

#### **44. Лазерно-голографический контроль параметров объективов, их компонентов и элементов в инфракрасном и видимом диапазонах спектра на основе использования гиперспектрального регистрирующего модуля**

*А. В. Лукин<sup>1</sup>, А. Н. Мельников<sup>1</sup>, В. Ю. Москвичев<sup>2</sup>, В. В. Старцев<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> АО «НПО «Государственный институт прикладной оптики», Казань, Россия

<sup>2</sup> АО «ОКБ «АСТРОН», Лыткарино, Россия

В докладе рассмотрены возможности лазерно-голографического контроля параметров объективов, их компонентов и элементов в инфракрасном и видимом диапазонах спектра на основе использования гиперспектрального регистрирующего модуля. Представлены результаты экспериментов, полученные на макете интерферометрического испытательного стенда, разрабатываемого в ГИПО.

*Ключевые слова:* Лазерно-голографический контроль, Объектив, Интерферометр, CO<sub>2</sub>-лазер, He-Ne-лазер, Гиперспектральный регистрирующий модуль, Интерферограмма, Функция рассеяния линии, Модуль оптической передаточной функции, Коэффициент Штреля.

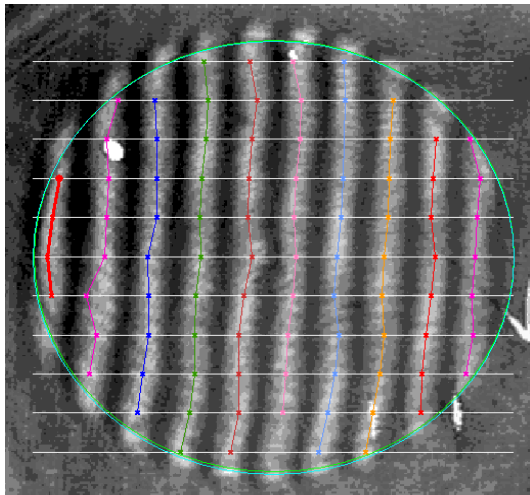
*Цитирование:* Лукин, А. В. Лазерно-голографический контроль параметров объективов, их компонентов и элементов в инфракрасном и видимом диапазонах спектра на основе использования гиперспектрального регистрирующего модуля / А. В. Лукин, А. Н. Мельников, В. Ю. Москвичев, В. В. Старцев // HOLOEXPO 2019 : XVI международная конференция по голографии и прикладным оптическим технологиям : Тезисы докладов. — М. : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2019. — С. 230–232.

Опыт АО «НПО "ГИПО"» показал, что применение неохлаждаемого микроболометрического модуля для регистрации инфракрасных интерференционных картин имеет значительное преимущество по пространственному разрешению и чувствительности по сравнению с использовавшимся ранее для этих целей пировидиконным устройством [1–3].

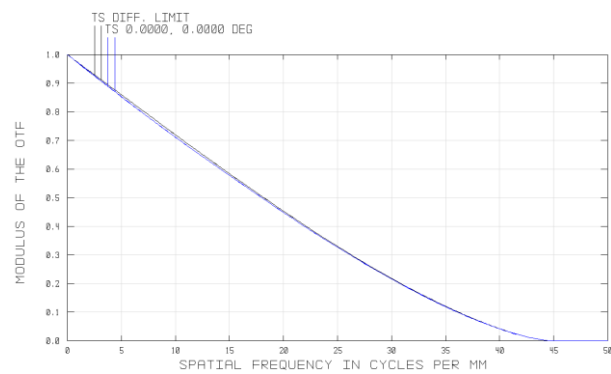
В докладе рассматриваются перспективы развития лазерно-голографической аппаратуры для контроля параметров объективов, а также их компонентов и элементов в широкой области спектра на основе применения гиперспектрального регистрирующего модуля, разрабатываемого и испытываемого совместно специалистами АО «ОКБ «АСТРОН» и АО «НПО ГИПО» с начала 2017 года, и целесообразность организации её серийного выпуска.

На рисунке 2 приведена принципиальная оптическая схема интерферометра типа Тваймана-Грина, реализованного в макете испытательного стенда АО «НПО ГИПО».

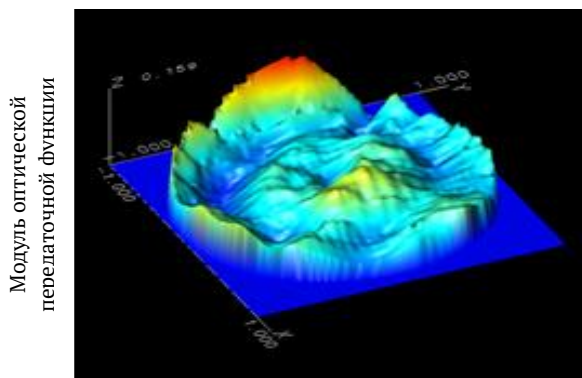
Результаты контроля в этом интерферометре оптических параметров инфракрасного объектива, разработанного и изготовленного в АО «НПО ГИПО», представлены на рисунке 1. Расшифровка интерферограмм производится с использованием специализированного программного обеспечения WinFringe (версия 7).



а) интерферограмма с оцифровкой полос  
 (кратность интерферограммы равна двум)



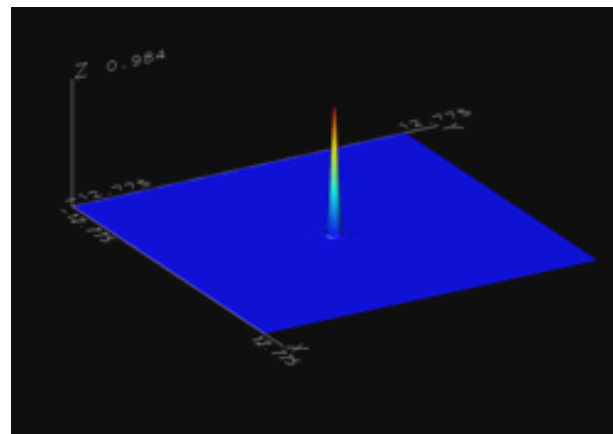
б) график модуля оптической передаточной функции



Пространственная частота  $N$ , 1/мм

в) объемный график волнового фронта (в долях длины волны  $\lambda$ , где  $\lambda = 10,6$  мкм)

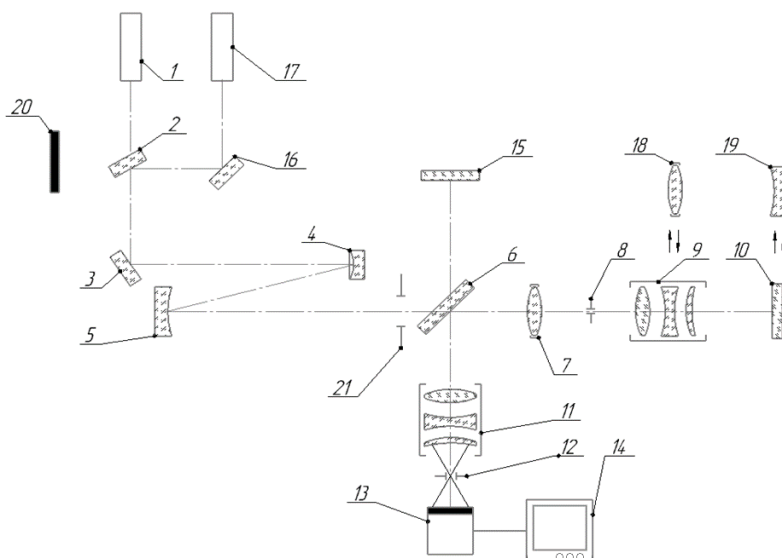
фокусное расстояние 200 мм; относительное отверстие 1:2; среднеквадратичное отклонение волнового фронта  $0,02 \lambda$  ( $\lambda = 10,6$  мкм)



г) объемный график функции рассеяния точки  
 (коэффициент Штреля равен 0,98)

Рис. 1. Результаты интерферометрического контроля инфракрасного объектива хорошего оптического качества

Применение гиперспектрального регистрирующего модуля позволяет расширить функциональные возможности контрольно-испытательной аппаратуры и повысить производительность контрольных операций.



- 1 — CO<sub>2</sub>-лазер (длина волны излучения 10,6 мкм); 2, 6 — светоделители; 3, 16 — поворотные зеркала; 4, 5 — сферические зеркала коллиматора; 7 — сменный формирующий объектив; 8, 12 — диафрагмы; 9 — испытуемый объектив; 10 — плоское образцовое зеркало (световым диаметром 300 мм); 11 — сопрягающий панкратический объектив; 13 — гиперспектральный регистрирующий модуль; 14 — персональный компьютер; 15 — плоское опорное зеркало; 17 — двухдлинноволновый He-Ne-лазер (длины волн излучения 0,6328 и 3,39 мкм); 18 — образцовый объектив (или паспортизованный синтезированный голограммный оптический элемент); 19 — вогнутое образцовое сферическое зеркало; 20 — защитный экран; 21 — ирисовая диафрагма

Рис. 2. Принципиальная оптическая схема интерферометра типа Тваймана — Грина

### Список источников

- [1] **Duchitskiy, A. S.** Laser-and-holographic complex for technological and certification control of optical elements and objectives in infrared spectral region of 3–12  $\mu\text{m}$  / A. S. Duchitskiy, A. V. Lukin, S. V. Mavrin, A. N. Melnikov // Proc. of SPIE. — 2007. — Vol. 6636. — P. 663618.
- [2] **Лукин, А. В.** Опыт использования лазерно-голографического инфракрасного интерферометра в оптическом производстве АО «НПО ГИПО» / А. В. Лукин, А. В. Берденников, С. Д. Козлов, А. Н. Мельников, А. Р. Насыров // Опτικο-электронные приборы и комплексы: Сборник тезисов докладов юбилейной научно-практической конференции, г. Красногорск, АО «Швабе», ПАО КМЗ, Общественная научно-техническая академия «Контенант», 19–20 октября 2017 г. — Красногорск: ПАО «Красногорский завод им. С. А. Зверева», 2017. — С. 199–200.
- [3] **Берденников, А. В.** Опыт применения неохлаждаемых микроболометрических модулей в системе регистрации изображений лазерно-голографического испытательного стенда / А. В. Берденников, А. В. Краснов, А. В. Лукин, А. Н. Мельников, А. Р. Миндубаев, В. В. Старцев // HOLOEXPO 2018: XV международная конференция по голографии и прикладным оптическим технологиям: Тезисы докладов. — М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018. — С. 211–212.