



## Конфокальный гиперхроматический датчик поверхности на основе суперлюминесцентного диода

М. А. Завьялова, П. С. Завьялов, М. В. Савченко  
Конструкторско-технологический институт научного приборостроения СО РАН, Новосибирск, Россия

Для измерения смещений и микропрофиля поверхности оптических прозрачных сред предложена новая концепция конфокального датчика на основе суперлюминесцентного диода и дифракционного гиперхромата.

**Ключевые слова:** бесконтактные оптические измерения, гиперхроматические системы, конфокальный метод, метод хроматического кодирования

**В** разработанном датчике используется многомодовый волоконно-оптический ответвитель и источник излучения с шириной спектра 40 нм. Смещение и перепад высот объекта определяется измерением спектра отраженного от поверхности излучения с выделением доминирующей длины волны с помощью специальных программных алгоритмов и реализации принципа конфокальности оптической схемы датчика. Фокусное расстояние дифракционного гиперхромата составляет 15 мм, длина хроматического отрезка – 300 мкм, а разрешение смещения по поперечному размеру – менее 0,1 мкм. Такой датчик отличается низкой стоимостью, высокой стабильностью, точностью и компактностью.

Концепции построения конфокальных сенсорных систем с использованием многомодового волоконно-оптического ответвителя, различных источников излучения и гиперхроматических элементов встречаются в научной литературе довольно часто [1, 2]. Кроме того, в более ранних работах авторов [3, 4] опи-

## Confocal Hyperchromatic Surface Sensor Based on the Superluminescent Diode

M. A. Zavialova, P. S. Zavialov, M. V. Savchenko  
Technological Design Institute of Scientific Instrument Engineering, Siberian branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia

A new confocal sensor concept based on a superluminescent diode and a diffractive hyperchromate is proposed for measuring displacements and surface microprofile of optical transparent media.

**Keywords:** non-contact optical measurements, hyperchromatic systems, confocal method, chromatic coding method.

**T**his sensor applies a multimode fiber-optic coupler and a 40 nm bandwidth light source. The item displacement and elevation difference are determined by measuring the spectrum of surface reflected radiation with detection of the dominant wavelength using special software algorithms and implementation of the confocality principle of the optical sensor circuit. The focal length of the diffractive hyperchromate is 15 mm, the length of the chromatic segment is 300  $\mu\text{m}$ , and the half-height displacement resolution is less than 0.1  $\mu\text{m}$ . Such a sensor is characterized by low cost, high stability, accuracy and small size.

The concepts of confocal sensor systems using a multimode fiber-optic coupler, various radiation sources, and hyperchromatic elements are quite common in the academic literature [1, 2]. In addition, earlier works of the authors [3, 4] describe various modifications of such systems and determine their accuracy characteristics. The aim of this study is to develop a confocal hyperchromatic system for measuring displacements and surface microprofiling of optical transparent media with a low reflection coefficient. The diffractive hyperchromate being a part of this sensor, allows to focus radiation with a narrow spectrum (760–800 nm) into a chromatic



саны различные модификации таких систем и исследованы их точностные характеристики. Целью настоящего исследования является разработка конфокальной гиперхроматической системы для измерения смещений и микропрофилирования поверхности оптических прозрачных сред с малым коэффициентом отражения. Дифракционный гиперхромат, входящий в состав данного датчика, позволяет фокусировать излучение с узким спектром (760–800 нм) в хроматический отрезок длиной 300 мкм. На данном этапе были получены экспериментальные зависимости уровня сигнала с конфокального датчика от смещения объекта с малым коэффициентом отражения (4%, кварцевое стекло марки КУ-1).

Датчик может применяться в производственном процессе при создании уникальных микрооптических элементов со сложной топологией зон. Результаты экспериментальных исследований являются основой для интеграции хроматического конфокального датчика в оптические системы и комплексы для микропрофилирования поверхностей. Благодаря своим преимуществам (бесконтактный режим измерения, малое фокальное пятно, высокая точность) он позволит осуществлять прецизионное позиционирование и высокоточную оцифровку трехмерных поверхностей.

## REFERENCES

1. Bai J, Li X, Wang X, Zhou Q, Ni K. Chromatic Confocal Displacement Sensor with Optimized Dispersion Probe and Modified Centroid Peak Extraction Algorithm. *Sensors*. 2019; 19(16):3592. DOI: 10.3390/s19163592.
2. Wertjanz D., Kern Th, Csencsics E., Stadler G., Schitand G. Compact scanning confocal chromatic sensor enabling precision 3-D measurements. *Appl. Opt.* 2021; 60: 7511–7517. DOI: 10.1364/AO.428374.
3. Zavalova M. A., Zavalov P. S. Hyperchromatic Lens for Fiber Confocal Surface Sensors Modeling and Calculation Based on Chromatic Coding Method. *Photonics Russia*. 2017; 5 (65): 80–90. DOI: 10.22184/1993-7296.2017.65.5.80.90.
4. Zavyalova M. A., Zavyalov P. S., Savchenko M. V. Experimental Studies of Fiber Confocal Sensor Based on Chromatic Coding Method. *Photonics Russia*. 2021; 15(7): 598–609. DOI: 10.22184/1993-7296. FRos.2021.15.7.598.609.

## АВТОРЫ

Марина Андреевна Завьялова, к. т. н., старший научный сотрудник КТИ НП СО РАН, Новосибирск, Россия.  
ORCID: 0000-0003-2000-6226

Петр Сергеевич Завьялов, к. т. н., помощник директора КТИ НП СО РАН, Новосибирск, Россия.  
ORCID: 0000-0001-6222-5000

Марк Владимирович Савченко, научный сотрудник КТИ НП СО РАН, Новосибирск, Россия.

segment with the length of 300  $\mu\text{m}$ . At this stage, the experimental dependences of the confocal sensor signal level on the item displacement with a low reflection coefficient (4%, KU-1 silica glass) are obtained.

The sensor can be used in the production process to obtain the unique micro-optical elements with a comprehensive zone topology. The results of experimental studies are the basis for integration of a chromatic confocal sensor into the optical systems and platforms for surface microprofiling. Due to its advantages (non-contact measurement mode, small focal spot, high accuracy), it will allow precise positioning and high-precision digitization of three-dimensional surfaces.

## AUTHORS

Marina Andreevna Zavalova, Ph.D. in technical sciences, senior research fellow, Technological Design Institute of Scientific Instrument Engineering, SB RAS, Novosibirsk, Russia.  
ORCID: 0000-0003-2000-6226

Petr Sergeevich Zavalov, Ph.D. in technical sciences, assistant director of the Technological Design Institute of Scientific Instrument Engineering, SB RAS, Novosibirsk, Russia.  
ORCID: 0000-0001-6222-5000

Mark Vladimirovich Savchenko, research fellow, Technological Design Institute of Scientific Instrument Engineering, SB RAS, Novosibirsk, Russia.

ЭЛЕКТРОНИКА НАНОТЕХНОЛОГИИ ФОТОНИКА ПЕРВАЯ МИЛЛИОН Цифровая Стабилизация

ИНФО ПРО СТРАНСТВО ФЕССИОНАЛОВ

ТЕХНОСФЕРА

Мы на YouTube

Подписывайтесь