

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЛАСТИ ЗРЕНИЯ И ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗРЕШЕНИЯ В БИСТАТИЧЕСКОЙ СХЕМЕ ЛАЗЕРНОГО МОНИТОРА

Н.А. ВАСНЕВ¹, М.В. ТРИГУБ^{1,2}

¹Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН

²Национальный исследовательский Томский политехнический университет

E-mail: vasnev.nickol@yandex.ru

Усилители яркости на парах галогенидов металлов обладают узкой линией усиления (порядка 10 нм). Это позволяет использовать их для выделения и последующего усиления полезного сигнала на фоне мощного фонового излучения (например, факела высокотемпературной плазмы) [1].

На основе усилителей яркости реализуют системы, которые называют лазерные мониторы [2]. Назначение таких устройств – сформировать оптическое изображение объекта исследования и повысить его яркость. Если для этих целей используют один активный элемент, то лазерный монитор называют моностатическим. В случае использования двух активных элементов говорят, что лазерный монитор бистатический. Достоинства такого монитора по сравнению с моностатическим указаны в работах [3, 4].

Данная работа показывает, что область зрения лазерного монитора может быть увеличена за счет применения его бистатической схемы. Кроме того произведена оценка яркости полученных изображений и разрешающей способности монитора.

Описание макета бистатического лазерного монитора приведено в работе [4]. В качестве объекта наблюдения использовалась металлическая монета, изображение которой было получено в схеме моностатического (рисунок 1, а) и бистатического (рисунок 1, б) лазерного монитора.

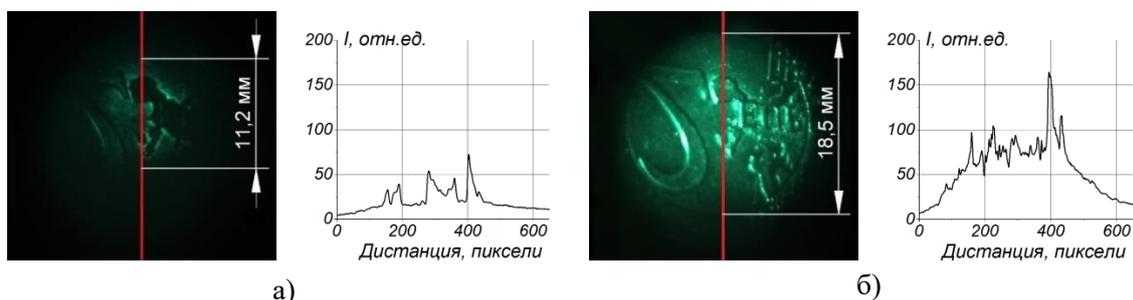


Рисунок 1 – Изображения металлической монеты и графики распределения яркости пикселей: а) в моностатическом лазерном мониторе;
б) в бистатическом лазерном мониторе

Дистанция визуализации составила 0.5 м. При визуальном осмотре видно, что в первом случае различим лишь фрагмент объекта, а во втором – практически весь объект целиком. Согласно приведенным геометрическим размерам применение бистатической схемы лазерного монитора увеличило область зрения минимум в 1.6 раза. Об ее увеличении также свидетельствуют и графики распределения яркости пикселей вдоль обозначенных линий. Средний уровень яркости при использовании бистатической схемы лазерного монитора был повышен с 18.3 отн.ед. до 50 отн.ед. (то есть в 2.73 раза).

Чтобы определить разрешающую способность была использована щель монохроматора с регулируемым зазором в диапазоне от 500 мкм до 1 мкм. Объект располагался также на расстоянии 0.5 м от усилителя яркости. На рисунке 2 приведены примеры полученных изображений и соответствующие им графики распределения яркости пикселей вдоль обозначенных линий. При раскрытии от 300 мкм до 100 мкм щель различима как при визуальном осмотре изображения, так и при анализе графика. Однако уже при

раскрытии 100 мкм область графика, соответствующая наблюдаемому зазору, становится сопоставима с фоном. Уменьшение зазора до 50 мкм привело к полному слиянию наблюдаемой области графика с фоном – это обусловлено тем, что яркость оценивается исключительно по обозначенной линии, вдоль которой идет усреднение по 10-20 пикселям. При визуальном осмотре щель остается различима вплоть до зазора в 30 мкм.

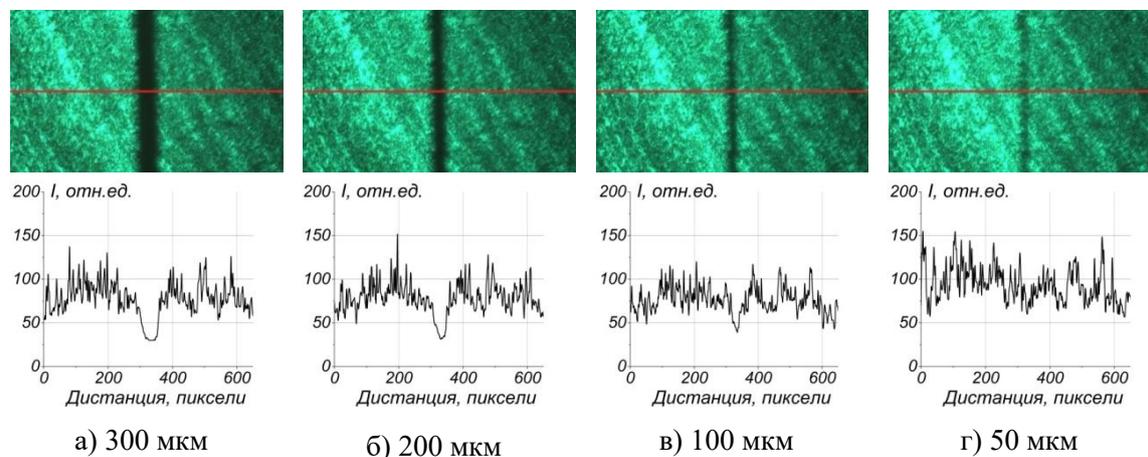


Рисунок 2 – Изображения и графики распределения яркости пикселей вдоль обозначенных линий при различном раскрытии щели монохроматора.

При увеличении дистанции до 2-х м предельное разрешение составило не менее 100 мкм. На более дальней дистанции (10 м) предельное разрешение составило 440 мкм. Приведенные цифры справедливы для реализованного макета бистатического лазерного монитора с объективом ОКП1-350-1 ($f=350$ мм).

Возможность лазерного монитора видеть «сквозь пламя» была неоднократно доказана в ряде работ исследовательского и прикладного характера [1, 2]. В рамках исследования это было также подтверждено серией кадров, сделанных при размещении горячей свечи между объектом наблюдения и усилителем яркости. Искажения, вызванные воздушными потоками из-за процесса горения свечи, пренебрежительно малы.

Изображения зарегистрированы камерой машинного зрения Baumer VLG-20C. Графики распределения яркости пикселей построены в программах ImagJ и Origin Pro.

Работа выполнена при поддержке Фонда содействия инновациям в рамках проекта № 11846ГУ/2017.

Изготовление лазерных активных элементов выполнено в рамках базового бюджета финансирования, проект № АААА-А17-117021310150.

Список литературы

1. Little С.Е. Metal Vapor Lasers: Physics, Engineering & Applications. Chichester (UK): John Willey & Sons Ltd. 1998. 620 p.
2. Асиновский Э.И., Батенин В.М., Климовский И.И., Марковец В.В. Исследование областей замыкания тока на электродах слаботочной угольной дуги с помощью лазерного монитора // Техника высоких температур. – 2001. – Т. 39. – № 5. – С. 794.
3. Тригуб М.В., Торгаев С.Н., Евтушенко Г.С., Троицкий В.О., Шиянов Д.В. Бистатический лазерный монитор. // Письма в журнал технической физики. – 2016. – Т.42, № 12. – С. 51–56.
4. Васнев Н.А., Тригуб М.В., Евтушенко Г.С. Особенности работы усилителя яркости на парах бромида меди в схеме бистатического лазерного монитора. // Оптика атмосферы и океана. – 2019. – Т. 32, № 03. – С. 247–253.