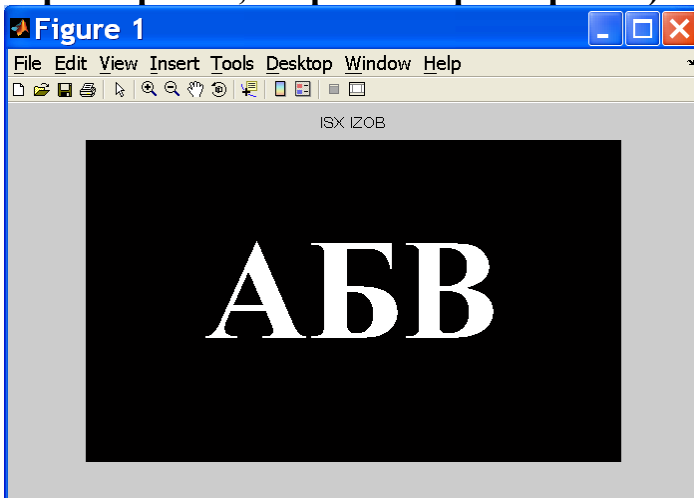
**YRestore3 =**

150  
149  
251  
251

**PRestore3 =**

|   |   |   |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 |

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



|                            |   |   |
|----------------------------|---|---|
| Житомирська<br>політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-20.09-<br>05.02/2/152.00.1Б/ОК15-<br>2022 |
|                            | Екземпляр № 1   | Арк 37 / 32                                 |

**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<br>політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-20.09-<br>05.02/2/152.00.1Б/ОК15-<br>2022 |
|                            | Екземпляр № 1   | Арк 37 / 33                                 |

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

0 0 0

XRestore3 =

172

121

219

225

225

306

321

322

YRestore3 =

103

197

198

103

198

|                            |   |   |
|----------------------------|---|---|
| Житомирська<br>політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-20.09-<br>05.02/2/152.00.1Б/ОК15-<br>2022 |
|                            | Екземпляр № 1   | Арк 37 / 34                                 |

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<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-20.09-<br>05.02/2/152.00.1Б/ОК15-<br>2022 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 37 / 35                                 |

## 10. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

### Основна література

1. Михайленко В.Є., Ванін В.В., Ковальов С.М. Інженерна та комп'ютерна графіка : підручник. – 8-е вид. – К. : Каравела, 2018. – 368 с.
2. Пічугін Михайло, Канкін Іван, Воротніков Володимир. Комп'ютерна графіка. Навчальний посібник. – К.: Центр навчальної літератури, 2019. – 346 с.
3. 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.
4. 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.
5. Коцюбинський, В. Ю. Комп'ютерна графіка: навчальний посібник / В. Ю. Коцюбинський, О. Ю. Софіна, Л. М. Мельник ; ВНТУ. – Вінниця : ВНТУ, 2015.– 152 с.
6. 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.
7. Тменова, Н. П. Комп'ютерна графіка: навчально–методичний посібник / Н. П. Тменова ; КНУ ім. Т. Шевченка. – Київ : Київський університет, 2017. – 111 с.
8. Козяр М. М. Комп'ютерна графіка. AutoCAD: навчальний посібник / М. М. Козяр, Ю. В. Фещук. – Херсон : Грінь Д.С., 2015. – 304 с.
9. Коваленко Б.Д., Ткачук Р.А., Серпученко В.Г. Інженерна та комп'ютерна графіка : Навч. посібник. – К. : Каравела, 2008. – 512с.
10. Ванін В.В., Перевертун В.В., Надкернична Т.М. Комп'ютерна

|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-20.09-<br>05.02/2/152.00.1Б/ОК15-<br>2022 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 37 / 36                                 |

інженерна графіка в середовищі AutoCAD : навч. посібник. – К. : Каравела, 2013. – 336 с.

11. Райковська Г. О. Нарисна геометрія та інженерна графіка: навч. посібник / Г. О. Райковська. – Житомир: ЖДТУ, 2008. – 292 с.
12. Райковська Г.О. Нарисна геометрія. Практикум : навч. посібник / Г. О. Райковська. – Житомир: ЖДТУ, 2013 – 186 с.
13. Райковська Г.О. Інженерна графіка. Практикум : навч. посібник / Г. О. Райковська, Головня В. Д., Глембоцька Л. Є. – ч. 1. – Житомир : ЖДТУ, 2015. – 250 с.
14. Райковська Г.О. Інженерна графіка. Практикум : навч. посібник / Г. О. Райковська, Головня В. Д., Глембоцька Л. Є. – ч. 2. – Житомир : ЖДТУ, 2017. – 116 с.

#### **Допоміжна література**

15. Нарисна геометрія: навч. посібник / [Є. А. Антонович, Я. В. Васишин, О. В. Фольта та ін.]; за ред. проф. Є.А. Антоновича. – Львів: Світ, 2004. – 528 с.
16. Інженерна графіка: Довідник / В. М. Богданов, А. П. Верхола, Б. Д. Коваленко та ін.; за ред. А. П. Верхоли. – К.: Техніка, 2001. – 268 с.
17. 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.
18. Бакка М.Т., Редчиць В.С., Кальчук С.В. Основи проектування, інженерна та комп'ютерна графіка : навч. посібник. – Ж. : ЖІТІ, 2002. – 371с.
19. 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.
20. Веселовська, Г. В. Комп'ютерна графіка: навчальний посібник / Г. В.

|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-20.09-<br>05.02/2/152.00.1Б/ОК15-<br>2022 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 37 / 37                                 |

- Веселовська, В. Є. Ходаков, В. М. Веселовський. – Херсон : ОЛДІ–плюс, 2008. – 584 с.
21. Збірник задач з інженерної та комп'ютерної графіки: навч. посіб. / [В. Є. Михайленко, В. М. Найдис, А. М. Підкоритов, І. А. Скидан]; за ред. В. Є. Михайленка. – К.: Вища шк., 2003. – 159 с.
  22. 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.
  23. Райковська Г. О. Нарисна геометрія та інженерна графіка: навч. посібник / Г. О. Райковська. – Житомир: ЖДТУ, 2008. – 292 с.
  24. 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.
  25. Інженерна та комп'ютерна графіка: підручник / В. Є. Михайленко, В. М. Найдис, А. М. Підкоритов, І. А. Скидан; за ред. В. Є. Михайленка. – [2-ге вид., перероб.]. – К.: Вища шк., 2001. – 350 с.

## 12. Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. Освітній портал Державного університету «Житомирська політехніка» – <https://learn.ztu.edu.ua/>
2. <https://www.osvita.ua>
3. <https://bookname.com.ua>
4. <https://www.ebooks.com>