

АНАЛИЗАТОР ПАРАМЕТРОВ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ ПЗС-МАТРИЦЫ

В науке, технике и производстве широко используются оптические методы контроля параметров. Для преобразования оптического сигнала в электрический часто применяются приборы с зарядовой связью (ПЗС): ПЗС-линейки и ПЗС-матрицы. Эти преобразователи оптического излучения в видеосигнал отличаются такими важными качествами, как жесткий геометрический растр, возможность обработки информации непосредственно на кристалле и низкая чувствительность к магнитным полям. В статье описано их использование для анализа параметров лазерного излучения.

Приборы на основе ПЗС-матриц отлично подходят для контроля параметров лазерного пучка. Нами была разработана система программно-аппаратных средств анализа оптических характеристик лазерного пучка. Аппаратная часть – это камера на основе ПЗС-матрицы, которая отвечает за регистрацию лазерного излучения и передачу полученных данных в компьютер (ПК). Программная часть, или программное обеспечение (ПО), позволяет регистрировать данные, обрабатывать их и проводить графическую визуализацию для наглядного представления полученной информации, облегчающего работу пользователя. ПО сохраняет полученные данные, обеспечивая возможность их последующей обработки и редактирования. В качестве стандарта для исследования характеристик пучка лазера используются стандарты ISO 13694:2000 и ISO 11146-1:2005 Международной организации по стандартизации (ISO) [1, 2].

Блок-схема системы представлена на рис.1. Камера регистрирует лазерное излучение. Связь устройства с компьютером осуществляется по интерфейсу USB 2.0. Управление камерой осуществляет драйвер устройства. Обращение ПО к драйверу происходит с помощью библиотеки DLL.

Взаимодействие с ПО осуществляется через графический интерфейс пользователя. Интерфейс предусматривает способы управления регистрацией, в частности: количеством регистрируемых в ходе эксперимента кадров, временем накопления сигнала для каждого кадра, способом синхрони-

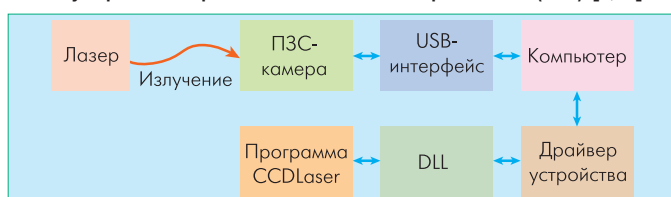


Рис.1 Блок-схема системы регистрации и исследования лазерного излучения

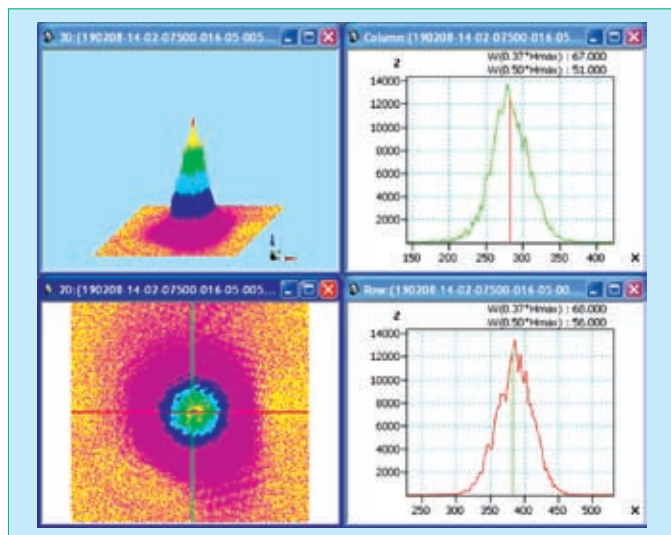


Рис.2 Визуализация распределения интенсивности излучения лазерного пучка

зации с источником излучения. Он также служит для масштабирования графиков, полученных в результате визуализации, и позволяет просматривать серии кадров.

В модуле визуализации предусмотрено три способа представления регистрируемых данных. При трехмерном отображении зависимости интенсивности излучения, попадающего на прибор, от положения пиксела на матрице, величина интенсивности отображается расстоянием от плоскости xOy до данной точки и цветом пиксела (рис.2). При двумерном изображении зависимости интенсивности излучения, попадающего на прибор, от положения пиксела на матрице величина интенсивности отображается только цветом пиксела. При изображении распределения интенсивности излучения по строке или по столбцу матрицы горизонтальная ось отображает пикселы строки или столбца, вертикальная – отсчеты АЦП прибора.

Пользователь имеет возможность сохранить регистрируемые серии кадров и установочные данные ПО, чтобы можно было останавливать работу ПО, а затем, при необходимости, ее возобновлять. Можно также сохранять и печатать результаты визуализации.

С помощью разработанного анализатора измеряются и рассчитываются следующие параметры лазерного пучка: мощность (энергия импульса), максимальная плотность мощности (энергии), координата максимума, пороговая плотность мощности (энергии), эффективная мощность (энергия), фракционная мощность (энергия), координаты центра, эллиптичность пучка, эксцентриситет, азимут, площадь поперечного сечения пучка, эффективная площадь облучения, эффективная средняя плотность мощности (энергии), фактор плоскостности вершины, однородность пучка, крутизна края, качество подгонки ширины пучка, угол расходимости, фактор соотношения с дифракционным пределом и фактор распространения пучка.

В ПО предусмотрены также расчет статистических параметров ПЗС-матрицы и статистических параметров по области пикселей или в заданном пикселе по серии из N измерений. Рассчитываются такие параметры: среднее значение интенсивности (в отсчетах АЦП), полученное в результате измерения, среднеквадратичное отклонение и динамический диапазон. Изучение этих параметров позволяет, при необходимости, должным образом откалибровать ПЗС-камеру.

ПО используется в лаборатории лазерной плазмодинамики НИИ Прикладных физических проблем им. А.Н.Севченко для тестирования параметров ПЗС-датчиков у разрабатываемых видеокамер; в лаборатории радиационной плазмодинамики Института физики НАН Беларуси при проведении физических экспериментов по тематике лаборатории.

ЛИТЕРАТУРА

1. ISO 11146-1:2005. Лазеры и связанное с ними оборудование. Методы испытаний для определения ширины лазерного пучка, углов расхождения и коэффициентов распространения пучка. Часть 1. Стигматические и простые астигматические пучки.
2. ISO 13694:2000. Optics and optical instruments. Lasers and laser-related equipment. Test methods for laser beam power (energy) density distribution.