

1. Марпл С.Л. Цифровой спектральный анализ и его приложения. – М.: Мир, 1990, 584 с.
2. Wax M., Kailath T. Detection of signals by information-theoretic-criterion, IEEE Trans. Acoustic, Speech, Signal Processing, vol. 33, pp. 387-392, April 1985.
3. Chen W., Wong K.M. Reilly, J.P. Detection of the number of signals: a predicted eigen-threshold approach, IEEE Trans. Signal Processing, vol. 37, pp. 1088 - 1098, May 1991.
4. Ермолаев В.Т., Мальцев А.А., Родошкин К.В. Статистические характеристики критериев АIC и MDL в задаче оценки числа источников многомерных сигналов в случае короткой выборки. Изв. ВУЗов, Радиофизика, Т. 44, 2001, С. 1062-1069.
5. Sen S., Nehorai A. Adaptive OFDM radar for target detection in multipath scenarios, IEEE Trans. Signal Processing, vol. 59, pp. 78 -90, Jan. 2011.

УДК 614.842

РАЗРАБОТКА ОПТИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ДВУХКАНАЛЬНОГО ДЫМОВОГО ИЗВЕЩАТЕЛЯ

Кицак А.И., Есипович Д.Л., Лушик А.П.

Учреждение «Научно-исследовательский институт пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций» Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь
Минск, Республика Беларусь

Как известно, используемые в настоящее время точечные оптические дымовые извещатели имеют ряд существенных недостатков. Основными из них являются: 1) неравномерность чувствительности к дымам различной природы [1]; 2) высокое аэродинамическое сопротивление дымозахода [2].

Неравномерность чувствительности приводит к тому, что точечные дымовые извещатели практически не чувствительны к, так называемым, «черным» дымам (открытое горение пластика, изоляции кабеля и легко воспламеняющихся жидкостей) и могут не активироваться при возникновении пожара такого типа. Высокое аэродинамическое сопротивление дымозахода извещателя, вызывает в отсутствие конвективных потоков воздуха реальное уменьшение его чувствительности, примерно, на порядок, что сильно увеличивает время обнаружения пожара.

Перечисленные выше недостатки отсутствуют в линейных оптических дымовых извещателях [2]. Связано это с принципиально отличным от точечных дымовых извещателей способом обнаружения возгорания, а именно реакцией на уменьшение интенсивности прошедшего (не рассеянного) через дым излучения. В настоящее время линейные оптические дымовые извещатели используются, в основном, для защиты помещений с высокими потолками и большой площади. Несмотря на очевидные достоинства используемого в линейных извещателях принципа обнаружения пожара, реализация его в пространственном масштабе точечного дымового извещателя на данный момент отсутствует. Сложившуюся ситуацию можно объяснить технической трудностью достижения высокой чувствительности извещателя на коротком отрезке оптического пути при использовании в качестве источника излучения извещателя традиционного светодиода. Причиной является большая расхо-

димось излучения светодиодных источников, не позволяющая отделить угловой спектр излучения, рассеянного частицами дыма на малые углы от углового спектра излучения самого источника. Проблема может быть решена применением в качестве источника излучения извещателя полупроводникового лазера. Излучение такого источника обладает высокой направленностью и, следовательно, имеет очень узкий угловой спектр. Данное обстоятельство позволяет надежно отделить излучения источника от излучения, рассеянного частицами дыма. Задача, таким образом, состоит в разработке оптической схемы дымового извещателя на основе лазерного источника, позволяющей реализовать принцип работы классического линейного извещателя на оптическом пути, сравнимом с размером дымовой камеры точечного дымового извещателя.

На рисунке 1 изображена предложенная оптическая схема двухканального дымового извещателя,

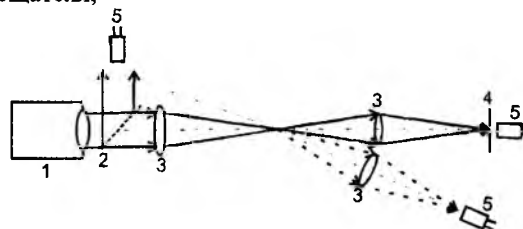


Рисунок 1 – Оптическая схема двухканального точечного дымового извещателя

Схема включает модуль источника и два модуля приемников излучения. Модуль источника состоит из лазера 1, генерирующего излучение с малой угловой расходимостью, прозрачной пластинки 2, отражающей часть излучения на опорный приемник 5, самого опорного приемника 5 и линзы 3, фокусирующей излучение лазера в объем дымовой камеры. Модули приемников включают собирающие линзы 3, форми-

рующие изображения с увеличением, равным 1 пятна фокусировки излучения в плоскостях светочувствительных площадок сигнальных приемников 5, диафрагму 4 и приемники 5.

Модуль источника совместно с модулем приемника излучения, расположенным на оптической оси источника, составляют собственно оптическую схему линейного дымового извещателя. Модуль источника совместно с модулем приемника излучения, расположенным вне оптической оси источника, формируют оптическую схему традиционного точечного дымового извещателя. Таким образом, применение лазерного источника излучения позволяет создать двухканальный оптический дымовой извещатель, состоящий из двух извещателей различного типа действия в одном корпусе. Особенностью оптической схемы такого извещателя является фокусировка излучения источника в маленький объем дымовой камеры. Фокусировка излучения позволяет: 1) повысить плотность мощности излучения до значения, обеспечивающего высокую чувствительность линейного извещателя при его малой базе, (фактически равной длине перетяжки светового пучка), 2) ограничить контролируемый объем пространства до уровня, превышающего размеры частиц дымов различной природы, однако сравнимого или меньше размера частиц не дымового происхождения, например частиц пыли. Второе обстоятельство позволяет снизить вероятность появления ложных тревог, обусловленных воздействием частиц пыли. В данном случае, пересекая пятно фокусировки, они производят кратковременные случайные выбросы в регистрируемом сигнале, которые алгоритмом обработки извещателя игнорируются. Суммируя вышеизложенное можно заключить, что предлагаемая оптическая схема комбинированного дымового извещателя способна обеспечить более высокую надежность обнаружения возгорания, и улучшить помехоустойчивость при воздействии частиц не дымового происхождения.

Принцип работы извещателя согласно представленной схеме состоит в следующем. Излучение лазерного источника 1 направляется на прозрачную пластинку 2 и фокусирующий элемент, например, положительную линзу 3. Часть излучения, отраженная пластинкой, регистрируется опорным приемником 5, контролирующим мощность исходного излучения лазера. Излучение, прошедшее через пластинку, попадает на линзу 3, которая формирует пятно фокусировки в объеме дымовой камеры. Линза 3 модуля приемника излучения, расположенная на оси источника, формирует изображение данного

пятна на светочувствительной площадке сигнального приемника 5 в масштабе $\sim 1:1$. В отсутствие дыма излучение лазерного источника попадает только на опорный приемник 5 и сигнальный приемник 5, расположенный на оси источника. Диаметр отверстия диафрагмы 4, расположенной на оси источника, подбирается, примерно, равным диаметру пятна фокусировки, сформированного линзой 3 в отсутствие дыма. По сигналам, формируемым опорным и сигнальным приемниками 5, осуществляется контроль интенсивности излучения лазерного источника и корректировка чувствительности приемной схемы электронного блока извещателя при уменьшении интенсивности излучения лазера. При появлении дыма часть излучения источника из области фокусировки рассеивается частицами дыма в сторону обеих линз 3, расположенных за область фокусировки. Данные линзы формируют в плоскостях светочувствительных площадок сигнальных приемников 5 изображения пятен фокусировки в рассеянных лучах. При этом на сигнальный приемник, расположенный на оси источника излучения падает только прямопрошедшее через дым излучение. Диафрагма 4, расположенная на оптической оси излучателя в плоскости светочувствительной площадки сигнального приемника 5 с диаметром отверстия значительно меньше, чем диаметр пятна фокусировки в рассеянных лучах, блокирует попадание рассеянного излучения на данный приемник. В это же приемник 5, расположенный вне оптической оси источника, регистрирует только рассеянное частицами дыма излучение. На выходе его появляется сигнал, который растет с увеличением плотности дыма. Одновременно с ростом интенсивности рассеянного излучения уменьшается интенсивность нерассеянного излучения, регистрируемого приемником, расположенным на оптической оси источника излучения вследствие поглощения и рассеяния части излучения. При достижении определенного соотношения уровней сигналов на выходе сигнальных приемников 5, формируется сигнал «Пожар».

Проведенные модельные эксперименты подтвердили возможность реализации дополнительного канала обнаружения дыма в пределах размеров точечного дымового извещателя.

1. Неплохов, И.Г. Развитие дымовых извещателей / И.Г. Неплохов // Грани безопасности. – 2008. - №5. - С. 23-25.
2. Неплохов, И.Г. Линейные дымовые пожарные извещатели. / И.Г. Неплохов // Грани безопасности. - 2006. - №(33). - С. 42-46.