

Измерения коррелированной цветовой температуры белых светодиодов приборами интегрального типа.

С.С. Баев, О.В. Круглов, В.Н. Кузьмин

Коррелированная цветная температура является одной из наиболее сложной для нахождения характеристик источников излучения.

Координаты цвета АЧТ при данной температуре T рассчитывались по формулам:

$$X=k_1 \cdot \int \Phi_{e\lambda}(\lambda) \cdot x(\lambda) \cdot d\lambda, \quad Y=k_2 \cdot \int \Phi_{e\lambda}(\lambda) \cdot y(\lambda) \cdot d\lambda, \quad Z=k_3 \cdot \int \Phi_{e\lambda}(\lambda) \cdot z(\lambda) \cdot d\lambda \quad (1)$$

где: $\Phi_{e\lambda}(\lambda)$ - спектральная плотность потока излучения, $k=100/\int S(\lambda) \cdot y(\lambda) \cdot d\lambda$ - нормировочный коэффициент для приведения координаты Y к значению 100. Координаты цветности рассчитывались:

$$x = X/(X+Y+Z), \quad y = Y/(X+Y+Z). \quad (2)$$

Координаты цветности линии АЧТ в системе x, y МКО 1931 г. переводились в систему u, v МКО 1960 г. по следующим формулам:

$$u=4x/(-2x+12y+3), \quad v=6y/(-2x+12y+3). \quad (3)$$

Такой же пересчет цветности производился для исследуемого источника излучения. Затем определялся массив координат цветности АЧТ и соответствующий массив температур.

Минимальное расстояние в пространстве u, v между точкой цветности исследуемого источника (u_0, v_0) точками цветности массива линии АЧТ (u_i, v_i) определялось по формуле

$$\Delta = [(u_0 - u_i)^2 + (v_0 - v_i)^2]^{1/2} \quad (4)$$

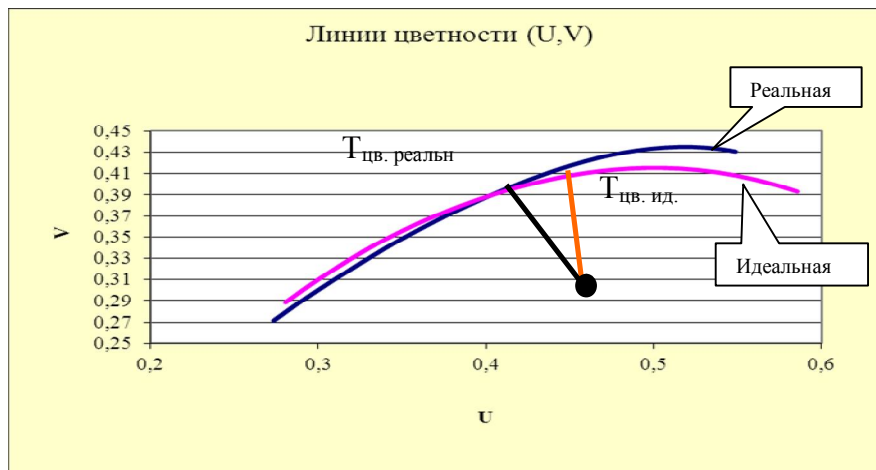


Рис. 1. Линии цветности АЧТ, построенные по идеальным и реальным удельным координатам стандартного колориметрического наблюдателя.

Затем сопоставлялся рассчитанный массив цветности и массив температур АЧТ, и определялась температура исследуемого источника T_j , соответствующая определенной точке цветности (u_j, v_j).

При реальных спектральных характеристиках фотоприемниках координаты цветности определяются с определенной погрешностью. Погрешности $\Delta(x, y)$ могут достигать величин $\pm(0,02 - 0,03)$. Следствием этого является ошибка при определении коррелированной цветовой температуры, которая может достигать значений ± 500 К. Как правило, выполнить идеальную коррекцию спектральной чувствительности фотоприемников к заданному виду с помощью набора существующих цветных стекол практически невозможно. На рис. 2. показаны реальные спектральные характеристики скорректированных фотоприемников колориметра.



Рис. 2. Реальные спектральные характеристики скорректированных фотоприемников интегрального колориметра.

Дополнительные исследования, проведенные авторами, показали, что введение дополнительной линии цветности позволяют минимизировать погрешность определения температуры. Дополнительная линия цветности АЧТ показанная на рис. 1. (- Реальная.), строится аналогично идеальной линии цветности, но по реальным удельным координатам. Затем по рассмотренной методике находится цветовая коррелированная температура. Практические результаты показывают, что применение этой методике позволяют с точностью, регламентируемой нормативными документами, определять с реальными фотоприемниками цветовую коррелированную температуру тепловых источников оптического излучения.

В настоящее время достаточно актуальна проблема оперативной разбраковке белых светодиодов в производстве по коррелированной цветовой температуре. На рис. 3. показаны типичные характеристики белых светодиодов с различными цветовыми температурами.

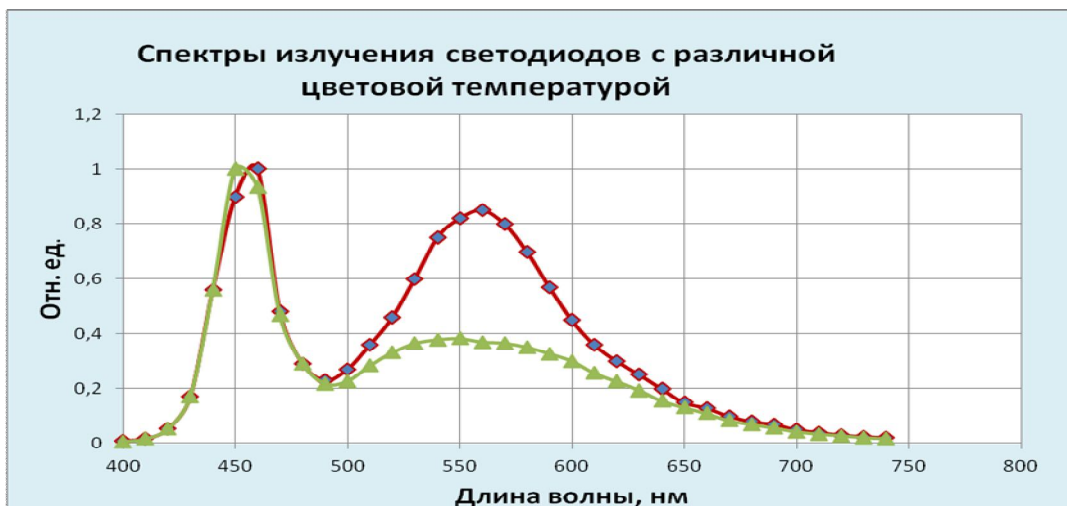


Рис. 3. Типовые спектральные характеристики белых светодиодов.

Авторами предложен упрощенный способ для оперативного измерения коррелированной цветовой температуры белых светодиодов, построенной на имперической зависимости реакции "синего" и "красного" фотоприемника на излучение фотодиодов от коррелированной цветовой температуры белых светодиодов.



Рис. 4. Спектральная чувствительность "синего" и "красного" фотоприемников.

Спектральные характеристики чувствительности показаны на рис. 4.