



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 132032

(13) U

(51) МПК

G02B 13/14 (2006.01)

G02B 9/34 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2018 08664	(72) Винахідник(и): Сокурєнко Вячеслав Михайлович (UA), Сокурєнко Олег Михайлович (UA), Бондарчук Дмитро Павлович (UA)
(22) Дата подання заявки: 13.08.2018	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 11.02.2019	(73) Власник(и): НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ "КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО", просп. Перемоги, 37, м. Київ-56, 03056 (UA)
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 11.02.2019, Бюл.№ 3	

(54) ЧОТИРИЛІНЗОВИЙ ОБ'ЄКТИВ ДЛЯ ІНФРАЧЕРВОНОЇ ОБЛАСТІ СПЕКТРА**(57) Реферат:**

Об'єктив для інфрачервоної області спектра що містить чотири компоненти, перший з яких - додатний меніск з германію, обернений опуклою поверхнею до предмета, другий і третій компоненти - лінзи з безкисневого скла, четвертий компонент - додатний меніск з германію, обернений увігнутою поверхнею до зображення, крім того другий компонент виконаний від'ємним меніском, оберненим опуклістю до предмета, а третій - від'ємною лінзою, причому фокусні відстані компонентів відповідають таким вимогам:

$$f'_1/f' = 1,25 \div 1,3,$$

$$f'_2/f' = -(4,4 \div 4,5),$$

$$f'_3/f' = -(1,4 \div 4,5),$$

$$f'_4/f' = 0,55 \div 0,6,$$

де f'_1 , f'_2 , f'_3 , f'_4 - фокусні відстані першого, другого, третього та четвертого компонентів відповідно, f' - еквівалентна фокусна відстань всього об'єктива.

UA 132032 U

Корисна модель належить до оптичного приладобудування і може бути застосована в оптичних системах тепловізорів з фотоприймальними пристроями, в яких застосовуються, наприклад, мікроболометричні матриці чутливих елементів.

Відомий світлосильний об'єктив для тепловізора [1]. Об'єктив для інфрачервоного (14) спектрального діапазону $8\div 14$ мкм та має такі функціональні параметри: фокусна відстань $f'' = 38$ мм, кутове поле $2\omega = 25^\circ$, відносний отвір 1:1. Об'єктив містить послідовно розташовані по ходу променів перший додатний меніск, обернений опуклою поверхнею до простору зображень, другий від'ємний меніск, обернений опуклою поверхнею до простору предметів, третій додатний меніск, обернений опуклою поверхнею до простору предметів, та четвертий додатний меніск, обернений опуклою поверхнею до простору зображень. Друга лінза виконана двоопуклою. Усі заломлюючі поверхні є сферичними та виготовлені з кремнію.

Основним недоліком цього аналогу є мале значення задньої фокусної відстані.

Найбільш близьким за технічною суттю до пропонованого технічного рішення є об'єктив, призначений для інфрачервоного (14) спектрального діапазону $8\div 12$ мкм. [2], який має такі функціональні параметри: фокусна відстань $f' = 100$ мм, відносний отвір 1:1, поле зору $9,6^\circ \times 7,2^\circ$ (по діагоналі -12°), довжина об'єктива 145 мм, задній відрізок 25,68 мм. Об'єктив містить чотири послідовно розташовані оптично пов'язані компоненти: перший - додатний меніск, обернений опуклою поверхнею до предмету, другий - від'ємна лінза, третій - додатна лінза, четвертий - додатний меніск, обернений увігнутістю до зображення. Меніски виготовлені з германію, а інші лінзи - з безкисневого скла ИКС-25. Апертурна діафрагма (як і вхідна зіниця) розташована на першій поверхні об'єктива.

Недолік об'єктива є відносно невисока якість зображення. Зокрема, для осьових точок поля зору радіус поліхроматичної точкової діаграми перевищує 23 мкм (середньоквадратичний радіус - 6,2 мкм). Крім того, для певних приймачів зображення бажано мати задній фокальний відрізок не менше 30 мм.

Задача даної корисної моделі - підвищення якості зображення об'єктива при великому відносному отворі та полі зору, а також збільшення довжини заднього відрізка для зручного спряження його площини зображення з площиною чутливих елементів матриці.

Поставлена задача вирішується тим, що в об'єктиві для ІЧ-області спектра, що містить чотири компоненти, перший з яких - додатний меніск з германію, обернений опуклою поверхнею до предмета, другий і третій компоненти - лінзи з безкисневого скла, четвертий компонент - додатний меніск з германію, обернений увігнутою поверхнею до зображення, новим є те, що другий компонент виконаний від'ємним меніском, оберненим опуклістю до предмета, а третій - від'ємною лінзою, причому фокусні відстані компонентів відповідають таким вимогам:

$$f'_1/f' = 1,25 \div 1,3,$$

$$f'_2/f' = -(4,4 \div 4,5),$$

$$f'_3/f' = -(1,4 \div 4,5),$$

$$f'_4/f' = 0,55 \div 0,6,$$

де f'_1 , f'_2 , f'_3 , f'_4 - фокусні відстані першого, другого, третього та четвертого компонентів відповідно, f' - еквівалентна фокусна відстань всього об'єктива.

Суть корисної моделі пояснюється кресленнями.

На фіг. 1 зображена оптична схема чотирилінзового об'єктива для ІЧ-області спектра з ходом променів.

На фіг. 2 представлені точкові діаграми чотирилінзового об'єктива для ІЧ-області спектра для осьової (зверху) та позаосьових (знизу) точок поля зору, де середньоквадратичне (СКВ) та максимальне значення радіусів світлових плям наведені в мікрометрах відносно відповідних центрів плям.

На фіг. 3 наведено графіки поперечних аберацій чотирилінзового об'єктива для ІЧ-області спектра для різних точок поля зору (вертикальна вісь - аберація ± 20 мкм, горизонтальна - відносна координата зіниці, графіки ліворуч - для меридіональної площини, графіки ліворуч - для сагітальної площини).

На фіг. 4 представлено графік поліхроматичної дифракційної модуляційної передавальної функції чотирилінзового об'єктива для ІЧ-області спектра для точки на осі.

На фіг. 5 зображено карту функції деформації хвильового фронту чотирилінзового об'єктива для ІЧ-області спектра для основної довжини хвилі та точки на осі.

В табл. 1 представлені конструктивні параметри чотирилінзового об'єктива для ІЧ-області спектра.

Запропонований об'єктив має такі функціональні параметри: фокусна відстань $f' = 100$ мм, кутове поле $2\omega = 12^\circ$, відносний отвір 1:1, задній фокальний відрізок $s'_f = 31,86$ мм. Віньетування променів відсутнє.

Для приведенного об'єктива співвідношення між фокусними відстанями лінзових елементів та всієї системи дорівнюють: $f_1/f'=1,288$; $f_2/f'=4,485$; $f_3/f'=-1,473$; $f_4/f'=0,583$.

Корисна модель пояснюється фіг. 1, де показана оптична схема чотирилінзового об'єктива для ІЧ-області спектра з ходом променів для осьових та позаосьових точок поля зору.

5 Чотирилінзовий об'єктив для ІЧ-області спектра працює так. Паралельні пучки променів від нескінченно віддаленого предмета проходять через апертурну діафрагму, додатний меніск 1 з германію, від'ємну лінзу 2 з безкисневого скла, від'ємну лінзу 3 з безкисневого скла, додатний меніск 4 з германію та утворюють дійсне зображення в площині фотоприймача.

Таблица 1

Конструктивні параметри чотирилінзового об'єктива

Радіус кривизни оптичної поверхні, мм	Осьова відстань, мм	Матеріал оптичного компонента
$R_1=132,25$	8,57	Германій (Ge)
$R_2=191,17$	20,73	Повітря
$R_3=47,54$	9	ИКC25
$R_4=39,43$	23,26	Повітря
$R_5=-241,27$	9	ИКC25
$R_6=-3489,27$	36,66	Повітря
$R_7=81,62$	9	Германій (Ge)
$R_8=140,19$	31,86	Повітря

10 Нижче представлені показники якості зображення запропонованого ІЧ-об'єктива. На фіг. 2 показані точкові діаграми для осьових та позаосьових точок поля зору. Як видно, для осьових променів максимальний радіус поліхроматичної світлової плями не перевищує 10 мкм, середньо квадратичний радіус - 4,97 мкм (у найближчому аналозі - 32,3 мкм і 9,12 відповідно).

15 На фіг. 3 показані графіки поперечних аберацій розробленого об'єктива. Геометричні аберації по всьому полю не перевищують значення 17,5 мкм (у найближчому аналозі - 38,2 мкм).

20 На фіг. 4 представлений графік поліхроматичної дифракційної модуляційної передавальної функції об'єктива для осьового пучка. На частоті 50 ліній/мм контраст дорівнює 0,35 проти 0,31 у найближчому аналозі.

Результати розрахунку функції деформації хвильового фронту розробленого об'єктива, представлені на фіг. 5, свідчать про дифракційну обмеженість якості зображення оптичної системи об'єктива, оскільки максимальне та середньоквадратичне відхилення хвильової аберації для основної довжини хвилі променів осьового пучка не перевищують відповідно 0,25 λ і 0,068 λ , де $\lambda=10$ мкм - основна довжина хвилі.

25 В порівнянні з найближчим аналогом відносна дисторсія на краю поля зору зменшена з 0,79 % до 0,51 %.

30 Таким чином, в розробленому чотирилінзовому об'єктиві для ІЧ-області спектра поліпшено показники якості зображення при збереженні значення відносного отвору та кута поля зору, при цьому об'єктив має невелику загальну довжину від першої поверхні до площини зображень (148,07 мм) та достатній задній відрізок (31,86 мм).

Джерела інформації:

35 1. Патент Російської Федерації № 2403598. МПК G02B 3/34, G02B 13/14 Светосильный объектив для тепловизора. / Грамматин А. П., Чан К. Т. - Заявл. 25.02.2009; Опубл. 10.11.2010; Бюл. №31.

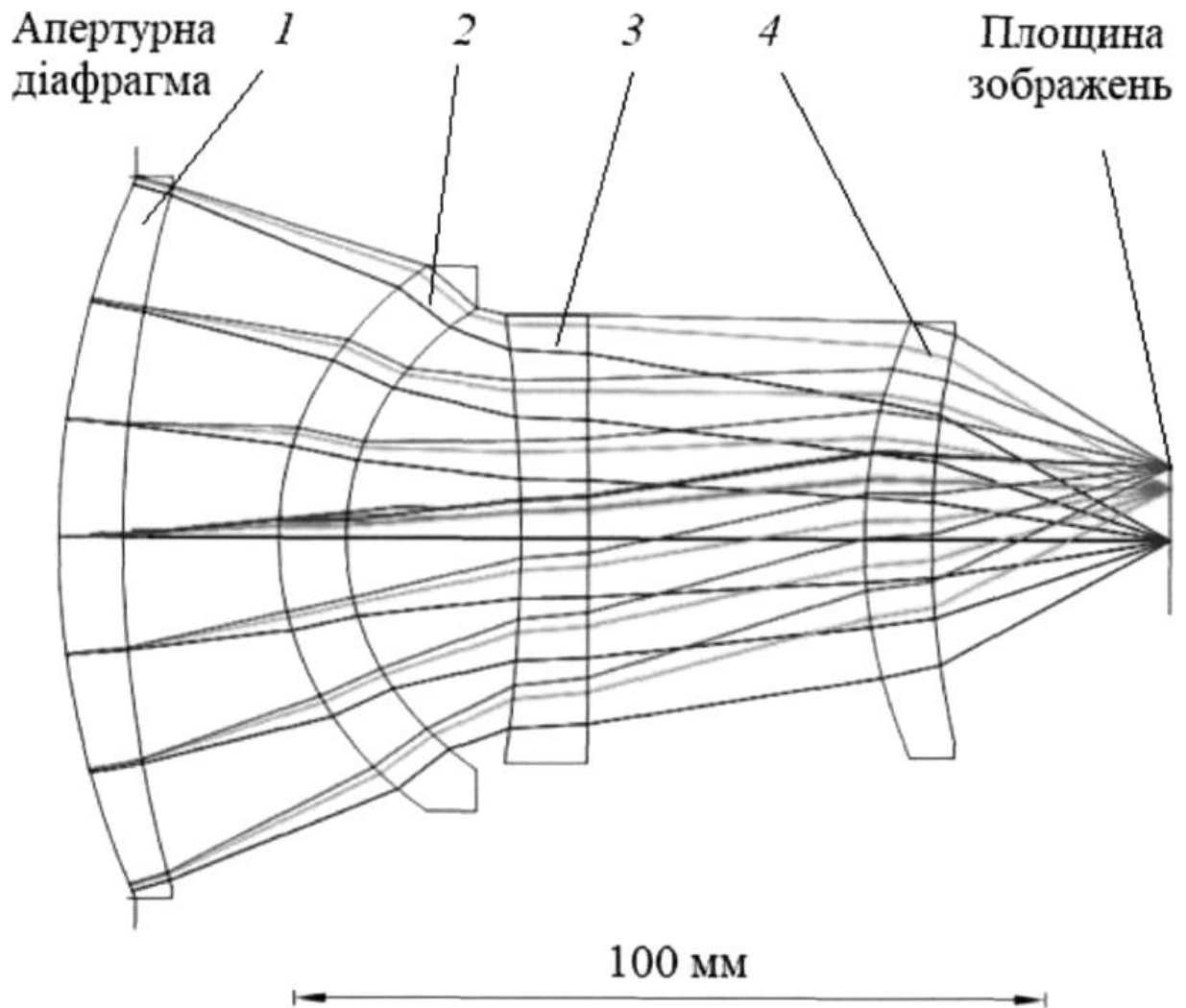
2. Патент Російської Федерації № 2365952. МПК G02B13/14, G02B9/34. Объектив для ИК-области спектра. / Белоусов А. И. - Заявл. 13.02.2008; Опубл. 27.08.2009; Бюл. № 24.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

40 Об'єктив для інфрачервоної області спектра, що містить чотири компоненти, перший з яких - додатний меніск з германію, обернений опуклою поверхнею до предмета, другий і третій компоненти - лінзи з безкисневого скла, четвертий компонент - додатний меніск з германію, обернений увігнутою поверхнею до зображення, який **відрізняється** тим, що другий компонент виконаний від'ємним меніском, оберненим опуклістю до предмета, а третій - від'ємною лінзою, причому фокусні відстані компонентів відповідають таким вимогам:

$$f_1/f'=1,25\pm 1,3,$$

- $f'_2/f' = -(4,4 \div 4,5)$,
 $f'_3/f' = -(1,4 \div 4,5)$,
 $f'_4/f' = 0,55 \div 0,6$,
 де f'_1, f'_2, f'_3, f'_4 - фокусні відстані першого, другого, третього та четвертого компонентів
 5 відповідно, f' - еквівалентна фокусна відстань всього об'єктива.



Фіг. 1

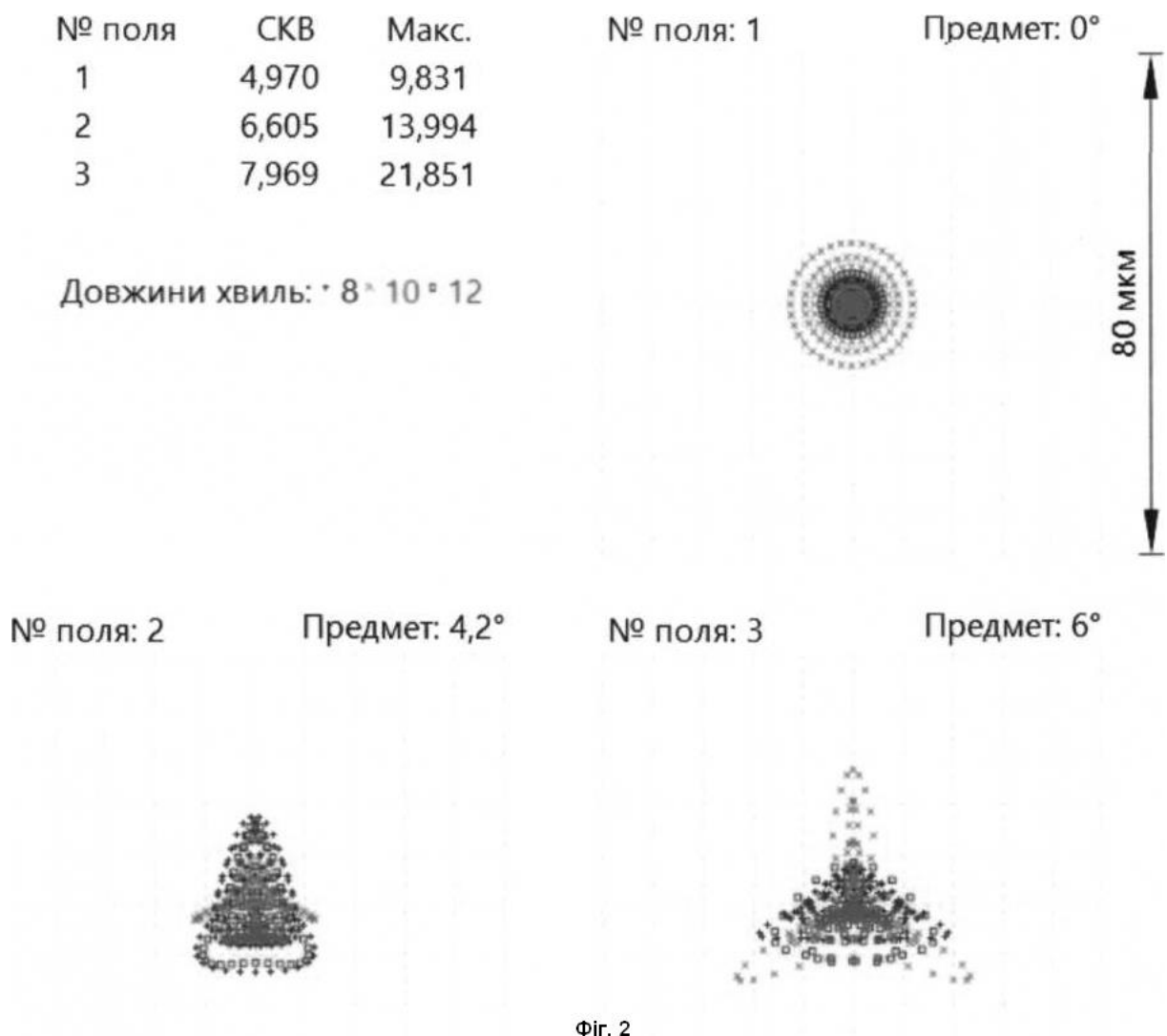
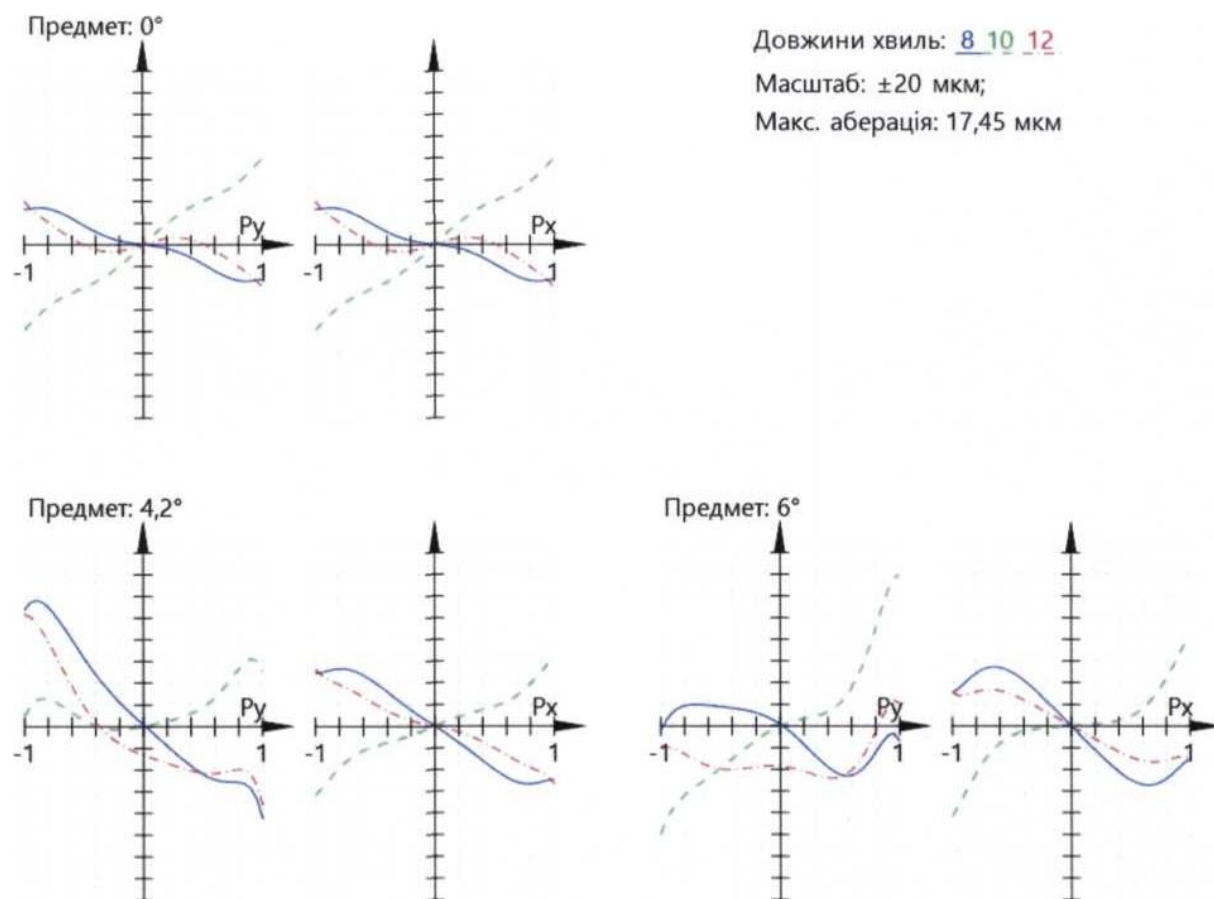
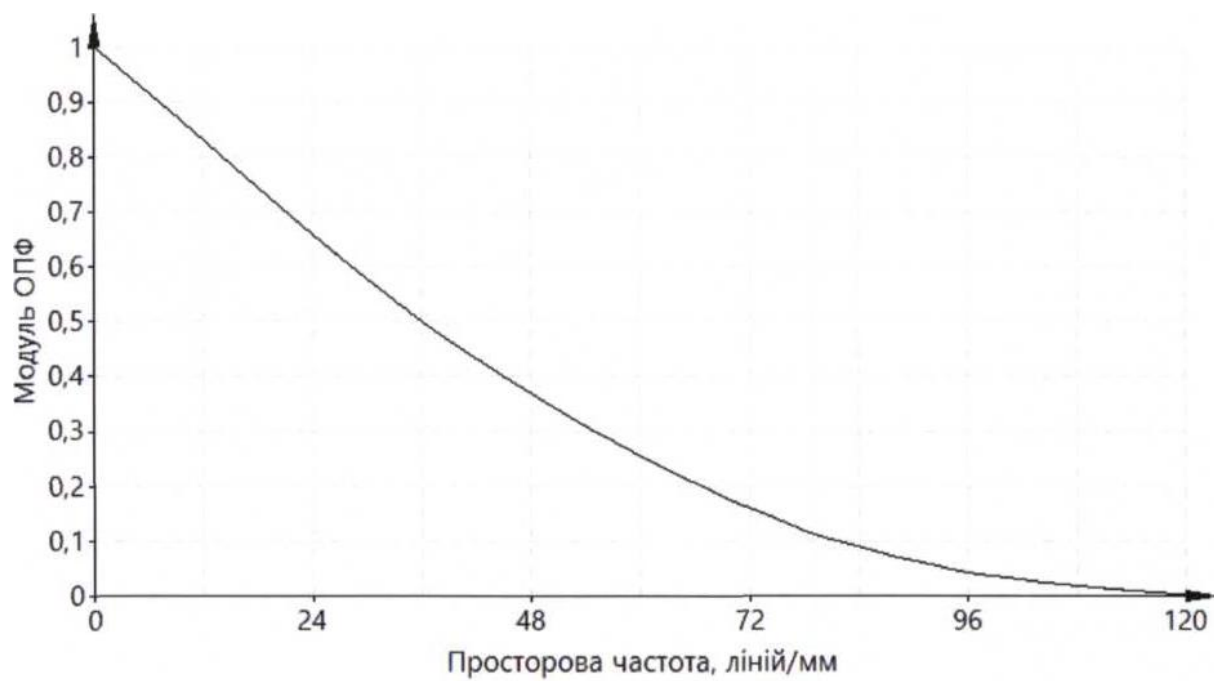


Fig. 2



Фіг. 3



Фіг. 4

Довжина хвилі: 10 мкм; № поля: 1
 Перепад = 0,2438 λ , СКВ = 0,06795 λ
 Діаметр вихідної зіниці: -303,81 мм

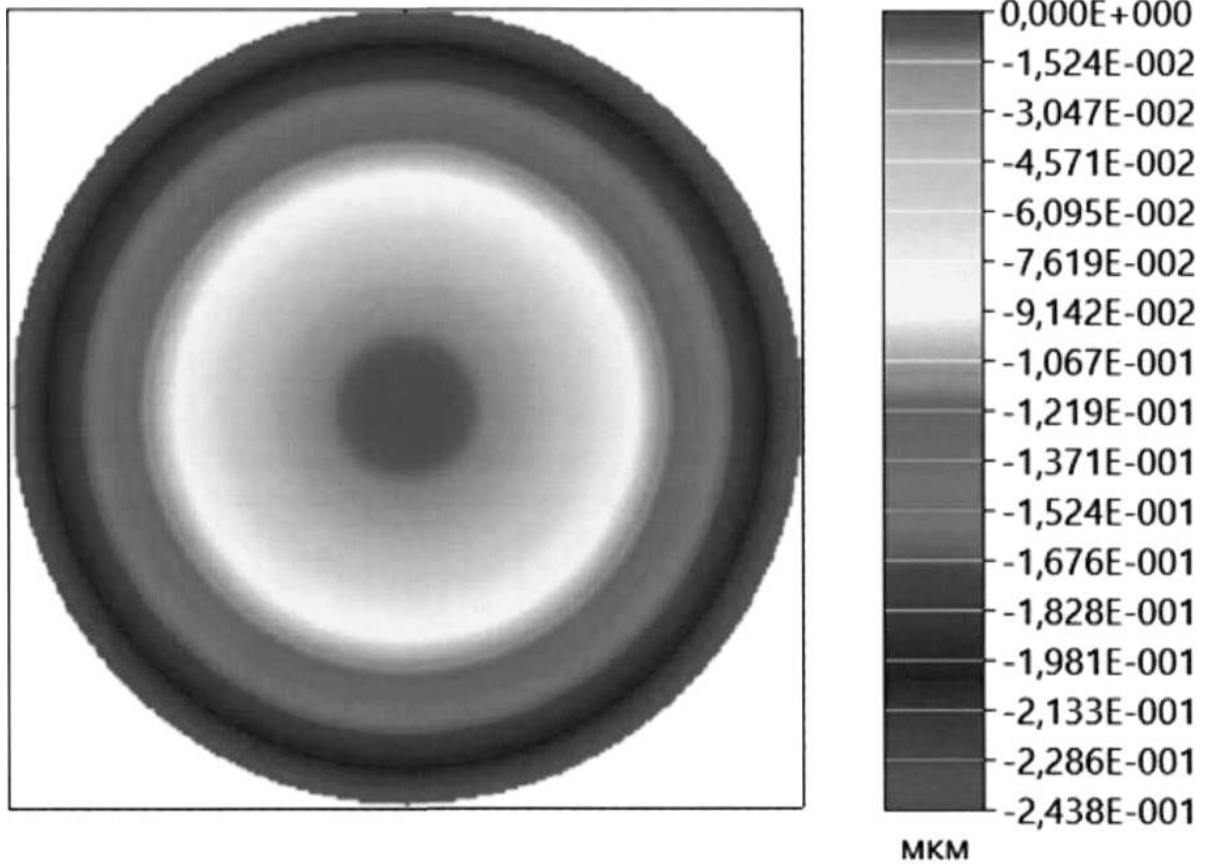


Fig. 5

Комп'ютерна верстка Г. Паяльніков

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601