

Устройство для экспресс-анализа световых пучков с осевой симметрией второго порядка

И.В. Балыкин^{1,2}, А.А. Рыжевич^{1,2}, Т.А. Железнякова², А.Г. Смирнов^{1,2}

¹ Институт физики им. Б.И. Степанова НАН Беларуси, Минск

² Белорусский государственный университет, Минск

E-mail: tol@dragon.bas-net.by

При использовании в приборах световых пучков, обладающих осевой симметрией второго порядка и имеющих поперечное распределение интенсивности в форме эллипса, вытянутого в большей или меньшей степени (от почти круглого до узкой полоски), возникает необходимость в точном позиционировании источника излучения с опорой на объективные параметры. С этой целью было разработано устройство для экспресс-анализа распределения интенсивности в поперечном сечении светового пучка с осевой симметрией второго порядка и программное приложение для обеспечения его работы. На рис. 1 показана оптическая схема экспериментальной установки для отладки устройства.

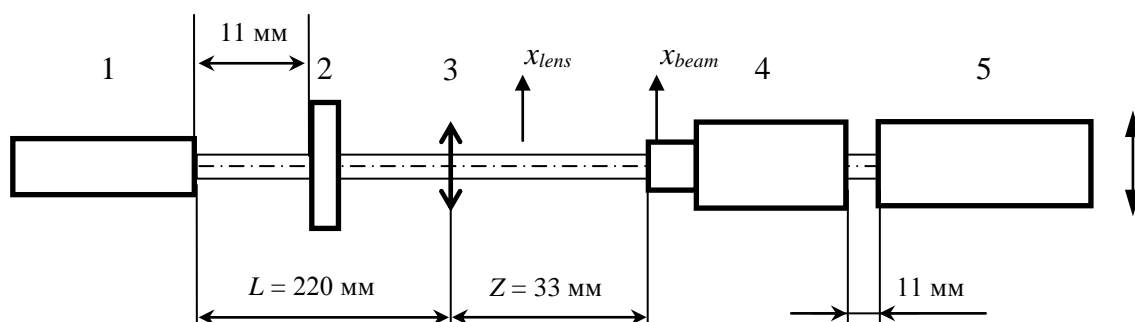


Рис. 1. Оптическая схема эксперимента: 1 – полупроводниковый лазерный модуль; 2 – аттенюатор на нейтральных светофильтрах с коэффициентом пропускания $T = 1 \times 0,1 \times 0,01 \times 0,0003$; 3 – цилиндрическая линза, закрепленная на подвижной платформе; 4 – микроскоп, жестко связанный с трансляционной платформой CCD-камеры, 5 – CCD-камера, закрепленная на подвижной платформе

Аппаратная часть устройства представлена ПЭВМ, блоком управления актуаторами, CCD-камерой с микроскопом и трансляционных платформ с исполнительными устройствами (актуаторами).

Программная часть устройства состоит из трех функциональных модулей: модуля управления CCD-камерой, модуля расчета параметров пучка и главного управляющего модуля. Модуль управления CCD-камерой осуществляет контроль состояния CCD-камеры, задание параметров регистрации (время экспозиции, разрешение), считывание и преобразование в требуемый формат поступающих изображений распределений интенсивности. Модуль расчета параметров пучка производит

оценку основных параметров регистрируемого распределения интенсивности на основе метода моментов – положения центра пучка (отклонения от центра кадра Δx_c , Δy_c), ориентации его главных осей в плоскости регистрации (угол θ), диаметров вдоль главных осей по методу $D4\sigma$ (наибольший и наименьший диаметры пучка по уровню интенсивности $1/e^2$), а также максимальное I_{max} и минимальное I_{min} значения интенсивности в кадре. Главный управляющий модуль контролирует ход эксперимента в соответствии с установленной программой.

В реализованном дискретном режиме управления устройством после каждого дискретного смещения CCD-камеры производится оценка положения центра пучка. После этого, в зависимости от величины отклонения центра пучка от желаемого положения, выбирается значение шага смещения CCD для следующей итерации. Если величина отклонения меньше наперед заданного порога (например, 5 пикселей), то производится регистрация светового поля и последующее изменение параметров установки в соответствии с заданной программой эксперимента. Если же величина отклонения больше порога, производится дискретное смещение CCD-матрицы на рассчитанный до этого шаг. Данная процедура повторяется до достижения целевого положения.

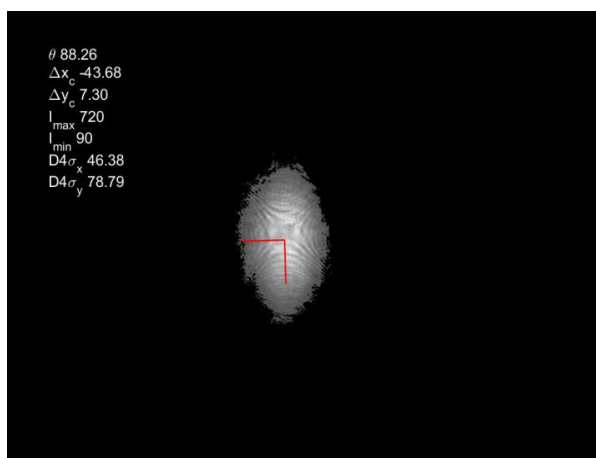


Рис. 2. Снимок рабочего окна программного приложения устройства

На рис. 2 показан графический интерфейс модуля расчета параметров светового пучка. На мониторе ПЭВМ в режиме реального времени отображается текущее распределение интенсивности в поперечном сечении светового поля, рассчитанное положение центра пучка, образованное пересечением наибольшего и наименьшего диаметров и рассчитанные численные значения параметров светового пучка в данном сечении.

Устройство разработано в рамках задания 1.1.01 (№ гос. регистрации 20160091) ГПНИ «Фотоника, опто- и микроэлектроника» на 2016-2020 г.г. для сборки, тестирования и отладки профилометрического устройства с наклонным падением сканирующего лазерного пучка. Кроме того, приложение использовалось для экспериментальных исследований световых полей по заданию 1.3.03 (№ гос. регистрации 20160092) этой же ГПНИ.