

Световой код светодиодного светильника

▶ Как правильно и понятно охарактеризовать свет и цвет светодиодных светильников, чтобы сделать выбор приборов легким и однозначным, процесс проектирования установки — эффективным, применение — простым, а полученную на объекте цветовую среду — комфортной и выразительной? Как контролировать цвет при производстве и эксплуатации светильников?

Ответы на эти вопросы следует искать в стандартах в области прикладной спектрометрии и колориметрии. Стандарты в данной области должны предоставить возможность адекватно описывать цветовые характеристики источников света и светильников, быть гармонизированными в международном пространстве, соответствовать уровню технологического развития отрасли и дать нам верный «код доступа» в мир светодиодного света.

Так ли обстоит дело в светотехнической отрасли РФ сегодня?



Формально мы имеем набор стандартов, достаточный для выполнения задач практической светотехники.

В плане контроля световых параметров это, прежде всего, ГОСТ Р 54350-2015 «Приборы осветительные. Светотехнические требования и методы испытаний». В разделах, связанных с требованиями к коррелированной цветовой температуре (КЦТ), определены восемь значений номинальной цветовой температуры и координаты цветности вершин четырехугольников допустимых отклонений КЦТ. Таким образом, все цвета с координатами внутри границ формально могут характеризоваться номинальной КЦТ, соответствующей четырехугольнику. Рассмотрим ситуацию внимательнее.

В основу анализируемых разделов стандарта положены рекомендации МКО 015:2004 и американский стандарт ANSI C78.377A 2008 [1]. Какие критерии определяют области допустимых отклонений КЦТ?

Стандарт ANSI C78.377A 2008 был разработан, прежде всего, для контроля цветовых характеристик компактных люминесцентных ламп (КЛЛ). Разработан отлично, так, что позволил на первом этапе светодиодной экспансии распространить требования и на LED-продукцию. Введенные стандартом ромбовидные границы зон допустимых отклонений для восьми номинальных значений КЦТ вдоль кривой цветности излучения абсолютно черного тела — в первом приближении — соответствуют форме эллипсов МакАдама (рис. 1).

Дэвид МакАдам — американский ученый, исследовавший в 40-х годах прошлого века восприятие цвета человеком, — предпринимал попытки научиться измерять цвет. Он ввел систему изображения условных границ на цветовом пространстве МКО в виде эллипсов. Размер эллипсов, соответствовал пороговым значениям (шкалам) обнаружения цветового различия. Так, внутри эллипса одного шага цветовые различия ощущали 65% наблюдателей, внутри двух шагов — 95%, трех шагов — 99%. Размеры эллипсов МакАдама, выбранных базовыми в данном стандарте для построения четырехугольников стандарта ANSI C78.377A 2008, соответствуют семи шагам МакАдама.

Данный подход был приемлем для КЛЛ. Однако при применении его для работы со светодиодами цветовые различия внутри такого пространства (семь

шагов МакАдама) становятся драматически заметны!

Для пояснения воспользуемся примером и диаграммой (рис.2), приведенными в статье [2]. На данной диаграмме точками А, В и С обозначены координаты цветности трех гипотетических источников света. Несмотря на то, что источники А и В находятся по обе стороны от кривой черного тела, разница в цвете между ними незначительна. Однако изменение цвета между А и С в четыре раза превосходит цветовые вариации между А и В. В итоге, цвет источника С будет заметно «розовее» по сравнению с А и В. Но, тем не менее, все три источника света соответствуют спецификации ANSI для номинальной КЦТ 3000 К.

Данная проблема была решена производителями светодиодов путем разбиения цветового пространства на мелкие сегменты, внутри которых цветовые различия незаметны наблюдателям, и группировкой светодиодов по оттенку для каждого такого сегмента (бинирование). Соответственно, потребитель всегда может узнать, какой именно оттенок имеет светодиод того или иного бина. Но все же проблема осталась, так как каждый производитель построил собственную систему бинирования.

В итоге гарантировать соответствие цвета светильников на объекте потребителя можно, если все светильники выполнены на базе светодиодов одного бина или определенной комбинации бинов одного производителя. А соответствие стандарту ГОСТ 54350 абсолютно не гарантирует отсутствие видимых цветовых различий у светильников с одной КЦТ.

В качестве примера рассмотрим реальную ситуацию, возникшую при производстве офисных светильников с КЦТ, равной 4000 К. В соответствии со стандартом, КЦТ может меняться в диапазоне (3985 ± 275) К, оставаясь в соответствии с номинальным значением. Были произведены две партии таких светильников, в которые установлены различные светодиоды, бинированные по внутренним критериям двух различных производителей и соответствующие номинальной КЦТ 4000 К.

В результате оттенки светильников заметно различались: одни «уходили» в розоватую сторону, другие — в желтоватую (рис. 3). Измеренная КЦТ при этом менялась в диапазоне 3949–4074 К, т. е. вполне соответствовала стандарту допустимых отклонений (табл. 1).

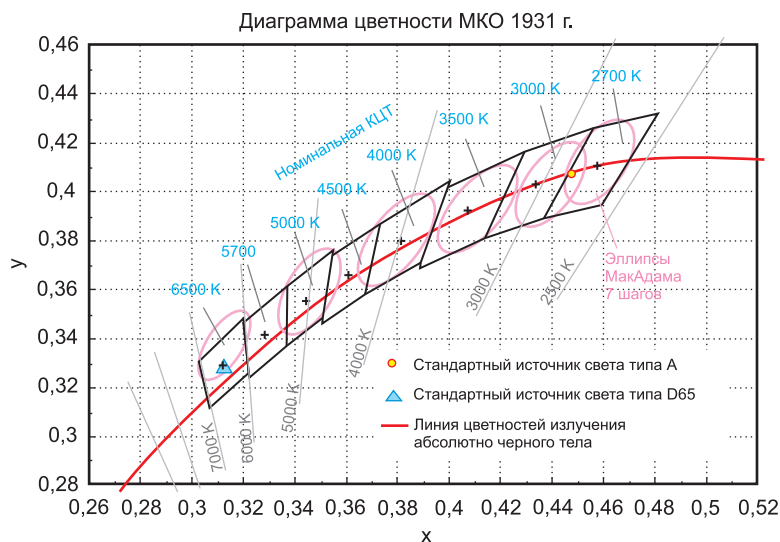


Рис. 1. Зоны допустимых отклонений КЦТ на диаграмме цветности МКО в соответствии со стандартом ANSI C78.377A-2008

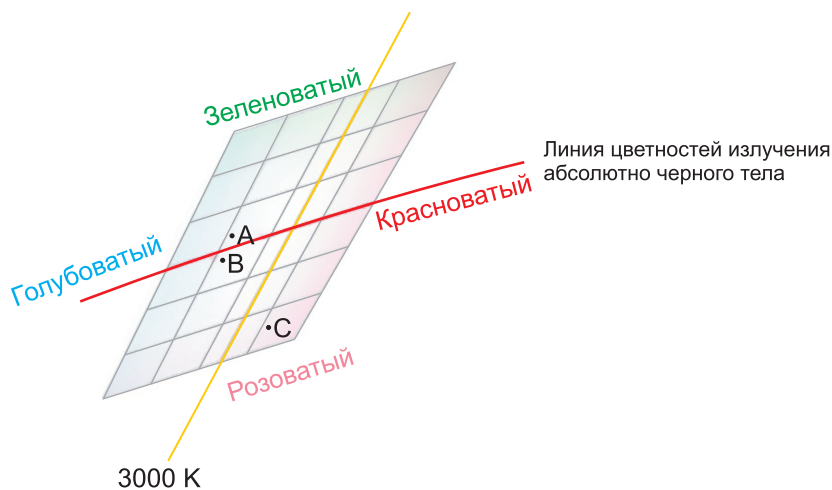


Рис. 2. Цветовые различия трех гипотетических источников света с различными координатами цветности

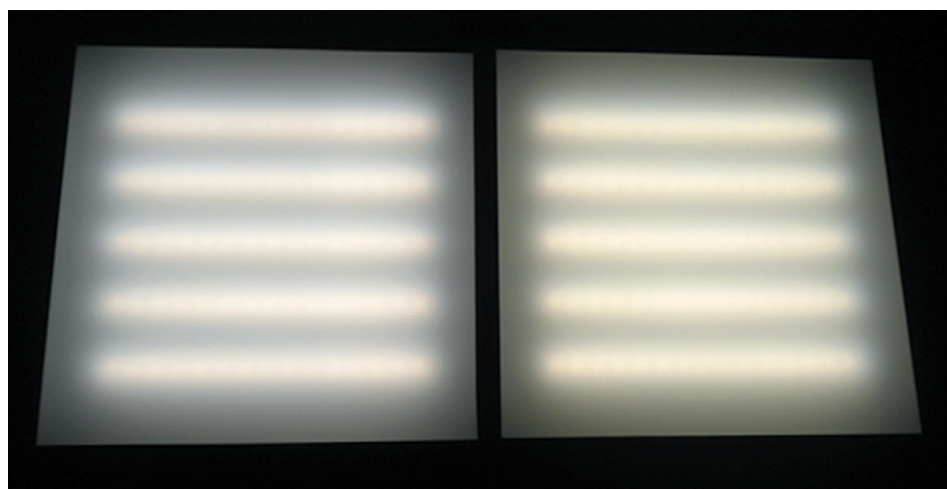


Рис. 3. Внешний вид светящей части светильников, выполненных на базе двух различных вариантов светодиодных кластеров. Образцы: а) № 12, 13, 14, 15, 16; б) № 5, 6, 7, 8, 11

Таблица 1. Координаты цветности и КЦТ 10 светильников, выполненных на базе двух различных вариантов светодиодных кластеров

	№ образца									
	5	6	7	8	16	15	14	13	12	11
X	0,3855	0,3859	0,3855	0,3858	0,3808	0,3762	0,3785	0,3765	0,3762	0,38
Y	0,3892	0,3895	0,3889	0,3892	0,3776	0,3709	0,3758	0,3715	0,3709	0,3842
КЦТ, К	3958	3949	3957	3950	3995	4074	4046	4070	4074	3949

Причина цветового различия была выяснена при анализе расположения координат цветности десяти (по пять для каждого оттенка) обследованных светильников на поле четырехугольника допустимых отклонений КЦТ. На рис. 4 видно, что координаты расположились в двух зонах на противоположных четвертях ромба. Светильники с номерами 12–16 оказались в нижней левой

части, а светильники с номерами 5–8 и 11 в верхней правой. Соответственно, «нижние левые» оказались розоватыми, а «правые верхние» — желтоватыми.

Фактически мы повторили ситуацию, теоретически описанную выше и показанную на рис. 2. Данный результат дает основания отказаться от практики использования требований ГОСТ 54350 по цветовым харак-

теристикам в качестве критерия годности для выпускаемых светильников.

На сегодня в компании «Световые Технологии» разработана и внедрена система автоматического контроля цветовых характеристик светильников на основе контроля координат цветности, исключая наличие заметного цветового различия светильников с одинаковой номинальной цветовой температурой.

Компания решила проблему для своих светильников. Но в целом и производители, и экспортеры, и, что важнее, потребители светотехнической продукции остаются с проблемой. При отсутствии адекватных стандартизованных и признанных всеми участниками рынка требований к допустимым неоднородностям цветовых характеристик невозможно контролировать и даже описать конкретные пожелания к цветности светодиодного светильника.

Существенным сдвигом ситуации могло бы стать внедрение в практику светотехнической отрасли РФ элементов нового стандарта ANSI C78.377-2015 [3], регламентирующего переход к более точному описанию цветовых характеристик на базе допустимой неоднородности цветности в четыре шага МакАдама. На диаграмме цветности МКО (Рис. 5) [3] показаны зоны допустимых отклонений КЦТ для 10 номинальных КЦТ светодиодных источников света. Зоны представляют собой четырехугольники, описанные вокруг эллипсов четырех шагов МакАдама, расположенные вдоль кривой цветности абсолютно черного тела.

Переход к более жестким требованиям по допустимым отклонениям КЦТ от номинального значения позволит перейти к практическому использованию еще одного мощного инструмента контроля качества светодиодных светильников — светового кода. ГОСТ Р 56231-2014 вводит это понятие, базируясь на апробированной международной методике [4]. Световой код (Photometric code) — это шестизначный код, описывающий качественные характеристики света: индекс цветопередачи, КЦТ, координаты цветности, световой поток и их стабильность во времени. Пример расфировки светового кода 830/359 приведен на рис. 6.

Световой код целесообразно внедрить в обязательную практику производителей и дистрибьюторов для описания фото и колориметрических характеристик светодиодных светильников.

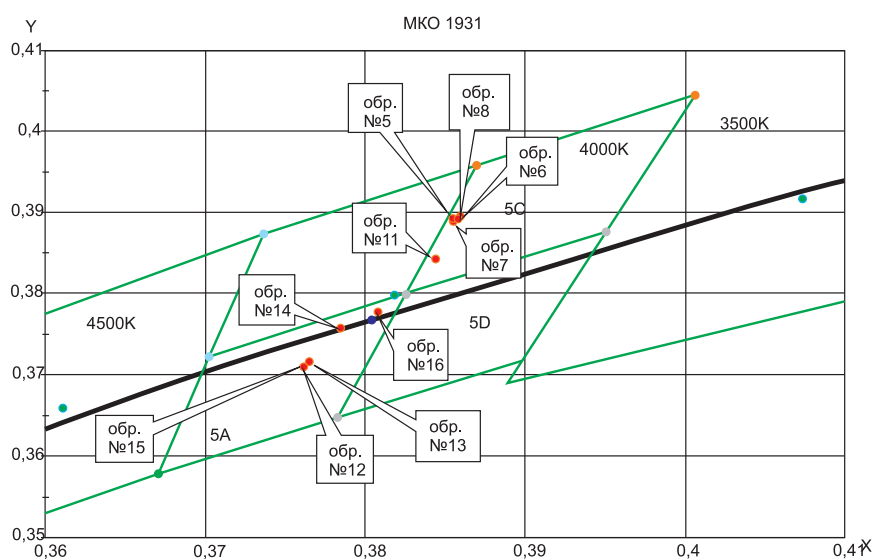


Рис. 4. Диаграмма цветности МКО и координаты цветности 10 светильников внутри зоны допустимых отклонений КЦТ 4000 К в соответствии с ГОСТ 54350-2015

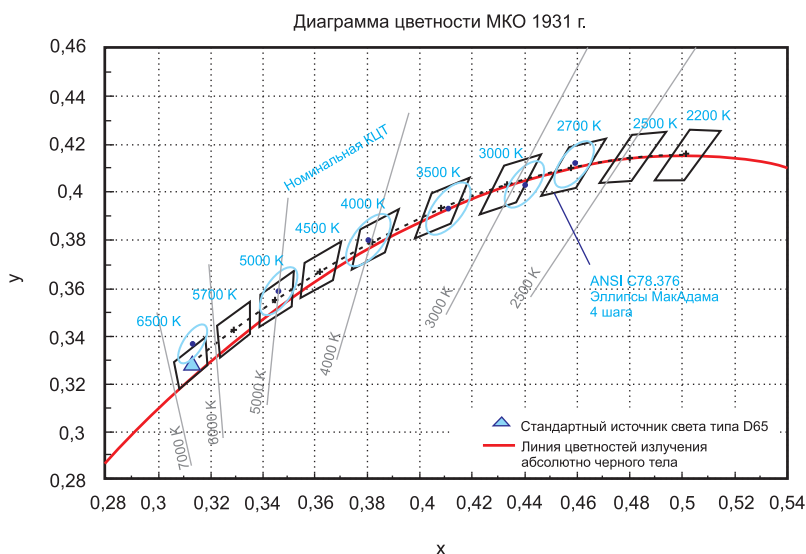


Рис. 5. Зоны допустимых отклонений КЦТ на диаграмме цветности МКО в соответствии со стандартом ANSI C78.377-2015

Наличие такого кода в документации, на упаковке и этикетке технологично описывает основные светотехнические характеристики и показывает уровень конструкторской проработки изделия в целом. Код информирует участников рынка о качественных характеристиках светодиодных светильников и их поведении в процессе эксплуатации, исключает неоднозначность при выборе и инсталляции светильников, делает удобной эксплуатацию и замену светильников на объекте. Наличие светового кода обеспечивает возможность контроля заявленных производителем параметров светового прибора, определяющих его потребительские свойства. Это, в свою очередь, позволяет потребителю обоснованно оценивать соотношение цена/качество каждого светильника. ●

Литература

1. ANSI_NEMA_ANSLG C78.377-2008, American National Standard for electric lamps—Specifications for the Chromaticity of Solid State Lighting Products.
2. Deniz Ruya. COLOR GAMUT & CORRELATED COLOR TEMPERATURE. <http://lumenhub.com/color-and-cct/>

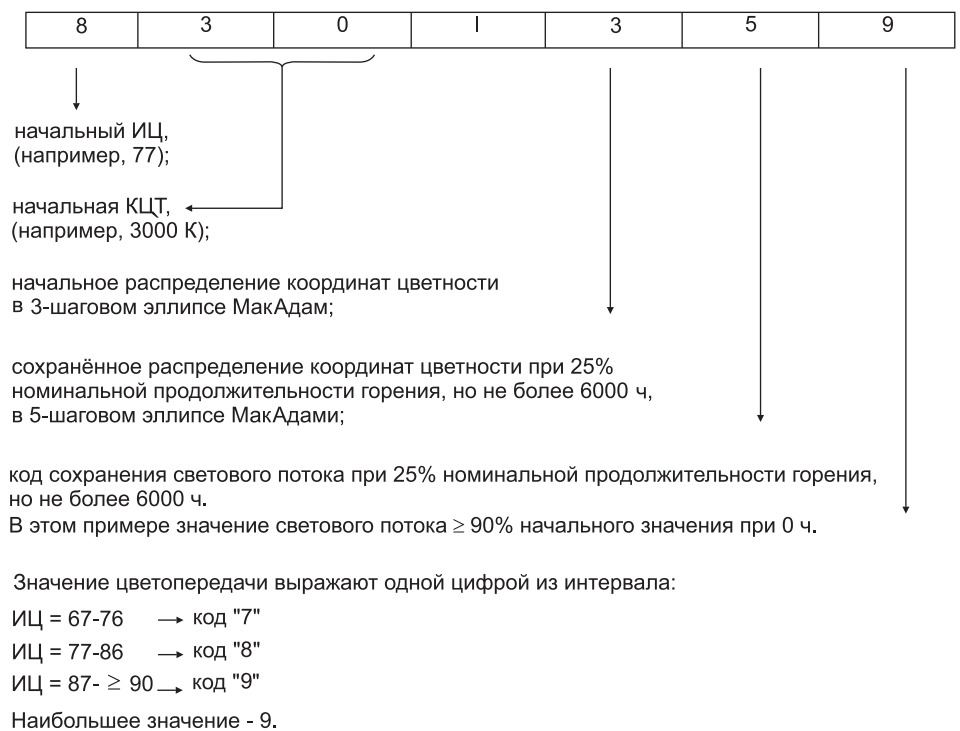


Рис. 6. Расшифровка светового кода

3. ANSI C78.377-2015 American National Standard for Electric Lamps— Specifications for the Chromaticity of Solid-state Lighting Products.
4. A Guide to the Specification of LED Lighting Products 2012. www.npl.co.uk/upload/pdf/led-lighting-spec-2012.pdf