

ДОДАТОК А
ГРАФІЧНА ЧАСТИНА

Задача виявлення БПЛА



Для дрон-детекції можуть використовуватися:

- акустичні ознаки,
- радіолокаційні ознаки
- радіочастотні ознаки,
- оптичні і теплові ознаки.

Рисунок А.1 – Задача виявлення БПЛА

Постановка задачі

Кваліфікаційна робота присвячена задачі покращення характеристик системи розпізнавання дронів у зображенні з камери відеоспостереження. В роботі досліджуються методи обробки зображень дронів в задачах покращення характеристик виявлення і розпізнавання БПЛА в відеопотоці.

Об'єкт дослідження – процес обробки сигналів видимого оптичного діапазону для задачі виявлення і розпізнавання малих безпілотних літальних апаратів (БПЛА).

Метою роботи є визначення складу та параметрів попередньої обробки зображень дронів, оцінка впливу цієї обробки на достовірності виявлення і розпізнавання дронів.

Методи дослідження – модельний експеримент, натурний експеримент, статистична обробка експериментальних даних.

Рисунок А.2 – Постановка задачі

Проблемна ситуація

1. Малий контраст дрону з фоном



Для покращення помітності дронів на відеозображеннях доцільно застосовувати градаційну обробку зображень перед операцією виявлення.

2. Зашумлене зображення



Значний рівень шумів може призводити до збільшення хибного виявлення руху в кадрі і погіршити розпізнавання. Треба застосовувати просторову фільтрацію зображень перед виявленням.

Рисунок А.3 – Проблемна ситуація

Методи градаційних перетворень

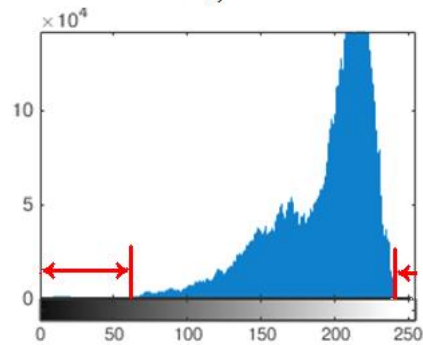
1. Лінійне розтягування гістограми



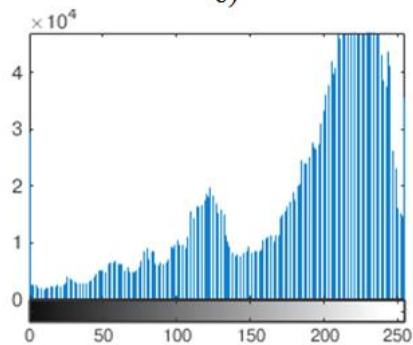
а)



б)



в)



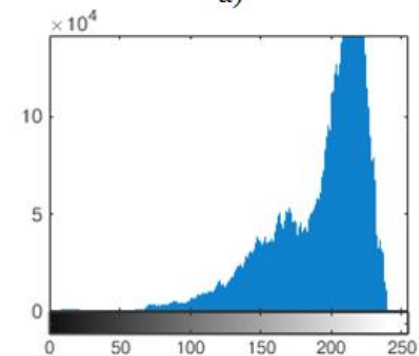
г)



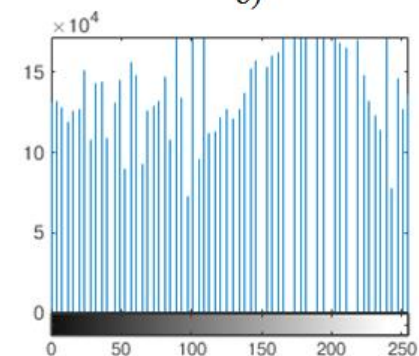
а)



б)



в)

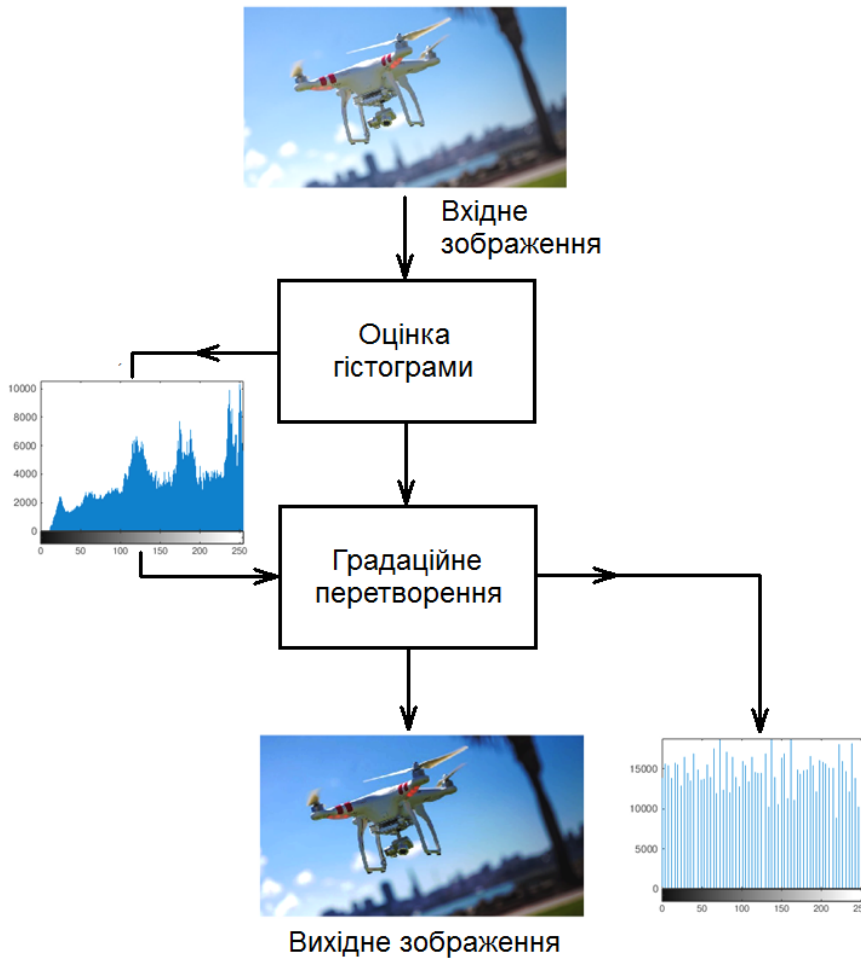


г)

Рисунок А.4 – Методи градаційних перетворень

Еквалізація гістограми

1. Алгоритм еквалізації



2. Формула градаційного перетворення

В обробці зображень важливою є функція:

$$s = T(r) = \int_0^r p_r(w)dw,$$

r – значення пікселя на вході,
 s – значення пікселя на виході,
 T – оператор перетворення,
 p – розподіл вірогідності.

Знаючи функцію перетворення $T(r)$, матимемо:

$$\frac{ds}{dr} = \frac{dT(r)}{dr} = \frac{d}{dr} \left[\int_0^r p_r(w)dw \right] = p_r(r).$$

Отже, отримуємо в результаті:

$$p_s(s) = p_r(r) \left| \frac{1}{p_r(r)} \right| = 1, \quad 0 \leq s \leq 1.$$

Таким чином, отримуємо, що $p_s(s)$ є рівномірною щільністю розподілу ймовірностей на відріжку $[0,1]$, що дорівнює нулю поза цим інтервалом.

Рисунок А.5 – Еквалізація гістограми

Дослідження еквалізації гістограм

Drone1.JPG

Drone2.JPG

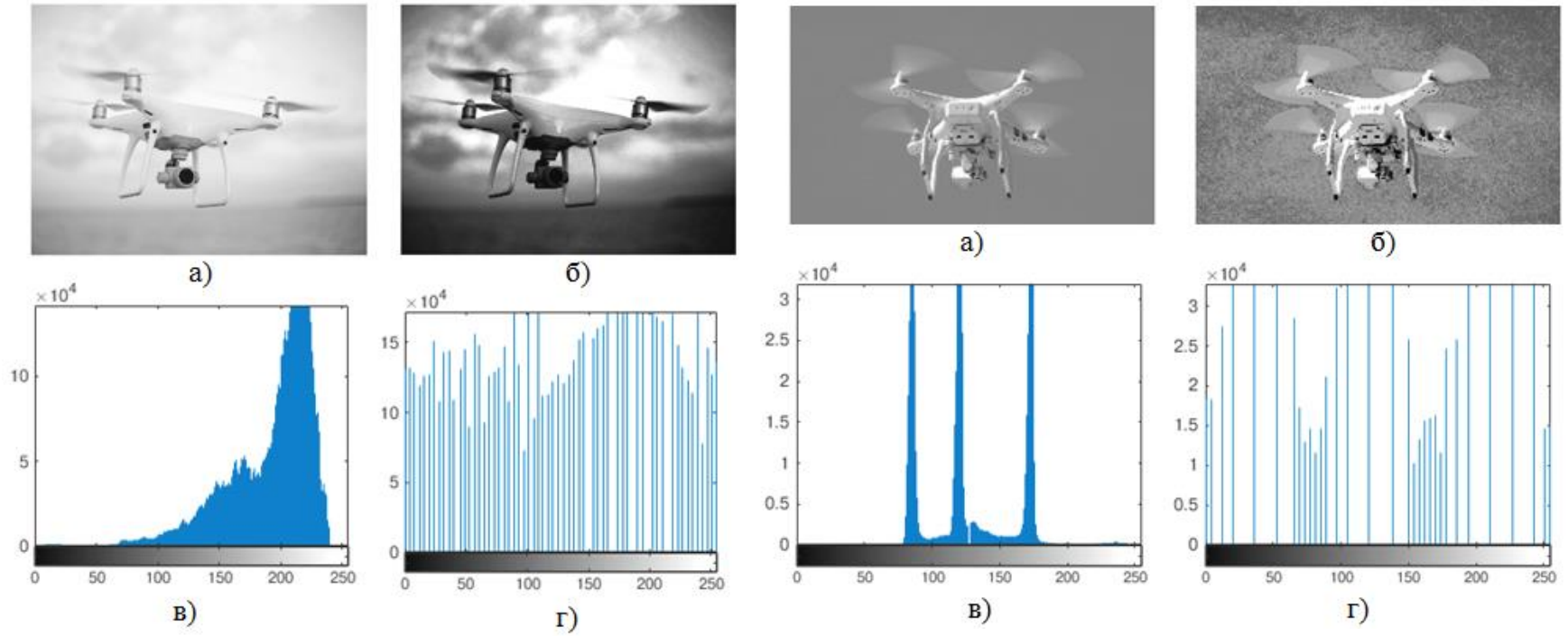


Рисунок А.6 – Дослідження еквалізації гістограм

Дослідження еквалізації гістограм

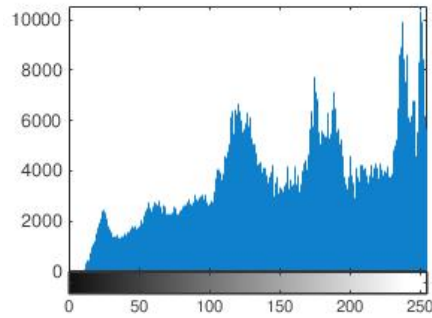
Drone3.JPG

Drone4.JPG

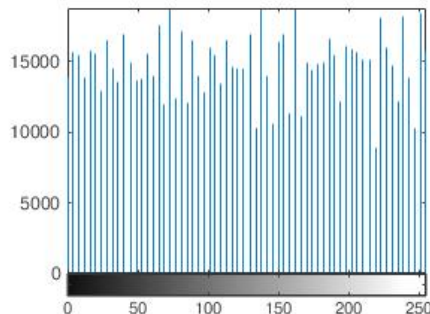


а)

б)



в)

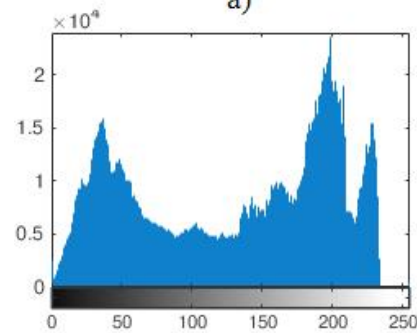


г)

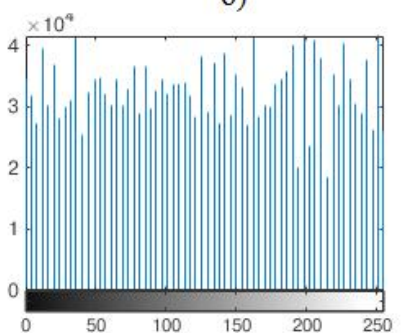


а)

б)



в)



г)

Рисунок А.7 – Дослідження еквалізації гістограм

Оцінка збільшення контрасту

Метод еквалізації гістограм

Зображення	Контраст з фоном (оригінал)	Контраст з фоном (обробка)	Контраст всередині (оригінал)	Контраст всередині (обробка)
drone1.JPG	1,45	3,71	2,11	5,32
drone2.JPG	1,72	4,3	2,70	6,66
drone3.JPG	1,31	3,86	1,96	6,12
drone4.JPG	3,27	4,11	2,64	2,92

Метод лінійного розтягування гістограм

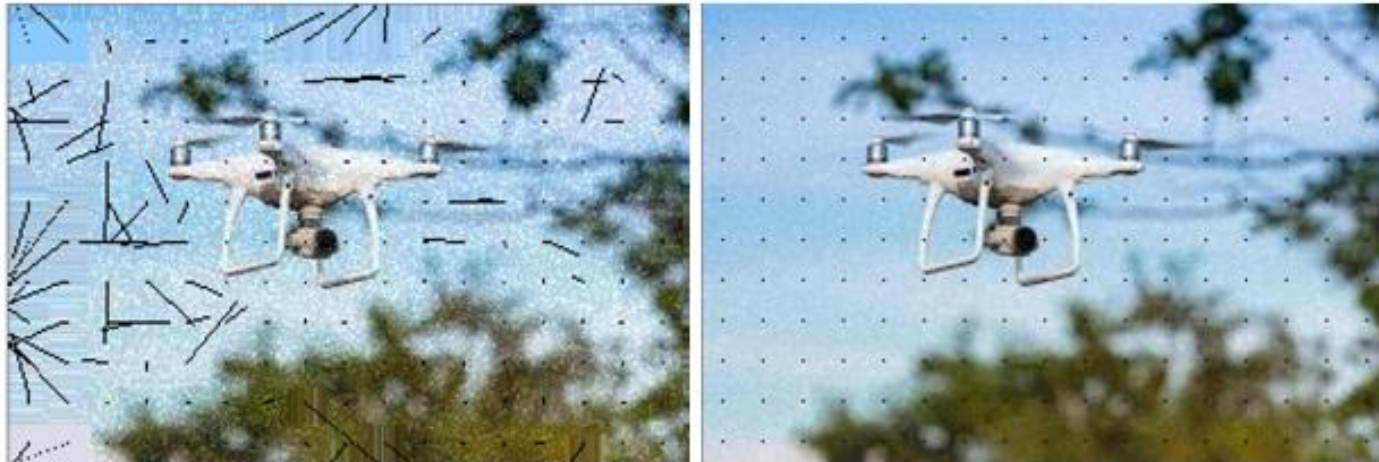
Зображення	Контраст з фоном (оригінал)	Контраст з фоном (обробка)	Контраст всередині (оригінал)	Контраст всередині (обробка)
drone1.JPG	1,45	1,51	2,11	2,17
drone2.JPG	1,72	2,11	2,70	3,22
drone3.JPG	1,31	2,98	1,96	4,33
drone4.JPG	3,27	3,50	2,64	2,76

Можна помітити, що ефективність збільшення контрасту об'єкту з фоном та контрасту деталей всередині об'єкту для різних зображень дронів при обробці:

- *методом еквалізації* складає приблизно 3 рази.
- *методом лінійного розтягування* гістограми приблизно 1,2 рази.

Рисунок А.8 – Оцінка збільшення контрасту

Помилкове виявлення руху



а)

б)

Помилкове виявлення руху в кадрі внаслідок наявності шумів (а – PSNR=20 дБ, б – PSNR=30 дБ, чорними лініями показані вектори руху)

Середньоквадратичне відхилення шуму

$$\sigma_{ш} = \frac{255}{10^{PSNR/20}}$$

PSNR – пікове відношення сигнал-шум.

Рисунок А.9 – Помилкове виявлення руху

Дослідження подавлення шуму

Медіанний фільтр



зашумлене



3x3



5x5



7x7

Гаусовий фільтр



зашумлене



3x3



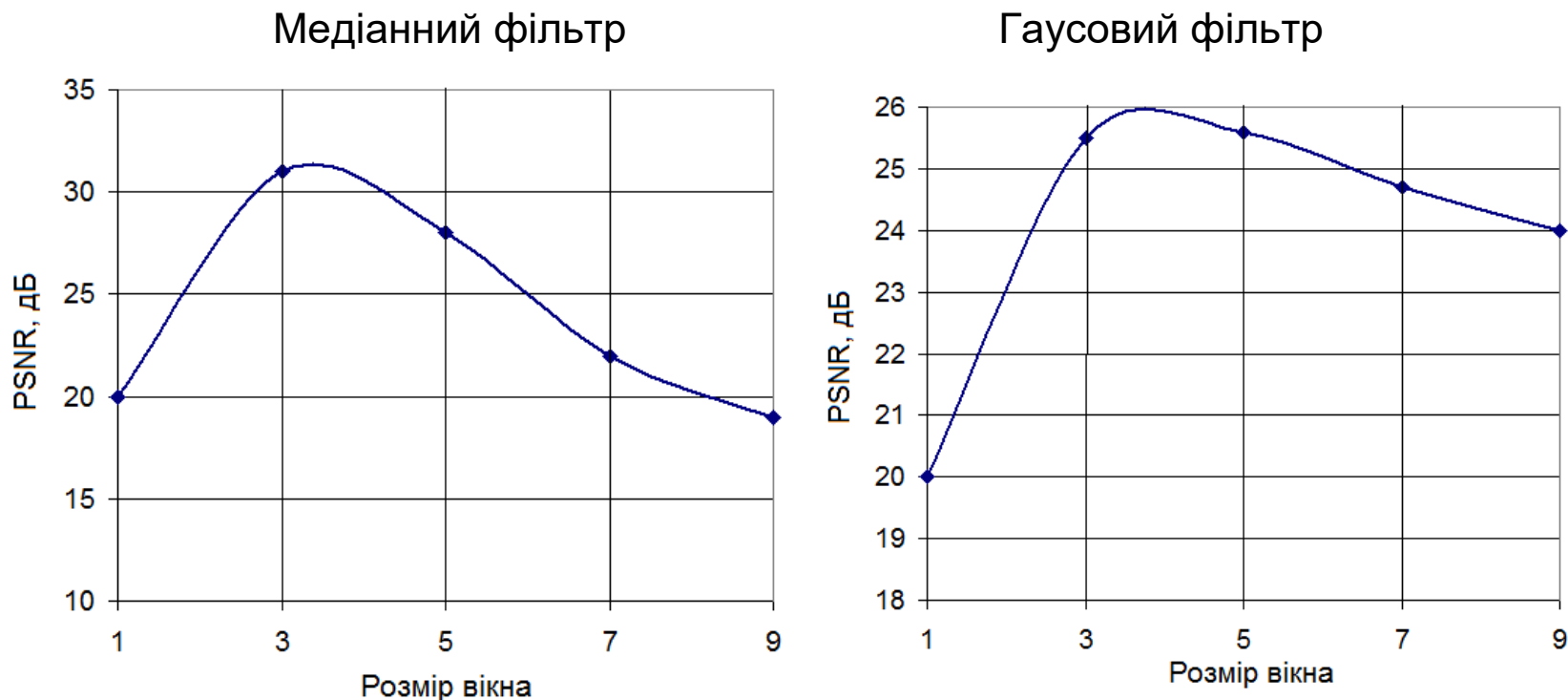
5x5



7x7

Рисунок А.10 – Дослідження подавлення шуму

Оцінка ефективності фільтрації



Оптимальним з точки зору пікового відношення сигнал-шум для обох фільтрів є розмір вікна 3x3 або 4x4. При цьому подавлення шуму медіанним фільтром складає близько 10 дБ, а гаусовим – близько 6 дБ.

Рисунок А.11 – Оцінка ефективності фільтрації

Підвищення достовірності виявлення дронів

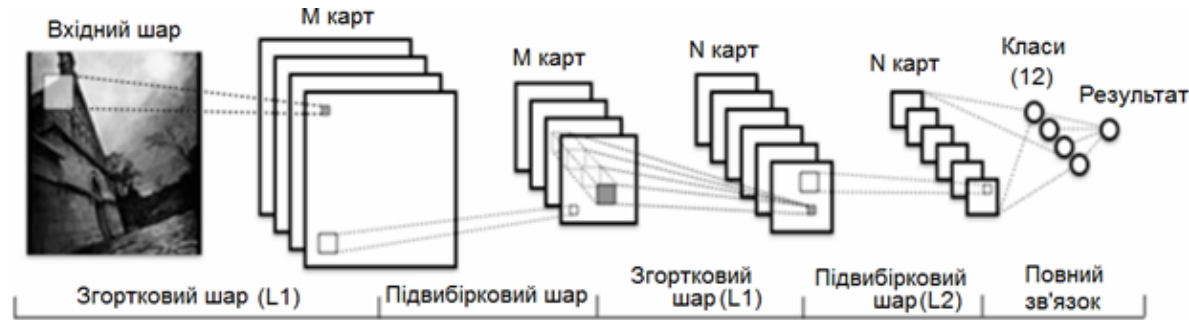


Рисунок – Структура згорткової нейронної мережі

Таблиця – Характеристики досліджених мереж

Номер моделі	Кількість згорток в згорткових шарах				Кількість нейронів
	1	2	3	4	
1	16	32			512
2	16	32			1024
3	16	32	64		512
4	16	32	64		1024
5	32	64	128		512
6	32	64	128	256	512

Таблиця – Результати досліджень методів попередньої обробки зображень у згорткових мережах на сукупності тестових зображень

Номер моделі	Без обробки		З обробкою	
	Правильне виявлення	Хибна тривога	Правильне виявлення	Хибна тривога
1	0,85	0,01	0,87	0,01
2	0,85	0,008	0,88	0,007
3	0,87	0,007	0,90	0,007
4	0,88	0,006	0,90	0,006
5	0,88	0,005	0,92	0,005
6	0,89	0,007	0,91	0,007

Попередня обробка зображень дронів з відношенням сигнал-шум 25 дБ у вигляді еквалізації та медіанної фільтрації підвищує вірогідність правильного виявлення на 3...5% і майже не впливає на вірогідність хибної тривоги.

Рисунок А.12 – Підвищення достовірності виявлення дронів

Висновки

1. Проведено теоретичне обґрунтування методів поліпшення зображень в задачах розпізнавання дронів. Практично показано, що ефективність збільшення контрасту для різних зображень дронів при обробці методом еквалізації складає приблизно 3 рази. В той час, як при обробці методом лінійного розтягування гістограми – 1,2 рази.

2. Проведено порівняльне дослідження ефективності шумоподавлення гаусовим і медіанним просторовими фільтрами при різних розмірах вікна обробки. порогом, коли з'являється помилкове виявлення руху при порівнянні поточного та опорного кадрів, можна вважати значення $PSNR \approx 24...25$ дБ.

3. Отримано графік залежності PSNR обробленого зображення від розміру вікна медіанного та гаусового фільтру. Оптимальним з точки зору пікового відношення сигнал-шум для обох фільтрів є розмір вікна 3x3 або 4x4. При цьому подавлення шуму медіанним фільтром складає близько 10 дБ, а гаусовим – близько 6 дБ. Обробка медіанним фільтром ефективно подавляє відеошум, зберігаючи при цьому контури зображення дрону, що є важливим для його подальшого розпізнавання.

4. Вияснено, що запропонована попередня обробка зображень дронів з відношенням сигнал-шум 25 дБ підвищує вірогідність правильного виявлення на 3...5% і майже не впливає на вірогідність хибної тривоги.

Рисунок А.13 – Висновки

