

АЛГОРИТМЫ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМЫ СВЕТОДИОДНЫХ КОЛОРИМЕТРОВ

Е. И. Жилич, М. А. Нарута

Технологические процессы изготовления архитектурных стекол с декоративными и теплосберегающими пленочными покрытиями требуют точного измерения цветовых координат на поверхностях большой площади и сравнения их с заданными или образцом. Применение дорогих промышленных спектрофотометров для этих целей нерентабельно. Поэтому был разработан недорогой, малогабаритный светодиодный колориметр, пригодный для работы в системе из таких же устройств, а также в вакууме еще на этапе нанесения покрытия, что выгодно отличает его от западных аналогов. Поскольку светодиодные излучатели и фотоприем-

ник, примененные в приборе, имеют спектральные характеристики отличные от стандартных *RGB*, такой колориметр измеряет цвет в своей собственной системе координат [1]. Поэтому возникла необходимость преобразования координат измеренных колориметром в стандартные цветовые координаты.

Для системы светодиодных колориметров были разработаны алгоритмы и специальное программное обеспечение, позволяющее производить измерение и преобразование цветовых координат и оценивать визуальное отличие цвета покрытия от заданного или от цвета образца.

Система состоит из нескольких светодиодных колориметров, пульта дистанционного управления и датчика стекла, объединенных промышленной сетью передачи данных RS-485 и подключенных через устройство сопряжения к персональному компьютеру. Сами колориметры состоят из излучательно-приемной головки (ИПГ) и излучательной головки (ИГ).

Рассмотрим структурную схему излучательно-приемной головки (рис. 1). ИПГ состоит из светодиодов, светофильтра, фотоприемника, преобразователя, микропроцессорного контроллера и трансивера 485 интерфейса. Излучательная головка состоит только из светодиодов и источника питания. Она используется при необходимости проведения измерений цветовых координат на пропускание. По команде с компьютера микропроцессор поочередно зажигает светодиоды, отраженный и проходящий свет преобразуется с помощью фотодиода и преобразователя в напряжение. Микропроцессор оцифровывает его с помощью встроенного АЦП, обрабатывает данные и через трансивер 485 интерфейса отправляет их в компьютер.

При запуске программы персонального компьютера происходит процедура инициализации, при которой проводится считывание калибровочных констант датчиков, проверка наличия и правильного функционирования ИПГ, пульта дистанционного управления и датчика стекла. После этого программа переходит в ждущий режим и готова к проведению измерений или настройке системы.

В ждущем режиме постоянно происходит опрос датчика стекла и пульта ДУ. Если с них или с клавиатуры компьютера приходит запрос на проведение измерения, то по 485 интерфейсу на ИПГ посылается команда «измерить», выжидается необходимое время для его успешного завершения. Из ИПГ считываются результаты, производится анализ флагов ошибок. Полученные результаты пересчитываются с учетом калибровочных констант. Затем данные преобразуются в одну из стандартных систем цветовых координат (по выбору пользователя). Результаты выводятся на экран компьютера и в файлы, с одновременным контролем отклонения от заданных координат.

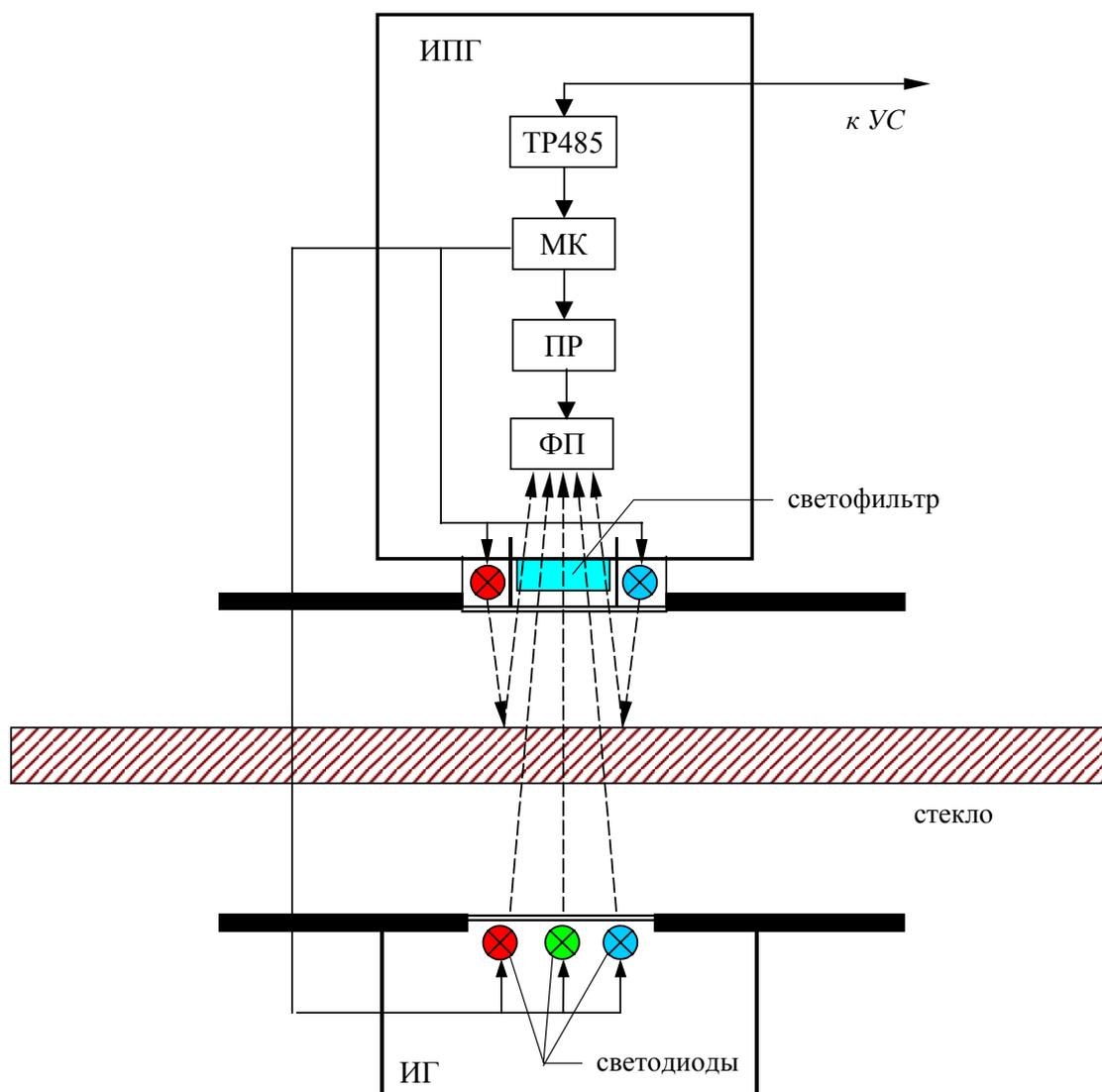


Рис. 1. Структурная схема излучательно-приемной головки

Прибор производит измерения в своей собственной системе цветowych координат. Для возможности сопоставления цветowych координат с координатами, измеренными приборами других производителей необходим переход к одной из стандартных систем координат (рис. 2).

Несогласованный светодиодный колориметр измеряет коэффициенты отражения ρ_λ . Применение предлагаемого алгоритма требует знаний спектральной плотности мощности светодиодов P_λ , доли значений стандартизированных спектральных характеристик $x(\lambda)$, $y(\lambda)$, $z(\lambda)$ цветометрического нормального наблюдателя CIE 1931, спектрального коэффициента чувствительности приемного тракта с учетом фильтра $\tau(\lambda)$. Такая информация берется как из справочной литературы [2], так и предварительно определяется с помощью спектральной аппаратуры, например, с помощью комплекса КСВУ-23.

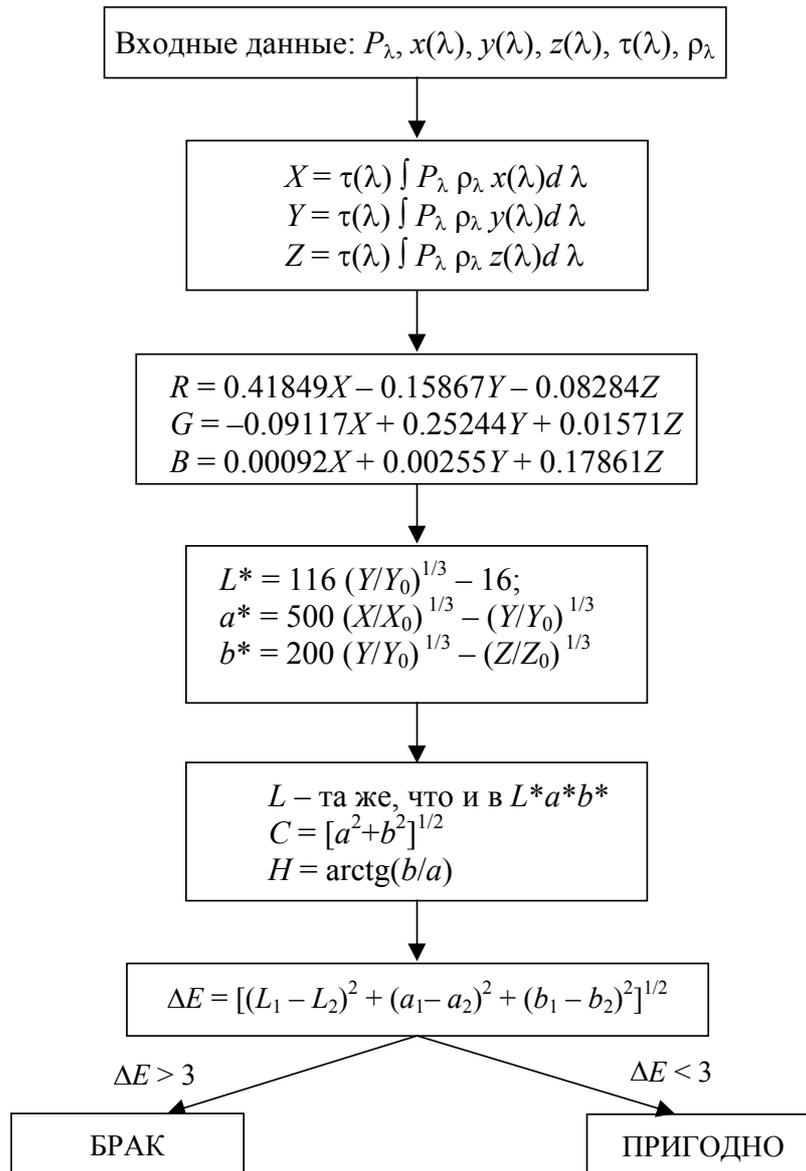


Рис. 2. Алгоритм преобразования цветковых координат несогласованного светодиодного колориметра

В результате измерения координат эталонных образцов и математических расчетов были найдены коэффициенты в матрицах перехода для нашего прибора.

Переход к системе $L^*a^*b^*$ и LCH производится по стандартным формулам, которые применяются при $X/X_0 > 0.01$; $Y/Y_0 > 0.01$; $Z/Z_0 > 0.01$. Для стандартного излучения $D65$ координаты, относящиеся к белому цвету: $X_0 = 0.950448$; $Y_0 = 1$; $Z_0 = 1.088918$. Показатель цветковых различий определяется величиной ΔE . При $\Delta E > 3$ глаз будет воспринимать цветковые различия [3].

Литература

1. *Кривошеев М. И., Кустарев А. К., Цветовые измерения // М.: Энергоатомиздат, 1990.*
2. *Соболева Н. А., Меламид А. Е., Фотоэлектронные приборы // М.: Высшая школа, 1974.*
3. *Budde W., Dodd C. X., Measurement of relative spectral sensitivity distributions of photoelectric receivers // Applied Optics, 1971.*