

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КОНТРАСТА В ИЗОБРАЖЕНИИ ДВУХ ИК-СВЕТОДИОДОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ОБЪЕМНОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ ДЫМА

А.А. Пинус, С.П. Пронин

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова
г. Барнаул

Статья посвящена исследованию изменения контраста в изображении 2-х инфракрасных светодиодов в зависимости от объемной концентрации дыма с помощью видеокамеры, объектив которой защищен от солнечного света ИК-светофильтром.

Ключевые слова: контраст, светодиоды, объемная концентрация дыма, ик-светофильтр.

В научных публикациях [1,2] отражены исследования корреляционной зависимости между массой взвешенных частиц пыли в атмосферном воздухе, измеренной гравиметрическим методом, и оптическим контрастом в изображениях тест-объекта в виде парных штрихов. В данных работах тест-объект представляет собой пассивный излучатель. Контраст в изображении такого тест-объекта может существенно меняться в зависимости от погодных условий (солнечно, пасмурно). В статье [2] указан недостаток предложенного метода контроля массовой концентрации на основе пассивного источника освещения. Одним из путей решения этой проблемы – это применение активного источника в ИК-диапазоне излучения.

Цель научной статьи - исследовать изменение контраста в изображении 2-х инфракрасных светодиодов в зависимости от объемной концентрации дыма с помощью видеокамеры, объектив которой защищен от солнечного света ИК-фильтром.

Для реализации данного исследования использовался активный источник освещения, показанный на рисунке 1, который состоит из 2-х светодиодов (1, 2), призмы AP90 с зеркальными поверхностями (3), 2-х юстировочных элементов (4,5). Исследование проводили при напряжении питания $U = 2,8$ В. Длина волны светодиодов составляла $\lambda = 940$ нм.

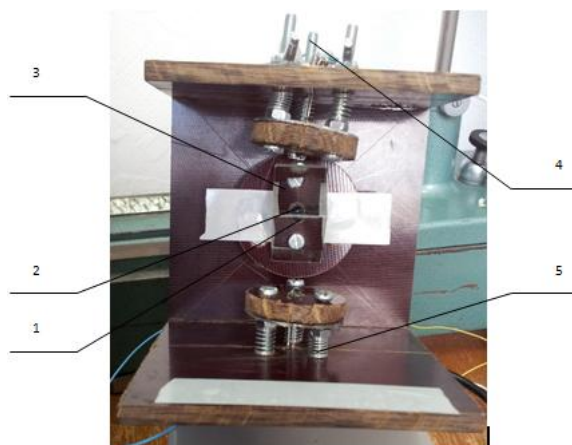


Рисунок 1 – Активный источник освещения

На рисунке 2 представлены изображения светодиодов, полученных с помощью видеокамеры с ИК-фильтром при различной концентрации дыма.



Рисунок 2 – Изображения светодиодов при различной концентрации дыма

Обработка оптического сигнала проводилась в среде MathCad по сечениям, указанным на рисунке 2 белыми вертикальными линиями. Изменение сигнала показано на рисунке 3.

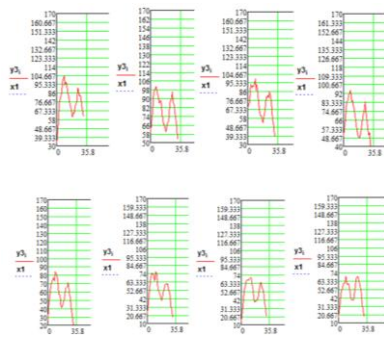


Рисунок 3 – Графический результат обработки данных в MathCad

На графиках выделяли максимальное пиковое значение сигнала ($S_{\max}$) и минимальное ($S_{\min}$) значение сигнала. Величину контраста вычисляли по формуле [1]:

$$K = \frac{S_{\max} - S_{\min}}{S_{\max} + S_{\min}},$$

где $S_{\max}$, $S_{\min}$ – максимальное и минимальное значения.

Результат вычисления контраста представлен на рисунке 4.

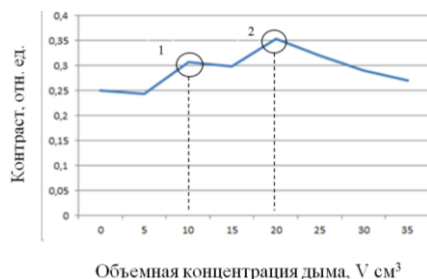


Рисунок 4 – График зависимости контраста K от объемной концентрации дыма V

На графике видно, что значение контраста повышается с увеличением объемной концентрации дыма, что физически некорректно (должно наблюдаться уменьшение). Анализ полученных результатов позволил предположить, что подобное изменение познिकाет из-за влияние автоматической регулировки усиления (АРУ). Для коррекции полученных данных необходимо ввести поправочные коэффициенты и осуществить процедуру аппроксимации в точках 1 и 2 (рисунок 4). Аппроксимацию осуществляли следующим образом. При концентрации дыма $V = 10 \text{ см}^3$ получен контраст 0,307 отн. ед. Реальное значение не может превышать значение контраста, полученное при $V = 0 \text{ см}^3$ (контраст равен 0,25 отн. ед.). Аппроксимация

показывает, что при $V = 10 \text{ см}^3$ контраст должен соответствовать 0,23 отн. ед. Таким образом, разница (Δ) составляет 0,07 отн. ед. Значение для $V = 15 \text{ см}^3$ получили как разность некорректного значения контраста при $V = 10 \text{ см}^3$ минус Δ (0,298 – 0,07). При $V = 20 \text{ см}^3$ контраст увеличивается еще на 0,07 отн. ед. Следовательно, параметр Δ принимает значение, равное 0,14 отн. ед. Вычитание данного параметра из последующих точек графика ($V = 25 \text{ см}^3$, 30 см^3 , 35 см^3) позволило получить скорректированные данные. Результат обработки представлен на рисунке 5.

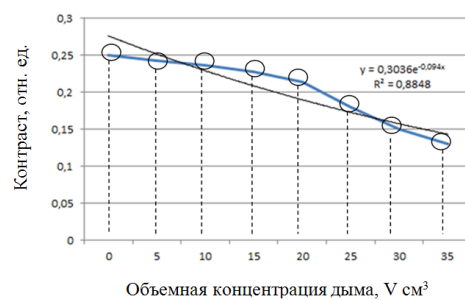


Рисунок 5 – Графики аппроксимированных значений контраста

К полученным данным была применена аппроксимация экспоненциальной функцией. Коэффициент корреляции составил $R = 0,94$. Отсутствие корректировки не позволило бы получить подобный результат, что свидетельствует о серьезном влиянии АРУ на изменение контраста в изображении тест-объекта, поэтому необходимо использовать видеокамеру, в которой отсутствует АРУ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пронин, С.П., Кононова, Е.С., Люцигер, А.О. Контроль массовой концентрации пыли в атмосферном воздухе по оптическому контрасту // Естественные и технические науки. – 2012. – №1(57). – С. 249-253.
2. Пронин, С.П., Кононова, Е.С., Кононов, С.В., Аргамонов, В.С., Люцигер, А.О., Шутова, К.О. Исследование корреляционной зависимости между массой взвешенных частиц пыли в атмосферном воздухе, измеренной гравиметрическим методом и по методу оптического контраста // Ползуновский Альманах. – 2011. – №1. – С. 179-187.

Пронин С.П. – д.т.н., профессор, e-mail: sppronin@mail.ru; Пинус А.А. – аспирант, e-mail: pkhell@yandex.ru, телефон: +79139978613.