

УДК 504.05

Г. Н. ДОЛЯ*, д-р техн. наук, проф., А. Н. КАТУНИН** канд. техн. наук,

А. В. КОЧИН*** канд. техн. наук, Е. С. ЧУДОВСКАЯ* асп.

(*Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина,

**Харьковский университет воздушных сил,

***Метрологический центр военных эталонов)

ЛАЗЕРНАЯ СИСТЕМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОЧАГОВ ПОЖАРОВ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Показана возможность обнаружения тепловых источников турбулентности лазерной системой мониторинга окружающей среды для обеспечения экологической безопасности. Получены качественные зависимости СКО флуктуаций локальных максимумов диаграммы рассеяния лазерного излучения от интенсивности тепловых источников турбулентности атмосферы. Экспериментально подтверждена необходимость согласования длины трассы зондирования и величины диаметра поперечного сечения лазерного пучка.

К л ю ч е в ы е с л о в а: экологическая безопасность, окружающая среда, лазерная система, мониторинг, очаги пожаров

ВВЕДЕНИЕ

Предотвращение экологических катастроф, обеспечение безопасности людей, а также проведение природоохранных мероприятий делает необходимым осуществление постоянного оперативного мониторинга окружающей среды [1, 2]. Потребность в средствах мониторинга стремительно растет в связи с бурным развитием автоматизированных систем контроля и управления, внедрением новых технологических процессов производства. Наиболее оперативно контроль параметров окружающей среды осуществляется средствами дистанционного зондирования оптического и радиодиапазонов спектра [1, 3]. Важнейшими среди дистанционных методов контроля состояния окружающей среды являются оптические по причине высокой информативности таких эффектов взаимодействия оптического излучения со средой, как аэрозольное рассеяние и резонансное поглощение в линиях молекулярного спектра атмосферных примесей [1-3]. Современные оптические системы должны обладать высокой надежностью, долговечностью, стабильностью, малыми габаритами, массой и энергопотреблением, совместимостью с

микроэлектронными устройствами обработки информации при низкой трудоемкости изготовления и небольшой стоимости. Этим требованиям в максимальной степени удовлетворяют лазерные системы мониторинга окружающей среды [1].

Использование в соответствующих системах лазеров, характеризующихся малой расходимостью излучения, большой импульсной мощностью и высокой степенью монохроматичности, обеспечивает широкие возможности оптических методов мониторинга. Импульсное отраженное излучение несет информацию о состоянии окружающей среды, в частности атмосферы, на всей трассе зондирования, при этом пространственное разрешение, определяемое длительностью зондирующего лазерного сигнала, может составлять единицы метров [1, 3]. Таким образом, в настоящее время актуальна разработка лазерных систем мониторинга окружающей среды.

Состояние атмосферы определяется как газохимическим составом атмосферы, так и наличием источников турбулентности. Наличие тепловых источников турбулентности на трассе зондирования приводит к флуктуациям показателя преломления, и,

как следствие, к искажению вида диаграммы рассеяния излучения, что проявляется в угловых флуктуациях локальных максимумов диаграммы. Оценивание амплитуды флуктуаций локальных максимумов при проектировании этой диаграммы на фоточувствительную площадку ПЗС матрицы позволит выявлять источники турбулентности атмосферы.

В данной работе исследуется возможность обнаружения тепловых источников турбулентности лазерной системой мониторинга окружающей среды. *Целью статьи* является определение качественной зависимости СКО флуктуаций локальных максимумов диаграммы рассеяния лазерного излучения от интенсивности тепловых источников турбулентности атмосферы.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для определения зависимости СКО флуктуаций локальных максимумов диаграммы рассеяния лазерного излучения от интенсивности тепловых источников турбулентности был собран макет лазерной системы мониторинга,

схема которого изображена на рис. 1. При монтаже макета использовано световозвращающее покрытие, наличие которого позволяет возможно существенно увеличить дальность действия лазерной системы [4].

Макет включал в себя полупроводниковый лазер 1 мощностью 25 мВт, излучающий в красной области спектра, оптическую систему 2, позволяющую коллимировать излучение до диаметра пучка 5 см, либо фокусировать его на расстояниях 5...20 м, световозвращающего покрытия 3 на основе микропризм, а также ПЗС матрицу 5 с фокусирующей оптикой 4.

На трассе зондирования искусственно создавались тепловые источники турбулентности, приводящие к фазовым искажениям лазерного излучения. Пространственное распределение интенсивности отраженного луча (рис. 2) проектировалось на поверхность ПЗС матрицы и с помощью алгоритма вычисления координат локального максимума осуществлялся расчет дисперсии их флуктуаций. Время усреднения составляло 30 с.

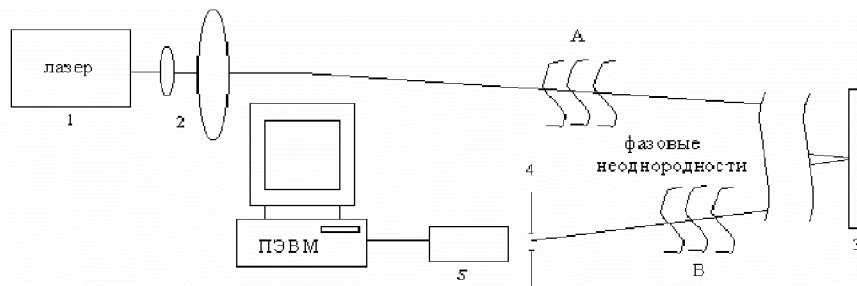


Рисунок 1

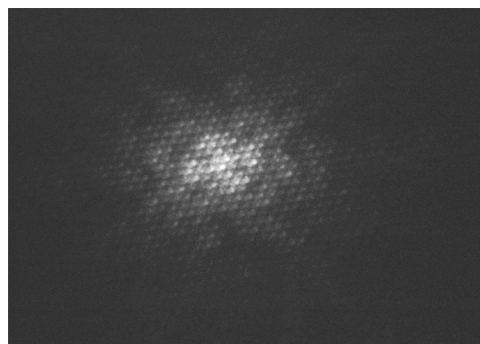


Рисунок 2

Степень турбулентности воздуха возрастает с ростом температуры теплового источника (приложенного напряжения к нагревателю), что приводит к возрастанию флуктуаций локального максимума диаграммы рассеяния. В ходе эксперимента наблюдались флуктуации координат локальных максимумов, при этом зарегистрированные флуктуации были адекватны степени фазовых искажений, создаваемых Тепловыми

источниками турбулентности (рис. 3). На графике рис. 3 по оси абсцисс отложены значения напряжения, прикладываемого к теплому источнику (нагревателю), а по оси ординат - относительное значение СКО флуктуаций локальных максимумов. При проведении эксперимента длина трассы составляла 10 м, использовался сколлимированный пучок, тепловой источник располагался возле свето-возвращающего покрытия.

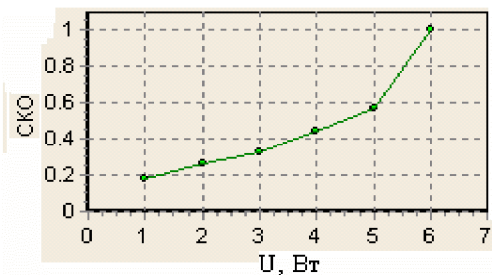


Рисунок 3

Весьма важным обстоятельством, определяющим работоспособность лазерной системы, является пространственное согласование элементов разрешения ПЗС -возвращающем покрытии диаметре лазерного пучка (т.е. числе периодов) по мере увеличения длины трассы зондирования наступит момент, когда отследить изменения координат локального максимума станет невозможно и система прекратит фиксировать флуктуации его положения.

Данные рассуждения иллюстрируются зависимостями, представленными на рис. 4 (а-г). Точки 1-6 на оси абсцисс на каждом графике соответствуют значениям диаметра пучка на световозвращающем покрытии соответственно 5, 4, 3, 2, 1 см, а также случаю максимально достижимой фокусировки пучка. Зависимости на рис. 4 (а-г) соответствуют длине трассы 20 м, 15 м, 10 м, 5 м. По оси ординат на каждом графике отложены нормированные на максимальное значение величины СКО координат локального максимума при неизменном положении теплового источника и степени турбулентных искажений. Анализируя зависимость на

рис. 4.а, можно сделать вывод, что при длине трассы 20 м наибольшая чувствительность лазерной системы к турбулентности атмосферы имеет место при диаметре пучка 5 см на световозвращающем покрытии, которая затем плавно убывает при уменьшении диаметра пучка вплоть до полного прекращения наблюдения флуктуаций. На длине трассы 15 м (рис. 4.б) при уменьшении диаметра пучка вначале происходит незначительное возрастание степени наблюдаемых флуктуаций, а затем плавное их убывание до нулевого значения. В отличие от предыдущего случая при диаметре пучка 3 см величина СКО составляет 60% от максимального значения, тогда как при длине трассы 20 м. это уменьшение происходит до уровня 25%. При дальнейшем уменьшении трассы до 10 м и 5 м эта тенденция сохраняется и в целом свидетельствует о том, что при увеличении длины трассы зондирования необходимо одновременно осуществлять расфокусировку пучка, чтобы сохранить чувствительность лазерной системы мониторинга.

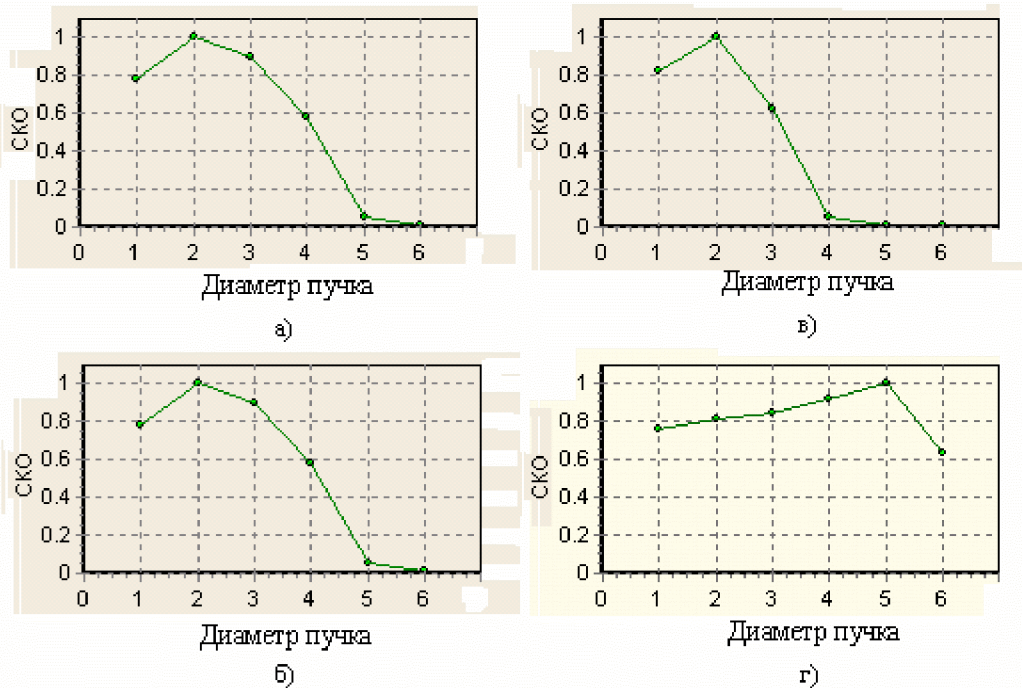


Рис. 4

ВЫВОДЫ

В ходе эксперимента продемонстрирована возможность обнаружения тепловых источников турбулентности лазерной системой мониторинга окружающей среды. На основе анализа углового положения локального максимума диаграммы рассеяния, проецируемой на ПЗС матрицу лазерной системы, получены экспериментальные зависимости СКО флуктуаций локальных максимумов диаграммы рассеяния лазерного излучения от интенсивности тепловых источников турбулентности атмосферы. Экспериментально подтверждена необходимость согласования длины трассы зондирования и величины диаметра поперечного сечения лазерного пучка. В целом полученные результаты свидетельствуют о перспективности применения лазерных систем для оперативного мониторинга окружающей среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Оптико-электронные системы экологического мониторинга природной среды: Учеб. Пособие для вузов / В.И. Козинцев, В.М. Орлов, М.Л. Белов и др. Под ред. В.Н. Рождествина. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002.

2. Шаровар Ф. И. Методы раннего обнаружения загораний. – М.: Стройиздат, 1988.
3. Лазерная локация / Матвеев И. Н., Протопопов В. В., Троицкий И. Н., Устинов Н. Д. Под ред. чл.-кор. АН СССР Устинова Н.Д. – М.: Машиностроение, 1984.
4. Доля Г. Н., Катунин А. Н., Живчук В. Л., Садовый К. В., Вовк А. И. О величине дисперсии флуктуаций параметров лазерного излучения при обнаружении источников тления и загорания // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2007. – Вып.4/3(28). – С.17-20.

УДК 504.05

Г. Н. ДОЛЯ*, д-р техн. наук, проф.,

А. Н. КАТУНИН** канд. техн. наук,

А. В. КОЧИН*** канд. техн. наук,

Е. С. ЧУДОВСКАЯ* асп.

(*Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина,

**Харьковский университет воздушных сил,

***Метрологический центр военных эталонов)

ЛАЗЕРНА СИСТЕМА ВИЗНАЧЕННЯ ВОГНИЩ ПОЖЕЖ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Показана можливість виявлення теплових джерел турбулентності лазерною системою моніторингу навколишнього середовища для забезпечення екологічної безпеки. Отримана якісна залежність СКО флуктуацій локальних максимумів діаграми розсіяння лазерного

випромінювання від інтенсивності теплових джерел турбулентності атмосфери. Експериментально підтверджена необхідність узгодження довжини траси зондування і величини діаметра поперечного перетину лазерного пучка.

Ключові слова: екологічна безпека, навколишнє середовище, лазерна система, моніторинг, вогнища пожеж

UDK 504.05

DOLJA G. N., KATYNIN A. N.,
KOCHIN A. V., CHYDOVSCA E. S.
LASER SYSTEM OF DETERMINATION OF
HEARTHES OF FIRES FOR PROVIDING OF
ENVIRONMENT ECOLOGICAL SAFETY

Possibility of discovery of thermal sources of turbulence is shown by the laser system of monitoring of environment for providing of ecological safety. High-quality dependences of SKO fluctuations of local maximums of diagram of dispersion of laser radiation are collected from intensity of thermal sources of turbulence of atmosphere the necessity of concordance of length of route of sounding and size of diameter of transversal section of laser bunch is experimentally confirmed.

Key words: ecological safety, environment, laser system, monitoring, hearths of fires

Надійшла до редколегії 6.04.2009