

*Лапшов М.О.,
студент 1 курса магистр,
институт «Электроники и светотехники»
ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарева»
Россия, г. Саранск*

ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТРИКИ TM-30-15 ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЦВЕТОПЕРЕДАЧИ СВЕТОДИОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА

***Аннотация:** В статье изложено обоснование применения метрики TM-30-15 для исследования цветопередачи светодиодных источников света. Для сравнения описываются традиционный индекс цветопередачи Ra и сравнительно недавняя метрика CQS (Color Quality Scale).*

***Ключевые слова:** стандарт IES TM 30-15, индекс цветопередачи Ra, стандарт CQS (Color Quality Scale), субъективное восприятие цвета.*

***Abstract:** the article describes the rationale for using the TM-30-15 metric to study the color rendering of led light sources. For comparison, the traditional color rendering index Ra and the relatively recent CQS (Color Quality Scale) metric are described.*

***Keywords:** standard IES TM 30-15, color rendering index Ra, standard CQS (Color Quality Scale), subjective perception of color.*

Индекс цветопередачи является одной из важнейших характеристик источника света. Об этом давно знают не только специалисты, но и обычные пользователи. Каждый человек, который хоть раз покупал лампочку в магазине, знает, что для комфортного освещения индекс цветопередачи Ra должен быть не меньше 90.

Но, на сегодняшний день, для специалистов очевидно, что применять традиционный индекс цветопередачи CRI для современных светодиодных источников света не совсем корректно. Зачастую наблюдается расхождение между значением Ra и субъективным восприятием человека. Чтобы ответить на вопрос, почему не стоит на 100% доверять цифрам «80, 85, 90» на коробке от светодиодного источника света (ИС), стоит описать как «работает» метрика CRI.

Стоит напомнить, что на протяжении всего дня цветовая температура естественного освещения меняется в пределах от 2000 К до 7000 К, тем не менее, глаза человека правильно распознают большинство цветовых оттенков благодаря способности зрения адаптироваться к изменению цветовой температуры. Близкий к этому механизм адаптации зрения наблюдается и для источников, принцип действия которых основан на излучении света нагретым телом, т.е. ламп накаливания и галогенных ламп.

Для светодиодов спектр излучения отличается от спектра нагретого абсолютно черного тела. Поэтому для них применима только корел-лированная цветовая температура, показывающая значение температуры абсолютно черного тела, при котором спектр его излучения максимально близок к спектру данного источника света. Но обнаруживается, что два источника света с одинаковой цветовой температурой имеют, тем не менее, разную цветопередачу. По мере широкого внедрения разрядных источников света возникла необходимость в параметре, описывающем цветопередачу отдельно от цветовой температуры.

CRI измеряется по шкале Ra, в которую входят 14 цветов: 8 основных и 6 дополнительных. Образцы заданных цветов освещаются эталонным источником D65 и измеряемым источником света. Сдвиг цвета относительно эталонного источника определяется измерительным прибором и на основании полученных данных вычисляется CRI. Для ламп накаливания и галогенных ламп всегда принимается $CRI = 100 Ra$. Хотя, как известно, цвета предметов под светом лампы накаливания обычно более тусклые, чем при освещении их, скажем, хорошей металлогалогенной лампой, у которой CRI заведомо меньше 100 Ra.

Долгое время ничего эффективнее, чем шкала Ra не удавалось придумать. Международной комиссией по освещению (CIE) в 2007 году было отмечено, что «...индекс цветопередачи, разработанный комиссией, обычно неприменим для прогнозирования параметров цветопередачи набора источников цвета, если в этот набор входят светодиоды белого цвета». В 2010 году была разработана новая система цветопередачи: CQS (Color Quality Scale). На русском языке означает «Шкала качества света». Тест проводится на 15 насыщенных цветовых шаблонах. Для его измерения используются более совершенные методики, но принцип остается тем же — использовать только один показатель, характеризующий цветопередачу.

Наконец, в 2012 г. создана рабочая группа по новым методам оценки цветопередачи, но, по состоянию на 2015 г., стандарты пока не выработаны. О причинах разногласий в МКО можно только гадать. Тем не менее, последующие события наглядно показали, что, казалось бы, частный вопрос о методике измерения цветопередачи стал ареной борьбы влиятельных светотехнических компаний.

В 2013 г. свою рабочую группу по разработке нового стандарта создало Североамериканское светотехническое общество (Illuminating Engineering Society of North America — IES). Эта организация, базирующаяся в США, имеет важное международное значение. В частности, именно ей был создан формат файлов IES, в котором записываются фотометрические данные осветительных приборов.

Стандарт был довольно быстро разработан и принят в августе 2015 г. под названием IES TM-30-15 [1].

Метод включает в себя 2 индекса:

1. R_f (fidelity - точность) показывает соответствие 99 цветов под тестируемым источником света. Показатель R_f имеет тот же смысл, что и CRI, но более достоверно определяет точность цветопередачи из-за использования большего количества оттенков. Значение R_f может лежать строго в пределах от 0 до 100, наивысшей точности соответствует значение 100. Измерения по новому

стандарту показали, что численные значения CRI и Rf в большинстве случаев различаются не более чем на 10 пунктов, при этом, за редким исключением, значение CRI больше, чем значение Rf.

2. Rg (gamut - насыщенность) показывает насыщенность этих цветов. Обычной насыщенности цветов соответствует значение $R_g = 100$. Если цвета освещаемого объекта становятся более блеклыми по сравнению с эталонным источником, то $R_g < 100$. Если же насыщенность повышается, то, соответственно, $R_g > 100$ [2].

Тестируемый источник света проверяется на соответствие 99 цветам по отношению к эталонному источнику. Причем для измерений используются не только пластинки, окрашенные в определенные цвета, но и встречающиеся в повседневной жизни объекты [3].

CES 1	CES 2	CES 3	CES 4	CES 5	CES 6	CES 7	CES 8
Типе C	Типе C	Типе A	Типе A	Типе D	Типе C	Типе E	Типе D
CES 9	CES 10	CES 11	CES 12	CES 13	CES 14	CES 15	CES 16
Типе F	Типе G	Типе C	Типе A	Типе F	Типе E	Типе B	Типе C
CES 17	CES 18	CES 19	CES 20	CES 21	CES 22	CES 23	CES 24
Типе C	Типе B	Типе E	Типе F	Типе D	Типе D	Типе G	Типе I
CES 25	CES 26	CES 27	CES 28	CES 29	CES 30	CES 31	CES 32
Типе A	Типе C	Типе A	Типе G	Типе C	Типе A	Типе D	Типе C
CES 33	CES 34	CES 35	CES 36	CES 37	CES 38	CES 39	CES 40
Типе D	Типе G	Типе G	Типе A	Типе A	Типе A	Типе F	Типе F
CES 41	CES 42	CES 43	CES 44	CES 45	CES 46	CES 47	CES 48
Типе C	Типе F	Типе C	Типе F	Типе G	Типе E	Типе C	Типе D
CES 49	CES 50	CES 51	CES 52	CES 53	CES 54	CES 55	CES 56
Типе D	Типе F	Типе F	Типе F	Типе E	Типе F	Типе G	Типе G
CES 57	CES 58	CES 59	CES 60	CES 61	CES 62	CES 63	CES 64
Типе C	Типе D	Типе E	Типе G	Типе F	Типе C	Типе F	Типе E
CES 65	CES 66	CES 67	CES 68	CES 69	CES 70	CES 71	CES 72
Типе F	Типе E	Типе E	Типе F	Типе F	Типе F	Типе F	Типе F
CES 73	CES 74	CES 75	CES 76	CES 77	CES 78	CES 79	CES 80
Типе F	Типе C	Типе F	Типе F	Типе A	Типе F	Типе C	Типе G
CES 81	CES 82	CES 83	CES 84	CES 85	CES 86	CES 87	CES 88
Типе A	Типе C	Типе C	Типе F	Типе A	Типе C	Типе F	Типе F
CES 89	CES 90	CES 91	CES 92	CES 93	CES 94	CES 95	CES 96
Типе A	Типе E	Типе A	Типе A	Типе D	Типе C	Типе A	Типе A
CES 97	CES 98	CES 99					
Типе F	Типе A	Типе E					

Рисунок 1. Индекс Rf, 99 цветов соответствия

Полученные 99 точек распределяются на векторной диаграмме цветов. Далее 99 точек разделяют на 16 цветовых областей (групп) и получают среднюю для каждой области.

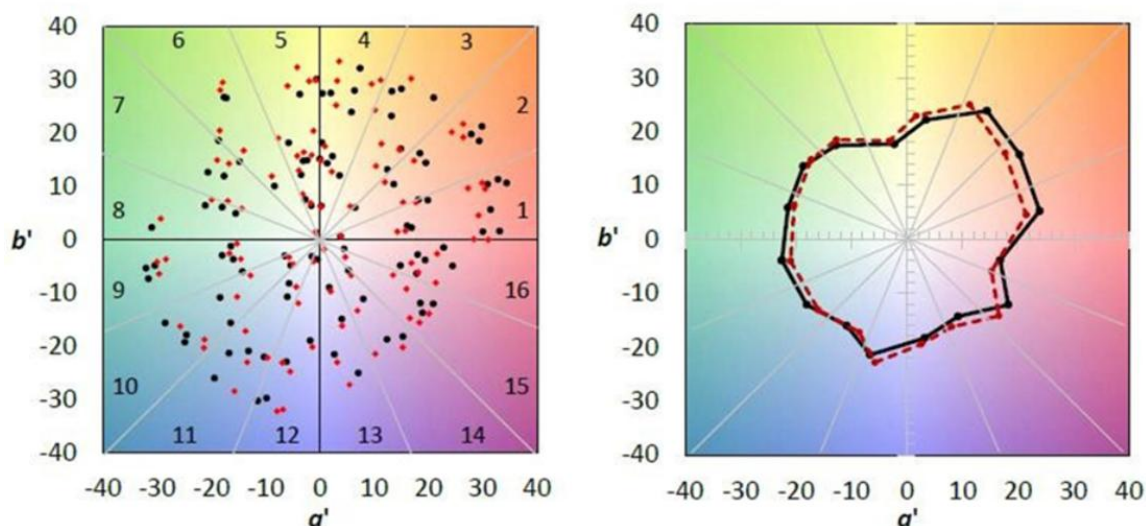


Рисунок 2. Диаграмма Rg (насыщенности)

Полученные средние значения R_f и R_g изображают одной точкой на графике координат, где по оси x шкала R_f , а по оси y шкала R_g . Эталонный источник имеет показатель $R_f=100$, $R_g=100$.

На сегодняшний день, применение стандарта IES TM 30-15 не является обязательным ни в одном нормативном документе. Но некоторые производители уже начинают пользоваться данной метрикой при выпуске своей продукции, исключительно основываясь на ее перспективности TM-30-15. Все таки, потребителю индекс цветопередачи R_a понятен точно так же, как мощность и энергоэффективность источника света, и не каждая светотехническая компания согласится загружать покупателя «необязательными» цифрами. Ситуация изменится, только после того измерения цветопередачи для светодиодных ИС будет проводится исключительно по метрике TM-30-15, а приведение данной характеристики станет обязательным, как сейчас является «устаревший» R_a .

Использованные источники:

1. National Lighting Product Information Program (NLPIP). Lighting Answers: Light Sources and Color, v.8, 2004.
2. NLPIP. Lighting Answers: Full-Spectrum Light Sources, V.7, 2003. (revised 2005).
3. Deng L., Chen L., Rea M.S. An evaluation of the Hunt94 color appearance model under different light sources at low photopic to low mesopic light levels//Color Research and Application, 2004.