

УДК 535.31

*О.В. Шкарбан, студентка гр. ПО-42, д.т.н., проф. Чиж І.Г.  
КПІ ім. Ігоря Сікорського*

## ДЗЕРКАЛЬНІ ПАНКРАТИЧНІ ОБ'ЄКТИВИ

Анотація. Розглянуті оптичні системи дзеркальних об'єктивів із змінною фокусною відстанню. Вказані переваги та недоліки систем з одним та декількома рухомими дзеркалами.

**Ключові слова:** панкратичні об'єктиви, фокусна відстань, афокальна насадка.

### ВСТУП

Панкратичні об'єктиви в даний час використовуються в багатьох областях науки і техніки, де необхідно мати плавну зміну збільшення. Вони отримали широке поширення в кінематографії та телебаченні, завдяки можливості безперервної зміни масштабу зображення. Сучасний телевізійний панкратичний об'єктив являє собою складний оптичний прилад, в якому використовуються різні досягнення технологічного прогресу.

Задачею даної статті є огляд дзеркальних оптичних систем панкратичних об'єктивів, призначених для роботи у широкому спектральному діапазоні – від видимого до далекого інфрачервоного, в яких зміна фокусної відстані здійснюється плавно в заданих межах і які мають в своєму складі дзеркала зі складними законами руху.

### ПАНКРАТИЧНІ ОБ'ЄКТИВИ

Дзеркальні панкратичні об'єктиви розділяються на типи залежно від кількості використаних дзеркал та кількості рухомих дзеркал. У дводзеркальних панкратичних об'єктивах по типу Касегрена чи Грегорі з одним рухомих дзеркалом перепад збільшення зображення забезпечується за рахунок переміщення першого головного дзеркала вздовж оптичної осі по лінійному закону. Рухомим є лише один компонент, тому площа зображення теж зміщується при зміні фокусної відстані разом із зміною заднього фокального відрізку, що є недоліком таких систем

В тридзеркальних об'єктивах, (рис.1), з одним рухомих дзеркалом базовим модулем слугує класична система Касегрена (два перших нерухомих дзеркала), третє дзеркало – рухоме. Всі дзеркала асферичні: перше і третє мають форму параболоїда, а друге - гіперболоїда. Як показано в роботі [1] такий об'єктив відноситься до анастигматів і забезпечує високу якість зображення при зміні фокусної відстані в межах (1056 – 672) мм при діаметрі вхідної зіниці  $D = 48$  мм і полі зору  $2\omega = (0.15 - 0.5)^\circ$ .

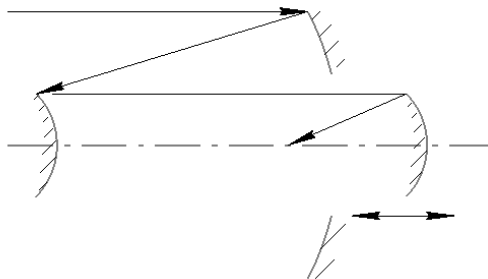


Рис. 1 Тридзеркальний об'єктив з одним рухомих дзеркалом

Інші моделі панкратичних об'єктивів від дводзеркальних до шестидзеркальних відрізняються кількістю дзеркал, що змінюють своє положення [2]. Так системи з двох дзеркал по схемі Касегрена, (рис 2а) та по схемі Грегорі, (рис. 2б), забезпечують нерухомість площини зображення за рахунок осьових переміщень двох дзеркал за складним законом. Ці закони можна знайти з умови незмінності положення площини зображень в системі координат, в яких одночасно задані осьові координати дзеркал і зображення.

При механічній стабілізації площини зображення вздовж оптичної осі (за допомогою незалежного переміщення двох компонентів уздовж оптичної осі) складно отримувати великий перепад значень фокусної відстані, проте забезпечена незмінність положення фотоприймача відносно конструкції об'єктиву є безумовною перевагою таких систем [1, 3].

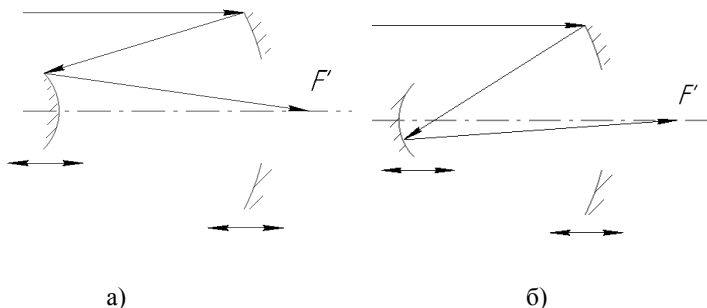


Рис. 2 Об'єктиви з двома рухомих дзеркалами: а) оптична схема Касегрена, б) оптична схема Грегорі

Ще одним способом зміни фокусної області дводзеркальних систем є приєднання до них спереду дзеркальної афокальної насадку по типу системи Мерсена галілейського типу, (рис.3). Завдяки такому приєднанню вдається забезпечити два дискретних значення фокусної відстані (одне – з насадкою, друге – без насадку), зберігаючи при цьому високу якість зображення в обох випадках).

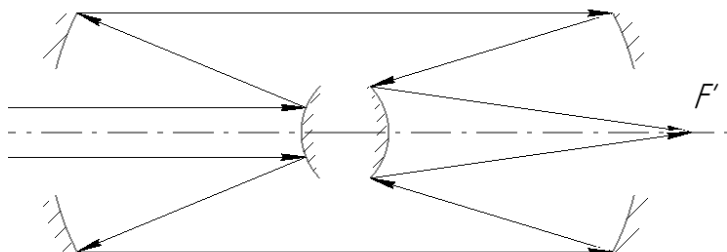


Рис. 3 Оптична система Касегрена з афокальною насадкою за системою Мерсенна галілейського типу

Еквівалентна фокусна відстань системи з насадкою розраховується за формулою :

$$f_{екв} = f'_{об} |\Gamma| ,$$

де  $\Gamma$  – кутове збільшення афокальної насадки,  
 $f'_{об}$  – фокусна відстань системи Касегрена.

Метод поєднання оптичних систем Касегрена та афокальної насадки системи Мерсенна галілейського типу, який дозволяє отримати досить надійний і ефективний варіант зміни фокусної відстані, є найбільш поширеним у практичному застосуванні.

Розглянуті системи дають достатню уяву про стан і тенденції розвитку дзеркальних панкратичних об'єктивів, що сприятиме їх обґрунтованому вибору при створенні оптичних приладів з широким робочим спектральним діапазоном.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Артюхина Н.К. / Схемотехнический анализ принципов моделирования зеркальных систем с переменными характеристиками // метрология и приборостроения / 2-2013-С. 22-28
2. Черных Н.Г. / Панкратический объектив // евразийский научный журнал / №2-2016-С. 1-7
3. Компактные панкратические объективы с большим перепадом фокусных расстояний / Работа выполнена на кафедре прикладной оптики Московского государственного университета геодезии и картографии - <http://pandia.ru/text/77/335/64198.php>