

**ЛАПШОВ М. О.**

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТРИКИ ЦВЕТОПЕРЕДАЧИ TM-30  
В ПРОЕКТИРОВАНИИ ОСВЕЩЕНИЯ**

**Аннотация.** В статье рассматривается использование метрики цветопередачи TM-30 для проектирования освещения, а также применение некоторых инструментов проектировщика при работе со световым дизайном. Представлены аргументы в пользу необходимости стандартизации производителей светотехнической продукции согласно новой метрике цветопередачи.

**Ключевые слова:** индекс цветовой полноты спектра, область цветовой гаммы, индекс цветопередачи, технический меморандум TM-30, качество цветопередачи, уровни приоритета цветопередачи, концепции светового дизайна.

**LAPSHOV M. O.**

**APPLICATION OF TM-30 COLOR  
RENDERING METRIC IN LIGHTING DESIGN**

**Abstract.** The article describes the use of the TM-30 color rendering metric for lighting design. Some tools for working with light design are described. Arguments are presented in favor of the need to standardize manufacturers of lighting products according to the new color rendering metric.

**Keywords:** spectrum color completeness index, color gamut area, color rendering index, technical memorandum TM-30, color rendering quality, color rendering priority levels, lighting design concepts.

В настоящее время современным способом оценки цветопередачи является использование индекса цветопередачи МКО Ra, который был предложен МКО в 1995 г. Однако исследования продемонстрировали несоответствие между оценками, проведёнными по этой методике, с оценками наблюдателей, особенно в случае СД освещения, так что эта методика расчётов была усовершенствована с учётом новых достижений в области колориметрии. Североамериканское светотехническое общество опубликовало технический меморандум TM-30, содержащий новый способ оценки цветопередачи белых источников света.

На сегодняшний день метрика цветопередачи TM-30, которая должна прийти на смену CRI (Ra) все еще продолжает набирать свою материальную базу. Так, Светотехническое сообщество Северной Америки (IESNA – Illuminating Engineering Society

of North America), опубликовало приложение Е к разработанному ранее техническому меморандуму ТМ-30 (в редакции ТМ-30-20). В данном меморандуме рассматриваются и обобщаются пять исследований, в которых использовались метрики ТМ-30 для прогнозирования субъективных визуальных результатов. Что еще более важно, в приложение Е ТМ-30 изложены исследования на основе простого набора рекомендуемых спецификаций, применимых к большинству вариантов внутреннего освещения [2]. В данной работе приведен анализ и описаны условия применения новой метрики для проектирования освещения. При использовании описанного ниже подхода, проектировщик может получить необходимую цветопередачу выбранного источника света после воплощения проекта в реальности. Цвета объектов, освещенные таким источником света будут именно такие, какие и были задуманы

Переход нормативной документации от CRI к ТМ-30 приведет к ощутимым изменениям во всей светотехнической отрасли. У производителей источников света появляется возможность маркировать свою продукцию в соответствие с истинным значением цветопередачи. Инженеры, архитекторы, дизайнеры освещения и другие специалисты в сфере светотехники теперь имеют адекватный стандарт цветопередачи, поэтому они могут целенаправленно подходить к проектированию освещения с желаемой цветопередачей, сводя к минимуму субъективную оценку наблюдателя.

В таблице 1 представлены три концепции светового дизайна при проектировании освещения: *Прогнозирование предпочтения, Насыщенность цвета и Точность передачи цвета*. Для каждой концепции светового дизайна задаются критерии спецификации для трех уровней приоритета.

Таблица 1

**Рекомендуемые спецификации IESNA ТМ-30**

Уровень приоритета	Концепция светового дизайна						
		Прогнозирование предпочтения, P		Насыщенность цвета, V		Точность передачи цвета, F	
	1	P1	$R_f \geq 78$ $R_g \geq 95$ $-1 \% \leq R_{cs,h1} \leq 15 \%$	V1	$R_f \geq 118$ $R_{cs,h1} \geq 15$	F1	$R_f \geq 95$
2	P2	$R_f \geq 75$ $R_g \geq 92$ $-7 \% \leq R_{cs,h1} \leq 19 \%$	V2	$R_g \geq 110$ $R_{cs,h1} \geq 6\%$	F2	$R_f \geq 90$ $R_{f,h1} \geq 90$	
3	P3	$R_f \geq 70$ $R_g \geq 89$ $-12 \% \leq R_{cs,h1} \leq 23 \%$	V3	$R_g \geq 100$ $R_{cs,h1} \geq 0\%$	F3	$R_f \geq 85$ $R_{f,h1} \geq 85$	

Приоритетный уровень 1 имеет самые строгие требования к цветопередаче, следовательно, он с наибольшей вероятностью будет соответствовать концепции светового дизайна. Недостатком при выборе 1-го приоритетного уровня является узкая номенклатура подходящих источников света, которые к тому же зачастую имеют низкую энергоэффективность. Приоритетный уровень 3 наоборот имеет самые низкие требования к цветопередаче. Соответственно, источники света, используемые на этом уровне, с меньшей точностью соответствуют замыслу дизайна. Проектировщик может определить требования по уровню приоритета цветопередачи светового дизайна согласно указаниям в техническом задании проекта.

Сочетание первой буквы концепции светового дизайна с номером уровня приоритета обеспечивает простой сокращенный метод подключения характеристик цветопередачи источника света к девяти спецификациям, приведенным в таблице 1. Например, источник света P1 соответствует критериям уровня приоритета 1 для концепции прогнозирования предпочтения, F2 соответствует уровню приоритета 2 для концепции дизайна основанной на точности передачи цвета, а «V →» – это источник, который не соответствует ни одному из уровней приоритета для ориентации дизайна по яркости. Важно отметить, что уровни приоритета являются совместимыми; таким образом, продукт, отвечающий уровню приоритета 1, всегда будет соответствовать требованиям уровня приоритета 2 и т. д.

Чтобы использовать таблицу 1, проектировщики должны ориентироваться только на четыре характеристики TM-30:  $R_f$ ,  $R_g$ ,  $R_{cs,h1}$  и  $R_{f,h1}$ . Каждая из этих характеристик описана в таблице 2. Конечно, опытные проектировщики могут продолжать погружаться глубже изучение TM-30. Четыре характеристики – это серьезное увеличение по сравнению с одной или двумя характеристиками ( $R_a$  или  $R_f$ ,  $R_g$ ), которые ранее использовались для определения цветопередачи.

Концепции светового дизайна TM-30 охватывают субъективные оценки цветопередачи, естественности и прочих характеристик восприятия цвета. Такая метрика может стать отличным инструментом в руках проектировщика освещения для достижения действительно высокой цветопередачи в световом дизайне. Характеристиками TM-30, используемые для прогнозирования предпочтений, являются  $R_f$ ,  $R_g$  и  $R_{cs,h1}$ .

Наиболее предпочтительные источники света вызывают смещение цвета по отношению к своему эталонному источнику в первую очередь за счет увеличения насыщенности красных цветов, это является очень важным фактором в оценке цвета и в психологическом восприятии в целом. Увеличение специально противодействует притупляющему эффекту, возникающему при уменьшении освещенности (эффект Ханта), таким образом делая цвета более похожими на те, что они появляются при эталонном

освещении [3]. Из-за этого предпочтительность цвета нельзя передать только помощью метрик точности цветопередачи.  $R_{cs}$ ,  $h1$  и  $R_g$  являются важными дополнениями к спецификации. Тусклые или насыщенные цвета возможны при одинаково высоком значении  $R_f$  у источника света.

Таблица 2

### Описание четырех характеристик TM-30

Метрика	Характеризует	Толкование	Возможные значения	Типичные значения
<b><math>R_f</math></b> , индекс точности воспроизведения цвета	Сходство с эталонным источником света для всех цветов	Значения ближе к 100 указывают на более близкое сходство с эталоном	От 0 до 100	От 60 до 100
<b><math>R_g</math></b> , индекс цветовой гаммы	Среднее измерение цвета для всех цветов	Значение выше 100 означают повышенную цветовую гамму, значения ниже 100 – пониженную	От 0 до 150	От 80 до 120
<b><math>R_{cs}, h1</math></b> , сдвиг цветности в красной области	Средний относительный сдвиг в цветности красного оттенка	Значение выше 0 % – увеличение цветности; значение ниже 0 % – уменьшение	- 95 % до 85 %	-20 % до 20 %
<b><math>R_f, h1</math></b> , точность воспроизведения цвета в красной области	Средняя точность внешнего воспроизведения красного оттенка	Значение ближе к 100 указывают на большее сходство с эталоном	От 0 до 100	От 60 до 100

Ценность стандарта IES TM-30 заключается в том, что после многих лет наконец-то была создана действительно работающая технология оценки цветопередачи. Большинство проектировщиков освещения руководствуются сводом правил – СП 52.13330.2016 [1]. По данной нормативной документации цветопередача источников света регламентируется по индексу цветопередачи CRI ( $R_a$ ). Но, как было описано ранее, современные светодиодные источники света некорректно регламентировать по CRI. Согласно Приложению И, таблице И.1 из СП52.13330.2016 при выполнении зрительных работ по контролю цвета с очень высокими требованиями к цветоразличению, качество цветопередачи отличное (контроль готовой продукции на швейных фабриках, тканей на текстильных фабриках, сортировка кожи, подбор красок для цветной печати и т.п.) индекс цветопередачи источников света  $R_a$

должен быть в пределах 90-100. Но как описывалось ранее такая характеристика утратила актуальность и технически устарела.

Таким образом становится очевидно, что необходима актуализация редакции нормативной документации для искусственного освещения, и логично если бы это проводилось совместно со Светотехническим сообществом Северной Америки, разработавшим новый стандарт цветопередачи.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение. Утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 7 ноября №777/приведен в действие 8 мая 2017 г. Зарегистрирован Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт). Пересмотр СП 52.13330.2011 «СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение. – М. : Росстандарт, 2016. – 106 с.
2. Rea M., Freyssinier-Nova J. P. Color rendering: A tale of two metrics // Color Research and Application. – Vol. 33. – 2008. – P. 192–203.
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. – Vol. 30. – 2005. – P. 107–117.