

УДК 629.73.02; 629.73.05/.06; 535.643

ОЦЕНКА КООРДИНАТ ЦВЕТНОСТИ ВЕРШИН ТРЕУГОЛЬНИКА ЦВЕТОВОГО ОХВАТА ДИСПЛЕЕВ С МАКСИМАЛЬНОЙ ПЛОЩАДЬЮ ЦВЕТОВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ

И.О. Жаринов^{a,b}, О.О. Жаринов^c

^a АО «ОКБ «Электроавтоматика», Санкт-Петербург, 198095, Российская Федерация

^b Университет ИТМО, Санкт-Петербург, 197101, Российская Федерация

^c Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, Санкт-Петербург, 190000, Российская Федерация

Адрес для переписки: igor_rabota@pisem.net

Информация о статье

Поступила в редакцию 14.06.16, принята к печати 20.07.16

doi: 10.17586/2226-1494-2016-16-5-952-955

Язык статьи – русский

Ссылка для цитирования: Жаринов И.О., Жаринов О.О. Оценка координат цветности вершин треугольника цветового охвата дисплеев с максимальной площадью цветовоспроизведения // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2016. Т. 16. № 5. С. 952–955. doi: 10.17586/2226-1494-2016-16-5-952-955

Аннотация

Рассматривается задача вычисления оценок координат цветности вершин треугольника цветового охвата дисплеев с максимальной площадью цветовоспроизведения. Исходными данными для оценки являются табулированные данные о форме спектрального локуса, интерполированные сплайнами Безье. Результатом исследования являются координаты цветности вершин треугольника цветового охвата максимальной площади, заданные на цветовом графике по стандартам Международной комиссии по освещению.

Ключевые слова: координаты цветности, дисплей, треугольник цветового охвата, оценка

CHROMATICITY COORDINATES EVALUATION OF TRIANGLE VERTICES GAMUT FOR DISPLAYS WITH MAXIMUM AREA OF COLOR REPRODUCTION

I.O. Zharinov^{a,b}, O.O. Zharinov^c

^a Design Bureau «Electroavtomatika», Saint Petersburg, 198095, Russian Federation

^b ITMO University, Saint Petersburg, 197101, Russian Federation

^c Saint Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, Saint Petersburg, 190000, Russian Federation

Corresponding author: igor_rabota@pisem.net

Article info

Received 14.06.16, accepted 20.07.16

doi: 10.17586/2226-1494-2016-16-5-952-955

Article in Russian

For citation: Zharinov I.O., Zharinov O.O. Chromaticity coordinates evaluation of triangle vertices gamut for displays with maximum area of color reproduction. *Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics*, 2016, vol. 16, no. 5, pp. 952–955. doi: 10.17586/2226-1494-2016-16-5-952-955

Abstract

We consider the problem of calculating chromaticity coordinates estimates of triangle vertices gamut for displays with maximum area of color reproduction. Initial data for the evaluation are tabulated data on the shape of the spectral locus interpolated by Bezier splines. Research results are chromaticity coordinates of the triangle vertices gamut maximum area specified on the color chart according to the standards of the International Commission on Illumination.

Keywords: chromaticity coordinates, display, color gamut, estimation

Современные дисплеи с трехкомпонентной схемой цветовоспроизведения характеризуются цветовым охватом, аппроксимированным на цветовой XY -плоскости геометрической фигурой треугольника. Треугольник цветового охвата образован тремя координатами цветности (x_R, y_R) , (x_G, y_G) , (x_B, y_B) , соответствующими основным отображаемым на экране цветам (R – Red, G – Green, B – Blue).

Треугольник цветового охвата располагается внутри цветового локуса, при этом вершины треугольника в общем случае могут принадлежать линии спектральных цветностей. Оптимизационная задача оценки значений координат цветности вершин треугольника цветового охвата дисплея с максимальной площадью цветовоспроизведения заключается в вычислении параметров треугольника, обладающего максимальной площадью и вписанного в тело цветового локуса на цветовой XY -плоскости.

Решение задачи оценки значений координат цветности вершин треугольника цветового охвата дисплея с максимальной площадью цветовоспроизведения основано на применении итерационной процедуры, предусматривающей пошаговое вычисление, например, по формуле Герона площади треугольника цветового охвата либо на основе результатов предварительной аппроксимации [1, 2], либо на основе результатов предварительной интерполяции [3], таблично заданной с шагом 5 нм линии спектральных цветностей.

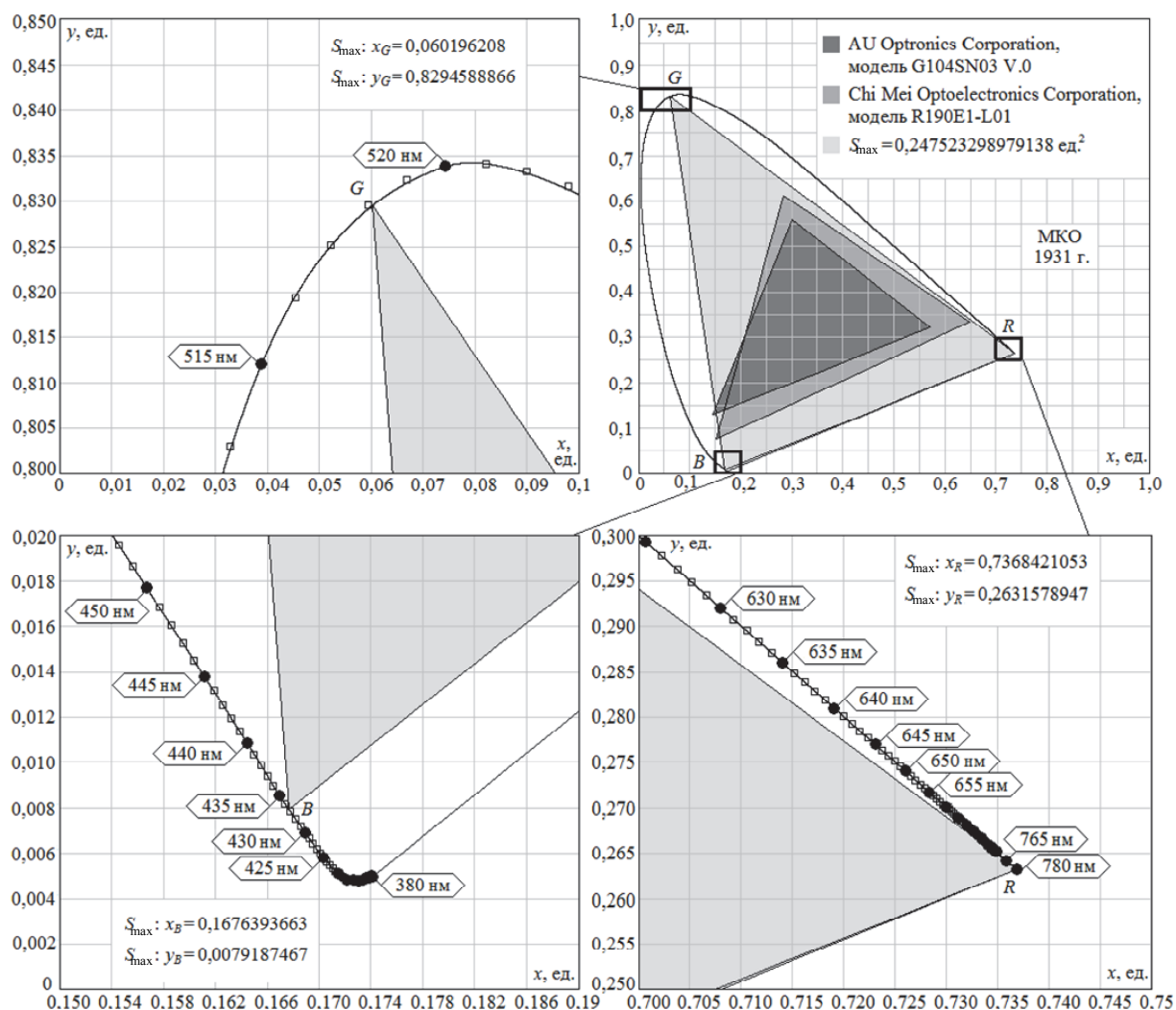


Рисунок. Положение треугольника цветового охвата максимальной площади на цветовой XY -плоскости для стандарта Международной комиссии по освещению 1931 г.

Аппроксимация линии спектральных цветностей позволяет получить математическое описание кривой спектрального локуса в аналитической форме, совпадающей с таблично заданными в стандартах значениями с допустимой точностью. Интерполяция линии спектральных цветностей также позволяет получить математическое описание кривой спектрального локуса в аналитической форме, однако совпадение в контрольных точках табличных данных и интерполирующей функции является в этом случае обязательным условием.

Таким образом, для решения задачи оценки значений координат цветности вершин треугольника цветового охвата дисплея с максимальной площадью цветовоспроизведения необходимо использовать результаты интерполяции кривой цветового локуса, так как вычисляемые координаты вершин треугольника цветового охвата гарантированно не выйдут за пределы видимого диапазона длин волн и диапазона

изменения хроматических координат локуса, что соответствует основному условию физической реализуемости дисплеев.

Результаты интерполяции линии спектральных цветностей приведены в [3] и основаны на применении кривых Безье второго и третьего порядка для описания формы спектрального локуса в непрерывном виде. Аргументом интерполирующей функции является длина волны в видимом диапазоне 380–780 нм. Итерационная процедура вычисления площади треугольника цветового охвата использует на начальном этапе задание точности описания кривой локуса с шагом 5 нм, а на конечном этапе – с шагом 0,0002 нм. Минимальный шаг 0,0002 нм задания точности описания линии спектральных цветностей определен в результате компьютерного моделирования по критерию соответствия точности приращения в итерационной процедуре площади треугольника цветового охвата и точности представления результатов вычисления в среде MathCad 15.0, а именно 10^{-15} .

В процессе моделирования определены следующие значения координат цветности вершин треугольника цветового охвата дисплея с максимальной площадью цветовоспроизведения:

- МКО (Международная комиссия по освещению) 1931 г.: $x_R \approx 0,7369$, $y_R \approx 0,2632$, $x_G \approx 0,0602$, $y_G \approx 0,8295$, $x_B \approx 0,1676$, $y_B \approx 0,0079$;
- МКО 1964 г.: $x_R \approx 0,7174$, $y_R \approx 0,2826$, $x_G \approx 0,0621$, $y_G \approx 0,8111$, $x_B \approx 0,1631$, $y_B \approx 0,0217$.

Расчет коэффициентов матрицы профиля дисплеев (модель цветовоспроизведения) для различных стандартов задания точки белого цвета D-55, D-65 и др. может быть произведен по формулам [4–6].

В качестве примера на рисунке показаны положения на цветовом графике МКО 1931 г. треугольников цветового охвата промышленно изготавливаемых дисплеев [7, 8] и дисплея с треугольником цветового охвата максимальной площади $S_{\max}$. Данные по промышленно изготавливаемым дисплеям взяты из технической документации. Результаты расчетов показывают, что площадь $S_{\max}$ превышает площадь треугольника цветового охвата промышленно изготавливаемых дисплеев в 2,3–2,7 раза в зависимости от производителя.

Результаты вычисления координат цветности вершин треугольника цветового охвата с максимальной площадью цветовоспроизведения необходимо использовать для разработки технологии создания светоизлучающих элементов (светодиодов) и построения на их основе новых цветных дисплеев, обладающих максимально возможным диапазоном воспроизводимых на экране цветов, воспринимаемых наблюдателем.

Литература

References

- Masaoka K. Fast and accurate model for optimal color computation // *Optics Letter*. 2010. V. 35. N 12. P. 2031–2033. doi: 10.1364/OL.35.002031
- Wyman Ch., Sloan P., Shirley P. Simple analytic approximations to the CIE XYZ color matching functions // *Journal of Computer Graphics Techniques*. 2013. V. 2. N 2. P. 1–11.
- Жаринов И.О., Жаринов О.О. Интерполяция линии спектральных цветностей цветового локуса на основе сплайнов Безье // *Известия вузов. Приборостроение*. 2015. Т. 58. №12. С. 985–992. doi: 10.17586/0021-3454-2015-58-12-985-992
- Жаринов И.О., Жаринов О.О. Оценка параметров математической модели цветопередачи жидкокристаллической панели // *Информационно-управляющие системы*. 2015. №2. С. 49–56. doi: 10.15217/issn1684-8853.2015.2.49
- Жаринов И.О., Жаринов О.О. Метод программной компенсации технологического разброса координат цветности жидкокристаллических панелей // *Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики*. 2015. Т. 15. №3. С. 387–397. doi: 10.17586/2226-1494-2015-15-3-387-397
- Gatchin Y.A., Zharinov I.O., Korobeynikov A.G., Zharinov O.O. Theoretical estimation of Grassmann's transformation resolution in avionics color coding systems // *Modern Applied Science*. 2015. V. 9. N 5. P. 197–210. doi: 10.5539/mas.v9n5p197
- Rodriguez-Pardo C.E., Gaurav Sh., Feng X.-F., Speigle J., Sezan I. Optimal gamut volume design for three primary and multiprimary display systems // *Proceeding of SPIE*. 2012. V. 8292. Art. 82920C. doi: 10.1117/12.910064
- Kwak Y., Lee S., Choe W., Kim Ch.-Y. Optimal chromaticities of the primaries for gamut 3-channel display // *Proceeding of SPIE*. 2005. V. 5667. P. 319–327. doi: 10.1117/12.587338
- Masaoka K. Fast and accurate model for optimal color computation. *Optics Letter*, 2010, vol. 35, no. 12, pp. 2031–2033. doi: 10.1364/OL.35.002031
- Wyman Ch., Sloan P., Shirley P. Simple analytic approximations to the CIE XYZ color matching functions. *Journal of Computer Graphics Techniques*, 2013, vol. 2, no. 2, pp. 1–11.
- Zharinov I.O., Zharinov O.O. Interpolating the color spectrum locus line on the base of Bezier splines. *Journal of Instrument Engineering*, 2015, vol. 58, no. 12, pp. 985–992. (In Russian) doi: 10.17586/0021-3454-2015-58-12-985-992
- Zharinov I.O., Zharinov O.O. Evaluation of parameters of the mathematical model of color response performances of LCD-panel. *Informatsionno-upravliaiushchie sistemy*, 2015, no. 2, pp. 49–56. (In Russian) doi: 10.15217/issn1684-8853.2015.2.49
- Zharinov I.O., Zharinov O.O. Method of software-based compensation of technological variation in chromaticity coordinates of LCD panels. *Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics*, 2015, vol. 15, no. 3, pp. 387–397. (In Russian) doi: 10.17586/2226-1494-2015-15-3-387-397
- Gatchin Y.A., Zharinov I.O., Korobeynikov A.G., Zharinov O.O. Theoretical estimation of Grassmann's transformation resolution in avionics color coding systems. *Modern Applied Science*, 2015, vol. 9, no. 5, pp. 197–210. doi: 10.5539/mas.v9n5p197
- Rodriguez-Pardo C.E., Gaurav Sh., Feng X.-F., Speigle J., Sezan I. Optimal gamut volume design for three primary and multiprimary display systems. *Proceeding of SPIE*, 2012, vol. 8292, art. 82920C. doi: 10.1117/12.910064
- Kwak Y., Lee S., Choe W., Kim Ch.-Y. Optimal chromaticities of the primaries for gamut 3-channel display. *Proceeding of SPIE*, 2005, vol. 5667, pp. 319–327. doi: 10.1117/12.587338

Авторы

Жаринов Игорь Олегович – доктор технических наук, доцент, руководитель учебно-научного центра, АО «ОКБ «Электроавтоматика», Санкт-Петербург, 198095, Российская Федерация; заведующий кафедрой, Университет ИТМО, Санкт-Петербург, 197101, Российская Федерация, igor_rabota@pisem.net

Жаринов Олег Олегович – кандидат технических наук, доцент, доцент, Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, Санкт-Петербург, 190000, Российская Федерация, zharinov73@hotmail.ru

Authors

Igor O. Zharinov – D.Sc., Associate professor, Chief of Learning Scientific Center, SPb Scientific Design Bureau “Electroavtomatika” n.a. P. A. Efimov, Saint Petersburg, 198095, Russian Federation; Head of Chair, ITMO University, Saint Petersburg, 197101, Russian Federation, Igor_rabota@pisem.net

Oleg O. Zharinov – PhD, Associate professor, Associate professor, Saint Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, Saint Petersburg, 190000, Russian Federation, zharinov73@hotmail.ru