

зображення діафрагми коліматора на фоточутливій матриці оптико-електронного прицілу з врахуванням електронного збільшення визначається співвідношенням:

$$d_m = \frac{0.075}{b_1} b_2 ,$$

де  $b_1$  – розмір діагоналі монітора;  $b_2$  – розмір діагоналі матриці.

Прийнявши  $b_1=10$ см і  $b_2=18$ мм, отримаємо  $d_m \approx 14$ мкм.

Розмір діафрагми дзеркального коліматора визначається співвідношенням:

$$d_k = \frac{d_m f_k}{f_n} ,$$

де  $f_k$  і  $f_n$  – фокусні відстані об’єктивів коліматора і прицілу відповідно.

Прийнявши  $f_k = 250$ мм і  $f_n = 50$ мм, отримаємо  $d_k = 70$ мкм.

Поворот пента-відбивача відносно осі, що співпадає з його ребром, не впливає на напрямок відбитого променя. Кут між падаючим і відбитим променем дорівнює  $2\sigma$ , де  $\sigma = 45^\circ$  це кут при ребрі пента-відбивача. Поворот пента-відбивача відносно осі, що співпадає з оптичною віссю коліматора на кут  $\alpha$  призводить до відхилення падаючого на пента-відбивач променя в вертикальній площині на той самий кут [2]. Юстування пента-відбивачів здійснюється поворотом їх відносно осей коліматора і прицільної системи наведення при одночасному контролі на екрані монітора співпадіння зображення імітатора цілі з прицільною маркою системи наведення.

### **Висновки**

Запропонована схема дзеркального коліматора для системи «холодного» пристрілювання. Визначені вимоги до проєктування дзеркального коліматора і надані методи юстування, що забезпечують відповідність до вказаних вимог. Подальші дослідження будуть спрямовані на оцінку точності розробленої конструкції.

*Ключові слова:* дзеркальний коліматор, схеми юстування, вимоги до точності системи.

### **Література**

- [1] Пристрій для «холодної» пристрілки оптико-електронного прицілу. Патент на корисну модель України № U127980. Бюл.№16, 2019.
- [2] О. К. Кучеренко. Розрахунок і конструювання оптичних приладів. Частина 1. «Принципи конструювання і точність оптичних приладів» [Електронний ресурс]. – Підручник. «КПІ ім. Ігоря Сікорського». 2018. 158 стор. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/24398>

УДК 004.932 681.518.2

## **АМПЛІТУДНЕ ОБРОБЛЕННЯ ЗОБРАЖЕНЬ**

*Кравченко І. В.*

*Національний технічний університет України*

Цифрове оброблення зображень (ЦОЗ) на сьогодні є необхідним інструментом наукових досліджень та функціонування автоматизованих систем. Засоби ЦОЗ застосовуються для фільтрації корисних сигналів та пригнічення завад, готування зображення до розпізнавання, для створення базових наборів даних на етапі навчання ШІ тощо. Найбільш вживаними в дослідницькому середовищі засобами ЦОЗ є бібліотеки для скриптових (Script) алгоритмічних мов, а саме, бібліотека Image Processing Toolbox (IPT) для MATLAB та Open CV (OCV), Python Image Library (PIL) для Python.

Проведено дослідження ефективності вбудованих засобів IPT MATLAB та OCV, PIL Python для амплітудного оброблення зображень: інвертування, лінійної корекції яскравості та контрасту, гамма-корекції, бінаризації, глобального та адаптивного порогового оброблення, еквалізації гістограм тощо.

Амплітудне оброблення стандартних однобайтових зображень типу uint8 найефективніше реалізовано засобами OCV Python. З однаковою швидкістю OCV Python та IPT MATLAB виконують інверсію та порогове оброблення методом Оцу (Otsu). Всі інші види амплітудного оброблення в OCV Python проводяться в 1.5 – 7.6 разів швидше, ніж в IPT MATLAB.

Єдиною перевагою бібліотеки PIL Python можна назвати її орієнтацію на об'єктне програмування. З огляду на часові витрати, кількість функцій використання бібліотеки є невиправданим навіть для амплітудного оброблення стандартних однобайтових зображень типу uint8. Часові витрати в 1.7-4.5 разів вищі, ніж в інших бібліотек.

Амплітудні перетворення зображень розрядності більше за 8 біт, які є необхідними для технічних та дослідницьких систем високої точності сучасного рівня, в повному обсязі виконує тільки бібліотека IPT MATLAB. Бібліотеки OCV та PIL Python містять засоби для завантаження, перетворення, відображення, зберігання зображень даних у вигляді як розширених цілих типу uint16 так і нормованих дійсних типу float.

Але OCV Python для зображень типу цілі uint16 та нормовані дійсні типу float має тільки функції корекції яскравості, контрасту та порогових перетворень, а PIL Python взагалі не підтримує жодних функцій амплітудного оброблення для зображень розрядності більше за 8 біт.

*Ключові слова:* цифрова обробка зображень, Open CV, Pillow, Python, MATLAB.