

## КОМПЕНСАЦІЯ ТЕРМОРОЗФОКУСУВАННЯ ОПТИЧНОЇ СИСТЕМИ ТЕРМОГРАФА

*Назарчук О. О., Муравйов О. В.*

Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний університет імені Ігоря Сікорського»,  
м. Київ, Україна

**Резюме.** В даній статті розглянуто проблему розфокусування об'єктива термографа під дією впливу температури навколишнього середовища. Запропоновано оптичну схему ІЧ триплету, параметри якого розраховані за допомогою методу пасивної оптичної атермалізації. Синтезований трикомпонентний об'єктив має стабільні характеристики та високу роздільну здатність в діапазоні температур від 0 °С до +50 °С при умові відсутності температурного градієнту в системі.

**Ключові слова:** термограф, об'єктив, терморозфокусування, пасивна атермалізація.

**Вступ.** Теплове зображення поверхні тіла дає змогу проаналізувати відхилення його від норми та судити про патологічні зміни в організмі. Зокрема, термографія застосовується для діагностики онкологічних захворювань, травм, запальних процесів [1]. Інформативність аналізу термограми в першу чергу базується на контрасті та якості отриманого зображення, які в свою чергу залежать від температури навколишнього середовища при проведенні діагностики. Зокрема у термографі значного впливу температури зазнає інфрачервоний об'єктив, характеристики зображення якого при температурній зміні можуть значно погіршуватися, що призведе до втрати термограмою чіткості. Виходячи з цього, однією з важливих задач при проектуванні об'єктивів інфрачервоних приладів є збереження їх основних характеристик при температурних коливаннях [2].

**Мета.** Поліпшення якості термограм, шляхом усунення впливу градієнту температури навколишнього середовища на оптичну систему термографічної техніки.

**Матеріали та методи.** Коливання температури призводить до зміни конструктивних параметрів оптичної системи і, як наслідок, до терморозфокусування і появи термооберачій в зображенні, що спричиняють різке погіршення частотних і енергетичних характеристик об'єктиву термографа. Одним із методів вирішення даної проблеми є компенсація впливу температурних полів на якість зображення фокусуємих вузлів, що працюють в інфрачервоному спектральному діапазоні, для випадку однорідного розподілу температури в системі. Усунення залежності характеристик об'єктивів від температури доцільно проводити

на етапі проектування оптичної системи шляхом використання методів пасивної оптичної атермалізації [3].

**Результати та обговорення.** На основі розрахованих конструктивних параметрів була синтезована оптична схема трикомпонентного інфрачервоного (ІЧ) об'єктиву (рис. 1), подальша оптимізація якої відбувалася в середовищі автоматичного проектування Zemax. Задній фокальний відрізок даного триплету при варіаціях температури в діапазоні від 0 °С до +50 °С змінюється лише на частки мікрометра. Висока якість зображення об'єктиву підтверджується рівнем модуляційної передавальної функції 50% на просторовій частоті 20 мм<sup>-1</sup> (рис.2) і рівнем функції концентрації енергії 66% у розмірі плями розсіювання 25 мкм для краю поля зору системи.

Рис. 1. Оптична схема атермалізованого ІЧ об'єктива-триплету

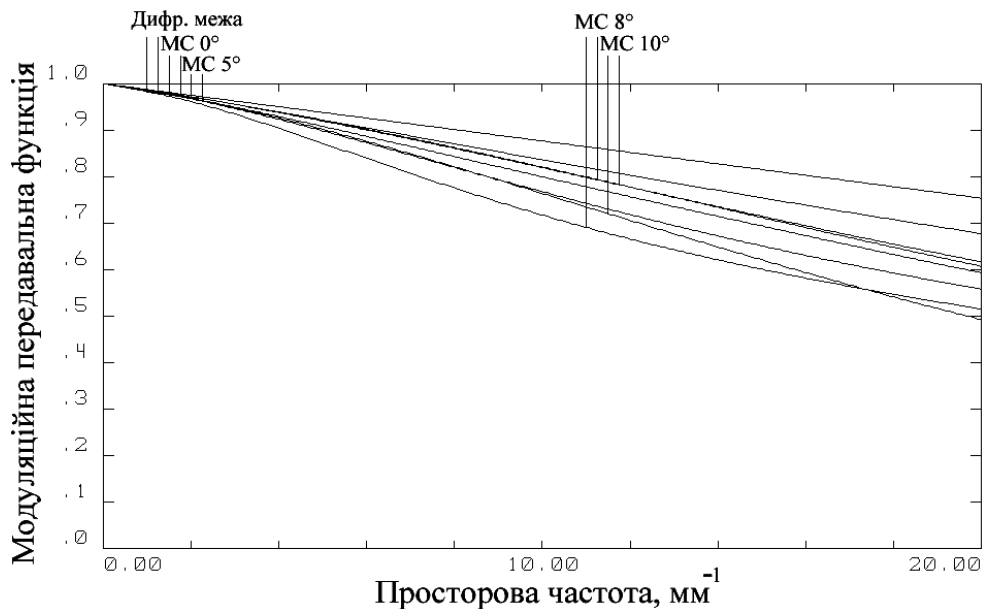


Рис. 2. Модуляційна передавальна функція

**Висновки.** На основі методу пасивної оптичної атермалізації була розроблена модель оптичної системи для застосування в термографах з сучасними матричними приймачами випромінювачами розмірністю 340×240 пікселів. При використанні запропонованого об'єктиву в приладі зменшується терморозфокусування, що в свою чергу дає змогу отримати термограму з високою роздільною здатністю при коливаннях температурах навколишнього середовища в діапазоні від 0 °С до +50 °С.

## Список використаної літератури

1. Шушарин А. Г. Медицинское тепловидение – современные возможности метода. / А. Г. Шушарин, В. В. Морозов, М. П. Половинка // Современные проблемы науки и образования. – 2011. – №4. – С. 1 – 18.
2. Муравьев А. В. Композиции атермализованных трехкомпонентных инфракрасных объективов / А. В. Муравьев, О. К. Кучеренко // Наука и техника. – 2015. – №4. – С. 32 – 37.
3. Кучеренко О. К. Ахроматизація та атермалізація об'єктивів інфрачервоної техніки / О. К. Кучеренко, О. В. Муравйов, В. М. Тягур // Наукові вісті НТУУ „КПІ”. – 2012. – №5. – С. 114 – 117.

## THERMAL DEFOCUS COMPENSATION OF THERMOGRAPH OPTICAL SYSTEM

*Nazarchuk O. O., Muraviov O. V.*

National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»  
Kyiv, Ukraine

**Abstract.** Defocusing problem of thermograph lens under the ambient temperature effect is considered in this article. Optical scheme of the IR triplet is propose, which parameters are calculated using the method of passive optical athermalization. Synthesized three-component lens has stable characteristics and high resolution in the temperature range from 0 °C to + 50 °C in the case when there is no temperature gradient inside optical system.

**Key words:** thermograph, lens, thermal defocusing, passive athermalization.

## КОМПЕНСАЦИЯ ТЕРМОРАСФОКУСИРОВКИ ОПТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ТЕРМОГРАФА

*Назарчук Е. А., Муравьев А. В.*

Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»,  
г. Киев, Украина

**Резюме.** В данной статье рассмотрена проблема расфокусировки объектива термографа под действием влияния температуры окружающей среды. Предложено оптическую схему ИК триплета, параметры которого рассчитаны с помощью метода пассивной оптической атермализации. Синтезированный трехкомпонентный объектив имеет стабильные характеристики и высокое разрешение в диапазоне температур от 0 °C до + 50 °C при условии отсутствия температурного градиента в системе.

**Ключевые слова:** термограф, объектив, терморасфокусировка, пассивная атермализация.