

*Четырнадцатая Международная научно-техническая конференция
«Оптические методы исследования потоков»
Москва, 26 – 30 июня 2017 г.*

УДК 53.05

А.М. Вин, Б.С. Ринкевичюс, И.Н. Павлов

*Национальный исследовательский университет «Московский энергетический институт»,
Россия, 111250, Москва, Красноказарменная ул., 14, E-mail: omfi@mpei.ac.ru*

**ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ФОРМЫ
ШЕРОХОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ С ПОМОЩЬЮ СТРУКТУРИРОВАННОГО
ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ**

АННОТАЦИЯ

Описаны схема и принцип работы разработанного оптико-электронного комплекса для визуализации формы шероховатой поверхности с помощью структурированного оптического излучения. Исследованы характеристики структурированных оптических пучков, получаемых с помощью дифракционных оптических элементов. Разработана методика визуализации формы плоских шероховатых поверхностей.

СТРУКТУРИРОВАННОЕ ОПТИЧЕСКОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ, ДИФРАКЦИОННЫЙ ОПТИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТ, ФОТОГРАФИРОВАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

Для визуализации формы шероховатой поверхности используются различные оптические методы: фотографирование (1), дифракционные методы (2), интерференционные методы (3), голографические методы (4) и ряд других. В данной статье рассматривается новый метод визуализации формы шероховатой поверхности, основанный на использовании оптического структурированного излучения (5).

Под термином «оптико-электронные методы исследования» понимаются методы, в основе которых лежит фотоэлектронное преобразование оптического сигнала с последующим измерением параметров электрического сигнала, несущего информацию об оптических характеристиках исследуемого объекта. Комплекс обеспечивает непрерывное преобразование электромагнитной энергии излучения источника в заданном спектральном диапазоне в электрические сигналы для последующей передачи в реальном масштабе времени этих сигналов к автоматизированной системе испытаний.

Экспериментальная установка для определения параметров плоского объекта показана на рис. 1. Излучение от оптического модуля, состоящего из источника когерентного излучения 1 и дифракционного оптического элемента (ДОЭ) 2, проходит через коллимирующий объектив 3 и направляется на экран 4, на котором закрепляются плоские предметы, изображения которых регистрируются с помощью цифровой видеокамеры 5.

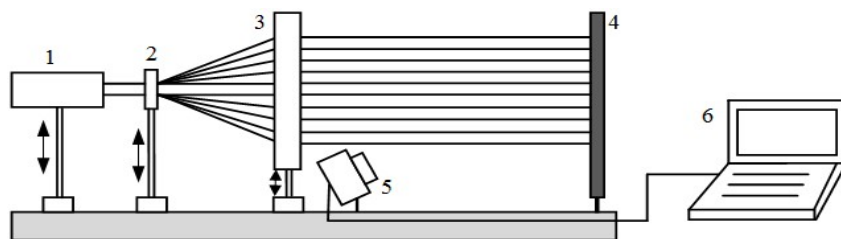


Рис. 1. Схема экспериментального оптического комплекса: 1 – источник оптического излучения, 2 – дифракционный оптический элемент (ДОЭ), 3 – объектив, 4 – экран, 5 – цифровая видеокамера, 6 – персональный компьютер

На рисунках 2-4 приведены примеры изображения трех различных фигур. Центры изучаемых фигур совпадают с центром экрана: x, y – расстояния от краёв экрана до фигуры, a, b, c, d – параметры, характеризующие размеры фигур и их положения на экране. В таблицах 1-3 приведены измеренные геометрические параметры использованных фигур при соответствующих их положениях.

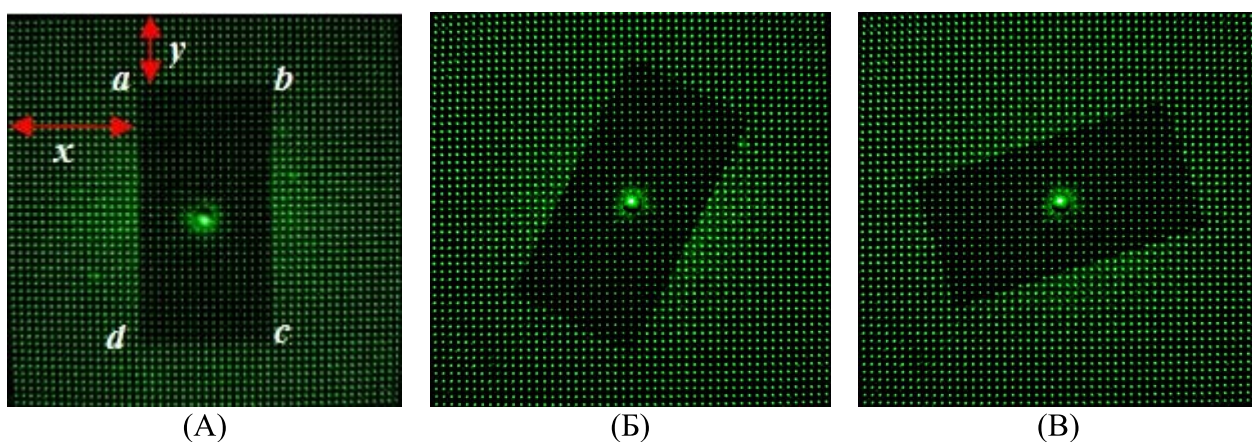


Рис. 2. Изображения прямоугольной фигуры при различных её поворотах: (А) вертикальное расположение прямоугольника, (Б) повернутое на 45 градусов расположение прямоугольника, (В) повернутое на 60 градусов расположение прямоугольника

Таблица 1. Измеренные параметры прямоугольной фигуры при различных углах поворота

Прямоугольная фигура	a		b		c		d	
	x	y	x	y	x	y	x	y
А	17	9	17	9	17	9	17	9
Б	25	5	11	14	25	6	11	15
В	35	9	7	24	35	10	7	25

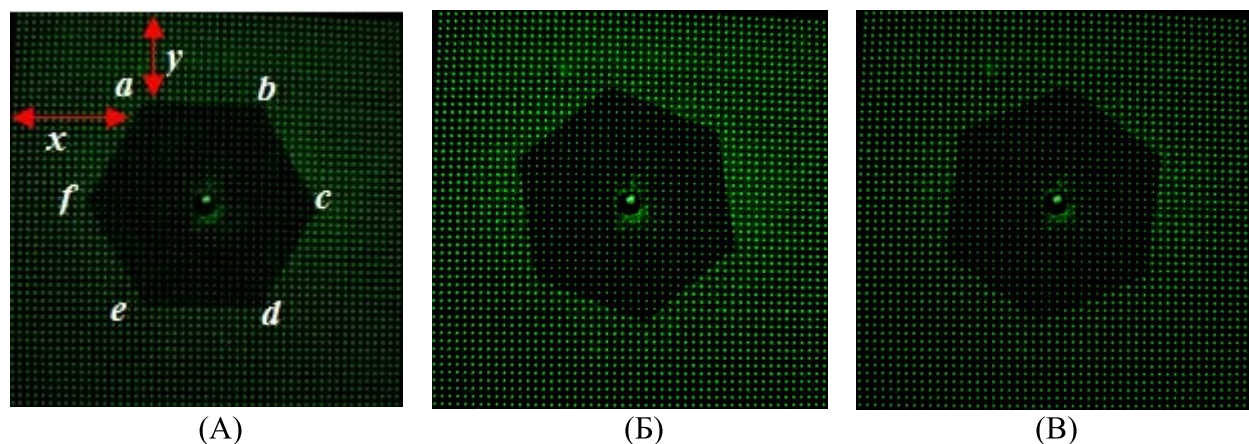
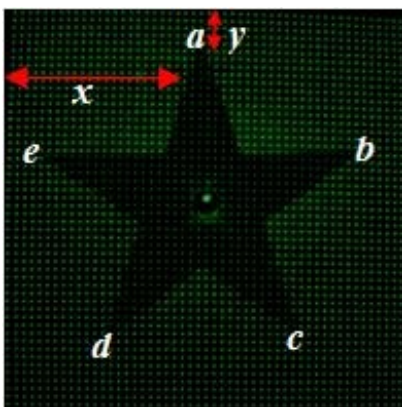


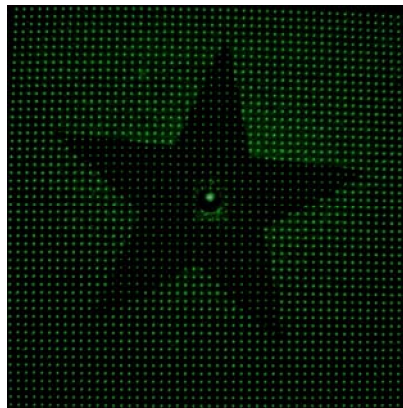
Рис. 3. Изображения шестиугольной фигуры при различных её поворотах: (А) вертикальное расположение шестиугольника, (Б) повернутое на 35 градусов расположение шестиугольника, (В) повернутое на 55 градусов расположение шестиугольника

Таблица 2. Измеренные параметры шестиугольной фигуры при различных углах поворота

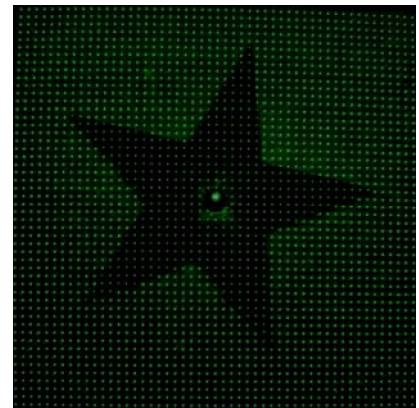
Шестиугольная фигура	a		b		c		d		e		f	
	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y
А	17	12	18	12	11	24	18	13	17	12	10	24
Б	21	10	15	15	12	20	21	11	15	15	11	21
В	24	10	13	17	13	18	24	11	12	18	12	17



(А)



(Б)



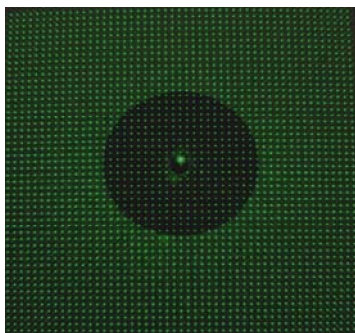
(В)

Рис. 4. Изображения звездной фигуры при различных её поворотах: (А) вертикальное расположение звезды, (Б) повернутое на 35 градусов расположение звезды, (В) повернутое на 45 градусов расположение звезды

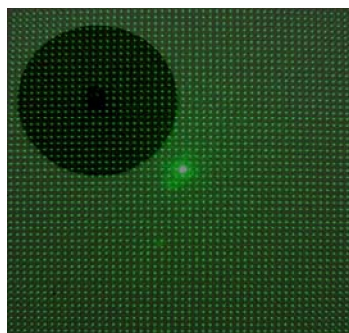
Таблица 3. Измеренные параметры звездной фигуры при различных углах поворота.

Звездная фигура	a		b		c		d		e	
	x	y	x	y	x	y	x	y	X	y
А	24	4	7	19	14	10	14	10	5	20
Б	28	5	6	23	17	9	10	12	7	17
В	30	5	6	25	18	7	9	14	8	14

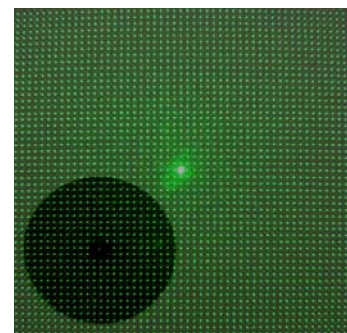
На рис.5 приведены изображения кольцевых фигур, расположенных в различных местах экрана и увеличенный размер сетки для наглядности с размером минимального размера сетки N. В таблице 4 приведены измеренные параметры кольцевых фигур для различных мест их расположения.



(А)



(Б)



(В)

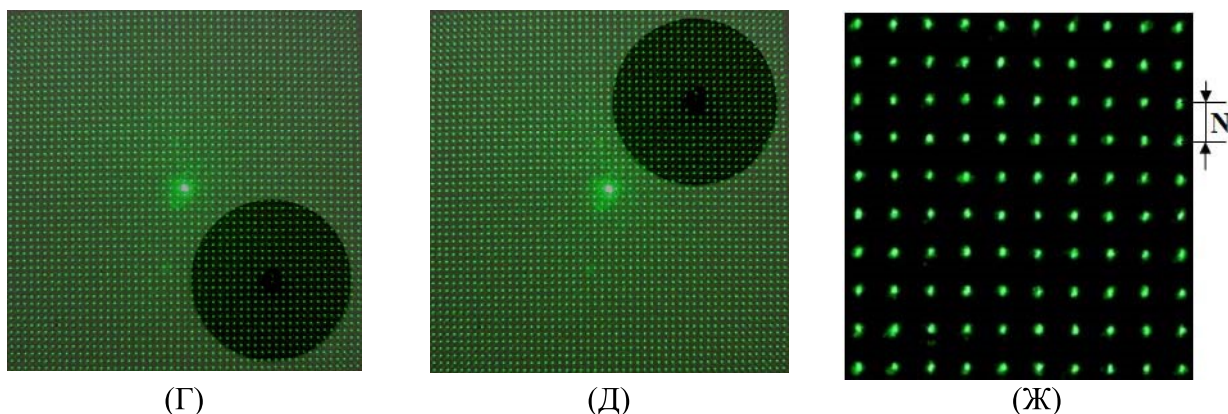


Рис. 5. Изображения кольцевых фигур в различных местах расположения, Ж- увеличенный элемент сетки, N – размер минимального элемента сетки.

Таблица 4. Измеренные параметры кольцевых фигур для различных мест их расположения .

Кольцевая фигура	a		b	
	x	y	x	y
А	25	25	25	25
Б	12	13	37	36
В	12	37	36	12
Г	36	12	12	26
Д	36	37	12	11

На рис.6 приведены изображения шестиугольной фигуры для различных мест расположения на экране. В таблице 5 приведены измеренные координаты центров шестиугольных фигур для различных мест их расположения на экране.

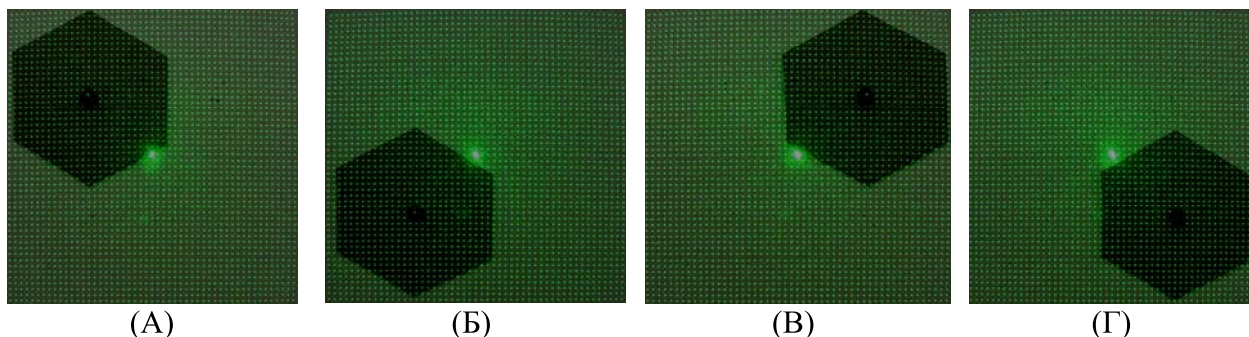


Рис. 6. Изображения шестиугольных фигур для различных мест их расположения.

Таблица 5. Измеренные координаты центров шестиугольных фигур для различных мест расположения

Шестиугольная фигура	a		b		c		d		e		f	
	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y
А	17	12	18	12	11	24	18	13	17	12	10	24
Б	19	11	17	13	11	23	20	12	16	13	10	23
В	20	10	16	13	12	21	21	12	15	14	11	22
Г	21	10	15	15	12	20	21	11	15	15	11	21

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработана экспериментальная установка, содержащая источник когерентного излучения мощностью 5 мВт, дифракционный оптический элемент, высококачественный объектив, цифровую видеокамеру. Проведены эксперименты по измерению параметров различных фигур с шероховатой поверхностью и их местоположения при помощи

структурированного лазерного излучения, получаемого с помощью дифракционных оптических элементов.

В результате эксперимента получены изображения дифракционных картин на поверхности различных фигур (прямоугольника, шестиугольника и звезды). Разработана программа обработки картин визуализации для определения параметров исследуемых фигур и их местоположения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Блейкер А. Применение фотографии в науке. М.: Мир, 1980. – 248 с.
2. Сойфер В.А., Безус Е.А., Быков Д.А., Досколович Л.Л., Ковалев А.А. и др. Дифракционная оптика и нанофотоника. Физматлит. 2014. 608 с.
4. Джоунс Р., Уайкс К. Голографическая и спекл-интерферометрия. Пер. с англ. – М.: Мир, 1986. – 328 с.
5. Вин А.М., Карпов А.В., Ринкевичюс Б.С. Оптический метод визуализации и измерения смещения трёхмерных объектов. Оптические методы исследования потоков: Труды XIII Международной научно-технической конференции. [Электронный ресурс] – М. Издательство Перо, 2015. – с. 1 CD-ROM.

A.M. Win, B.S. Rinkevichyus, I.N. Pavlov

*National Research University "Moscow Power Engineering Institute", Russia,
111250, Russia, Moscow, Krasnokazarmennaya st., 14, E-mail: omfi@mpei.ac.ru*

OPTICAL-ELECTRONIC COMPLEX FOR VISUALIZATION OF FORMS OF A ROUGH SURFACE BY MEANS OF STRUCTURED OPTICAL RADIATION

Abstract

Describes the structure of the developed optical-electronic complex for the visualization of the shape and deformation of rough surface using structured optical radiation. Studied the characteristics of the structured optical beams obtained by the diffractive optical elements. The developed method visualization shape flat rough surfaces.

STRUCTURED RADIATION, DIFFRACTIVE OPTICAL ELEMENT, PHOTOGRAPHY.