

## ДОДАТОК А

Графічний матеріал кваліфікаційної роботи

**Харківський національний університет  
радіоелектроніки**

**Кафедра ЕОМ**

**Кваліфікаційна робота**

*Модель класифікації повітряних  
суден порушників повітряного  
простору*

Виконав:

ст. гр. СПзм-19-3

Самойленко Д.В.

Науковий керівник:

д.т.н., проф., Кучук Н.Г.

2

## Об'єкт дослідження та мета роботи

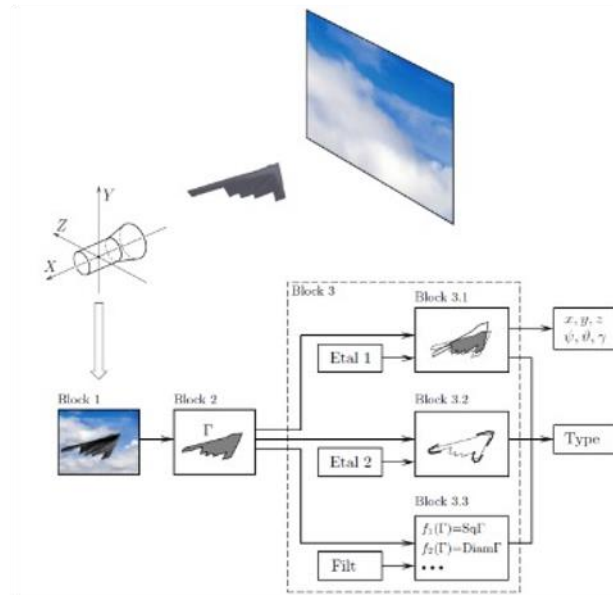
Метою кваліфікаційної роботи є аналіз моделей функціонування систем розпізнавання та визначення просторового становища лігальних апаратів у реальному часі на основі методів обчислювальної геометрії.

Об'єктом дослідження є моделі та методи класифікації даних.

Завдання:

- застосування методів обчислювальної геометрії для вирішення задач визначення просторового становища лігальних апаратів за зовнішніми контурами та опорними точками;
- застосування метрики суміщення зовнішніх контурів на вирішення завдання розпізнавання лігальних апаратів на динамічних зображеннях у польоті;
- розробка методу виділення елементів конструкції лігальних апаратів для вирішення завдання розпізнавання на статичних зображеннях.

## Принцип роботи системи розпізнавання

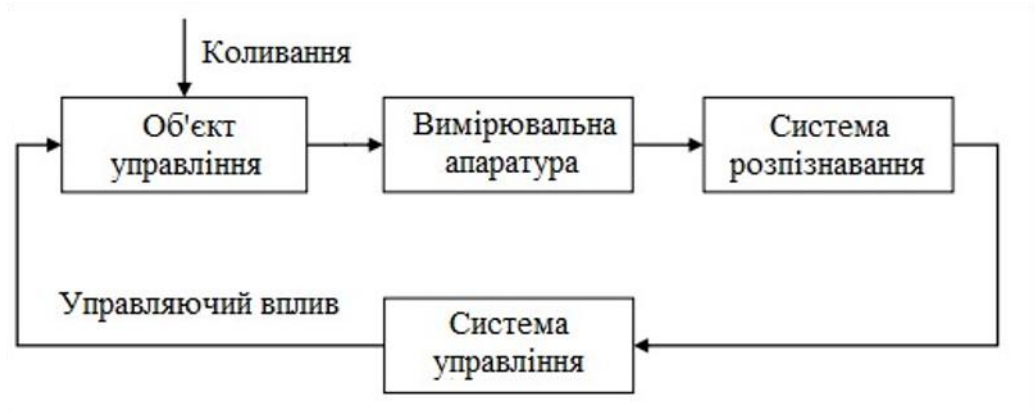


## Класи повітряних суден



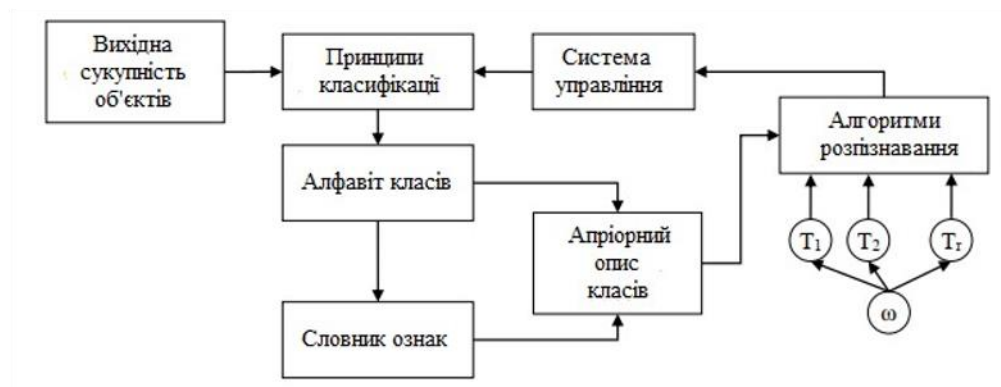
## Структура системи управління

5



6

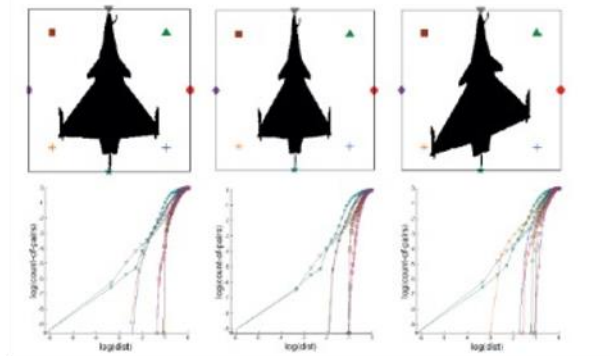
## Структура системи розпізнавання



## Типові зображення літальних апаратів

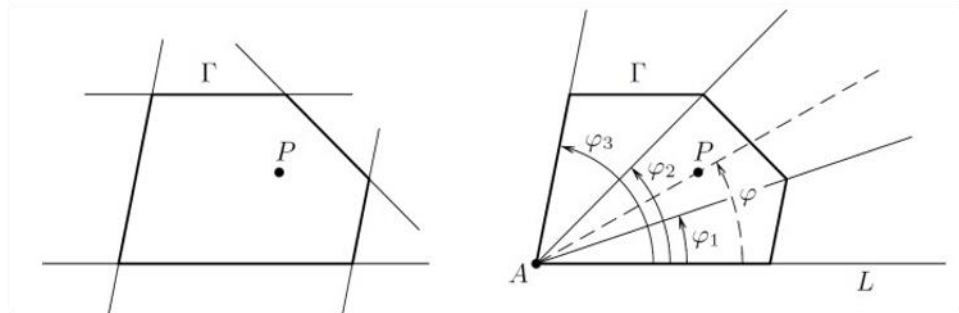
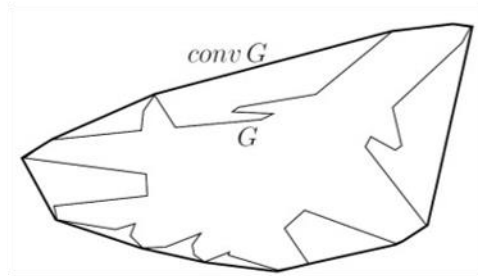


## Зображення літака та його скелету. Кросплоти



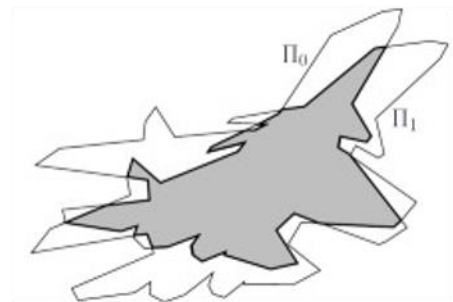
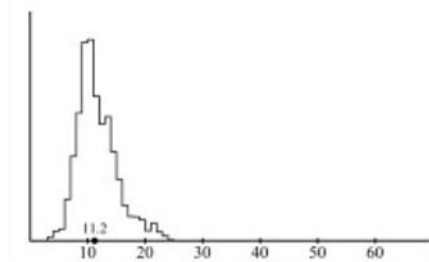
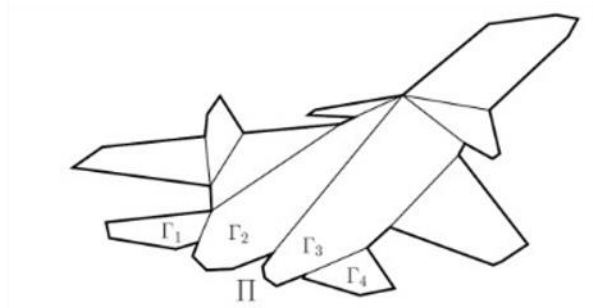
## Методи обчислювальної геометрії

9



## Методи обчислювальної геометрії

10



## Математична модель оптичного каналу

Математична модель оптичного каналу будується у межах аксіоматики проєктивної камери. В аксіоматиці проєктивної камери передбачається, що точки простору, що спрямовуються в одну точку приймальні матриці, лежать на одній прямій, всі такі прямі перетинаються в одній точці – оптичному центрі, а оптичний центр лежить на оптичній осі.

$$\psi_0 = 2 \operatorname{arctg} \left( \frac{H}{W} \operatorname{tg} \frac{\varphi_0}{2} \right)$$

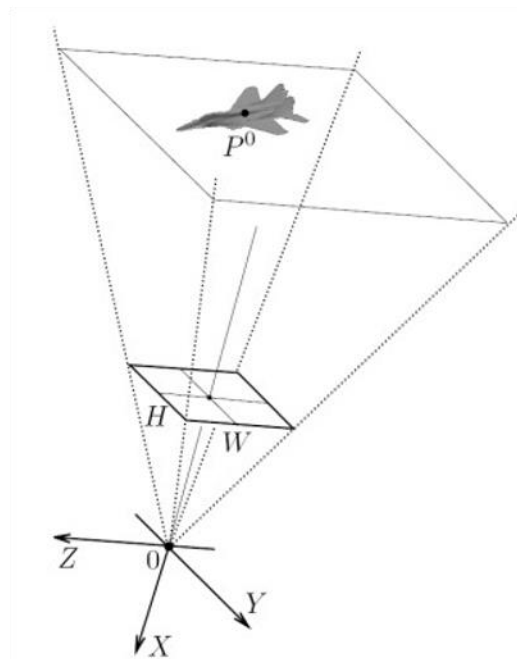
$$F = \frac{1}{2} \operatorname{ctg} \frac{\varphi_0}{2}$$

$$M^0 = \begin{bmatrix} \cos \psi & 0 & -\sin \psi \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin \psi & 0 & \cos \psi \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos \vartheta & -\sin \vartheta & 0 \\ \sin \vartheta & \cos \vartheta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \gamma & -\sin \gamma \\ 0 & \sin \gamma & \cos \gamma \end{bmatrix}$$

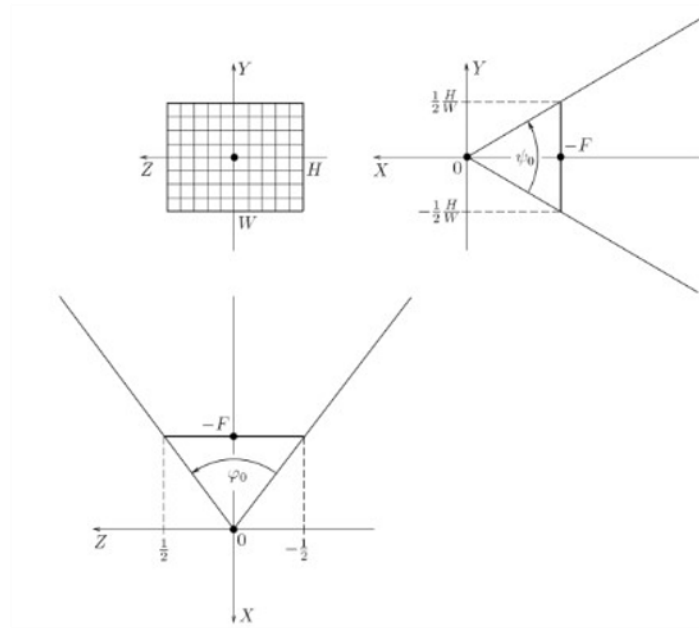
$$M^0 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos k & -\sin k \\ 0 & \sin k & \cos k \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos t & -\sin t & 0 \\ \sin t & \cos t & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos r & 0 & -\sin r \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin r & 0 & \cos r \end{bmatrix}$$

$$M^0 = \begin{bmatrix} \cos t & -\sin t & 0 \\ \sin t & \cos t & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos r & 0 & -\sin r \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin r & 0 & \cos r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos t \cos r & -\sin t & -\cos t \sin r \\ \sin t \cos r & \cos t & -\sin t \sin r \\ \sin r & 0 & \cos r \end{bmatrix}$$

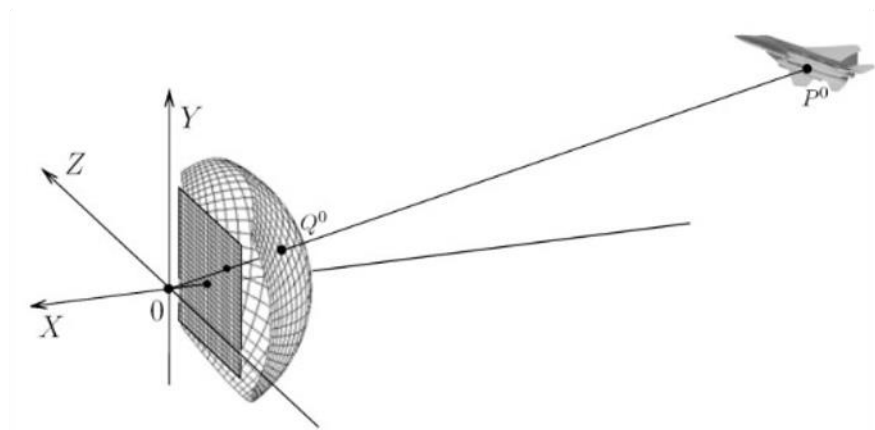
## Повітряне судно в конусі спостереження



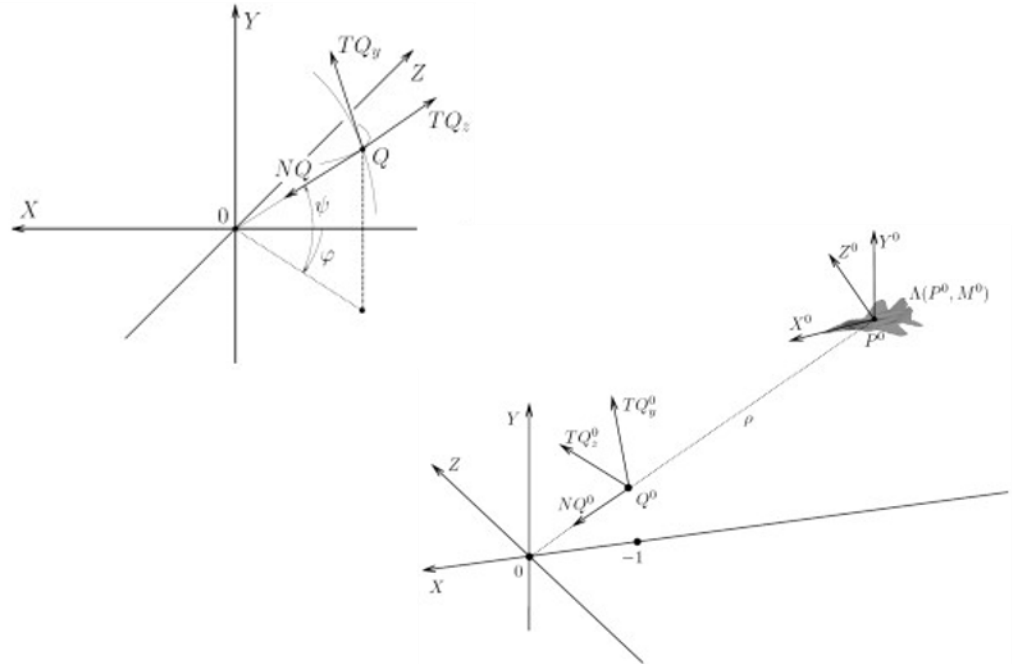
## Геометрія оптичного каналу



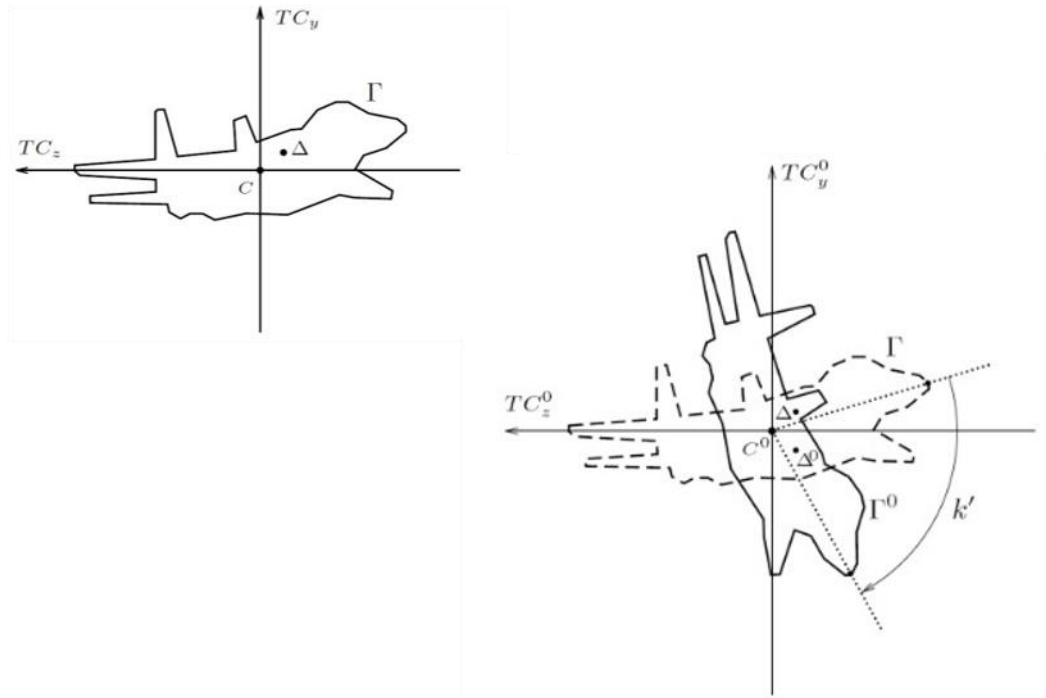
## Плоска та сферична приймальні матриці



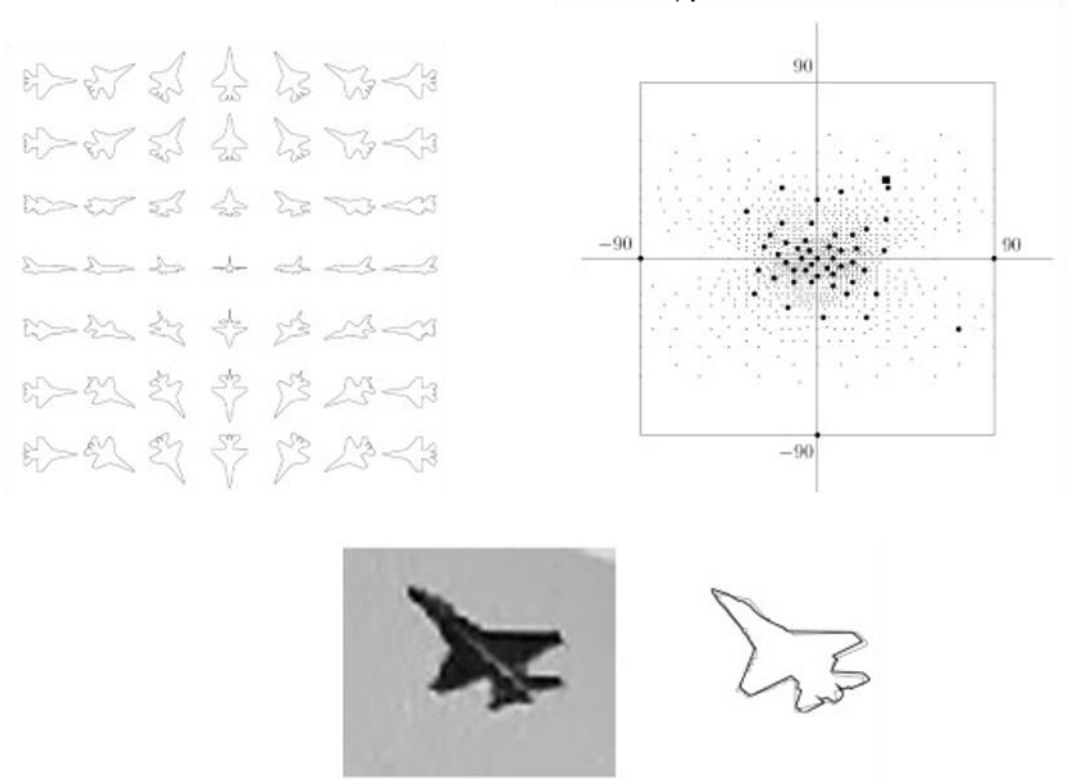
### Система координат точки на одиничній сфері. Позиціонування повітряного судна



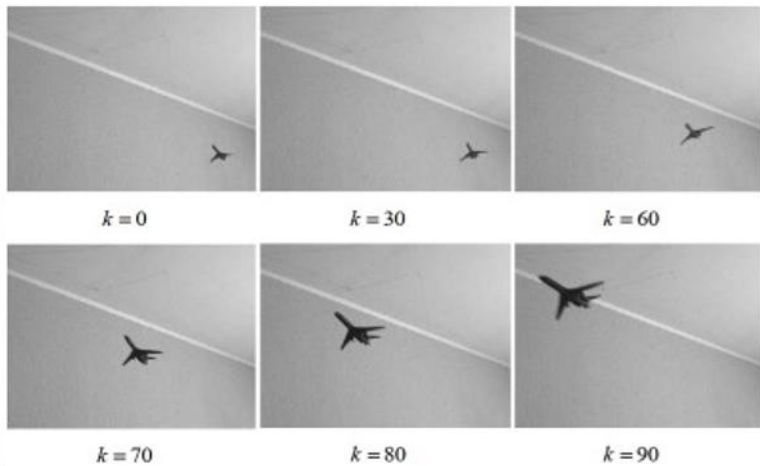
### Еталонні об'єкти та контури



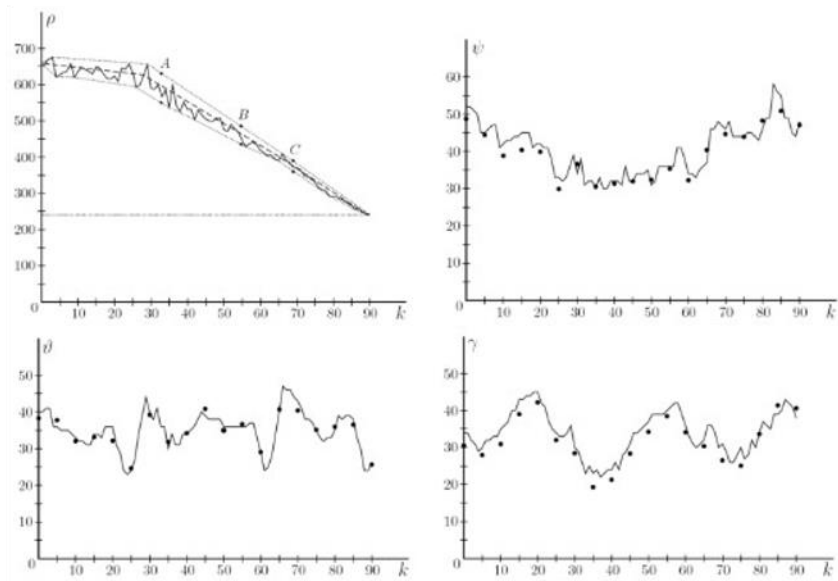
### Еталонні контури



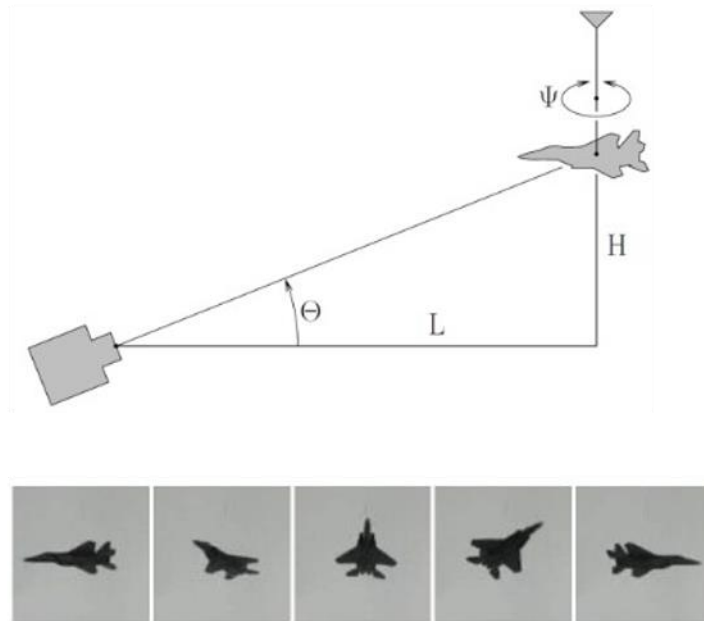
### Проведення експериментів



### Отримання результатів



### Проведення експерименту



## Отримання результатів

	A10	F117	F15	F16	Su33	T50	F35	F22
A10	93	7	0	0	0	0	0	0
F117	0	96	4	0	0	0	0	0
F15	0	0	72	0	5	3	9	10
F16	0	0	8	85	0	0	7	0
Su33	0	0	8	1	87	0	3	0
T50	1	1	0	0	0	96	2	0

## Висновки

Проведено аналіз моделей функціонування систем розпізнавання та визначення просторового становища повітряних суден у реальному часі на основі методів обчислювальної геометрії. Досліджено математичну модель класифікації повітряних суден з використанням оптичного каналу. Застосовано методи обчислювальної геометрії для вирішення задач визначення просторового становища літальних апаратів за зовнішніми контурами та опорними точками; застосовано метрики суміщення зовнішніх контурів на вирішення завдання розпізнавання літальних апаратів на динамічних зображеннях у польоті; розроблено метод виділення елементів конструкції літальних апаратів для вирішення завдання розпізнавання літальних апаратів на статичних зображеннях.

Розроблена система розпізнавання літальних апаратів на тлі небосхилу, яка утворена з оптичної системи та обчислювального пристрою. У циклі міжкадрової обробки здійснюється виділення повітряного судна на тлі небосхилу з подальшим розпізнаванням в заданому класі. Перевірка працездатності розробленої системи розпізнавання здійснювалася на відеозаписах польотів літальних апаратів у реальних умовах.