

УДК 535.243.25

МЕТОД СОВМЕСТНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФУНКЦИИ СПЕКТРАЛЬНОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ И КОЭФФИЦИЕНТОВ НЕЛИНЕЙНОСТИ ФОТОЧУВСТВИТЕЛЬНОЙ ЛИНЕЙКИ СПЕКТРОМЕТРА С ПОМОЩЬЮ АБСОЛЮТНО ЧЕРНОГО ТЕЛА

Кабиев Р.А. (Университет ИТМО), **Грибаев А. И.** (Университет ИТМО),
Сафиуллин А. Р. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – профессор, д.ф.-м.н., Мирошниченко Г.П.
(Университет ИТМО)

Введение. При калибровке чувствительности спектрального датчика при помощи абсолютно черного тела было обнаружено, что различные температуры дают отличные друг от друга аппаратные функции. Было определено, что одним из механизмов искажения сигнала является нелинейная реакция фотоприемника на вводимое в спектрометр излучение. В линейной системе выходные значения должны быть пропорциональны мощности и времени накопления сигнала. Таким образом существует два подхода к постановке эксперимента – поддерживать на постоянном уровне спектральное распределение и анализировать нелинейные отклики на изменение экспозиции, либо изменять мощность излучения при заданном времени интегрирования сигнала. Ввиду трудоемкости последнего, наибольшее распространение получил метод с программной установкой десятков или сотен экспозиции и последующей фиксацией спектров [1, 2]. Предложенный метод оказался неприменим, так как наблюдалась зависимость от мощности излучения. Таким образом, в рамках текущей работы, был предложен метод для совместной коррекции нелинейности при заданной экспозиции и расчета функции спектральной чувствительности с помощью спектров абсолютно черного тела.

Основная часть.

Центральным элементов спектрального датчика является спектрометр, позволяющий регистрировать распределение сигнала в видимом диапазоне.

Использование абсолютно черного тела обусловлено тем, что форма спектра такого источника известна и определяется формулой Планка [3]. Кроме того, в качестве модели такого объекта в хорошем приближении может выступать широко распространенная лампа накаливания.

Для коррекции нелинейности необходимо снять спектры АЧТ при двух температурах, таким образом при помощи формулы Планка можно сформировать 2 уравнения. Так как в данных уравнения также присутствует коэффициент спектральной чувствительности, для решения системы необходимо третье уравнение. Данную проблему можно обойти путем итеративного нахождения коэффициентов нелинейности с определением коэффициента спектральной чувствительности на нулевой итерации произвольной константой.

С целью оценки пригодности предложенного метода была построена математическая модель выходных значений спектрометра с известными искажающими характеристиками. Итеративный метод, как и предполагалось, позволил вычислить не только искомую функцию нелинейности, но и аппаратную функцию, позволяющую компенсировать неравномерную спектральную чувствительность.

Далее был поставлен эксперимент, в качестве источника излучения выступала лампа накаливания. Получены результаты, аналогичные расчетам.

Выводы. В рамках работы предложен метод совместной компенсации нелинейности и чувствительности приемника, входящего в состав спектрометра. Построена модель работы спектрометра для оценки работы алгоритма. Поставленный эксперимент продемонстрировал применимость полученных результатов на практике. Алгоритм был реализован в

спектральном датчике, используемом для анализа излучения внутри авиационного двигателя.

Список использованных источников:

1. Xia G. et al. A non-linearity correction method of charge-coupled device array spectrometer //AOPC 2015: Optical Test, Measurement, and Equipment. – SPIE, 2015. – Т. 9677. – С. 116-121.
2. Nehir M. et al. Improving optical measurements: non-linearity compensation of compact charge-coupled device (CCD) spectrometers //Sensors. – 2019. – Т. 19. – №. 12. – С. 2833.
3. Магунов А. Спектральная пирометрия. – Litres, 2022.

Кабиев Р. А. (автор)

Подпись

Грибаев А. И. (соавтор)

Подпись

Сафиуллин А. Р. (соавтор)

Подпись

Мирошниченко Г. П. (научный руководитель)

Подпись