

УДК 628.9:006

**Е. Н. САВКОВА**, доцент кафедры «Стандартизация, метрология и информационные системы», ведущий научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории оптико-электронного приборостроения, Белорусский национальный технический университет, кандидат технических наук

## ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ИСТОЧНИКИ СВЕТА КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ОБЪЕКТ СТАНДАРТИЗАЦИИ

Продолжение. Начало в журнале «Стандартизация» № 4-2014

### ВОПРОСЫ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ

В связи сведением в действие ТР ТС 020/2011 «Электромагнитная совместимость технических средств» [10] светодиодные лампы и светильники исключены из Перечня продукции, работ, услуг и иных объектов оценки соответствия, подлежащих обязательному подтверждению соответствия в Республике Беларусь, утвержденного постановлением Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь от 16 декабря 2008 г. № 60. Если данные светотехнические изделия рассчитаны на номинальное напряжение 50 – 1000 В переменного и (или) 75 – 1500 В постоянного тока, то они также подпадают под действие ТР ТС 004/2011 «О безопасности низковольтного оборудования» [11]. Изделия производственного назначения, в том числе предназначенные для освещения общественных мест и зданий, подлежат декларированию на соответствие требованиям [10] и [11]. Подтверждение соответствия для светодиодных ламп и светильников на их основе, предназначенных для бытового и аналогичного применения, может осуществляться в форме сертификации. При подтверждении соответствия могут применяться как стандарты, касающиеся безопасности и электромагнитной совместимости светового оборудования, так и стандарты для светодиодной техники: [6, 7, 12 – 16].

В Республике Беларусь аккредитованы на проведение испытаний светотехнических изделий более 10 лабораторий, в их числе испытательные лаборатории Центра светодиодных и оптоэлектронных технологий НАН Беларуси, ОАО «Руденск», РУП «Белорусский государственный институт метрологии» и др.

### ОЦЕНКА ЦВЕТОПЕРЕДАЧИ

Важным нормируемым параметром источников света, играющих особую роль в формировании комфортной световой среды, является индекс цветопередачи.

Согласно [2] цветопередача – общее понятие, характеризующее влияние спектрального состава источника света на зрительное восприятие цветных объектов, сознательно или бессознательно сравниваемое с восприятием тех же объектов, освещенных стандартным источником света. Для количественной оценки цветопередачи используется индекс цветопередачи. Различают частный и общий индексы цветопередачи. Согласно Публикации МКО № 13.2 [17] частный индекс цветопередачи  $R_i$  – мера соответствия зрительных восприятий цветового испытательного образца, освещенного исследуемым и стандартным источниками света, с учетом хроматической адаптации наблюдателя. Частный индекс цветопередачи рассчитывается по формуле

$$R_i = 100 - 4,6 \Delta E_i, \quad (1)$$

где  $\Delta E_i$  – цветовое различие между координатами цвета одного и того же образца, определенное при его освещении исследуемым и стандартным источниками света.

Общий индекс цветопередачи  $R_o$  – величина, предназначенная для определения степени соответствия цвета объектов, освещенных исследуемым источником света, цвету этих объектов при эталонном освещении. Общий индекс цветопередачи рассчитывают по формуле

$$R_o = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n R_i. \quad (2)$$

Коэффициент 4,6 в формуле (1) получен для значения  $R_o = 50$  по отношению к стандартной белой люминесцентной лампе с цветовой температурой  $T = 3000$  К.

Максимальное подобие воспроизводимых цветов по отношению к эталонному источнику света также соответствует значению индекса, равному 100. Для ламп накаливания почти во всех странах индекс цветопередачи принят равным 100. Существует следующая шкала оценки качества цветопередачи:  $R_a = 90$  – отличная;  $80 < R_a < 90$  – очень хорошая;  $70 < R_a < 80$  – хорошая;  $60 < R_a < 70$  – удовлетворительная;  $40 < R_a < 60$  – приемлемая;  $R_a < 40$  – плохая.

Международная комиссия по освещению (МКО/CIE) разработала тест, позволяющий измерить, как цвета восьми стандартных цветовых образцов, обозначенных  $R_1 - R_8$ , меняются при освещении источником света по отношению к освещению эталонным источником света. Цвета восьми образцов имеют относительно низкую насыщенность и равномерно распределены по всему диапазону тонов. Некоторые производители осветительных приборов также используют образец  $R_9$ , имеющий насыщенный красный цвет.

Минимально приемлемое значение индекса цветопередачи источника света зависит от области его применения:

- значение индекса цветопередачи в диапазоне 90 – 100 требуется в торговых и производственных помещениях, в которых точная цветопередача является критично важной, например в магазинах по продаже тканей и произведений искусства или в художественных студиях, а также для хирургических отделений больниц;

- для большинства офисных, торговых, образовательных, медицинских и других рабочих и жилых помещений индекс цветопередачи должен быть не ниже 70 – 90;

- в производственных, охранных и складских помещениях, где точная цветопередача не имеет большого значения, могут использоваться источники света с минимальным индексом цветопередачи, равным 50. Выпускаемые в настоящее время осветительные приборы с белыми люминофорными светодиодами имеют индекс цветопередачи 80 или больше, что сравнимо с этим параметром у компактных люминесцентных ламп, кварцевых металлогалогенных ламп и некоторых холоднотелых люминесцентных ламп. Осветительные приборы на таких светодиодах имеют индекс цветопередачи, достаточный для большинства областей применения.

Применяемые в настоящее время стандартизованные математические модели для оценки цветопередачи, возможно, потребуют корректировки применительно

к светодиодам, поскольку в проводимых экспериментальных исследованиях присутствует рассогласование между восприятиями наблюдателей и расчетными данными.

### СВЕТОДИОДНАЯ ТЕХНИКА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

В настоящее время в Республике Беларусь наблюдаются тенденции развития мощных светодиодов [18]:

- конструирование более эффективных контактных систем (снижение потерь с ростом плотности тока на кристалле);

- дальнейшее развитие многокристалльных светодиодов;

- улучшение технологии нанесения люминофора (повышение однородности цветовых характеристик при рассеивании света);

- разработка новых типов эффективных корпусов (снижение теплового сопротивления и минимизация потерь вывода света);

- дальнейшее снижение себестоимости технологий производства.

Скорость, с которой светодиоды будут завоевывать рынок, зависит от нескольких факторов, в числе которых световая эффективность, цена и широкое признание. Повышение энергоэффективности светодиодного источника света, подразумевающее, в основном, уменьшение затрат электрической энергии на единицу производимого светового потока, не всегда приводит к повышению качества света (зачастую, к сожалению, параметры качества света ухудшаются).

Задача оценивания качества освещения требует дополнительных исследований, а системы освещения должны рассматриваться как междисциплинарная область, учитывающая светотехнические и психофизиологические аспекты. Методики оценивания качества освещения (и источников света в частности) должны базироваться на результатах измерений фотометрических и колориметрических характеристик, а также анкетировании (опросе) наблюдателей. Психофизиологическими критериями могут быть визуальная оценка освещенности, равномерности цветовой гаммы, отражений, теней, контраста, перспективы (архитектура, интеллектуальность, оформление, восприятие снаружи, эмоциональное восприятие окружающей среды и др.), визуальный комфорт (наличие блисткости, мерцаний, перепадов яркости, безопасность излучения), факторы жизнедеятельности (состояние здоровья,



возможность повышенной возбудимости или стимулирования определенных функций организма человека, циркадные ритмы, опасность влияния излучения).

Рассматривая светодиодные технологии как весьма перспективные, с большим потенциалом возможностей для повышения эффективности и качества освещения, не следует забывать, что механизмы влияния светодиодного освещения на организм человека, и особенно на зрение, еще не достаточно изучены и требуют дальнейших исследований [19], [20].

Стремительное развитие информационных технологий и цифровой техники обуславливает необходимость применения эффективных экспресс-методов контроля световых и цветовых характеристик средств отображения информации индивидуального и коллективного пользования (видеотерминалов).

В то же время разрабатываются новые методы измерений, основанные на использовании устройств с высоким пространственным и яркостным разрешением (цифровых камер), позволяющих в режиме, близком к реальному времени, осуществлять мониторинг характеристик протяженных самосветящихся устройств, в том числе в процессе эксплуатации. При этом основным требованием является создание условий обеспечения единства измерений за счет метрологической прослеживаемости условных шкал, встроенных в передающие и воспроизводящие устройства. В этой

связи автор считает перспективным направлением применение светодиодов в качестве исходных образцов, выступающих в качестве мер при измерениях яркостных и цветовых характеристик видеотерминалов. Предлагается использовать двумерные органические светодиоды, монтируемые в устройства отображения информации коллективного пользования в виде специальных линеек. Каждая линейка формируется по принципу принадлежности спектрального состава излучения конкретному сектору выбранной стандартизованной цветовой палитры (ненасыщенные цвета), данные о которой хранятся в индексных таблицах поддерживающего программного обеспечения. Автором предлагается разделять палитру на шесть секторов по принципу превалирования удельных весов цветовых координат (перечисленных по убыванию интенсивности в цветовых каналах цифрового изображения): 1) RGB; 2) RBG; 3) GRB; 4) GBR; 5) BRG; 6) BGR, что позволит уже на начальном этапе уменьшить зону методической составляющей неопределенности. В пределах каждой линейки источники света должны различаться по яркости с шагом, зависящим от конкретной измерительной задачи. Таким образом, для каждого источника – исходного образца – может быть получено семейство калибровочных кривых, показывающих зависимости значений интенсивности (ось ординат) цветовых каналов от времени экспозиции.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- [10] Технический регламент Таможенного союза «Электromагнитная совместимость технических средств» (ТР ТС 020/2011).
- [11] Технический регламент Таможенного союза «О безопасности низковольтного оборудования» (ТР ТС 004/2011).
- [12] ГОСТ IEC 62031-2011 Модули светоизлучающих диодов для общего освещения. Требования безопасности.
- [13] СТБ IEC 61000-3-3-2011 Электromагнитная совместимость. Часть 3-3. Нормы. Ограничение изменений, колебаний напряжения и фликера в низковольтных системах электроснабжения для оборудования с номинальным током  $<$  или  $= 16$  А в одной фазе, которое не подлежит условному соединению.
- [14] EN 61547:2009 Оборудование общего применения для освещения. Электromагнитная совместимость. Требования помехоустойчивости.
- [15] СТБ EN 55015-2006 Электromагнитная совместимость. Радиопомехи от электрического светового и аналогичного оборудования. Нормы и методы измерений.
- [16] СТБ МЭК 61000-3-2-2006 Электromагнитная совместимость. Часть 3-2. Нормы. Нормы эмиссии гармонических составляющих тока для оборудования с потребляемым током  $<$  или  $= 16$  А в одной фазе.
- [17] Публикация МКО № 13.2.
- [18] Предприятия Беларуси. Производство электротехнических изделий и материалов. Режим доступа: [http://www.electromonter.info/handbook/industry\\_by.html](http://www.electromonter.info/handbook/industry_by.html).
- [19] Джонатан Вейнерт Светодиодное освещение: принципы работы, преимущества и области применения // Справочник © 2010 Philips Solid-State Lighting Solutions, Inc.
- [20] M. R. Luo, «The Quality of light sources» Coloration Technology, vol. 127, pp. 75-87, 2011.