

Цветовой калькулятор

Антон Шаракшанэ,
iva2000@gmail.com,
Михаил Сартаков,
msartakov@gmail.com

Авторы статьи – специалисты по цвету из разных областей: бурно развивающейся полупроводниковой светотехники и чрезвычайно мощной науки цвета в полиграфии – объединили усилия для создания цветового калькулятора, позволяющего показать оттенки в цветностях света светодиодов различных цветовых бинов.

Автор-светотехник получил задачу осветить коридоры здания с прозрачной крышей-атриумом и огромным холлом в центре здания. С выходящих во внутренний холл балконов каждого этажа здания открывается вид на балконы всех других этажей, и различия в цветностях их освещения должны бросаться в глаза. И главный архитектор проекта потребовал гарантий визуальной идентичности цветности освещения разных этажей. Для проекта была закуплена партия светодиодов с чрезвычайно малым

цветовым разбросом. А для еще более точного попадания в нужный цвет в каждом светодиодном модуле чередовали светодиоды различных цветовых бинов, взаимно компенсирующих отклонения друг-друга от целевой точки на диаграмме цветности. Но помимо фактического достижения необходимой однородности цвета, потребовалась убедительная демонстрация результата заказчику.

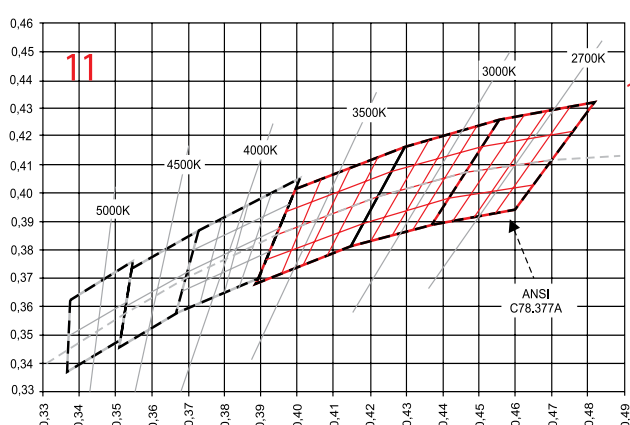
Объединение усилий авторов для демонстрации максимально возможных различий в цветностях используемых цветовых бинов светодиодов привело к созданию цветового калькулятора, который теперь доступен по адресу: <http://rudtp.pp.ru/colorcalc/binning.htm>. Программа позволяет указать координаты цвета как напрямую в любимом цветовом пространстве xyY, XYZ, Lab, LCHab, Luv, LCHuv или RGB (поля 7 на рисунке 1), так и посредством выбора любой точки цветового пространства мышкой на диаграмме (поле 11).

Цветовое бинирование различных производители производят по собственным сеткам, не совпадающим с сеткой, указанной в стандарте

ГОСТ Р 54350-2011. Калькулятор позволяет выбрать сетку Cree, LG, Nichia, Osram, Philips, Samsung, Semileds, Seoul Semiconductor, SvetLED (список 8), а также просто вызвать геометрию цветового пространства CIE 1931, при желании с нанесенными для ориентировки эллипсами МакАдама или локусом АЧТ.

Первый клик по диаграмме заносит в память программы первый цвет и позволяет пользователю контролировать его цифровые значения и коррелированную цветовую температуру (поля 1). Второй клик заносит в память калькулятора второй цвет и позволяет зрительно сравнить оба цвета (поля 9 и 10).

При использовании калькулятора следует понимать, что любой цвет относителен и определен тем, на какое светлое пятно зрение человека адаптировано как на образец белого. Белый свет почти любой цветовой температуры может казаться нам как синюшным белым, так и очень теплым, в зависимости от того к чему успело привыкнуть зрение. Доминирующий в сцене источник, наоборот, после адаптации будет казаться нейтральным белым



Бинирование светодиодов

English Info

Оттенок можно выбрать мышью, кликая курсором координаты на графике CIE xy

XYZ	0.933335	0.9	0.434678	O*100
xyZ	0.411621	0.396823	0.9	*100
Lab	95.9968	-0.0462	4.9448	
LCHab	95.9968	4.9451	90.5354	
Luv	95.9968	1.8927	4.2897	
LCHuv	95.9968	4.6887	66.1922	
RGB	0.962292	0.954561	0.916583	O*215
CCT	3410.9		#F6F3EA	Clear

RGB Model: sRGB

Bradford Fit gamut Gamma: sRGB

Plank's blackbody 3500

График от производителя LED:
Cree CCT Range 2700-5000

Last sample
CIE xyY: x = 0.411521 y = 0.396823 Y = 0.9
CCT = 3416.9 K
hex = #F5F3EA

Previous sample
CIE xyY: x = 0.402608 y = 0.3868 Y = 0.9
CCT = 3527.6 K
hex = #F3F3F9

Рис. 1. Цветовой калькулятор <http://rudtp.pp.ru/colorcalc/binning.htm>.

вне зависимости от своей объективной цветности. И этот эффект можно увидеть на калькуляторе, выбирая в качестве точки отсчета свет различных стандартных источников (поле 4): A, B, C, D50, D55, D65, D75, E, F2, F7, F11. Или можно напрямую указать коррелированную цветовую температуру АЧТ. В большинстве случаев за образец белого целесообразно принимать точку на кривой АЧТ с целевой цветовой температурой решаемой светотехнической задачи, например, одну из ряда по ГОСТ Р 54350-2011: 2700 К, 3000 К, 3500 К, 4000 К, 4500 К, 5000 К, 5700 К, 6500 К.

Мышкой на диаграмме мы выбираем координаты x и y цветового пространства x, y , величина же Y по умолчанию обычно принимается за $Y=1$. Но нужно понимать, что монитор хоть и самосветящийся объект, не может показать белый свет с максимальной яркостью $Y=1$ более чем одного оттенка одновременно. Поэтому все координаты RGB при $Y=1$ будут находиться вне охвата монитора и цветового пространства RGB, все, кроме одной единственной точки, координаты которой совпадают с координатами опорного белого света (Ref. white). При уменьшении Y область цветов, которую с данной светлотой может одновременно показать монитор, увеличится. Если же установленная светлота цвета слишком велика, и монитор не может показать с данной светлотой два одновременно сравниваемых цвета, то цвета будут масштабироваться

и обрезаться, чтобы вписаться в цветовой охват выбранной модели RGB, и будут отображены недостоверно. Поэтому опорную точку белого следует указывать как можно ближе к сравниваемым цветам, а величину Y в поле 2 целесообразно вручную указывать как равную 0,9 или даже 0,8 (для удобства значение яркости $Y=0,9$ установлено в калькуляторе по умолчанию). Тогда рассчитанные координаты RGB для отображения на мониторе впишутся в охват выбранной модели RGB. Светлота вычисленных образцов оттенка будет немного ниже свечения источника «в природе», но зато мы изящно обойдем ограничения, обусловленные принципом отображения цвета на мониторе, и точно отобразим цветность выбранных оттенков. Для удобства пользования калькулятором всегда отображается информация Fit gamut/Out of gamut (поле 6) – вписались ли в охват выбранной модели RGB все три координаты RGB или хотя бы одна из них была обрезана.

При хроматической адаптации зрения не имеет значения, какая цветовая температура белого реально отображается монитором в данный момент, если только это значение не сильно расходится с окружающим освещением. Алгоритмы хроматической адаптации, прописанные в калькуляторе, позволяют колориметрически достоверно переходить от опорного белого для данного цветового образца

к белому в выбранной модели RGB, т.е. белый образец, освещенный источником А (2856 К), будет корректно отображаться на экране с температурой белой точки 6500 К как белый, а не желтый, для выбранной цветовой модели sRGB с ее белой точкой D65 (типичный монитор). В калькуляторе по умолчанию используется хроматическая адаптация на основе матрицы Брэдфорда (поле 7), как в Adobe Photoshop.

При использовании нового широкоохватного монитора Wide Color Gamut и в том случае, когда в браузере специально не включен колор-менеджмент (обычно не включен, как включить можно узнать по ссылке: <http://rudtp.pp.ru/forum/viewtopic.php?f=3&t=326>), для более точного отображения оттенков необходимо выбрать RGB-модель Adobe RGB. Для обычных мониторов и браузеров оптимален выбор модели sRGB (включено по умолчанию).

Калиброван или нет ваш монитор, имеет значение в том случае, если важен абсолютный цвет. Если же ставится задача сравнить два цветовых оттенка и оценить величину разницы, то калибровка монитора не обязательна.

За неоценимую консультационную помощь при разработке калькулятора авторы выражают благодарность специалистам представительств Osram, Cree, а также компаний-дилеров Nichia и Seoul Semiconductor.