

оптичної осі пристрою. Пацієнт переміщує пристрій відносно ока до положення, при якому центрувальні марки він бачить центрованими. При цьому візуальна вісь ока та оптична вісь приладу є суміщеними. В момент суміщення вказаних осей здійснюється відеозапис зображення ока та рефлексних від рогівки зображень системи світлодіодів. Отримані відеокадри за допомогою спеціальної комп'ютерної програми дозволяють визначити розташування осі симетрії рогівки та центру отвору зіниці відносно візуальної осі. Якщо у площині зіниці візуальна вісь, вісь симетрії передньої поверхні рогівки та точка центру симетрії зіниці є суміщеними, то це свідчить про наявність симетрії оптичної системи ока відносно візуальної осі. В протилежному випадку ці точки розбігаються і тим більше, чим більшою є вказана асиметрія.

Метою даного дослідження був пошук тієї відстані між центрувальними марками  $M_2$  та  $M_1$ , яка забезпечує непомітне для ока кутове несуміщення візуальної осі ока та оптичної осі приладу  $\varepsilon = 2.9 \cdot 10^{-4}$  [рад].

Встановлено, що мінімальна допустима відстань  $z$  між марками  $M_2$  та  $M_1$ , повинна мати величину:

$$z = (f'_{об})^2 [(a_R + b)^{-1} - (a_R - 5_{мм})^{-1}],$$

де  $f'_{об}$  [мм] – задня фокусна відстань об'єктива ОС пристрою,  $a_R$  [мм] – відстань до подальшої точки ясного зору аметропічного ока [мм],  $b$  [мм] – відстань між зображеннями центрувальних марок  $M_2$  та  $M_1$ ,  $b_{[мм]} = \varepsilon(5_{мм} - a_R)(\varepsilon - \Delta a_R^{-1})^{-1}$ ,  $\Delta$  – допустиме похибка визначення положення візуальної осі ока у площині зіниці.

*Ключові слова:* асиметрія оптичної системи ока, візуальна вісь ока, метод та прилад для виявлення асиметрії ока.

УДК 519.6

## АВТОМАТИЗОВАНИЙ РОЗРАХУНОК ОПТИЧНИХ СИСТЕМ ОКУЛЯРІВ

*Сокурєнко В.М., Сокурєнко О.М.*

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»,  
м. Київ, Україна*

Розробка оптичних систем (ОС) багатолінзових окулярів, особливо ширококутних, ортоскопічних та з поліпшеною якістю зображення, на сьогодні залишається, на жаль, нетривіальною задачею. Складність розрахунку зумовлена загальною тенденцією збільшення польових аберацій з розширенням кутового поля зору ОС. В першу чергу, це стосується дисторсії, астигматизму похилих пучків та хроматизму збільшення.

В даній роботі представлено спосіб автоматизованого проектування таких окулярів, яких базується на використанні засобів глобальної оптимізації (ГО). Розроблена авторами доповіді комп'ютерна програма, в якій реалізовано

декілька сучасних алгоритмів ГО, дозволяє провести проектування практично довільної ОС в автоматизованому режимі.

Метою даної роботи є перевірка ефективності закладених в комп'ютерну програму алгоритмів ГО для параметричного синтезу ОС окулярів з високою якістю зображення, що мають збільшені значення поля зору та віддалення вихідної зіниці. Такий розрахунок здійснюється з урахуванням заданих користувачем граничних обмежень на конструктивні параметри, габаритні розміри, значення дисторсії та інших абераций.

Для проведення розрахунку ОС окулярів конструктору спочатку потрібно:

- визначитися з максимальною кількістю поверхонь та загальною конфігурацією компонентів (одиначні лінзи, дублети, триплети);
- задати довжини хвиль зі значеннями відносної спектральної ефективності;
- вказати максимальний кут поля зору;
- зазначити діаметр та віддалення вихідної зіниці;
- позначити параметри оптимізації, якими можуть бути радіуси кривизни та коефіцієнти асферичності оптичних поверхонь, осьові повітряні проміжки, товщини лінз та марки оптичного скла з обраного каталогу матеріалів;
- вибрати оціночну функцію (критерієм оптимізації переважно є мінімізація середньоквадратичного розміру світлової плями в площині зображень);
- вказати в оціночній функції додаткові граничні обмеження на конструктивні параметри та/або абераций.

Далі запускається алгоритм ГО, який здійснює «пошук» ОС фактично вже без участі конструктора.

В доповіді представлено результати проведених досліджень та наведено рекомендації, які можуть бути корисними для розробників ОС.

*Ключові слова:* оптична система, окуляр, автоматизований розрахунок, глобальна оптимізація, оціночна функція, аберация, дисторсія.

УДК 681.7

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ МИКРОБОЛОМЕТРИЧЕСКИХ МАТРИЦ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ИК КАМЕР КОСМИЧЕСКОГО БАЗИРОВАНИЯ

<sup>1)</sup> Добровольская Е. В., <sup>2)</sup> Колобродов В.Г., <sup>1)</sup> Лихолит Н. И., <sup>1)</sup> Тягур В.М.

<sup>1)</sup> Казенное предприятие специального приборостроения «Арсенал»

<sup>2)</sup> Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина  
doekaterin@gmail.com

С каждым годом ИК снимки Земли из космоса становятся более востребованными. Неохлаждаемые микроболометрические матрицы в