


## ECO – SOLUTION

### ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ОСВЕЩЕНИЕМ



 Световые Технологии



#### ■ ИДЕЯ СИСТЕМЫ: ЭКОНОМИЯ ЭНЕРГИИ И ЗАТРАТ БЛАГОДАРЯ СИСТЕМАМ УПРАВЛЕНИЯ ОСВЕЩЕНИЕМ

Вместе с новыми эффективными системами освещения появилась тенденция движения технологий в сторону дальнейшего повышения энергоэффективности при повышенной комфортности. Это предполагает управление освещением посредством модулей регулирования светового потока, которые могут использоваться для включения и выключения отдельных светильников или групп светильников (в зависимости от необходимости) и осуществлять их диммирование для оптимизации потребления энергии.

#### ■ СВЕТИЛЬНИК PTF/R LED 595 3М КОМПАНИИ «СВЕТОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

Оптическая часть:

Матовые бипараболические решетки в алюминиевой рамке. Устанавливаются в корпус скрытыми пружинами. Светодиодные линейки выполнены по технологии «chip-on-board» («COB»).

Технические характеристики:

- Номинальная мощность: 40 Вт
- Цветовая температура: 4000 К
- Световой поток: 3560 лм
- Индекс цветопередачи, Ra: >85
- Серия COB-светодиодных линеек: «LUGA LINE VS»

#### ■ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ОСВЕЩЕНИЕМ «LICS INDOOR»

Требования, предъявляемые к внутреннему освещению, зависят от назначения здания и касаются жилых помещений, отделов магазинов и универсамов, а также офисов и производственных помещений в огромных комплексах, таких как аэропорты, отели и торговые центры. Огромный диапазон используемых помещений диктует и широкий диапазон требований к системам управления освещением. Только высокий уровень гибкости и адаптации к соответствующему использованию ведет к ожидаемым выгодам для пользователей.

Предоставляем:

- решения для отдельного светильника «Light Controller XS»
- решения для групп светильников «Light Controller S»
- решения для отдельной комнаты «Light Controller L/LW»
- решения для универсама «Light Controller LS/LSW»
- решения для многокомнатного помещения «Light Controller L/LW»
- решения для зданий «Light Controller L/LW»
- 64 адреса / 16 групп (протокол DALI)
- мультисенсоры «MultiSensor SM/IL/FM»

#### ■ КОМПЛЕКТУЮЩИЕ

Светодиодные модули «LUGA LINE»

- Большой срок службы: 50000 ч (L90, B10)
- Высокая световая отдача: до 150 лм/Вт

Блоки питания со сроком службы 50000 ч и сроком гарантии до 5 лет

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:****Ю.Б. Айзенберг** – главный редактор, доктор технических наук, профессор**Л.В. Абрамова**, кандидат технических наук, профессор**А.Е. Атаев**, доктор технических наук, профессор**С.Г. Ашурков** – зам. главного редактора, кандидат технических наук**В.В. Бармин**, кандидат технических наук**В.П. Будаков**, доктор технических наук, профессор**Л.П. Варфоломеев**, кандидат технических наук**А.А. Григорьев**, доктор технических наук, профессор**А.А. Коробко**, кандидат технических наук**Д.О. Налогин**, инженер**А.Т. Овчаров**, доктор технических наук, профессор**Л.Б. Прикупец**, кандидат технических наук**В.М. Пятигорский**, кандидат технических наук**А.К. Соловьёв**, доктор технических наук, профессор**Р.И. Столяревская**, доктор технических наук**А.И. Терёшкин**, инженер**К.А. Томский**, доктор технических наук, профессор**А.Г. Шахпаруныц**, кандидат технических наук**Н.И. Щепетков**, доктор архитектуры, профессор129626, Москва, проспект Мира,  
106, ВНИСИ, а/я 34.

Тел. 7(495)682-26-54.

Тел/факс: 7(495)682-58-46.

E-mail: journal.svetotekhnika@mail.ru

Интернет: www.sveto-tekhnika.ru

Электронная версия журнала:

www.elibrary.ru

Старший научный редактор

**С.Г. АШУРКОВ**

svetlo-nr@yandex.ru

Научный редактор англоязычной версии

**Р.И. СТОЛЯРЕВСКАЯ**

lights-nr@inbox.ru

Научный редактор-переводчик

**Е.И. РОЗОВСКИЙ**

Зав. редакцией

**М.И. Титаренко, Л.В. Шелатуркина**

zav.red@list.ru

Секретарь редакции

**А.В. ЛУКИНА**

journal.svetotekhnika@mail.ru

Компьютерная подготовка издания

**А.М. БОГДАНОВ**

Перепечатка статей и материалов из журнала «Светотехника» – только с разрешения редакции. За содержание и редакцию информационных материалов ответственность несет источник информации. Мнение редакции не всегда совпадает с мнением авторов статей.

Сдано в набор 23.12.2013.

Подписано в печать 30.01.2014.

Формат 60x88 1/8. Печ. л. 10,00.

Заказ 12-255. Тираж 1200.

«Знак», 101000, Москва, Главпочтамт,  
п/я 648, тел. 361-93-77.Отпечатано в типографии ООО «Агентство Море»  
101898, Москва, Хохловский пер., д. 9.

# СОДЕРЖАНИЕ

## В НОМЕРЕ

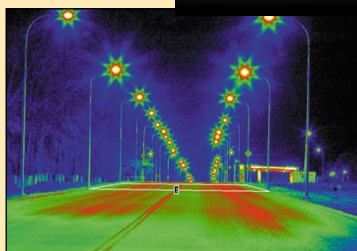
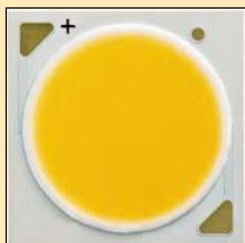
- От редакции** 4, 117
- ГОСТ Р 54350-2011** «Приборы осветительные. Светотехнические требования и методы испытаний» 4
- ГОСТ Р 54814-2011/IEC/TS 62504:2011** «Светодиоды и светодиодные модули для общего освещения. Термины и определения» 35
- ГОСТ Р 54815-2011/IEC/PAS 62612:2009** «Лампы светодиодные со встроенным устройством управления для общего освещения на напряжения свыше 50 В. Эксплуатационные требования» 43
- ГОСТ Р 55392-2012** «Приборы и комплексы осветительные. Термины и определения» 50
- ГОСТ Р МЭК 60838-2-2-2011** «Патроны различные для ламп. Часть 2-2. Частные требования. Соединители для светодиодных модулей» 65
- ГОСТ Р МЭК 61347-2-13-2011** «Устройства управления лампами. Часть 2-13. Частные требования к электронным устройствам управления, питаемым от источников постоянного или переменного тока, для светодиодных модулей» 69
- ГОСТ Р МЭК 62384-2011** «Устройства управления электронные, питаемые от источников постоянного или переменного тока, для светодиодных модулей. Рабочие характеристики» 90
- ГОСТ Р МЭК 62560-2011** «Лампы светодиодные со встроенным устройством управления для общего освещения на напряжения свыше 50 В. Требования безопасности» 96
- 
- Коробко А.А., Ливинский П.А., Черняк А.Ш., Шахпаруныц А.Г.**  
О нормировании и проверке освещения автомобильных дорог 107
- РЕШЕНИЕ ПРАВИТЕЛЬСТВА РФ**
- План мероприятий** по ограничению оборота ламп накаливания и системе действий, направленных на стимулирование спроса на энергоэффективные источники света 110
- ДИСКУССИИ**
- Шевченко А.С.** Программа продвижения энергоэффективного освещения в России 112

# 1-2•2014

## ЯНВАРЬ • ФЕВРАЛЬ

# СВЕТО ТЕХНИКА

(LIGHT & ENGINEERING)



**Моисеев Л.В., Одноблюдов М.А.** Обзор современных светодиодных технологий источников света для общего освещения **119**

**Лишик С.И., Поседько В.С., Трофимов Ю.В., Цвирко В.И.** Критические точки современного этапа развития светодиодной техники **126**

**Международная** выставка декоративного и технического освещения, электротехники и автоматизации зданий. Л.П. Варфоломеев **133**

**Светодиодный** форум 2013 года **132**

### ХРОНИКА

#### Поздравляем

В.Г. Бооса **58**

О.М. Михайлова **118**

**Выставка** «Промышленная светотехника 2013» состоялась!  
Р.И. Столяревская **68**

**Защита** диссертации **109**

**Международные** конференции и выставки  
в 2014 году (I полугодие) 3 с. обл.

**Москва** новогодняя 2 с. обл.

**Памяти** Э.М. Гутцайта **139**

### КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ. НОВЫЕ КНИГИ

**Подписывайтесь** на журнал «Светотехника» **39**

**Содержание** журнала «Светотехника» за 2013 год **140**

**Физические** основы фотометрии. О.М. Михайлов, К.А. Томский **58**

### ИНФОРМАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

**Интеллектуальный** многофункциональный  
светорегулятор «iMCU» (компания Vossloh-Schwabe) 4 с. обл.

**Энергоэффективная** система управления освещением  
«ECO – SOLUTION» (компания Vossloh-Schwabe) **1**

## О НОВЫХ СТАНДАРТАХ НА СВЕТОТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗДЕЛИЯ

Редакция журнала «Светотехника» по просьбе читателей приступает в № 1–2 за 2014 г. к публикации материалов ряда новых национальных государственных стандартов исключительно с целью информирования своих подписчиков, а также учащихся вузов, колледжей и технических училищ.

За последние три года ООО «ВНИСИ» и ГУП РМ «НИИИС» с привлечением по некоторым стандартам ФГОУ ВПО «НИУ «МЭИ» была разработана серия стандартов, которая в процессе разработки проходила публичное обсуждение с широким кругом заинтересованных лиц. Перечень ряда этих стандартов был опубликован в № 6 за 2012 г.

Публикуемые в журнале материалы стандартов не являются официальными, но позволят специалистам и уча-

щимся получить достаточно полное представление о содержании стандартов, требованиях и методах испытаний, требованиях, предъявляемых к светотехническим изделиям, в том числе к изделиям нового поколения. Например, к светодиодным источникам света и осветительным приборам с ними.

Мы надеемся, что публикация новых стандартов на светотехнические изделия займёт достойное место в журнале и будет весьма полезной для работников светотехнических производственных и коммерческих предприятий.

При подготовке публикаций были использованы электронные версии стандартов, опубликованные в Интернете.

### ГОСТ Р 54350–2011

#### ПРИБОРЫ ОСВЕТИТЕЛЬНЫЕ

#### Светотехнические требования и методы испытаний

#### Light equipments. Light requirements and test methods

Дата введения – 2012–07–01<sup>1</sup>

#### 1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на осветительные приборы (светильники и/или прожекторы) для наружного и внутреннего освещения, предназначенные для работы в сетях переменного или постоянного тока напряжением до 1000 В включительно.

Стандарт устанавливает классификацию, светотехнические требования и соответствующие методы испытаний осветительных приборов с электрическими источниками света.

Стандарт не распространяется на осветительные приборы:

- для транспортных средств (автомобильных, железнодорожных, авиационных, морских);
- устанавливаемые на строительных и дорожных машинах;
- для рудников и шахт;
- с индивидуальными источниками питания;
- специальные медицинские, театральные, для фото-, кино- и телесъемок.

Светотехнические требования к светильникам для аварийного освещения – по ГОСТ Р МЭК 60598–2–22.

#### 2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ Р МЭК 60598–1–2003 Светильники. Часть 1. Общие требования и методы испытаний

ГОСТ Р МЭК 60598–2–22–99 Светильники. Часть 2–22. Частные требования. Светильники для аварийного освещения

ГОСТ 2.601–2006 Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы

ГОСТ 8.023–2003 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений световых величин непрерывного и импульсного излучений

ГОСТ 8.195–89 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений спектральной плотности энергетической яркости, спектральной плотности силы излучения и спектральной плотности энергетической освещенности в диапазоне длин волн от 0,25 до 25,00 мкм; силы излучения и энергетической освещенности в диапазоне длин волн от 0,25 до 25,0 мкм

ГОСТ 8.207–76 Государственная система обеспечения единства измерений. Прямые измерения с многократными наблюдениями. Методы обработки результатов измерений. Основные положения

ГОСТ 8.332–78 Государственная система обеспечения единства измерений. Световые измерения. Значения относительной спектральной световой эффективности монохроматического излучения для дневного зрения

ГОСТ 16703–79 Приборы и комплексы световые. Термины и определения

ГОСТ 17616–82 Лампы электрические. Методы измерения электрических и световых параметров

Примечание – При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных

<sup>1</sup> Подготовлен ООО «Всероссийский научно-исследовательский светотехнический институт им. С.И. Вавилова».

стандартов в информационной системе общего пользования – на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный стандарт заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться заменяющим (измененным) стандартом. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

### 3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ 16703, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **светодиод**: Источник света, основанный на испускании некогерентного излучения в видимом диапазоне длин волн при пропускании прямого тока через *p-n* переход полупроводникового прибора.

3.2 **светодиодный модуль**: Сборка из двух или более светодиодов с полным набором электрических, оптических, механических и тепловых компонентов без устройства управления.

3.3 **светодиодная лампа**: Светодиодный модуль, снабженный устройством управления и стандартным цоколем.

3.4 **осветительный прибор со светодиодами**: Осветительный прибор, в котором в качестве источника света используют светодиоды.

3.5 **неразборный осветительный прибор со светодиодами**: Осветительный прибор со светодиодами, из которого светодиодный модуль не может быть изъят без применения специальных инструментов.

3.6 **световая отдача осветительного прибора**: Отношение светового потока осветительного прибора при установившемся тепловом режиме к потребляемой электрической мощности.

3.7 **коэффициент световой отдачи осветительного прибора со светодиодами**: Отношение световой отдачи осветительного прибора к световой отдаче содержащихся в нем светодиодов одного типа в номинальном режиме.

3.8 **утилитарное наружное освещение**: Наружное освещение, предназначенное для обеспечения безопасного и комфортного движения транспортных средств и пешеходов.

3.9 **функционально-декоративное освещение**: Наружное освещение, предназначенное для создания безопасной, комфортной и эстетичной обстановки преимущественно для пешеходных зон (тротуаров, парков, скверов, ландшафтов и т. д.).

3.10 **гониофотометр ближней зоны**: Распределительный фотометр, предназначенный для измерения распределения яркости в ближней зоне светового поля осветительного прибора, и использующий в качестве приемника излучения цифровую камеру – яркомер со сменными объективами и нейтральными светофильтрами, обеспечивающими динамический диапазон измерения.

Пр и м е ч а н и е – Измерительный комплекс гониофотометра снабжен автоматической системой сканирова-

ния и программным обеспечением, позволяющим по измеренным данным рассчитывать основные светотехнические параметры: распределение силы света, световой поток, коэффициент полезного действия (КПД), габаритную яркость и др.

3.11 **цветовая температура**: Температура черного тела, при которой его излучение имеет ту же цветность, что и излучение рассматриваемого источника света.

Пр и м е ч а н и е – Цветовая температура источника света определяется точкой, соответствующей его цветности на линии черного тела, нанесенной на цветовом графике международной комиссии по освещению (МКО).

3.12 **коррелированная цветовая температура КЦТ;  $T_{кцт}$** : Температура черного тела, при которой координаты цветности его излучения близки в пределах заданного допуска к координатам цветности рассматриваемого излучения на цветовом графике МКО.

## 4 Маркировка



Маркировка – по ГОСТ Р МЭК 60598–1 со следующими дополнениями:

– символ, подтверждающий соответствие осветительных приборов требованиям настоящего стандарта;

– значение КЦТ,  $T_{кцт}$  для неразборных осветительных приборов со светодиодами, кроме светильников утилитарного наружного освещения.

Пример – 4500 К.

## 5 Классификация

### 5.1 Общая классификация светильников

5.1.1 Светильники подразделяют по классам светораспределения в зависимости от доли светового потока в нижнюю полусферу в соответствии с таблицей 1 и по типу кривой силы света в одной или нескольких характерных меридиональных плоскостях в нижней и/или верхней полусферах – в соответствии с таблицей 2 и рисунком 1.

Пр и м е ч а н и е – Здесь и далее под характерными плоскостями понимают плоскости, светораспределение в которых в наибольшей степени характеризует светильник. К ним относят плоскости симметрии распределения силы света, а также плоскости, содержащие направление максимума силы света.

5.1.2 При классификации светильника по типу кривой силы света, как правило, указывают, какой полусфере и меридиональной плоскости свойственна данная кривая. При необходимости допускается указывать тип кривых силы света для обеих полусфер и для нескольких меридиональных плоскостей. Если основная светотехническая характеристика светильника – это его кривая силы света в нижней полусфере, то не указывают, какой полусфере соответствует эта кривая силы света.

Для светильников с круглосимметричным светораспределением в классификации не указывают меридиональную плоскость, для которой дана кривая силы света. Для светильников, светораспределение которых имеет две плоскости симметрии, указывают типы кривых силы све-

та в этих плоскостях. Допускается указывать тип кривой силы света только в одной (главной поперечной) плоскости, если кривая силы света в другой (главной продольной) плоскости – косинусная.

5.1.3 Светильники с кривыми силы света, не соответствующими признакам, указанным в таблице 2, относят к светильникам со специальным распределением силы света.

## 5.2 Классификация светильников наружного освещения

5.2.1 Светильники утилитарного наружного освещения дополнительно классифицируют по типу условной кривой силы света в экваториальной плоскости в соответствии с таблицей 3 и типу светораспределения в зоне слепимости в соответствии с таблицей 4.

### П р и м е ч а н и я

1 Здесь и далее под условной кривой силы света в экваториальной плоскости понимают проекцию на экваториальную плоскость линии пересечения фотометрического тела светильника с соосным круговым конусом, вершина которого совпадает со световым центром светильника, а боковая поверхность проходит через направление максимальной силы света или, если это направление совпадает с осью конуса, через иное характерное направление.

2 Тип светораспределения в зоне слепимости определяется значениями предельной силы света в меридиональной плоскости под углами  $80^\circ$  и  $90^\circ$  к оптической оси светильника, приведенными к световому потоку светильника 1000 лм.

## 5.3 Классификация прожекторов по светораспределению

5.3.1 Прожекторы классифицируют по типу светораспределения в соответствии с таблицей 5 и типу рассеяния в соответствии с 5.3.2.

5.3.2 Прожекторы по типу рассеяния подразделяют в зависимости от значения угла рассеяния  $2\gamma_{10}$  для характерных меридиональных плоскостей следующим образом:

- узкое –  $2\gamma_{10} \leq 30^\circ$ ;
- среднее –  $30^\circ < 2\gamma_{10} \leq 80^\circ$ ;
- широкое –  $2\gamma_{10} > 80^\circ$ .

## 6 Светотехнические требования к светильникам внутреннего освещения производственных, общественных и жилых зданий

### 6.1 Требования к светильникам общего освещения

6.1.1 Класс светораспределения и тип кривой силы света светильников общего освещения производственных и общественных зданий, а также класс светораспределения светильников общего освещения для жилых помещений должны соответствовать 5.1. Тип кривой силы света светильников для жилых помещений не нормируют. Класс светораспределения светильников для жилых помещений устанавливают визуально.

Для светильников со специальным светораспределением в стандартах или технических условиях на светильники конкретных типов или групп должны быть приведены

одна или несколько характерных кривых силы света с указанием соответствующих меридиональных плоскостей.

6.1.2 Светильники общего освещения производственных зданий должны иметь в нижней полусфере защитный угол не менее  $15^\circ$ :

- в любой меридиональной плоскости – для круглосимметричных светильников;
- в продольной и поперечной плоскостях – для симметричных светильников.

Допускается изготовление светильников с защитным углом менее  $15^\circ$  и без защитного угла с указанием условий их применения в технических условиях на светильники конкретных типов или групп.

6.1.3 Зоны ограничения яркости и значения габаритной яркости светильников общего освещения для производственных помещений не нормируют.

6.1.4 Значения защитного (условного защитного) угла, зоны ограничения яркости в нижней полусфере и габаритной яркости подвесных, потолочных и встраиваемых светильников общего освещения помещений общественных зданий различных категорий по ограничению яркости должны соответствовать указанным в таблице 6.

6.1.5 Значения защитного (условного защитного) угла, зоны ограничения яркости в нижней полусфере и габаритной яркости для подвесных, потолочных и встраиваемых светильников общего освещения помещений общественных зданий со светодиодами должны соответствовать 3-й категории по ограничению яркости, указанной в таблице 6.

6.1.6 Значения защитного (условного защитного) угла, зоны ограничения яркости настенных и напольных светильников общего освещения всех категорий по ограничению яркости должны соответствовать указанным в таблице 7.

Значения габаритной яркости светильников устанавливают в стандартах или технических условиях на светильники конкретных типов или групп.

6.1.7 Значения габаритной яркости подвесных и потолочных светильников общего освещения жилых помещений с разрядными лампами и светодиодами должны быть не более  $5000 \text{ кд/м}^2$  в зоне ограничения яркости  $60^\circ - 90^\circ$ .

6.1.8 Значения защитного (условного защитного) угла, зоны ограничения яркости в нижней полусфере и габаритной яркости настенных и напольных светильников общего освещения жилых помещений с разрядными лампами и светодиодами должны соответствовать указанным в таблицах 7 и 8.

6.1.9 Не нормируют значения защитных углов, зоны ограничения яркости и габаритной яркости светильников общего освещения жилых и общественных зданий, устанавливаемых:

- в парадных помещениях (например, актовых, зрительных залах, фойе театров, дворцов культуры) при высоте установки более 4 м;
- над светорассеивающей поверхностью светящего потолка;
- за элементами строительных конструкций, экранирующих лампы и светодиоды;
- в помещениях с временным пребыванием людей, кроме коридоров в лечебных учреждениях;
- в виде настенных протяженных светильников;
- в продольной плоскости, если световой центр светильника находится на расстоянии не более 0,3 м от стены, при горизонтальном расположении светильника;

– в поперечной плоскости в нижней полусфере, если световой центр светильника находится на расстоянии не более 1,0 м от пола.

6.1.10 Значения КПД светильников общего освещения производственных и общественных зданий, кроме светильников со светодиодами, должны соответствовать указанным в таблице 9.

Допускается снижение значения КПД по сравнению с указанным в таблице 9 не более чем на 5% для светильников:

- с двумя и более разрядными лампами;
- с диффузным отражателем;
- с экранирующей решеткой, создающей защитный угол более 40°;
- с защитной сеткой;
- настенных, напольных, встраиваемых.

При одновременном наличии нескольких указанных факторов допускается суммарное снижение нормируемого значения коэффициента полезного действия не более чем на 10%.

6.1.11 Значения световой отдачи светильников со светодиодами для общего освещения производственных и общественных зданий должны соответствовать указанным в таблице 10.

6.1.12 Коэффициент световой отдачи светильников со светодиодами для общего освещения производственных и общественных зданий должен быть не менее 60%.

6.1.13 КПД светильников общего освещения жилых помещений (кроме светильников со светодиодами) и коэффициент световой отдачи светильников общего освещения со светодиодами для жилых помещений должны быть не менее 50%.

Допускается снижение КПД и коэффициента световой отдачи не более чем на 10% для светильников с дополнительными экранирующими или рассеивающими элементами.

6.1.14 Светильники общего освещения производственных и общественных зданий с разрядными лампами, предназначенные для освещения помещений, оборудованных персональными электронно-вычислительными машинами в учреждениях начального и среднего образования и отдельных помещений медицинских учреждений, а также для помещений, в которых существует опасность стробоскопического эффекта, следует комплектовать электронными пускорегулирующими аппаратами.

6.1.15 В технических условиях на светильники конкретных типов или групп для общего освещения производственных, общественных и жилых зданий в зависимости от их назначения должны быть указаны следующие светотехнические параметры:

- класс светораспределения;
- тип кривой силы света (кроме светильников для жилых помещений);
- КПД (кроме светильников со светодиодами);
- защитные углы (светильников для производственных, общественных и жилых зданий);
- зона ограничения яркости и габаритная яркость в этой зоне (светильников для общественных и жилых зданий);
- КЦТ (светильников со светодиодами);
- световая отдача и коэффициент световой отдачи (светильников со светодиодами).

## 6.2 Требования к светильникам местного и комбинированного освещения

6.2.1 Класс светораспределения и тип кривой силы света светильников местного и комбинированного освещения производственных и общественных зданий, а также класс светораспределения светильников местного и комбинированного освещения для жилых помещений должны соответствовать 5.1.1–5.1.3. Тип кривой силы света светильников для жилых помещений не нормируют.

6.2.2 Значения защитных (условных защитных) углов и зоны ограничения яркости должны соответствовать указанным в таблице 11 для следующих светильников местного и комбинированного освещения общественных и жилых зданий:

- круглосимметричных светильников в любой меридиональной плоскости;
- симметричных светильников в продольной и поперечной плоскостях.

6.2.3 Светильники местного освещения для производственных зданий должны иметь отражатель из непросвечивающих материалов, обеспечивающий защитный угол не менее 30°.

6.2.4 Значение габаритной яркости светильников местного и комбинированного освещения общественных и жилых зданий должно быть не более 2000 кд/м<sup>2</sup> в зоне ограничения яркости, указанной в таблице 11.

6.2.5 Значение защитного угла ночников в верхней полусфере должно быть равно 90° при допустимом значении габаритной яркости 500 кд/м<sup>2</sup>.

6.2.6 КПД светильников с традиционными лампами, а также коэффициент световой отдачи и световую отдачу светильников со светодиодами для местного и комбинированного освещения производственных, общественных и жилых зданий, не нормируют.

6.2.7 Значение освещенности рабочей поверхности должно быть не менее 300 лк. Отношение максимальной освещенности к минимальной в пределах освещаемой поверхности должно быть не более трех.

Размеры освещаемой поверхности, высота установки светильников местного или комбинированного освещения для производственных, общественных и жилых зданий и создаваемые ими уровни освещенности должны быть указаны в технических условиях на светильники конкретных типов или групп.

6.2.8 Светильники местного и комбинированного освещения с разрядными лампами должны быть укомплектованы электронными пускорегулирующими аппаратами (ЭПРА).

6.2.9 В технических условиях на светильники конкретных типов или групп местного и комбинированного освещения производственных, общественных и жилых зданий в зависимости от их назначения должны быть указаны следующие светотехнические параметры:

- класс светораспределения;
- тип кривой силы света (кроме светильников для жилых помещений);
- освещенность рабочей поверхности;
- защитные углы;
- габаритная яркость и зона ограничения яркости (кроме светильников для производственных зданий);
- КЦТ (светильников со светодиодами).

## 7 Светотехнические требования к светильникам наружного освещения

7.1 Класс светораспределения и тип кривой силы света в характерных меридиональных плоскостях должны соответствовать 5.1, а тип условной кривой силы света в экваториальной плоскости – указанному в таблице 3.

7.2 Значения максимальной силы света светильников утилитарного наружного освещения в зависимости от типа светораспределения в зоне слепимости для любой меридиональной плоскости, приведенные к световому потоку светильника 1000 лм, не должны превышать указанных в таблице 4, при этом абсолютное значение силы света не должно превышать 1000 кд.

7.3 Для светильников, светораспределение которых не может быть охарактеризовано кривыми силы света, например световых столбиков (боллардов), световых колонн, световых комплексов с прожектором и отражающим экраном, в стандартах или технических условиях на светильники конкретных типов или групп должен быть указан класс светораспределения в соответствии с 5.1.1.

7.4 КПД светильников наружного освещения должен быть не менее:

- 65 % – для светильников утилитарного наружного освещения;
- 50 % – для светильников функционально-декоративного освещения.

7.5 Значение световой отдачи светильников наружного утилитарного освещения со светодиодами должно быть не менее 65 лм/Вт.

7.6 Коэффициент световой отдачи светильников утилитарного наружного освещения со светодиодами должен быть не менее 60 %.

7.7 В технических условиях на светильники конкретных типов или групп в зависимости от их назначения должны быть указаны следующие светотехнические параметры:

- класс светораспределения (5.1.1);
- тип кривой силы света в характерных меридиональных плоскостях (5.1.2);
- тип условной кривой силы света в экваториальной плоскости (5.2.1);
- тип светораспределения в зоне слепимости (5.2.1);
- максимальная сила света в зоне слепимости (7.2);
- КПД (кроме светильников со светодиодами);
- световая отдача и коэффициент световой отдачи (светильников со светодиодами);
- КЦТ светильников функционально-декоративного освещения со светодиодами.

## 8 Светотехнические требования к прожекторам

8.1 Прожекторы по типам светораспределения и рассеяния должны соответствовать 5.3.1 и 5.3.2.

8.2 Тип рассеяния прожекторов с симметричным светораспределением устанавливаются для каждой плоскости симметрии.

Тип рассеяния прожекторов с асимметричным светораспределением (кососвет) устанавливаются для главной поперечной плоскости и продольной плоскости, проходящей через направление максимальной силы света.

8.3 В технических условиях на прожекторы конкретных типов или групп должны быть указаны следующие светотехнические параметры:

- максимальная (осевая) сила света;
- угол рассеяния в характерных плоскостях в зависимости от типа рассеяния;
- КЦТ (прожекторов со светодиодами).

Кривые силы света прожекторов в характерных меридиональных плоскостях приводят в каталогах и/или эксплуатационной документации изготовителя.

## 9 Дополнительные светотехнические требования к осветительным приборам со светодиодами

9.1 Значение КЦТ неразборных осветительных приборов со светодиодами должно соответствовать одному из номинальных значений цветовой температуры, указанных в таблице 12.

КЦТ не нормируют для осветительных приборов с цветными светодиодами, применяемых для архитектурного и функционально-декоративного освещения скверов, парков и бульваров и другого специального назначения.

9.2 Спад светового потока осветительного прибора со светодиодами не должен превышать 15 % ко времени его стабилизации.

9.3 Осветительные приборы со светодиодами для наружного освещения должны сохранять в процессе и после воздействия температуры окружающего воздуха от минус 40 °С до плюс 40 °С цветовые (кроме светильников утилитарного наружного освещения) и световые параметры.

Осветительные приборы со светодиодами для внутреннего освещения должны сохранять в процессе и после воздействия температуры окружающего воздуха 40 °С цветовые и световые параметры.

При воздействии указанных температур световой поток осветительных приборов должен составлять не менее 70 %, а значение КЦТ не должно отличаться более чем на 500 К от соответствующих номинальных значений.

После воздействия указанных температур значения светового потока и КЦТ не должны отличаться более чем на 5 % от номинальных значений.

## 10 Светотехнические требования к ручным светильникам

В технических условиях на ручные светильники конкретных типов или групп должны быть указаны:

- освещенность рабочей поверхности при установке светильника на заданной высоте;
- размеры освещаемой поверхности.

## 11 Методы испытаний

### 11.1 Общие положения

11.1.1 Светотехнические измерения осветительных приборов выполняют в помещении с неподвижным воздухом при отсутствии дыма и пыли при температуре воздуха  $(25 \pm 2)$  °С, относительной влажности воздуха от 45 % до 80 % и атмосферном давлении от 84 до 107 кПа.

Воспроизводимость измерений не должна превышать указанной в таблице 13.



11.1.2 Измерение распределения силы света на гониофотометре проводят в помещении, стены, пол и потолок которого имеют глубоко-матовое черное покрытие. Допускается использование экранов, диафрагм и тубусов в качестве средств защиты от засветки отражающих поверхностей помещения. Кроме того, должны быть приняты меры по исключению влияния постороннего света и ограничению влияния отраженного света от измерительного оборудования.

11.1.3 До проведения измерений время стабилизации световых характеристик осветительных приборов после их включения на номинальное напряжение сети должно быть не менее:

- 5 мин – для осветительных приборов с лампами накаливания;
- 15 мин – для осветительных приборов с разрядными лампами высокого давления;
- 40 мин – для осветительных приборов с люминесцентными лампами.

Для осветительных приборов со светодиодами время стабилизации световых характеристик должно быть указано в технических условиях на осветительные приборы конкретных типов или групп, а при отсутствии таких данных определено опытным путем по 11.14.

11.1.4 Применяемые средства измерений должны быть поверены, а испытательное оборудование аттестовано.

11.1.5 Для выполнения светотехнических измерений методом относительной фотометрии в осветительные приборы устанавливают измерительные (контрольные) лампы по ГОСТ 17616, которые калибруют путем сравнения с эталонными светоизмерительными лампами по ГОСТ 8.023.

11.1.6 При фотометрировании прожектор устанавливают в нормальном положении на фотометрическом стенде, имеющем лимбы для отсчета углов с погрешностью 0,5°. Под нормальным положением понимают положение прожектора, при котором его оптическая ось параллельна горизонтальной плоскости.

11.1.7 Измерения световых характеристик осветительных приборов осуществляют в измерительных установках (в гониофотометре или фотометрическом шаре), оснащенных фотометрами (фотометрическими головками с измерителями тока, люксметрами, яркомерами, цифровыми камерами), спектральные характеристики которых скорректированы под относительную спектральную световую эффективность излучения для стандартного фотометрического наблюдателя МКО –  $V(\lambda)$  (ГОСТ 8.332). Составляющие относительных погрешностей средств измерений приведены в таблице 14 для доверительной вероятности 0,95 по ГОСТ 8.207 и рекомендациям МКО [1]– [3].

Примечание – Функцию  $f_1'$ , %<sup>2</sup>, которая определяет качество коррекции относительной спектральной чувствительности фотометра под функцию  $V(\lambda)$ , рассчитывают по формуле

$$f_1' = \frac{\int |s_{\text{отн}}^*(\lambda) - V(\lambda)| d\lambda}{\int V(\lambda) d\lambda} 100, \quad (1)$$

где

$$s_{\text{отн}}^*(\lambda) = s_{\text{отн}}(\lambda) \frac{\int S_A(\lambda) V(\lambda) d\lambda}{\int S_A(\lambda) s_{\text{отн}}(\lambda) d\lambda}, \quad (2)$$

где  $s_{\text{отн}}(\lambda)$  – относительная спектральная чувствительность приемника излучения;

–  $S_A(\lambda)$  – относительное спектральное распределение источника  $A$ .

Функцию  $f_1(Z)$ , %, рассчитывают по формуле

$$f_1(Z) = \left( 1 - \frac{\int S_{\text{ОП}}(\lambda) s_{\text{отн}}(\lambda) d\lambda}{\int S_{\text{ОП}}(\lambda) V(\lambda) d\lambda} \cdot \frac{\int S_A(\lambda) V(\lambda) d\lambda}{\int S_A(\lambda) s_{\text{отн}}(\lambda) d\lambda} \right) 100, \quad (3)$$

где  $S_{\text{ОП}}(\lambda)$  – относительное спектральное распределение излучения осветительного прибора.

11.1.8 Измерения цветовых характеристик для неразборных осветительных приборов со светодиодами выполняют с помощью спектрометров или спектроколориметров, характеристики которых должны соответствовать указанному в таблице 15.

Погрешность измерения световых и цветовых параметров указана в 11.1.7.

## 11.2 Измерение распределения силы света

11.2.1 Измерение распределения силы света осветительных приборов проводят на гониофотометре (распределительном фотометре) или на гониофотометре ближней зоны.

Гониофотометр должен обеспечивать измерение силы света осветительных приборов по одной из принятых систем фотометрирования  $C$ ,  $\gamma$ ,  $B$ ,  $\beta$  и  $A$ , а в соответствии с приложением Б. Рекомендуются к использованию гониофотометры, работающие по системе фотометрирования  $C$ ,  $\gamma$ , в первую очередь, для фотометрирования осветительных приборов с круглосимметричным распределением силы света. Для фотометрирования осветительных приборов с симметричным и асимметричным распределением силы света (например, прожекторы типа «кососвет») могут быть использованы гониофотометры, работающие по системе  $B$ ,  $\beta$ . В ряде случаев используют гониофотометры, работающие по системе  $A$ , а, например для фотометрирования светильников, плоскость симметрии которых совпадает с главной поперечной плоскостью.

### 11.2.2 Требования к юстировке осветительных приборов на гониофотометре

11.2.2.1 Гониофотометр должен иметь приспособления для крепления осветительных приборов различной конструкции.

Крепление осветительных приборов должно соответствовать их рабочему положению. В качестве базового принимают рабочее положение, при котором с центром

<sup>2</sup> См. таблицу 14. – Прим. ред.

вращения гониофотометрической системы совмещен фотометрический центр осветительного прибора, а с ее полярной осью (линией пересечения полуплоскостей фотометрирования) совмещена оптическая (в системе  $C, \gamma$ ), продольная (в системе  $B, \beta$ ) или поперечная (в системе  $A, \alpha$ ) ось осветительного прибора.

Положение фотометрического центра осветительного прибора определяют в зависимости от его оптической схемы в соответствии с приложением В. В отдельных случаях указанное положение должно быть определено изготовителем.

Рекомендуется использование гониофотометров с неподвижным положением осветительного прибора во время цикла измерений. Допускается применение гониофотометров с вращением осветительного прибора при условии сохранения его рабочего положения. При этом если положение осветительного прибора влияет на результаты измерения, то вводят поправочный коэффициент, учитывающий это влияние.

11.2.2.2 Центр приемной поверхности фотометрической головки должен находиться на прямой, проходящей через фотометрический центр гониофотометра, а ее плоскость должна быть перпендикулярна к этой прямой. При наличии в гониофотометре зеркал данная прямая представляет собой ломаную, проходящую через центры этих зеркал. Размер зеркал должен быть таким, чтобы изображение светящей части осветительного прибора, видимое из центра приемной поверхности фотометрической головки по любому направлению фотометрирования, не вышло за пределы зеркал.

11.2.2.3 Расстояние фотометрирования, определяемое расстоянием от фотометрического центра гониофотометра до центра приемной поверхности фотометрической головки (с учетом отражения от зеркал, при наличии), должно быть таким, при котором его отношение к максимальному размеру светящей поверхности светильника составляет, не менее:

- десяти – для осветительных приборов с концентрированной кривой силы света;
- семи – для осветительных приборов с глубокой кривой силы света;
- пяти – для осветительных приборов с кривой силы света всех остальных типов.

Для прожекторов расстояние фотометрирования должно быть указано в технических условиях на прожекторы конкретных типов или групп, а при отсутствии таких данных определено опытным путем. Для этого прожектор устанавливают в положение, при котором его оптическая ось параллельна горизонтальной плоскости, и измеряют вертикальную освещенность  $E_l$  на площадке, обращенной к прожектору, в точках оптической оси при удалении  $l$  от прожектора. Расстояние  $l$ , начиная с которого произведение  $E_l l^2$  остается постоянным в пределах погрешности 1%, принимают за расстояние фотометрирования.

При измерениях расстояние фотометрирования должно быть постоянным.

Для гониофотометров ближней зоны расстояние фотометрирования не нормируют.

### 11.2.3 Требования к сетке углов измерения

11.2.3.1 Сетку углов измерения устанавливают в зависимости от характера светораспределения осветительного прибора и принятой системы фотометрирования.

11.2.3.2 Для осветительных приборов, излучающих только в одну полусферу внешнего пространства (нижнюю или верхнюю в зависимости от рабочего положения осветительного прибора в гониофотометре), измерения проводят только в соответствующей полусфере.

В системе фотометрирования  $C, \gamma$  измеряемый диапазон меридиональных углов  $\gamma$  устанавливают:

- от  $0^\circ$  до  $90^\circ$  – для нижней полусферы;
- от  $90^\circ$  до  $180^\circ$  – для верхней полусферы;
- от  $0^\circ$  до  $180^\circ$  – для полной сферы.

В системах фотометрирования  $B, \beta$  и  $A, \alpha$  измеряемый диапазон меридиональных углов  $\beta$  и  $\alpha$  устанавливают от минус  $90^\circ$  до плюс  $90^\circ$  для любой полусферы.

11.2.3.3 Начальные и конечные значения меридиональных углов должны строго соответствовать границам соответствующих диапазонов. Шаг меридиональных углов не должен превышать  $5^\circ$  независимо от системы фотометрирования. Для светильников с концентрированным типом кривой силы света и прожекторов шаг в области максимальных значений силы света выбирают таким образом, чтобы перепад силы света на одном шаге не превышал 10%. При этом набор значений меридиональных углов может иметь неравномерный шаг, но для каждой меридиональной плоскости этот набор должен быть одинаковым.

11.2.3.4 Диапазон экваториальных углов, определяющих соответствующие меридиональные плоскости, устанавливают:

- в системе фотометрирования  $C, \gamma$ : от  $0^\circ$  до  $360^\circ$ ;
- в системе фотометрирования  $B, \beta$  и  $A, \alpha$ :
  - для нижней полусферы: от минус  $90^\circ$  до плюс  $90^\circ$ ;
  - для верхней полусферы: от минус  $180^\circ$  до минус  $90^\circ$  и от  $90^\circ$  до  $180^\circ$ ;
  - для полной сферы: от минус  $180^\circ$  до плюс  $180^\circ$ .

11.2.3.5 Начальные и конечные значения экваториальных углов должны строго соответствовать границам соответствующих диапазонов. Шаг экваториальных углов не должен превышать  $10^\circ$  независимо от системы фотометрирования. Для светильников с концентрированным типом кривой силы света и прожекторов, фотометрируемых в системе  $B, \beta$  или  $A, \alpha$ , шаг в области максимальных значений силы света выбирают таким образом, чтобы перепад силы света на одном шаге не превышал 10%.

11.2.3.6 Для гониофотометров, не обеспеченных автоматическим сканированием, допускается проводить измерения в меньшем количестве меридиональных плоскостей. Минимально допустимое число меридиональных плоскостей и их ориентацию определяют следующим образом:

- для осветительных приборов с круглосимметричным светораспределением – две взаимно перпендикулярные плоскости  $C_{0-180}$  и  $C_{90-270}$  в системе фотометрирования  $C, \gamma$ ;
- для осветительных приборов со светораспределением, симметричным относительно главной продольной и главной поперечной плоскостей по ГОСТ 16703, – две взаимно перпендикулярные плоскости  $C_{0-180}$  и  $C_{90-270}$  в системе фотометрирования  $C, \gamma$ , соответствующие плоскостям симметрии осветительного прибора;
- для осветительных приборов со светораспределением, имеющим максимумы силы света вне главных плоскостей осветительного прибора (например, уличных све-

тильников с широкой или полуширокой боковой кривой силы света), – две взаимно перпендикулярные плоскости  $C_{0-180}$  и  $C_{90-270}$ , а также все промежуточные меридиональные плоскости  $C_{max}$ , содержащие направления с максимальной силой света;

– для осветительных приборов с асимметричным светораспределением (типа «кососвет») – главная продольная и главная поперечная плоскости, а также продольная плоскость, содержащая направление с максимальной силой света.

Определение минимального числа плоскостей измерения кривых силы света и их ориентацию для осветительных приборов со светораспределением, отличающимся от указанных выше типов, включая светораспределение с кривыми силы света специального типа, устанавливают в технических условиях на осветительные приборы конкретных типов или групп.

#### 11.2.4 Требования к форме представления результатов измерения

11.2.4.1 Результаты измерений должны быть обработаны в зависимости от характера симметрии светораспределения осветительного прибора и принятой системы фотометрирования. Обработка (симметризация) заключается в усреднении полученных значений силы света для меридиональных плоскостей, симметрично расположенных относительно осей или плоскостей симметрии осветительного прибора. Среднее значение силы света определяют как среднеарифметическое соответствующего массива значений.

При симметризации исходных данных должно быть исключено отклонение от симметрии, связанное со случайными (разброс по плоскостям) или малосущественными факторами (например, наличие слепого отверстия в одной из торцевин цилиндрического отражателя для крепления лампы). Случаи, когда отклонение от симметрии обусловлено принципиальными конструктивными или оптическими особенностями осветительного прибора, должны быть отражены в светораспределении.

11.2.4.2 Усреднение для каждого значения меридионального угла  $\gamma$  проводят:

– для осветительных приборов с круглосимметричным светораспределением – по всем меридиональным плоскостям  $C$ ;

– для осветительных приборов со светораспределением, симметричным относительно главной продольной и главной поперечной плоскостей, – по четырем симметричным меридиональным плоскостям, расположенным в соответствующих квадрантах внешнего пространства;

– для осветительных приборов с светораспределением, симметричным относительно одной из главных плоскостей осветительного прибора, – по двум меридиональным плоскостям, симметрично расположенным относительно плоскости симметрии.

Для светораспределения осветительного прибора, симметричного относительно экваториальной плоскости, проводят усреднение значений силы света для соответствующих симметричных направлений в нижней и верхней полусферах внешнего пространства.

11.2.4.3 При необходимости для повышения качества представления результатов в графическом виде (в форме

графиков кривых силы света) рекомендуется провести «сглаживание» полученных результатов. Для этого используют различные алгоритмы фильтрации и аппроксимации экспериментальных данных, которые, как правило, содержатся в программном обеспечении, прилагаемом к измерительному оборудованию.

11.2.4.4 В целях удобства сравнения распределений силы света осветительного прибора с источниками света, имеющими разный световой поток, проводят нормирование измеренных значений силы света под световой поток условного источника света, равный 1000 лм. Значения силы света осветительного прибора с условным источником света  $I_{1000}(C, \gamma)$  определяют по формуле

$$I_{1000}(C, \gamma) = \frac{1000}{\Phi_{uc}} I(C, \gamma), \quad (4)$$

где  $I(C, \gamma)$  – измеренное значение силы света осветительного прибора по направлению, определяемому углами  $C$  и  $\gamma$ , кд;

$\Phi_{uc}$  – суммарный световой поток источников света в осветительном приборе, равный сумме световых потоков отдельных источников света, лм.

Для осветительных приборов со светодиодами значения величины  $\sqrt{2}$  определяют значением светового потока осветительного прибора.

11.2.4.5 Окончательно распределение силы света осветительного прибора представляют в виде таблицы, содержащей значения силы света, кд/1000 лм, в зависимости от меридиональных и экваториальных углов с учетом симметрии светораспределения и системы фотометрирования. Примеры таких таблиц приведены в приложении Г.

При использовании компьютерного проектирования осветительных установок рекомендуется представлять светораспределение осветительных приборов в виде файлов стандартных форматов, например в IES-формате [5].

**П р и м е ч а н и е** – В автоматизированных гониофотометрах процедуры симметризации, сглаживания и формирования файлов в IES-формате осуществляются с помощью специального программного обеспечения, как правило поставляемого вместе с измерительным оборудованием.

### 11.3 Определение светового потока

11.3.1 Определение светового потока осветительных приборов осуществляют с помощью гониофотометра по 11.3.2 или 11.3.3 или фотометрического шара по 11.3.4.

11.3.2 Определение светового потока по распределению силы света

11.3.2.1 По результатам измерения распределения силы света на гониофотометре по 11.2 световой поток  $\Phi$  осветительного прибора, излучающего по всему пространству, определяют в системе  $C, \gamma$  по формуле

$$\Phi = \int_{C=0}^{2\pi} \int_{\gamma=0}^{\pi} I(C, \gamma) \sin \gamma d\gamma dC, \quad (5)$$

где  $I(C, \gamma)$  – сила света осветительного прибора в направлении, определяемом углами  $C$  и  $\gamma$ .

Для осветительных приборов с круглосимметричным светораспределением используют формулу

$$\Phi = 2\pi \int_{\gamma=0}^{\pi} I(\gamma) \sin \gamma d\gamma. \quad (6)$$

11.3.2.2 Расчет значения светового потока  $\Phi$  по формулам (5) и (6) проводят одним из известных методов численного интегрирования. Примеры расчета приведены в приложении Д.

### 11.3.3 Определение светового потока по распределению освещенности на сферической поверхности

11.3.3.1 Измерение распределения освещенности на условной сферической поверхности проводят с помощью гониофотометра в соответствии с рекомендациями МКО [6].

11.3.3.2 Измерение освещенности на сферической поверхности проводят по той же измерительной сетке углов, которую применяют при измерении распределения силы света для системы фотометрирования  $C, \gamma$  (11.2.3).

11.3.3.3 По результатам измерения распределения освещенности световой поток  $\Phi$  осветительного прибора, излучающего по всему пространству, определяют по формуле

$$\Phi = R^2 \int_{C=0}^{2\pi} \int_{\gamma=0}^{\pi} E(C, \gamma) \sin \gamma d\gamma dC, \quad (7)$$

где  $R$  – радиус вращения фотометрической головки относительно фотометрического центра гониофотометра (радиус условной сферической поверхности);

$E(C, \gamma)$  – освещенность на сферической поверхности в точке, определяемой углами  $C$  и  $\gamma$ .

Расчет значения светового потока  $\Phi$  по формуле (7) проводят аналогично 11.3.2.

### 11.3.4 Измерение светового потока осветительного прибора в фотометрическом шаре

11.3.4.1 Измерение проводят по ГОСТ 17616 при выполнении следующих дополнительных требований:

– общая площадь поверхности осветительного прибора не должна превышать 2% площади внутренней поверхности шара, а для протяженных осветительных приборов отношение максимального габаритного размера осветительного прибора к диаметру шара должно быть не более 2:3;

– экран, закрывающий приемник излучения, должен находиться от него на расстоянии от 1/3 до 1/2 радиуса внутренней поверхности фотометрического шара;

– размеры экрана должны быть такими, чтобы размер тени от экрана на стенке шара при включенном светильнике или лампе был в два раза больше диаметра измерительного окна;

– светильник с люминесцентными лампами должен быть расположен в шаре таким образом, чтобы его главная продольная плоскость была параллельна плоскости измерительного окна;

– напольный светильник должен быть расположен в шаре так, чтобы его светящаяся часть находилась в центре шара.

Оценку селективности и равномерности окраски шара проводят по ГОСТ 17616.

11.3.4.2 Для осветительных приборов с плоским выходным отверстием допускается проводить измерение светового потока через окно в фотометрическом шаре. Диаметр окна не должен превышать 1/3 диаметра шара. При измерении осветительный прибор устанавливают с внешней стороны шара так, чтобы плоскость выходного отверстия осветительного прибора была расположена заподлицо с плоскостью окна шара (рисунок 2 а). Зазор между краем окна шара и осветительным прибором должен быть перекрыт крышкой из материала с характеристиками отражения света, близкими к характеристикам отражения внутренней поверхности шара.

Для калибровки такой установки следует использовать эталонные источники света (например, галогенные лампы накаливания с зеркальным отражателем или светодиодные модули или лампы) с плоским выходным отверстием, которые устанавливают по аналогичной схеме с измеряемым осветительным прибором. При отсутствии таких эталонов допускается использование традиционных эталонных ламп накаливания, при этом их расположение в шаре (рисунок 2 б) должно быть таким, при котором выполняются требования по экранированию приемного окна от прямого света эталонной лампы по 11.3.4.1.

## 11.4 Определение класса светораспределения

Класс светораспределения осветительного прибора определяют по доле светового потока в нижнюю полусферу  $\Delta\Phi_{\text{НП}}$ , %, по формуле

$$\Delta\Phi_{\text{НП}} = \frac{\Phi_{\text{НП}}}{\Phi} 100, \quad (8)$$

где  $\Phi_{\text{НП}}$  – световой поток осветительного прибора, излучаемый в нижнюю полусферу, лм;

$\Phi$  – полный световой поток осветительного прибора, лм.

Значения величин  $\Phi_{\text{НП}}$  и  $\Phi$  определяют по результатам измерения распределения силы света осветительного прибора в соответствии с 11.3.2.1 по формуле (5) или (6), при этом верхний предел интегралов по переменной  $\gamma$  при расчете  $\Phi_{\text{НП}}$  должен соответствовать значению  $\pi/2$ .

Класс светораспределения светильника определяют по значению величины  $\Delta\Phi_{\text{НП}}$  по таблице 1.

## 11.5 Определение типа кривой силы света в меридиональной плоскости

При определении типа кривой силы света осветительного прибора в выбранной характерной меридиональной плоскости рассчитывают коэффициент формы  $K_{\text{Ф}}$  кривой силы света в данной плоскости по формуле

$$K_{\phi} = \frac{I_{\max}}{I_{\text{ср}}}, \quad (9)$$

где  $I_{\max}$  – максимальная сила света, кд, значение которой выбирают среди измеренных значений силы света для данной плоскости по 11.2;

$I_{\text{ср}}$  – средняя сила света, кд, значение которой рассчитывают как среднее значение силы света для той же плоскости по формуле

$$I_{\text{ср}} = \frac{1}{\gamma_2 - \gamma_1} \int_{\gamma_1=0}^{\gamma_2=\pi/2} I(\gamma) d\gamma. \quad (10)$$

**П р и м е ч а н и е** – Формула (10) приведена для нижней полусферы. При необходимости расчета средней силы света для верхней полусферы или во всем пространстве изменяют пределы интегрирования  $\gamma_1$  и  $\gamma_2$ .

Пример расчета по формуле (10) приведен в приложении Д.

Тип кривой силы света в выбранной меридиональной плоскости определяют по рассчитанному коэффициенту формы  $K_{\phi}$  и значениям осевой, максимальной и минимальной силы света, приведенным в таблице 2.

### 11.6 Проверка слепимости

Проверку слепимости утилитарных светильников наружного освещения проводят путем сравнения значений силы света светильников, кд/1000 лм, измеренных по 11.2, для меридиональных углов  $\gamma$ , равных  $80^\circ$  и  $90^\circ$ , по всем меридиональным плоскостям  $C$ , со значениями силы света светильника по таблице 4.

Результаты проверки считают удовлетворительными, если измеренные значения силы света не превышают значений силы света, указанных в таблице 4 для соответствующего типа светораспределения.

### 11.7 Определение углов рассеяния прожектора

По результатам измерения распределения силы света по 11.2 в выбранной меридиональной плоскости определяют угол рассеяния  $2\gamma_{10}$ , ограничивающий область меридиональных углов, в пределах которых сила света прожектора превышает 10% максимального значения.

Для прожекторов с круглосимметричным светораспределением (рисунок 3 а) половинный угол рассеяния  $\gamma_{10}$ , ... °, определяют в одной (принимаемой за  $C_0$ ) меридиональной плоскости по формуле

$$\gamma_{10} = \gamma_1 + \frac{I(\gamma_2) - 0,1I_{\max}}{I(\gamma_2) - I(\gamma_1)} (\gamma_2 - \gamma_1), \quad (11)$$

где  $I_{\max}$  – максимальная сила света, кд;

$I(\gamma_1)$  и  $I(\gamma_2)$  – ближайšie измеренные значения силы света, между которыми находится значение  $0,1 I_{\max}$ , т.е.  $I(\gamma_2) \leq 0,1 I_{\max} \leq I(\gamma_1)$ , кд;

$\gamma_1$  и  $\gamma_2$  – меридиональные углы, соответствующие величинам  $I(\gamma_1)$  и  $I(\gamma_2)$ , ... °.

Для прожекторов с симметричным светораспределением (рисунок 3 б) углы рассеяния  $\gamma_{10}(C_{0-180})$  и  $\gamma_{10}(C_{90-270})$  определяют для обеих плоскостей симметрии по формуле (11).

Для прожекторов с асимметричным светораспределением (кососвет) углы рассеяния целесообразно определять в системе фотометрирования  $B, \beta$  (рисунок 3 в), в которой направление максимальной силы света  $I_{\max}$  задают меридиональным углом  $\beta_0=0$  и экваториальным углом  $B_{\max}$ , характеризующим продольную плоскость, содержащую указанное направление. Углы рассеяния отсчитывают от направления максимальной силы света и определяют углами  $\beta_{10+}$  и  $\beta_{10-}$  в главной поперечной плоскости осветительного прибора и углом  $\beta_{10}$  в продольной плоскости  $B_{\max}$  по формуле (11) с подстановкой соответствующих углов  $\beta$ .

### 11.8 Определение защитного угла светильника

11.8.1 Защитный угол светильника  $\gamma_3$  определяют измерением конструктивных параметров светильника по 11.8.2 или визуально по 11.8.3.

11.8.2 Защитный угол  $\gamma_3$  (рисунок 4) определяют измерением параметров  $h$  и  $l$  на образце светильника,

где  $h$  – минимальная высота светящего тела источника света над горизонталью, проходящей через край выходного отверстия светильника или экранирующей решетки, мм;

$l$  – максимальное расстояние по горизонтали от основания высоты  $h$  до края выходного отверстия светильника, или расстояние между соседними экранирующими элементами решетки, мм.

Защитный угол  $\gamma_3$ , ... °, рассчитывают по формуле

$$\gamma_3 = \frac{180}{\pi} \arctg \frac{h}{l}. \quad (12)$$

Допускается значение защитного угла светильника определять по рабочим чертежам.

11.8.3 Защитный угол светильника  $g_3$  определяют с помощью поворотного устройства гониофотометра, выполненного по схеме с неподвижной фотометрической головкой. При измерениях глаз наблюдателя должен быть зафиксирован на одном уровне с центром поворота гониофотометра, при этом линия зрения наблюдателя должна проходить через край отражателя, относительно которого определяют защитный угол (рисунок 5). Если конструкция гониофотометра позволяет (схема 1 на рисунке 5), то при измерении светильник устанавливают таким образом, чтобы край отражателя был совмещен с центром поворота гониофотометра. В противном случае (схема 2 на рисунке 5) с центром поворота гониофотометра совмещают центр выходного отверстия отражателя. В исходном положении плоскость выходного отверстия отражателя должна быть перпендикулярна к линии, проходящей через центр поворота гониофотометра и глаз наблюдателя. Поворотное устройство гониофотометра поворачивают до момента, при котором наблюдатель впервые видит полную экранировку светящего тела источника света краем отражателя. В этот момент фиксируют угол поворота  $\gamma$ .

Защитный угол  $\gamma_3, \dots$  °, рассчитывают по формулам (13) – для схемы 1 и (14) – для схемы 2.

$$\gamma_3 = 90^\circ - \gamma, \quad (13)$$

$$\gamma_3 = 90^\circ - \gamma + \Delta\gamma. \quad (14)$$

Угол  $\Delta\gamma, \dots$  °, рассчитывают по формуле

$$\Delta\gamma = \frac{180}{\pi} \arctg \frac{\cos \gamma}{R/r - \sin \gamma}, \quad (15)$$

где  $R$  – расстояние от центра поворота гониофотометра до глаза наблюдателя (для гониофотометров с поворотными зеркалами составляет полный оптический путь), мм;  
 $r$  – расстояние от центра поворота гониофотометра до края отражателя, мм.

При измерении на гониофотометре ближней зоны с камерой яркости момент фиксации угла  $\gamma$  регистрируют по изображению на мониторе гониофотометра выходного отверстия светильника и светящего тела источника света.

### 11.9 Определение габаритной яркости светильника

11.9.1 Габаритную яркость определяют для основных плоскостей симметрии  $C$  светильника и меридиональных углов  $\gamma$  в зоне ограничения яркости по 11.9.2 или измерением по 11.9.3.

11.9.2 По результатам измерения распределения силы света по 11.2 габаритную яркость светильника  $L_A(C, \gamma)$ , кд/м<sup>2</sup>, в направлении, определяемом углами  $C$  и  $\gamma$ , вычисляют по формуле

$$L_A(C, \gamma) = \frac{I(C, \gamma)}{A(C, \gamma)}, \quad (16)$$

где  $I(C, \gamma)$  – значение силы света в направлении  $C$ , г, кд;

$A(C, \gamma)$  – площадь проекции светящей поверхности светильника на плоскость, перпендикулярную к направлению  $C, \gamma$ , м<sup>2</sup>.

**П р и м е ч а н и е** – В гониофотометре ближней зоны габаритная яркость определяется автоматически по всем направлениям измерения силы света.

11.9.3 Измерение проводят цифровой камерой-яркомером в направлении, определяемом углами  $C$  и  $\gamma$ , с расстояния, при котором вся светящая поверхность светильника заполняет как можно большую часть изображения.

Значение габаритной яркости светильника  $L_A(C, \gamma)$  определяют путем выделения с помощью полигона на изображении светильника его светящей части и последующего автоматического вычисления значения средней яркости выделенной области, которое принимают за  $L_A(C, \gamma)$ .

11.9.4 При измерении габаритной яркости светильника с лампой, световой поток которой отличается от номинального, габаритную яркость необходимо пересчитать на номинальный световой поток по формуле

$$L_{A,ном} = L_A \frac{\Phi_{ном}}{\Phi_{л}}, \quad (17)$$

где  $L_A$  – значение габаритной яркости для измерительной лампы, кд/м<sup>2</sup>;

$\Phi_{ном}$  – номинальный световой поток лампы, лм;

$\Phi_{л}$  – световой поток измерительной лампы, лм.

Из значений габаритной яркости, полученных для разных углов  $\gamma$  в зоне ограничения яркости, выбирают наибольшее.

## 11.10 Измерение распределения освещенности

11.10.1 В зависимости от назначения светильника и его конструктивных особенностей измерение распределения освещенности выполняют на измерительном столе по 11.10.2 или в натуральных условиях по 11.10.3.

### 11.10.2 Измерение на измерительном столе

11.10.2.1 Измерение освещенности, создаваемой светильниками местного или комбинированного освещения на горизонтальной поверхности, выполняют на измерительном столе с нанесенными на нем полярной координатной сеткой, контрольными кругами и прямоугольниками.

11.10.2.2 Установка должна обеспечивать крепление в рабочем положении подвесных и настенных светильников, предназначенных для создания освещенности на горизонтальной поверхности.

Измерение освещенности проводят с помощью люксметра на измерительном столе в контрольной площади и по ее периметру через 30 ° или 150 мм. Размеры контрольных прямоугольников должны соответствовать размерам, указанным в технических условиях на светильники конкретных типов или групп.

11.10.2.3 Настольные, настенные, подвесные и пристраиваемые круглосимметричные светильники устанавливают таким образом, чтобы проекция меридиональной плоскости – плоскости симметрии светильника совпадала с диаметром контрольного круга. Проекция светового центра должна находиться на границе круга, а основание – вне указанного круга. Основание настольных светильников с центральной стойкой должно примыкать к границе круга, при этом расположение светового центра не нормируют. Проекция светового центра должна быть зафиксирована в протоколе.

11.10.2.4 Напольный круглосимметричный светильник должен быть установлен возле измерительного стола так, чтобы проекция меридиональной плоскости – плоскости симметрии светильника – совпадала с диаметром контрольного круга, а проекция светового центра находилась на границе круга. Основание светильника должно находиться вне круга.

11.10.2.5 Симметричные светильники устанавливают таким образом, чтобы проекция главной поперечной плоскости совпадала с малой осью симметрии контрольного прямоугольника, соответствующего светильникам данного типа или группы, а основание светильника находилось вне контрольного прямоугольника.

Размеры контрольных прямоугольников должны соответствовать размерам, указанным в стандартах или технических условиях на светильники конкретных типов или групп.

11.10.2.6 Высота светового центра светильника до поверхности измерительного стола должна соответствовать указанной в технических условиях на светильники конкретных типов или групп.

При определении высоты светового центра необходимо учитывать высоту приемной поверхности фотометрической головки над поверхностью стола. Для исключения погрешности измерения, обусловленной этим фактором, необходимо настольные светильники устанавливать на подставку, высоту которой определяют высотой приемной поверхности фотометрической головки.

11.10.2.7 При измерении светильников с лампами, световой поток которых отличается от номинального, необходимо измеренную люксметром освещенность привести к номинальному световому потоку ламп, используя формулу

$$E_{\text{ном}} = E \frac{\Phi_{\text{ном}}}{\Phi_{\text{л}}}, \quad (18)$$

где  $E_{\text{ном}}$  – значение освещенности для лампы с номинальным световым потоком, лк;

$E$  – значение освещенности для измерительной лампы, лк;

$\Phi_{\text{ном}}$  – номинальный световой поток лампы, лм;

$\Phi_{\text{л}}$  – световой поток измерительной лампы, лм.

### 11.10.3 Измерение в натуральных условиях

11.10.3.1 Для светильников, которые из-за габаритных размеров и/или массы не могут быть установлены на гониофотометре для измерения распределения силы света, проводят непосредственно на поверхности пола в помещении или на земле вне здания. Светильники при измерении устанавливают в рабочее положение.

11.10.3.2 Перед измерением предварительно на поверхности измерения (пол, земля) выполняют разметку поляриной сетки измерительных точек в соответствии с сеткой углов в системе фотометрирования  $C, \gamma$  (рисунок 6 а). Проекция светового центра светильника должна находиться в центре сетки. Радиусы концентрических окружностей сетки  $r_{\gamma}$ , м, определяют по формуле

$$r_{\gamma} = h \operatorname{tg} \gamma, \quad (19)$$

где  $h$  – высота светового центра светильника над горизонтальной плоскостью измерения, м;

$\gamma$  – меридиональный угол, отсчитываемый от вертикали, ... °.

11.10.3.3 Лучи сетки определяют как проекции плоскостей  $C$  на плоскость измерения. За начало сетки принимают плоскость  $C_0$ . Для исключения возрастающей косинусной погрешности при удалении от центра сетку ограничивают радиусом, равным высоте светового центра  $h$ , что соответствует меридиональному углу  $\gamma = 45^{\circ}$ .

Для углов более  $45^{\circ}$  проводят измерения вертикальной освещенности на внутренней поверхности вертикально-

го цилиндра радиусом, равным  $h$ , на разных высотах  $h_{\gamma}$  (рисунок 6 б). Для измерения вертикальной освещенности фотометрическую головку устанавливают на штативе, позволяющем варьировать высоту расположения головки над горизонтальной плоскостью. При этом плоскость приемной поверхности фотометрической головки располагают вертикально и перпендикулярно к радиусу измерительной сетки.

Измерения проводят по сетке плоскостей  $C$  на высотах  $h_{\gamma}$ , определяемых по формуле

$$h_{\gamma} = h \operatorname{tg}(\gamma - 45^{\circ}), \quad (20)$$

где  $h$  – высота светового центра светильника над горизонтальной плоскостью измерения, м;

$\gamma$  – меридиональный угол, отсчитываемый от вертикали, ... °.

11.10.3.4 Полученные данные измерений горизонтальной  $E_{\text{г}}(C, \gamma)$  и вертикальной  $E_{\text{в}}(C, \gamma)$  освещенности используют для построения распределения кривых равной освещенности (изолукс) и для расчета распределения силы света светильника по формулам

$$I(C, \gamma) = \frac{E_{\text{г}}(C, \gamma) h^2}{\cos^3 \gamma} \quad \text{при } \gamma \leq 45^{\circ}, \quad (21)$$

$$I(C, \gamma) = \frac{E_{\text{в}}(C, \gamma) h^2}{\sin^3 \gamma} \quad \text{при } \gamma > 45^{\circ}. \quad (22)$$

### 11.11 Определение коэффициента полезного действия светильника

11.11.1 КПД,  $\eta$ , %, определяют как отношение светового потока светильника  $\Phi_{\text{оп}}$ , лм, к сумме световых потоков всех ламп  $\Sigma \Phi_{\text{л}}$ , лм, измеренных вне светильника:

$$\eta = \frac{\Phi_{\text{оп}}}{\Sigma \Phi_{\text{л}}} 100. \quad (23)$$

11.11.2 Световой поток ламп  $\Phi_{\text{л}}$  определяют по методике, приведенной в стандартах или технических условиях на лампы конкретных типов, при этом световой поток разрядных ламп измеряют с пускорегулирующим аппаратом испытываемого светильника.

11.11.3 Световой поток светильника  $\Phi_{\text{оп}}$  определяют по 11.3.

### 11.12 Определение световой отдачи и коэффициента световой отдачи светильника со светодиодами

11.12.1 Световую отдачу светильников со светодиодами  $\eta_{\text{оп}}$ , лм/Вт, рассчитывают по формуле

$$\eta_{\text{оп}} = \frac{\Phi_{\text{оп}}}{P_{\text{оп}}}, \quad (24)$$

где  $\Phi_{\text{оп}}$  – световой поток светильника по 11.11.3, лм;

$P_{\text{оп}}$  – электрическая мощность, потребляемая светильником, Вт.

11.12.2 Коэффициент световой отдачи определяют отношением световой отдачи светильника к световой отдаче содержащихся в нем светодиодов одного типа, указанной изготовителем в технических условиях или каталоге.

### 11.13 Определение коррелированной цветовой температуры осветительного прибора со светодиодами

11.13.1 КЦТ определяют с помощью автоматизированного спектроколориметра или рассчитывают по координатам цветности излучения, полученным измерениями распределения спектральной плотности излучения по 11.13.2.

Измерение проводят в состоянии стабилизации светового потока.

Определение координат цветности и КЦТ осветительного прибора со светодиодами выполняют либо в процессе измерения светового потока, когда наряду с фотометрической головкой приемно-регистрирующей тракт фотометрического шара оснащен спектрометром, либо как отдельное измерение. В последнем случае допускается выполнение измерений распределения спектральной плотности энергетической освещенности или энергетической яркости (ГОСТ 8.195) в абсолютных или относительных единицах сканирующими спектрометрами.

11.13.2 По результатам измерения распределения спектральной плотности излучения  $\phi_{e\lambda}(\lambda)$ , относительные единицы, рассчитывают координаты цвета  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  по формулам

$$\begin{aligned} X &= \int_{380}^{780} \phi_{e\lambda}(\lambda) \bar{x}(\lambda) d\lambda, & Y &= \int_{380}^{780} \phi_{e\lambda}(\lambda) \bar{y}(\lambda) d\lambda, \\ Z &= \int_{380}^{780} \phi_{e\lambda}(\lambda) \bar{z}(\lambda) d\lambda, \end{aligned} \quad (25)$$

где  $\bar{x}(\lambda)$ ,  $\bar{y}(\lambda)$ ,  $\bar{z}(\lambda)$  – функции сложения в стандартной колориметрической системе МКО 1931 г.

Координаты цветности  $x$ ,  $y$  определяют через координаты цвета  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  по формулам

$$x = \frac{X}{X + Y + Z}, \quad y = \frac{Y}{X + Y + Z}. \quad (26)$$

На графике цветностей МКО 1931 г. с нанесенными четырехугольниками допустимых отклонений коррелированной цветовой температуры по рекомендациям МКО [7] (рисунок 7) определяют, в какой из них попадает точка с найденными координатами цветности.

Значение КЦТ испытуемого осветительного прибора определяют по номинальному значению КЦТ, соответствующему четырехугольнику, в который попала расчетная точка с координатами  $x$  и  $y$ .

В случае непопадания расчетной точки ни в один из четырехугольников осветительный прибор считают не выдержавшим испытание.

### 11.14 Определение спада и времени стабилизации светового потока осветительного прибора со светодиодами

Спад и время стабилизации светового потока осветительного прибора определяют путем регистрации значений величины, пропорциональной световому потоку (например, освещенности приемника).

Для определения начального значения светового потока проводят измерение регистрируемой величины  $n_0$  в первые 20 с после включения осветительного прибора. Далее через интервалы времени, не превышающие 15 мин, проводят измерения регистрируемой величины. Состояние стабилизации считают достигнутым, когда впервые от начала испытания для трех последовательных значений регистрируемой величины разница между максимальным  $n_{\text{max}}$  и минимальным  $n_{\text{min}}$  значениями не превышает 1%, т. е. выполняется условие

$$\frac{n_{\text{max}} - n_{\text{min}}}{n_{\text{cp}}} 100\% \leq 1\%, \quad (27)$$

где  $n_{\text{cp}}$  – среднеарифметическое указанных трех значений.

Время стабилизации  $t_{\text{стаб}}$  определяют как период от включения осветительного прибора до момента фиксации первого по времени из трех указанных значений, которое принимают за значение регистрируемой величины в состоянии стабилизации  $n_{\text{стаб}}$ .

Спад светового потока, %, определяют по формуле

$$\delta\Phi = \frac{n_0 - n_{\text{стаб}}}{n_0} 100. \quad (28)$$

### 11.15 Испытание осветительного прибора со светодиодами на устойчивость световых и цветовых параметров к температурным воздействиям

11.15.1 Устойчивость определяют по изменениям светового потока и КЦТ осветительного прибора со светодиодами при воздействии и после воздействия температуры окружающего воздуха.

11.15.2 Испытания проводят в климатической камере, которая должна быть оборудована оптическим устройством, например волоконным световодом, для вывода света от осветительного прибора к фотометрической головке и спектрометру. Осветительный прибор устанавливают в камере в рабочее положение.

В целях сокращения продолжительности испытаний допускается проводить испытание в двух отдельных камерах тепла и холода с перемещением осветительного прибора при нормальной температуре из одной камеры в другую.

При испытаниях изменение светового потока осветительного прибора определяют по изменению значения пропорциональной величины, например освещенности приемника (показания  $n_0$ ,  $n_1$  и т. д.), расположенного вне камеры и освещаемого с помощью указанного световода. Изменение КЦТ (показания  $T_{\text{кц},0}$ ,  $T_{\text{кц},1}$  и т. д.) измеряют с помощью спектрометров или спектроколориметров.



### 11.15.3 Порядок проведения испытаний

Осветительный прибор помещают в камеру, устанавливают температуру окружающего воздуха 25 °С, включают осветительный прибор, выдерживают его при этой температуре в течение 3 ч, затем снимают показания  $n_0$  и  $T_{кц,0}$ .

Не выключая осветительный прибор, в камере устанавливают температуру окружающего воздуха 40 °С, осветительный прибор выдерживают при этой температуре в течение 3 ч, затем снимают показания  $n_1$  и  $T_{кц,1}$ .

Не выключая осветительный прибор, в камере устанавливают температуру окружающего воздуха 25 °С, осветительный прибор выдерживают при этой температуре в течение 3 ч, затем снимают показания  $n_2$  и  $T_{кц,2}$ .

Осветительный прибор выключают, в камере устанавливают температуру окружающего воздуха минус 40 °С, осветительный прибор включают и выдерживают при этой температуре в течение 3 ч, затем снимают показания  $n_3$  и  $T_{кц,3}$ .

Не выключая осветительный прибор, в камере понижают температуру окружающего воздуха до 25 °С, освети-

тельный прибор выдерживают при этой температуре в течение 3 ч, затем снимают показания  $n_4$  и  $T_{кц,4}$ .

Результаты измерений вносят в таблицу.

11.15.4 Осветительный прибор считают выдержавшим испытание на устойчивость световых и цветовых параметров к воздействию температур, если отношения  $\frac{n_1}{n_0}$  и  $\frac{n_3}{n_0}$

составляют не менее 0,7, а абсолютные значения разностей  $|T_{кц,1} - T_{кц,0}|$  и  $|T_{кц,3} - T_{кц,0}|$  – не более 500 К.

Осветительный прибор считают выдержавшим испытание на восстанавливаемость световых и цветовых параметров после воздействия температур, если отношения  $\frac{|n_2 - n_0|}{n_0}$ ,  $\frac{|n_4 - n_0|}{n_0}$  и  $\frac{|T_{кц,2} - T_{кц,0}|}{T_{кц,0}}$ ,  $\frac{|T_{кц,4} - T_{кц,0}|}{T_{кц,0}}$  составляют не более 0,05.

**Пример – Таблица для регистрации результатов измерений**

Температура в камере, °С	Результаты измерения	
	Световой поток, относительные единицы	Коррелированная цветовая температура, К
+25	$n_0$	$T_{кц,0}$
+40	$n_1$	$T_{кц,1}$
+25	$n_2$	$T_{кц,2}$
-40	$n_3$	$T_{кц,3}$
+25	$n_4$	$T_{кц,4}$

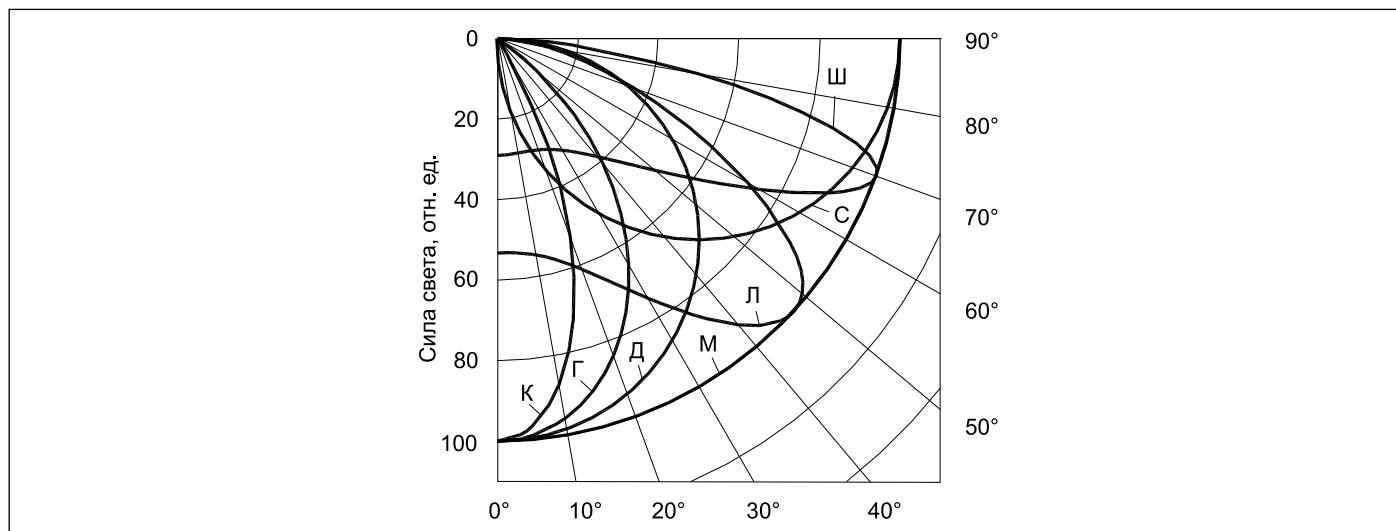
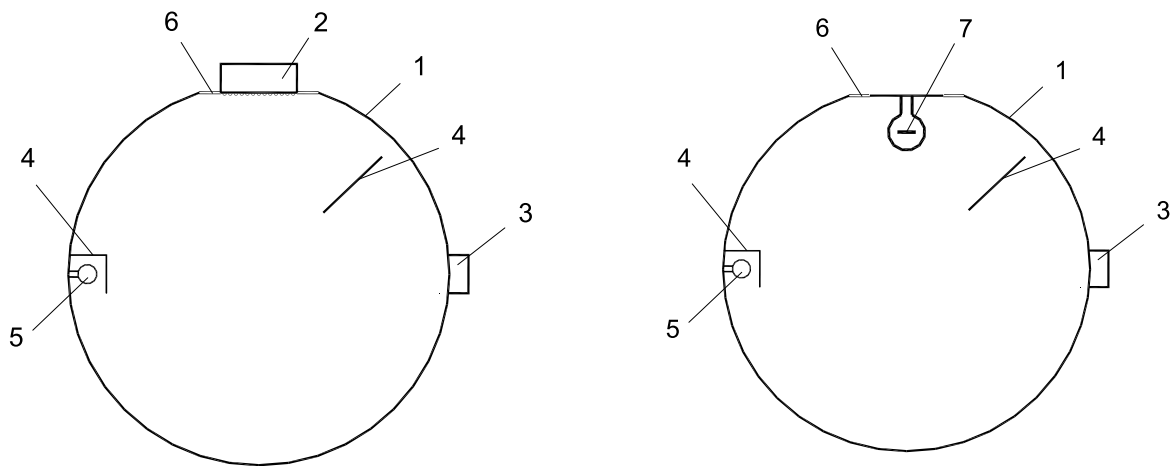


Рисунок 1 – Типы кривых силы света



а – для осветительного прибора

б – для измерительной лампы

1 – фотометрический шар, 2 – измеряемый осветительный прибор, 3 – фотоприемник, 4 – экран, 5 – вспомогательная лампа, 6 – крышка зазора, 7 – измерительная лампа

Рисунок – 2 Схема измерения в фотометрическом шаре светового потока осветительного прибора с плоским выходным отверстием

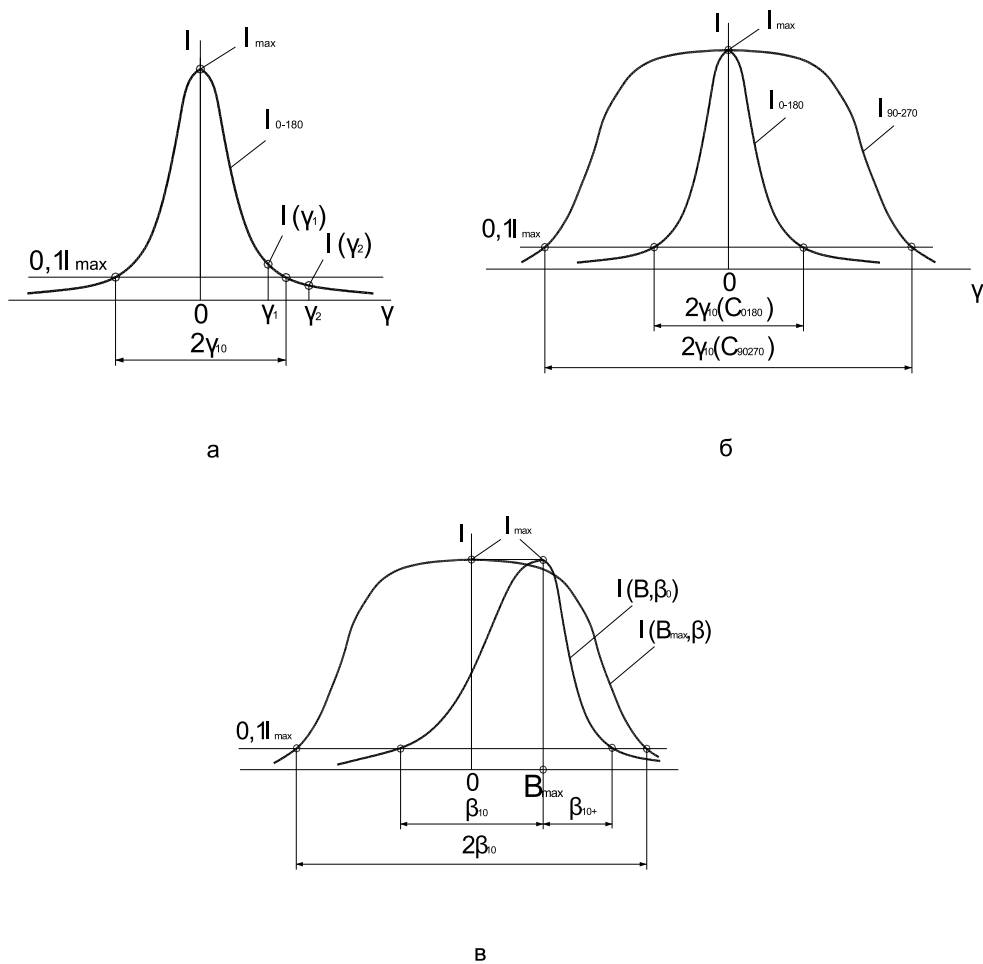
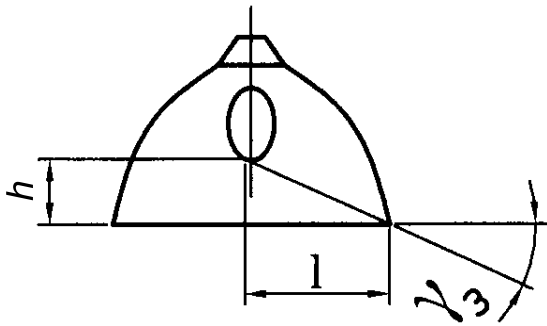
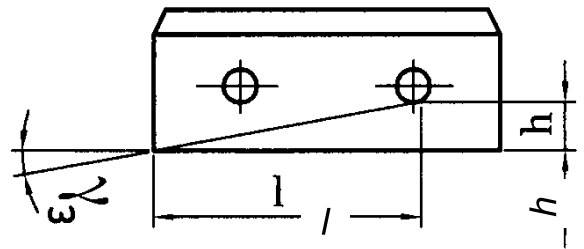


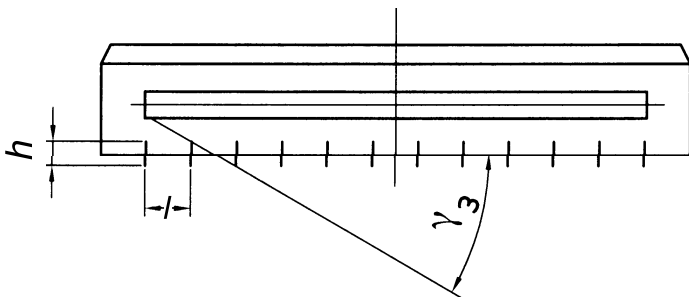
Рисунок 3 – Определение углов рассеяния прожектора



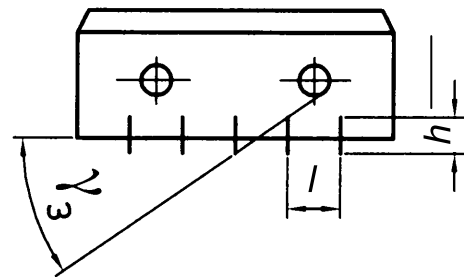
а – для светильников с лампами со светящей колбой



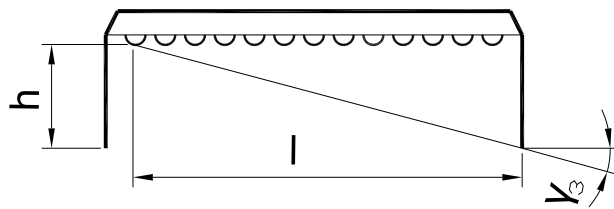
б – для светильников с люминесцентными лампами без решетки



в – для светильников с люминесцентными лампами с решеткой



г – для светильников с люминесцентными лампами с решеткой



д – для светильников со светодиодами

Рисунок 4 – Определение защитного угла светильника измерением конструктивных параметров

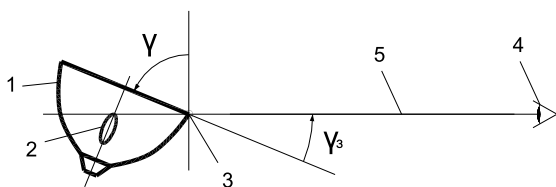


Схема 1

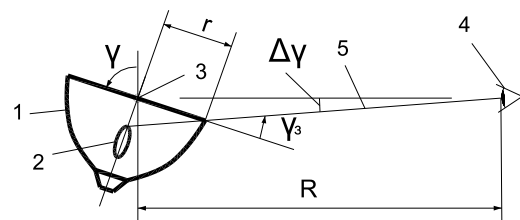
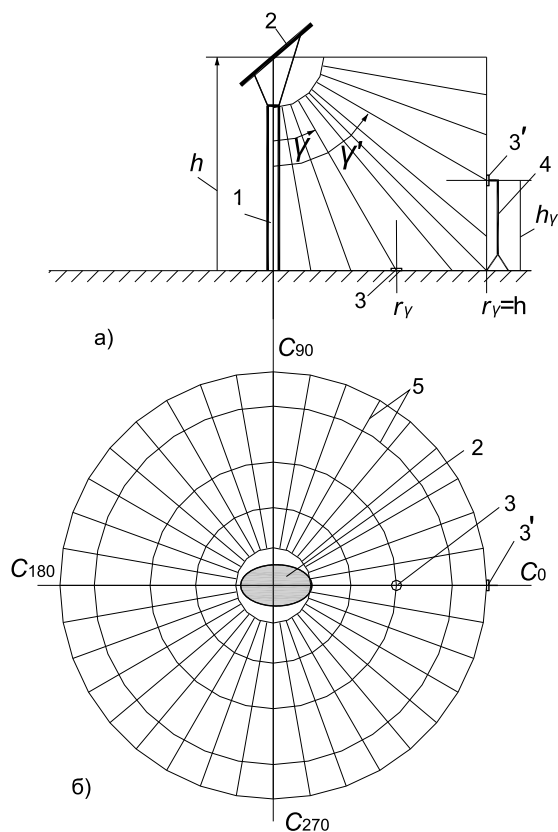


Схема 2

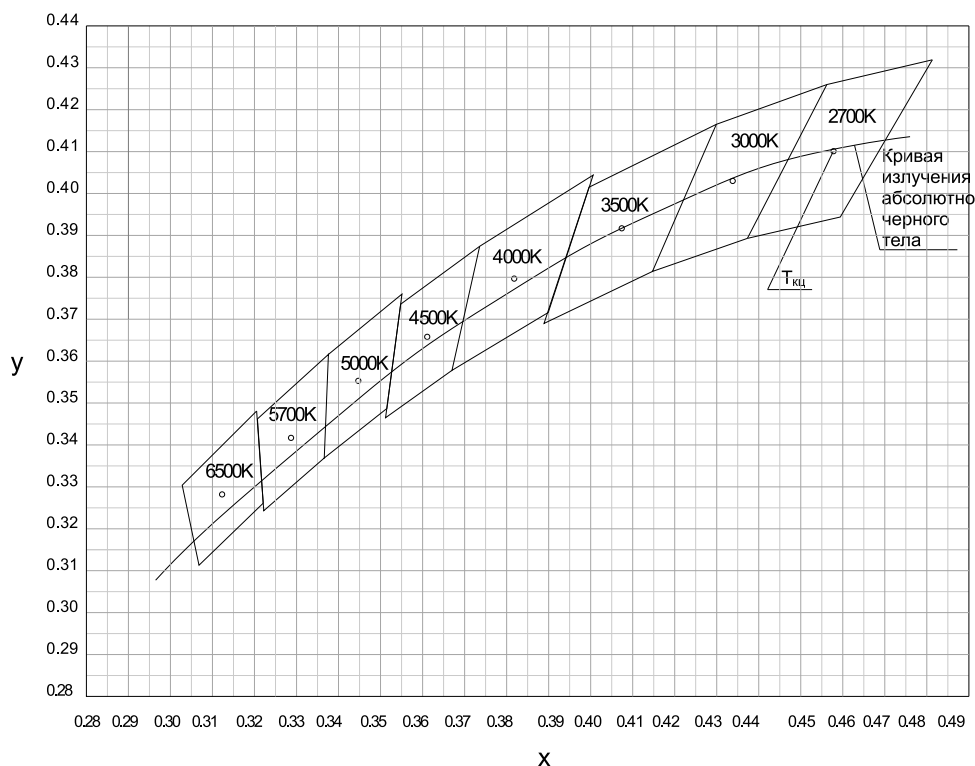
1 – светильник; 2 – источник света; 3 – центр поворота гониофотометра; 4 – глаз наблюдателя; 5 – линия зрения

Рисунок 5 – Визуальный способ определения защитного угла светильника



- 1 – стойка осветительного устройства, содержащая лампу (световод);
- 2 – отражающий экран;
- 3 и 3' – фотометрическая головка в положении измерения горизонтальной и вертикальной освещенности соответственно;
- 4 – раздвижной штатив;
- 5 – измерительная сетка горизонтальной плоскости в системе  $C, \gamma$ ; а – вид сбоку; б – вид сверху

Рисунок 6 – Схема измерения распределения освещенности в натуральных условиях



Примечание – График построен по таблице Е.1 приложения Е.

Рисунок 7 – График цветностей МКО 1931 г. с линией абсолютно черного тела и семейством четырехугольников допустимых отклонений КЦТ (фрагмент в пределах диапазона цветовых температур 2500–7100 К)

Т а б л и ц а 1

Класс светораспределения		Доля светового потока в нижнюю полусферу, %
Наименование	Обозначение	
Прямого света	П	Св. 80
Преимущественно прямого света	Н	Св. 60 до 80 включ.
Рассеянного света	Р	« 40 « 60 »
Преимущественно отраженного света	В	« 20 « 40 »
Отраженного света	О	До 20 включ.

Т а б л и ц а 2

Тип кривой силы света*		Зона направлений максимальной силы света *	$K_{\phi}$
Наименование	Обозначение		
Концентрированная	К	$0^{\circ} - 15^{\circ}$	$K_{\phi} \geq 3$
Глубокая	Г	$0^{\circ} - 30^{\circ}$	$2 \leq K_{\phi} < 3$
Косинусная	Д	$0^{\circ} - 35^{\circ}$	$1,3 \leq K_{\phi} < 2$
Полуширокая	Л	$35^{\circ} - 55^{\circ}$	$1,5 \leq K_{\phi} < 1,9$
Широкая	Ш	$55^{\circ} - 85^{\circ}$	$1,9 \leq K_{\phi} < 2,3$
Равномерная	М	$0^{\circ} - 180^{\circ}$	$K_{\phi} \leq 1,3$ , при $I_{min} > 0,7 I_{max}$
Синусная	С	$70^{\circ} - 90^{\circ}$	$K_{\phi} > 1,3$ , при $I_0 < 0,7 I_{max}$

\* Для нижней полусферы отсчет углов ведут от направления на надир, для верхней – на зенит.

П р и м е ч а н и е –  $K_{\phi}$  – коэффициент формы кривой силы света (11.5);

$I_0$  – значение силы света в направлении оптической оси светильника;

$I_{min}, I_{max}$  – минимальное и максимальное значения силы света.

Таблица 3

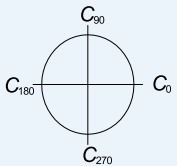
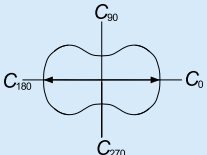
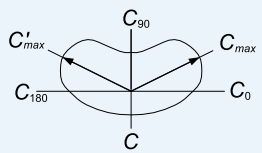
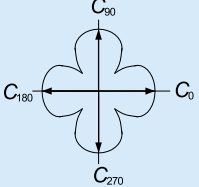
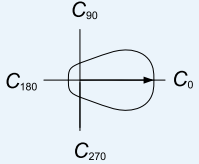
Тип условной кривой силы света в экваториальной плоскости	Характеристика условной кривой силы света	Вид условной кривой силы света
Круглосимметричная	Окружность	
Осевая	Кривая с двумя осями симметрии и двумя симметричными максимумами, расположенными по одной из этих осей	
Боковая	Кривая с одной осью симметрии и двумя симметричными максимумами, расположенными под углом к оси симметрии	
Многолучевая	Кривая с тремя или более максимумами, равномерно расположенными (на рисунке приведена кривая с четырьмя максимумами)	
Асимметричная (кососвет)	Кривая с одной осью симметрии и одним максимумом, расположенным по этой оси	

Таблица 4

Тип светораспределения в зоне слепимости	Предельная сила света, кд/1000 лм, для угла	
	80°	90°
Полностью ограниченное	100	0
Ограниченное		25
Полуограниченное	200	50
Неограниченное	Не нормируют	

Таблица 5

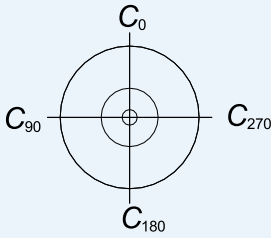
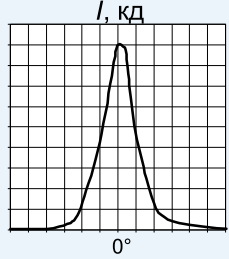
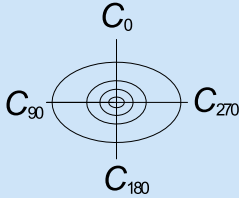
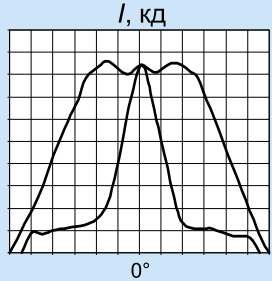
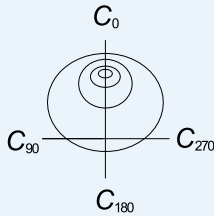
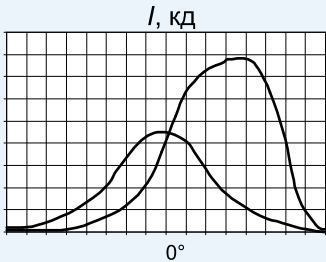
Тип светораспределения прожектора	Кривые равной силы света в координатах $C, \gamma$	Кривые силы света в меридиональных плоскостях
Круглосимметричное		
Симметричное, с двумя плоскостями симметрии $C_{0-180}$ и $C_{90-270}$		
Асимметричное, с одной плоскостью симметрии $C_{0-180}$ – кососвет		

Таблица 6

Категория по ограничению яркости *	Защитный (условный защитный) угол в поперечной и продольной плоскостях, не менее	Зона ограничения яркости	Габаритная яркость, кд/м <sup>2</sup> , не более, для класса светораспределения		
			П	Н	Р, В
1	90°	0° – 90°	2000		
2	30°	60° – 90°	2500	3000	4000
3			3500**	4500	5000

\* Категории по ограничению яркости светильников приведены в приложении А.

\*\* Для потолочных и встраиваемых светильников не более 5000 кд/м<sup>2</sup>.

Примечание – Требование к равномерности яркости при установлении габаритной яркости осветительного прибора со светодиодами находится в стадии рассмотрения.

Т а б л и ц а 7

Вид светильника	Расстояние от светового центра до пола, м*	Защитный (условный защитный) угол в поперечной и продольной плоскостях, не менее		Зона ограничения яркости
		В нижней полусфере	В верхней полусфере	
Настенный	До 1,8 включ.	30°	30°	60° – 120°
	Св. 1,8		–	60° – 90°
Напольный	До 1,0 включ.	10°	40°	80° – 130°
	От 1,0 до 1,3 включ.	20°	30°	70° – 120°
	Св. 1,3 до 1,6 включ.	30°	20°	60° – 110°
	Св. 1,6		10°	60° – 90°

\* Указывают в эксплуатационных документах по ГОСТ 2.601 на светильники для жилых помещений; в технических условиях на светильники для общественных зданий конкретных типов или групп.

Т а б л и ц а 8

Класс светораспределения	Габаритная яркость, кд/м <sup>2</sup> , не более
П	3500
Н	3000
Р	2500

Т а б л и ц а 9

Область применения светильников	КПД, %, не менее, для светильников		
	С рассеивателем и отражателем	С экранирующей решеткой или кольцами	Без оптических и экранирующих элементов
Помещения общественных зданий	50	60	70
Помещения производственных зданий	60	70	80

Т а б л и ц а 10

Область применения светильников	Класс светораспределения	Световая отдача, лм/Вт, не менее, для светильников			
		С рассеивателем		С вторичной оптикой	Без оптических и экранирующих элементов
		призматическим	матированным		
Помещения общественных зданий	П	65	55	60	–
	Н	60			
	Р				
Помещения производственных зданий	П	65	55	65	70
	Н, В	60			
	Р		50	60	65



Таблица 11

Расстояние от светового центра светильника до рабочей поверхности, м *	Зона ограничения яркости	Защитный (условный защитный) угол, не менее	
		В нижней полусфере	В верхней полусфере
До 1,1 включ.	85° – 125°	5°	35°
Св. 1,1 до 1,2 включ.	75° – 110°	15°	20°
» 1,2 » 1,3 »	65° – 95°	25°	5°
» 1,3	60° – 90°	30°	–

\* Указывают в эксплуатационных документах по ГОСТ 2.601 светильников для жилых помещений; в технических условиях на светильники конкретных типов или групп для общественных зданий.

П р и м е ч а н и е – Колба лампы, кроме лампы с зеркальным куполом колбы, декоративной колбы и колбы компактной люминесцентной лампы, не должна выходить за плоскость верхнего или нижнего выходного отверстия рассеивателя или отражателя светильника.

Таблица 12

Номинальное значение коррелированной цветовой температуры, К	Область допустимых значений коррелированной цветовой температуры, К
2700	2725 ± 145
3000	3045 ± 175
3500	3465 ± 245
4000	3985 ± 275
4500	4503 ± 243
5000	5028 ± 283
5700	5665 ± 355
6500	6530 ± 510

Таблица 13

Измеряемый параметр	Воспроизводимость измерений, %, для осветительных приборов		
	С лампами накаливания	С разрядными лампами	Со светодиодами
Сила света	± 5	± 10	± 8
Освещенность			
Световой поток			
Габаритная яркость			± 10
КПД			–
Световая отдача	–		± 8
Коррелированная цветовая температура			± 10

Т а б л и ц а 14

Наименование составляющих относительных погрешностей	Обозначение	Значение относительной погрешности, %	
		фотометрической головки	яркомера, цифровой камеры-яркомера
Качество коррекции под $V(\lambda)$ относительно источника типа А, не более	$f_1'$	4,5	5,0
Погрешность при переходе от источника типа А к источникам с другим спектральным составом излучения, не более	$f_1(z)$	3,0	4,0
Погрешность отличия от $V(\lambda)$ в ближней УФ-области спектра, не более	$U$	0,1	0,1
Погрешность отличия от $V(\lambda)$ в ближней ИК-области спектра, не более	$R$	0,5	0,5
Пространственная (косинусная) погрешность люксметра, не более	$f_2$	2,0	2,0
Погрешность нелинейности, не более	$f_3$	0,2	0,2
Погрешность температурной зависимости, не более	$f_5$	0,3 % / °С	0,3 % / °С
Погрешность модуляции света, не более	$f_6$	0,5	0,5
Погрешность поляризации, не более	$f_7$	–	0,6
Погрешность установки фотометрической головки фотометра или фокусировки яркомера, не более	$f_8$	0,15	0,2
Пределы суммарной погрешности	$f_{\Sigma}$	3–7	5–10

Т а б л и ц а 15

Наименование характеристики	Значение
Спектральный диапазон, нм	350–830
Погрешность калибровки по длинам волн, нм, не более	± 0,3
Шаг сканирования, нм, не более	5
Погрешность калибровки по относительному спектральному распределению излучения, %, не более	± 5
Динамический диапазон измерений, не менее	6 порядков
Погрешность определения координат цветности $\Delta x$ и $\Delta y$ , не более	± 0,005
Погрешность определения коррелированной цветовой температуры, %, не более	± 10

П р и м е ч а н и е – Для расчета координат цветности в системах диаграмм МКО 1931 г., 1960 г. и 1976 г. и определения коррелированной цветовой температуры рекомендуется использование измерительного оборудования со встроенным программным обеспечением.

Т а б л и ц а А.1

**Приложение А**  
**(справочное)**  
**Категории по ограничению яркости**  
**светильников внутреннего освещения**

А.1 Категории по ограничению яркости определяются возможностью использования светильников в помещениях с различными требованиями к ограничению слепящего действия, характеризуемого значением показателя дискомфорта (UGR) в соответствии с таблицей А.1.

Категория светильников по ограничению яркости	Примеры применения светильников в помещениях	Показатель дискомфорта UGR*
1	Групповые и спальные комнаты детских учреждений, палаты больниц	13
2	Медицинские помещения, классы, учебные кабинеты в школах и рабочие помещения с дисплеями	16
3	Рабочие помещения общественных зданий: административно-конторские, библиотеки	19

\* Значение показателя дискомфорта UGR по ИСО 8995/МКО 008 [8].

**Приложение Б  
(обязательное)  
Системы фотометрирования**

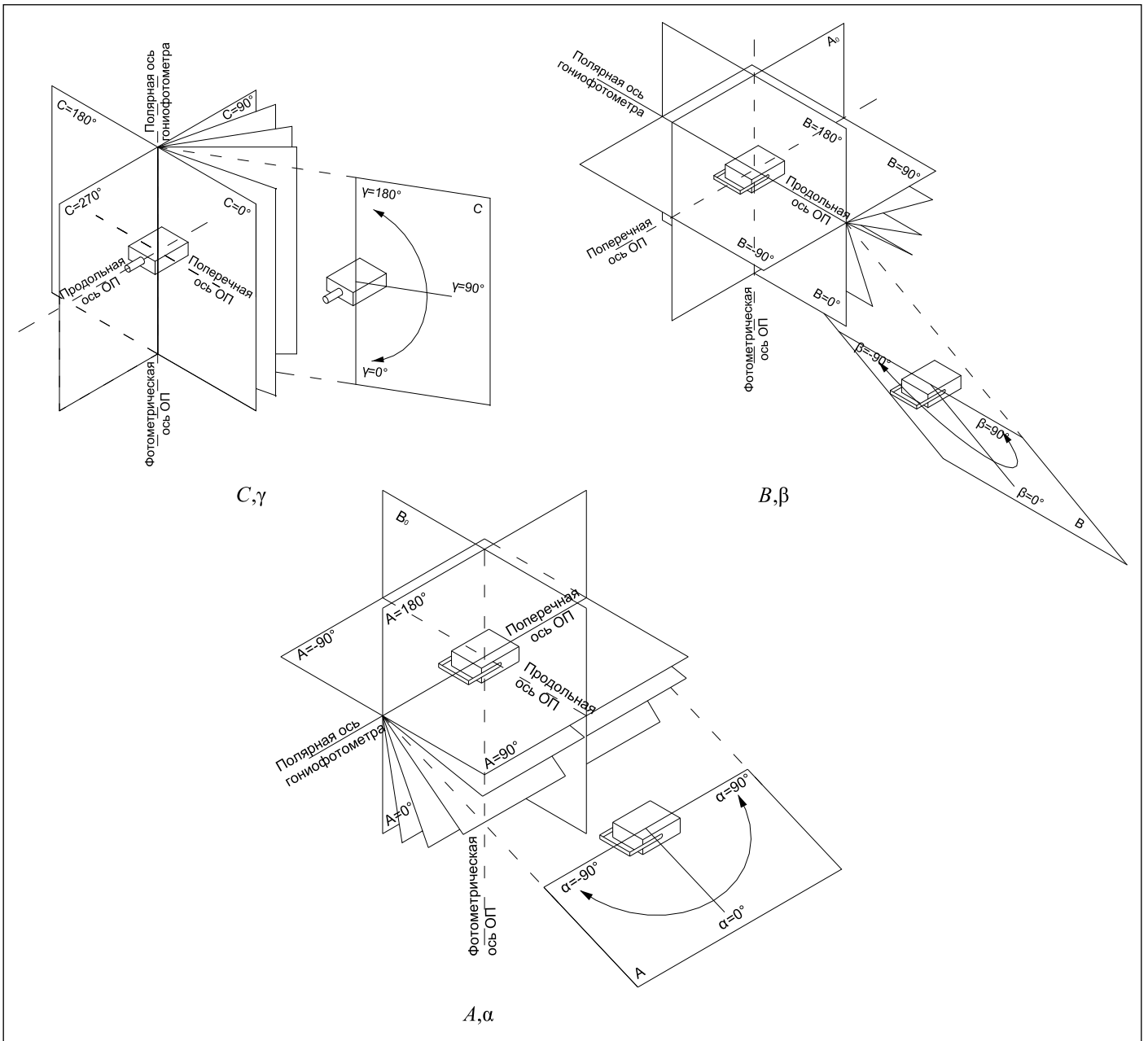


Рисунок Б.1 – Системы фотометрирования

Соотношения между углами систем фотометрирования приведены в таблице Б.1.

Таблица Б.1

Система фотометрирования		Формула перехода	
заданная	требуемая	для плоскостей	для углов
$A, \alpha$	$B, \beta$	$tg B = tg \alpha / \cos A$	$\sin \beta = \sin A \cos \alpha$
$A, \alpha$	$C, \gamma$	$tg C = tg \alpha / \sin A$	$\cos \gamma = \cos A \cos \alpha$
$B, \beta$	$A, \alpha$	$tg A = tg \beta / \cos B$	$\sin \alpha = \sin B \cos \beta$
$B, \beta$	$C, \gamma$	$tg C = \sin B / tg \beta$	$\cos \gamma = \cos B \cos \beta$
$C, \gamma$	$A, \alpha$	$tg A = \cos C tg \gamma$	$\sin \alpha = \sin C \sin \gamma$
$C, \gamma$	$B, \beta$	$tg B = \sin C tg \gamma$	$\sin \beta = \cos C \sin \gamma$

**Приложение В  
(обязательное)**

**Положение фотометрического центра осветительных приборов**

Рисунок В.1 – Положение фотометрического центра осветительного прибора

а – зеркальный отражатель, выходное отверстие открыто или с прозрачным рассеивателем	б – зеркальный отражатель, выходное отверстие открыто или с прозрачным рассеивателем, отражение с рассеянием	в – рассеиватель плоский матированный или призматический
г – рассеиватель выпуклый матированный или призматический	д – рассеиватель выпуклый матированный или призматический	е – отражатель и решетка зеркальные
ж – рассеиватель прозрачный	и – светодиодный светильник плоский открытый с матированным или призматическим рассеивателем	к – светодиодный светильник объемный

× – положение фотометрического центра светильника

Рисунок В.1 – Положение фотометрического центра осветительного прибора

## Приложение Г (справочное)

### Примеры стандартизованных таблиц сил света осветительного прибора

#### Г.1 Пример 1

Таблица сил света для условного осветительного прибора в системе С, γ, светораспределение которого охватывает обе полусферы ( $0 \leq \gamma \leq 180^\circ$ ) и имеет ось симметрии, поэтому значения силы света приведены только для плоскости С<sub>0</sub>.

Т а б л и ц а Г.1

Меридиональный угол γ	Сила света, кд/1000 лм	Меридиональный угол γ	Сила света, кд/1000 лм	Меридиональный угол γ	Сила света, кд/1000 лм
0 °	11	65 °	113	130 °	9
5 °	11	70 °	111	135 °	6
10 °	12	75 °	113	140 °	4
15 °	15	80 °	113	145 °	3
20 °	19	85 °	113	150 °	2
25 °	27	90 °	115	155 °	2
30 °	40	95 °	111	160 °	1
35 °	59	100 °	111	165 °	1
40 °	74	105 °	105	170 °	1
45 °	88	110 °	86	175 °	1
50 °	95	115 °	52	180 °	1
55 °	103	120 °	31		
60 °	110	125 °	18		

#### Г.2 Пример 2

Таблица сил света для условного осветительного прибора в системе С, γ, светораспределение которого ограничено нижней полусферой ( $0 \leq \gamma \leq 90^\circ$ ) и имеет две плоскости симметрии С<sub>0-180</sub> и С<sub>90-270</sub>, поэтому значения силы света приведены только для одного квадранта.

Т а б л и ц а Г.2

Меридиональный угол γ	Сила света, кд/1000 лм, для экваториальных углов С									
	0 °	10 °	20 °	30 °	40 °	50 °	60 °	70 °	80 °	90 °
0 °	226	226	226	226	226	226	226	226	226	226
5 °	235	235	235	239	239	231	231	231	231	231
10 °	222	222	218	222	222	222	226	226	231	231
15 °	226	231	222	222	214	205	201	205	218	222
20 °	231	231	214	205	201	193	185	170	182	201
25 °	239	235	214	197	180	166	164	150	143	170
30 °	247	235	205	193	172	137	138	131	120	151
35 °	256	235	197	180	143	121	114	126	102	127
40 °	277	247	193	157	132	113	95	105	89	112
45 °	273	239	189	160	129	98	93	89	76	93
50 °	310	247	185	148	116	104	73	74	68	76

Окончание таблицы Г.2

Меридиональный угол $\gamma$	Сила света, кд/1000 лм, для экваториальных углов $C$									
	0 °	10 °	20 °	30 °	40 °	50 °	60 °	70 °	80 °	90 °
55 °	348	264	180	137	114	90	75	59	57	64
60 °	424	294	159	119	106	91	85	55	48	54
65 °	461	319	159	109	93	82	69	46	41	44
70 °	432	298	159	110	89	69	60	43	31	32
75 °	193	176	92	57	60	51	49	33	19	19
80 °	50	50	25	19	19	28	23	21	11	11
85 °	13	13	13	9	9	9	6	6	6	6
90 °	8	8	8	6	7	6	4	4	3	3

### Г.3 Пример 3

Таблица сил света для условного осветительного прибора в системе  $B, \beta$ , светораспределение которого ограничено нижней полусферой, симметрично относительно главной продольной плоскости  $B_0$  и несимметрично в плоскостях  $B$  относительно угла  $\beta = 0$ , поэтому значения силы света приведены для диапазона экваториальных углов  $0 \leq B \leq 90$  ° и меридиональных углов минус  $90 \text{ °} \leq \beta \leq 90 \text{ °}$ .

Т а б л и ц а Г.3

Меридиональный угол $\beta$	Сила света, кд/1000 лм, для экваториальных углов $B$						
	0 °	15 °	30 °	45 °	60 °	75 °	90 °
-90 °	0	0	0	0	0	0	0
-80 °	9	9	8	5	3	1	0
-70 °	106	102	89	63	31	8	0
-60 °	490	473	410	290	145	38	0
-50 °	2430	2347	2033	1437	719	186	0
-40 °	4000	3864	3346	2366	1183	306	0
-30 °	4800	4636	4015	2839	1420	367	0
-20 °	5100	4926	4266	3017	1508	390	0
-10 °	5500	5313	4601	3253	1627	421	0
0 °	5600	5409	4684	3312	1656	429	0
10 °	5400	5216	4517	3194	1597	413	0
20 °	5000	4830	4183	2958	1479	383	0
30 °	4400	4250	3681	2603	1301	337	0
40 °	3600	3477	3011	2129	1065	276	0
50 °	2090	2019	1748	1236	618	160	0
60 °	470	454	393	278	139	36	0
70 °	146	141	122	86	43	11	0
80 °	9	9	8	5	3	1	0
90 °	0	0	0	0	0	0	0

## Приложение Д (справочное)

### Примеры расчета светового потока и среднего значения силы света осветительного прибора

Д.1 Для расчета приближенного значения светотехнических параметров, выраженных через определенные интегралы, могут быть использованы разные методы численного интегрирования, например методы прямоугольников, трапеций, парабол (Симпсона) и другие. При ручной технологии расчета рекомендуется применять метод трапеций (примеры приведены ниже). При отсутствии программного обеспечения, прилагаемого к гониофотометру, для проведения подобных расчетов удобно использовать программу *Microsoft Excell*.

#### Д.2 Расчет светового потока осветительного прибора с круглосимметричным светораспределением

По результатам измерения распределения силы света исходные данные для расчета представляют в виде двух массивов значений: сил света ( $I_0, I_1, \dots, I_m$ ) и соответствующих меридиональных углов ( $\gamma_0, \gamma_1, \dots, \gamma_m$ ), где  $m+1$  – число измеренных значений силы света.

Для определения светового потока осветительного прибора с круглосимметричным распределением силы света в интервале меридиональных углов от  $\gamma_0$  до  $\gamma_m$  используют формулу

$$\Phi = 2\pi \int_{\gamma=\gamma_0}^{\gamma_m} I(\gamma) \sin \gamma d\gamma. \quad (Д.1)$$

Расчет приближенного значения величины  $\Phi$  для массива углов с равномерным шагом  $\Delta\gamma$  выполняют по формуле

$$\Phi = 2\pi\Delta\gamma \left( \frac{I_0 \sin \gamma_0 + I_m \sin \gamma_m}{2} + \sum_{j=1}^{m-1} I_j \sin \gamma_j \right), \quad (Д.2)$$

где  $I_j$  – измеренные значения силы света, кд;  
 $\gamma_j$  – соответствующие значения меридиональных углов, рад;

$$\Delta\gamma = \frac{\gamma_m - \gamma_0}{m}.$$

Для осветительного прибора, излучающего в полную сферу,  $\gamma_0=0$ ,  $\gamma_m=180^\circ$ , для нижней полусферы –  $\gamma_0=0$ ,  $\gamma_m=90^\circ$ , для верхней –  $\gamma_0=90^\circ$ ,  $\gamma_m=180^\circ$ .

При неравномерном шаге  $\Delta\gamma$  весь интервал углов  $\gamma_m-\gamma_0$  разбивают на интервалы с одинаковым шагом и рассчитывают световые потоки в каждом интервале, используя формулу (Д.2), а затем их суммируют.

#### Пример

В таблице Д.1 приведены исходные и расчетные данные осветительного прибора с круглосимметричным распределением силы света, излучающего в полную сферу. Значения силы света приведены к световому потоку лампы 1000 лм.

Расчетное значение светового потока равно 742 лм/1000 лм.

#### Д.3 Расчет светового потока осветительного прибора с произвольным светораспределением

По результатам измерения распределения силы света исходные данные для расчета представляют в виде трех связанных массивов значений: экваториальных углов ( $C_0, C_1, \dots, C_n$ ), меридиональных углов ( $\gamma_0, \gamma_1, \dots, \gamma_m$ ) и сил света ( $I_{00}, I_{01}, \dots, I_{0m}, \dots, I_{n0}, I_{n1}, \dots, I_{nm}$ ), где  $n+1$  и  $m+1$  – число экваториальных и меридиональных углов соответственно.

Для определения светового потока осветительного прибора в интервалах экваториальных углов от  $C_0$  до  $C_n$  и меридиональных углов от  $\gamma_0$  до  $\gamma_m$  используют формулу

$$\Phi = \int_{C=C_0}^{C_n} \int_{\gamma=\gamma_0}^{\gamma_m} I(C, \gamma) \sin \gamma d\gamma dC \quad (Д.3)$$

Расчет приближенного значения величины  $\Phi$  для массивов углов  $C$  и  $\gamma$  с соответствующими равномерными шагами  $\Delta C$  и  $\Delta\gamma$  выполняют по формуле

$$\Phi = \Delta C \Delta\gamma \left\{ \frac{f_{00} + f_{n0} + f_{0m} + f_{nm}}{4} + \frac{1}{2} \left[ \sum_{i=1}^{n-1} (f_{i0} + f_{im}) + \sum_{j=1}^{m-1} (f_{0j} + f_{nj}) \right] + \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=1}^{m-1} f_{ij} \right\}, \quad (Д.4)$$

где  $f_{ij} = I_{ij} \sin \gamma_j$ ,  $\Delta C = \frac{C_n - C_0}{n}$ ,  $\Delta\gamma = \frac{\gamma_m - \gamma_0}{m}$ , значения

силы света, кд; углы, рад.

Для осветительного прибора, излучающего: в полную сферу –  $\gamma_0=0$ ,  $\gamma_m=180^\circ$ , в нижнюю полусферу –  $\gamma_0=0$ ,  $\gamma_m=90^\circ$ , в верхнюю полусферу –  $\gamma_0=90^\circ$ ,  $\gamma_m=180^\circ$ .

Для осветительных приборов с симметричным светораспределением (две плоскости симметрии  $C_{0-180}$  и  $C_{90-270}$ ) расчет проводят для одной четверти пространства в диапазоне углов от  $C_0=0$  до  $C_n=90^\circ$ , а затем результат учетверяют.

Для осветительных приборов с асимметричным светораспределением (одна плоскость симметрии  $C_{0-180}$  или  $C_{90-270}$ ) расчет проводят для половины пространства соответственно в диапазонах углов от  $C_0=0$  до  $C_n=180^\circ$  или от  $C_0=90^\circ$  до  $C_n=270^\circ$ , а затем результат удваивают.

#### Пример

В таблицах Д.2 и Д.3 приведены соответственно исходные и расчетные данные осветительного прибора с симметричным распределением силы света, излучающего в нижнюю полусферу. Так как осветительный прибор имеет две плоскости симметрии, то данные приведены для одной четверти диапазона углов  $C$ . Значения силы света приведены к световому потоку лампы 1000 лм.

Примечание – В таблице Д.3 отражена структура расчетной формулы (Д.4).

Значение члена  $f_{00} + f_{n0} + f_{0m} + f_{nm}$  равно сумме зна-

Таблица Д.1

$\gamma$	$I$ , кд/1000 лм	$\sin \gamma$	$I \sin \gamma$	$\gamma$	$I$ , кд/1000 лм	$\sin \gamma$	$\sin \gamma$	
0	22	0,000	0	95 °	74	0,996	74	
5 °	22	0,087	2	100 °	70	0,985	69	
10 °	28	0,174	5	105 °	65	0,966	63	
15 °	36	0,259	9	110 °	61	0,940	57	
20 °	44	0,342	15	115 °	54	0,906	49	
25 °	51	0,423	22	120 °	50	0,866	43	
30 °	59	0,500	30	125 °	43	0,819	35	
35 °	64	0,574	37	130 °	37	0,766	28	
40 °	68	0,643	44	135 °	29	0,707	21	
45 °	72	0,707	51	140 °	22	0,643	14	
50 °	77	0,766	59	145 °	15	0,574	9	
55 °	80	0,819	66	150 °	7	0,500	4	
60 °	82	0,866	71	155 °	3	0,423	1	
65 °	84	0,906	76	160 °	1	0,342	0	
70 °	84	0,940	79	165 °	1	0,259	0	
75 °	85	0,966	82	170 °	1	0,174	0	
80 °	83	0,985	82	175 °	1	0,087	0	
85 °	81	0,996	81	180 °	1	0,000	0	
90 °	78	1,000	78					
$\Sigma$								677
$\Phi = 2\pi\Delta\gamma\Sigma$								742

Таблица Д.2

$\gamma$	Сила света $I$ , кд/1000 лм, для углов $C$									
	0 °	10 °	20 °	30 °	40 °	50 °	60 °	70 °	80 °	90 °
0 °	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280
5 °	270	276	270	260	262	258	252	260	271	270
10 °	276	283	268	258	268	262	249	237	240	246
15 °	299	314	266	255	243	227	218	219	206	204
20 °	326	332	291	276	280	200	176	171	157	159
25 °	370	367	288	244	215	225	142	130	129	120
30 °	367	360	276	227	175	138	155	99	102	102
35 °	355	340	297	223	144	120	107	92	92	92
40 °	392	368	233	173	163	97	75	117	81	83
45 °	363	339	215	139	102	132	78	71	74	71
50 °	396	358	192	124	99	93	79	97	69	63
55 °	452	377	196	126	95	89	75	66	50	50
60 °	491	375	181	124	101	75	55	52	45	50
65 °	423	305	145	113	95	76	55	43	41	34
70 °	265	213	136	105	89	68	62	32	26	21
75 °	118	92	70	56	39	57	39	29	13	13
80 °	39	31	19	13	12	13	15	18	7	11
85 °	19	16	8	8	6	5	4	5	3	7
90 °	0	4	4	4	2	2	2	2	2	5



Таблица Д.3

$\gamma$	$f = I \sin \gamma$ , для углов $C$									
	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
0°	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5°	24	24	24	23	23	22	22	23	24	24
10°	48	49	47	45	47	46	43	41	42	43
15°	77	81	69	66	63	59	56	57	53	53
20°	111	113	100	94	96	68	60	58	54	54
25°	157	155	122	103	91	95	60	55	54	51
30°	184	180	138	113	87	69	78	50	51	51
35°	204	195	171	128	82	69	61	53	53	53
40°	252	236	150	111	105	63	48	75	52	53
45°	257	239	152	99	72	93	55	50	52	50
50°	303	274	147	95	76	71	60	74	53	48
55°	370	309	160	103	78	73	61	54	41	41
60°	426	325	156	108	87	65	48	45	39	43
65°	383	276	132	102	86	69	50	39	37	31
70°	249	200	128	99	84	64	58	30	24	20
75°	114	89	67	54	37	55	38	28	13	12
80°	39	31	19	13	12	12	15	17	7	11
85°	19	16	8	8	6	5	4	5	3	7
90°	0	4	4	4	2	2	2	2	2	5

чений четырех угловых ячеек (сумма равна 5); значение члена  $\sum_{i=1}^{n-1} (f_{i0} + f_{im}) + \sum_{j=1}^{m-1} (f_{0j} + f_{nj})$  – сумме значений граничных (кроме угловых) ячеек, выделенных полужирным шрифтом (сумма равна 3882); значение члена  $\sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=1}^{m-1} f_{ij}$  – сумме значений остальных ячеек (сумма равна 10302). Подстановка этих значений в формулу (Д.4) дает значение светового потока для одной четверти пространства, равное 186 лм/1000 лм.

Следовательно, полный расчетный световой поток равен 744 лм/1000 лм.

#### Д.4 Расчет среднего значения силы света

По результатам измерения распределения силы света в выбранной меридиональной плоскости  $C$  исходные данные для расчета представляют в виде двух массивов значений: сил света ( $I_0, I_1, \dots, I_m$ ) и соответствующих меридиональных углов ( $\gamma_0, \gamma_1 \dots \gamma_m$ ), где  $m+1$  – число измеренных значений силы света.

Для определения среднего значения силы света осветительного прибора в данной меридиональной плоскости в интервале меридиональных углов от  $\gamma_0$  до  $\gamma_m$  используют формулу

$$I_{cp} = \frac{1}{\gamma_m - \gamma_0} \int_{\gamma_0}^{\gamma_m} I(\gamma) d\gamma. \quad (Д.5)$$

Расчет приближенного значения величины  $I_{cp}$  для массива углов с равномерным шагом  $\Delta\gamma = \frac{\gamma_m - \gamma_0}{m}$  выполняют по формуле

$$I_{cp} = \frac{1}{m} \left( \frac{I_0 + I_m}{2} + \sum_{j=1}^{m-1} I_j \right). \quad (Д.6)$$

Для осветительного прибора, излучающего: в полную сферу –  $\gamma_0=0, \gamma_m=180^\circ$ , для нижней полусферы –  $\gamma_0=0, \gamma_m=90^\circ$ , для верхней –  $\gamma_0=90^\circ, \gamma_m=180^\circ$ .

При неравномерном шаге весь интервал углов  $\Delta\gamma = \gamma_m - \gamma_0$  разбивают на интервалы  $\Delta\gamma_i$  с одинаковым шагом (например,  $k$  интервалов), в каждом из них рассчитывают значения средней силы света  $I_{cp,i}$ , используя формулу (Д.6), а затем находят значение средней силы света всего интервала углов  $\Delta\gamma$  по формуле

$$I_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^k I_{cp,i} \Delta\gamma_i}{\Delta\gamma}. \quad (Д.7)$$

**Приложение Е  
(справочное)**

**Таблица координат цветности четырехугольников допустимых отклонений коррелированной  
цветовой температуры**

Т а б л и ц а Е.1

Точки координат цветности четырёхугольников		Координаты цветности							
		Номинальная коррелированная цветовая температура $T_{кц}$ , К							
		2700	3000	3500	4000	4500	5000	5700	6500
Центральная точка	x	0,4578	0,4338	0,4073	0,3818	0,3611	0,3447	0,3287	0,3123
	y	0,4101	0,4030	0,3917	0,3797	0,3658	0,3553	0,3417	0,3282
Вершины четырёхугольника	x	0,4813	0,4562	0,4299	0,4006	0,3736	0,3551	0,3376	0,3205
	y	0,4319	0,4260	0,4165	0,4044	0,3874	0,3760	0,3616	0,3481
	x	0,4562	0,4299	0,3996	0,3736	0,3548	0,3376	0,3207	0,3028
	y	0,4260	0,4165	0,4015	0,3874	0,3736	0,3616	0,3462	0,3304
	x	0,4373	0,4147	0,3889	0,3670	0,3512	0,3366	0,3222	0,3068
	y	0,3893	0,3814	0,3690	0,3578	0,3465	0,3369	0,3243	0,3113
	x	0,4593	0,4373	0,4147	0,3898	0,3670	0,3515	0,3366	0,3221
	y	0,3944	0,3893	0,3814	0,3716	0,3578	0,3487	0,3369	0,3261

**Библиография**

- |  |   |
|--|---|
| [1] Рекомендации МКО 53:1982                       | Методы оценки характеристик радиометров и фотометров ( <i>Methods of Characterizing the Performance of Radiometers and Photometers</i> )  |
| [2] Рекомендации МКО 69:1987                       | Методы оценки характеристик люксометров и яркометров: работа, характеристики, спецификации ( <i>Methods of Characterizing Illuminance Meter and Luminance Meter: Performance, Characteristics, Specifications</i> ) |
| [3] Рекомендации МКО 127:2007                      | Измерения светодиодов ( <i>Measurement of LEDs</i> )  |
| [4] Рекомендации МКО 121:1996                      | Фотометрия и гониофотометрия светильников ( <i>The Photometry and Gonio-photometry of Luminaires</i> )  |
| [5] IESNA LM-63:1995                               | Стандартный формат файла для электронной передачи фотометрических данных ( <i>Standard File Format for Electronic Transfer of Photometric Data and Related Information</i> )  |
| [6] Рекомендации МКО 84:1989                       | Измерение светового потока ( <i>Measurement of Luminous Flux</i> )  |
| [7] Рекомендации МКО 15:2004                       | Колориметрия. – 3-е изд. ( <i>Colorimetry, 3-rd ed.</i> )   |
| [8] Международный стандарт ИСО 8995/МКО S 008:2001 | Освещение рабочих мест внутри помещений ( <i>Joint ISO/CIE Standard: Lighting of Work Places – Part 1: Indoor [incl. Technical Corrigendum ISO 8995:2002/ Cor. 1: 2005 (E)]</i> )                                   |

**Светодиоды и светодиодные модули для общего освещения. Термины и определения**  
**General lighting – LEDs and LED modules – Terms and definitions**  
**Дата введения – 2012–07–01<sup>1</sup>**

### 1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает термины с соответствующими определениями, касающиеся освещения светодиодными источниками света. Стандарт содержит как описательные термины (такие как «встраиваемый светодиодный модуль»), так и термины, касающиеся измерений (такие как «яркость»).

**П р и м е ч а н и е** – Приложение А содержит обзор систем светодиодных модулей и устройств управления.

### 2 Нормативные ссылки

Нижеследующие справочные документы обязательны при применении настоящего стандарта. При датированных ссылках применяют только этот документ. При недатированной ссылке применяют последнее издание документа со всеми изменениями. МЭК 60050–845:1987 Международный электротехнический словарь. Глава 845. Освещение (IEC 60050–845:1987, International electrotechnical vocabulary – Chapter 845: Lighting)

МЭК 60061–1 Цоколи и патроны ламп, а также калибры для проверки их взаимозаменяемости и безопасности. Часть 1. Цоколи ламп (IEC 60001–1, Lamp caps and holders together with gauges for the control of interchangeability and safety – Part 1: Lamp caps)

### 3 Термины и определения

Для целей настоящего стандарта применимы термины с определениями по МЭК 60050–845, а также нижеследующие термины с соответствующими определениями:

**3.1 температура окружающей среды;  $t_{amb}$**  (ambient temperature;  $t_{amb}$ ): Средняя температура воздуха или другой среды вблизи светодиода или светодиодного модуля.

**П р и м е ч а н и я**

1 При измерении температуры окружающей среды измерительные приборы должны быть экранированы от сквозняков и лучистого нагрева.

[МЭК 60050–826:2004, определение 826–10–03, измененное]

[См. также МКО 127, пункт 2.2.4]

2 Температуру окружающей среды выражают в градусах Цельсия (°C).

**3.2 угловой размер;  $\alpha$**  (angular subtense;  $\alpha$ ): Угол, соединяющий две диаметрально противоположные точки объекта и глаз наблюдателя.

Угловой размер определяется расстоянием наблюдения, но не меньшим минимального расстояния аккомодации.

**П р и м е ч а н и я**

1 Угловой размер видимого источника определяется позицией наблюдателя.

2 Угловой размер наблюдаемого источника применим только в диапазоне длин волн от 380 до 1400 нм, где имеется опасность для глаза.

3 Угловой размер источника не следует путать с расходимостью пучка. Угловой размер источника не может быть больше границ расходимости пучка, но, как правило, меньше его.

4 В терминах по безопасности оптического излучения излучение светодиода представляет собой «источник среднего размера», изображения которого проецируются на сетчатку под углами от 1,5 до 100 мрад, т. е. диаметр изображения на сетчатке находится в диапазоне от приблизительно 25 до 1700 мкм. Для таких источников, в частности, опасность строго увязана с углом выхода излучения на сетчатке наблюдателя.

[МЭК 60825–1:2007, пункт 3.7, измененный]

5 Угловой размер выражают в градусах (...°).

**3.3 видимый [наблюдаемый] источник** (apparent source): Для оценки заданного положения, опасного для сетчатки глаза, это действительный или мнимый объект, формирующий минимальное изображение на сетчатке глаза (с учетом диапазона аккомодаций человеческого глаза).

**П р и м е ч а н и я**

1 Считают, что диапазон аккомодации глаза колеблется от 100 мм до бесконечности. Расположение видимого источника для данного положения (в световом) пучке принимают таким, при котором из-за аккомодации глаза на сетчатке создаются наиболее неблагоприятные условия освещенности.

2 Этот термин используют для определения (при оценке заданного положения), расположения начала наблюдаемого лазерного излучения в диапазоне длин волн от 380 до 1400 нм. При ограниченном рассеивании, например в случае строго параллельного пучка, расположение реального источника уходит в бесконечность.

[МЭК 60825–1:2007, пункт 3.10, измененный]

<sup>1</sup> Подготовлен ГУП Республики Мордовия «Научно-исследовательский институт источников света им. А.Н.Лодыгина» на основе собственного аутентичного перевода на русский язык международного документа IEC/TS 62504:2011 «General lighting – LEDs and LED modules – Terms and definitions».

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных стандартов соответствующие им национальные стандарты Российской Федерации и действующие в этом качестве межгосударственные стандарты, сведения о которых приведены в дополнительном приложении ДВ

3.4 **угол излучения** (beam angle): Угол между двумя воображаемыми линиями, расположенными на плоскости, через которую проходит оптическая ось излучения; эти линии проходят через центр передней части светодиодного модуля и через точки, находящиеся на плоскости, перпендикулярной к оптической оси излучения, и имеющие максимальный угол отклонения от оси, в которых сила света составляет 50% наибольшей силы света излучения.

[МЭК/ТО 61341:2010, пункт 2.4]

**Примечание** – Угол излучения выражают в градусах (...°).

3.5 **бин** (bin): Ограниченный диапазон параметров светодиода, используемый для подразделения множества светодиодов на подмножества, близкие к номинальным значениям по фотометрическим параметрам и прямому напряжению.

**Примечание** – В результате неизбежного разброса параметров между отдельными исходными кристаллами светодиода электрические и световые характеристики светодиода могут варьироваться от образца к образцу даже в одной партии. Светодиоды подразделены с учетом диапазонов этих характеристик.

3.6 **встраиваемый светодиодный модуль** (built-in LED module): Светодиодный модуль, в общем случае сконструированный как заменяемая часть, встраиваемая в светильник, корпус или т.п., и не предназначенный для монтажа вне светильника и т.д. без специальных мер предосторожности.

3.7 **встраиваемый светодиодный модуль со встроенным устройством управления** (built-in self-ballasted LED module): Светодиодный модуль со встроенным устройством управления, в общем случае сконструированный как заменяемая часть, встраиваемая в светильник, корпус или т.п., и не предназначенный для монтажа вне светильника и т.д. без специальных мер предосторожности.

3.8 **координаты цветности** (chromaticity coordinates): Координаты области на цветовом графике Международной комиссии по освещению (МКО), цвет которой соответствует цвету реального излучения. Цветовые графики МКО должны соответствовать публикациям 1931 г. или 1976 г.

Отношение каждой из трех координат цвета к их сумме.

**Примечание**

1 Так как сумма трех координат цветности равна 1, то для определения цветности достаточно двух координат.

2 В стандартных колориметрических системах МКО координаты цветности представлены символами  $x$ ,  $y$ ,  $z$  или  $x_{10}$ ,  $y_{10}$ ,  $z_{10}$ .

[МЭК 60050–845:1987, определение 845–03–33]

3.9 **общий индекс цветопередачи МКО 1974 г.;  $R_a$**  (CIE 1974 general colour rendering index:  $R_a$ ): Среднее значение частных индексов цветопередачи МКО 1974 г. для определенного набора из восьми испытательных цветовых образцов.

[МЭК 60050–845:1987, определение 845–02–63]

**Примечание** – Новое определение  $R_a$  для светодиодов находится в стадии рассмотрения.

3.10 **доминирующая длина волны;  $\lambda_{dom}$**  (Нрк. *цветовой стимул*) (dominant wavelength;  $\lambda_{dom}$  (of colour stimulus): Длина волны монохроматического стимула при температуре окружающей среды 25 °С, который при аддитивном смешивании в определенных пропорциях с излуче-

нием стандартного ахроматического стимула дает цветовое равенство с излучением рассматриваемого цветового стимула.

Для того чтобы характеризовать светодиодные модули базовым излучением ахроматического стимула, должен быть использован стандартный источник  $E_s$  координатами цветности  $x_E = 0,3333$ ,  $y_E = 0,3333$ .

**Примечание**

1 Понятие доминирующей длины волны может быть использовано только для цветных модулей.

2 Рисунок 12 МКО 127 показывает зависимость цветового локуса  $C$  светодиода и доминирующей длины волны  $D$ .  $N$  – локус ахроматического излучения  $E$ .

3 Отклоняясь от пиковой длины волны, доминирующая длина волны определяет визуальное восприятие излучения.

[МЭК 60050–845:1987, определение 845–03–44, измененное]

4 Доминирующую длину волны выражают в нанометрах (нм).

3.11 **прямое направление тока** (forward direction): Направление тока, при котором к контактной площадке области  $n$ -типа полупроводникового светоизлучающего элемента приложен положительный потенциал относительно контактной площадки области  $p$ -типа.

**Примечание** – Для диодов с компенсацией температурной зависимости ею пренебрегают при определении прямого направления тока.

[МЭК 60747–3:1985, в разделе 2 пункт 1.3]

3.12 **прямое напряжение;  $U_F$**  (forward voltage  $U_F$ ): Контактная разность потенциалов, возникающая на выводах светодиода при протекании через него прямого тока заданного значения при температуре окружающей среды 25 °С

**Примечание** – прямое напряжение выражают в вольтах (В).

3.13 **освещенность** (в точке поверхности);  $E$ ,  $E_v$  (illuminance (at a point of a surface);  $E$ ,  $E_v$ ): Отношение светового потока  $d\Phi_v$ , падающего на элемент поверхности, содержащий рассматриваемую точку, к площади  $dA$  этого элемента.

**Эквивалентное определение:** Интеграл, взятый по полусфере, видимой из данной точки, от выражения

$$L_v \cdot \cos \Theta \cdot d\Omega$$

где  $L_v$  – яркость падающих в данную точку по различным направлениям элементарных пучков лучей, распространяющихся в телесном углу  $d\Omega$ , и

$\Theta$  – угол между направлениями данных пучков и нормалью к поверхности в данной точке.

$$E_v = d\Phi_v / dA = \int_{2\pi sr} (L_v \cdot \cos \Theta \cdot d\Omega)$$

[МЭК 60050–845:1987, определение 845–01–38]<sup>2</sup>

**Примечание** – Освещенность выражают в люменах на метр квадратный (лм·м<sup>-2</sup>).

<sup>2</sup> Очевидно, скобка в этом подынтегральном выражении лишняя. – Прим. ред.

3.14 **независимый светодиодный модуль** (independent LED module): Светодиодный модуль, конструкция которого обеспечивает его установку отдельно от светильника, дополнительного корпуса, оболочки и т. п.

Независимый светодиодный модуль обеспечивает всю необходимую защиту по безопасности в соответствии с его классификацией и маркировкой.

3.15 **независимый светодиодный модуль со встроенным устройством управления** (independent self-ballasted LED module): Светодиодный модуль со встроенным устройством управления, конструкция которого обеспечивает его установку отдельно от светильника, дополнительного корпуса, оболочки и т. п.

Независимый светодиодный модуль обеспечивает всю необходимую защиту по безопасности в соответствии с его классификацией и маркировкой.

Пр и м е ч а н и е – Устройство управления может быть неразъемным в светодиодном модуле.

3.16 **неразъемный светодиодный модуль** (integral LED module): Светодиодный модуль, в общем случае сконструированный как незаменимая часть светильника.

3.17 **неразъемный светодиодный модуль со встроенным устройством управления** (integral self-ballasted LED module): Светодиодный модуль со встроенным устройством управления, в общем случае сконструированный как незаменимая часть светильника.

3.18 **светодиодный модуль** (LED module): Устройство используемое в качестве источника света, состоящее из одного или более светодиодов, установленных на общей плате с полным набором оптических, механических, теплоотводящих компонентов и устройств коммутации, но не содержащее устройств управления.

3.19 **срок службы светодиода в зависимости от температуры активной области;**

$t_{n LED}$  (life time of the LED related to junction temperature;  $t_{n LED}$ ): Время, за которое измеряемые световые параметры при температуре окружающей среды 25 °С и номинальном прямом токе составят не менее  $n\%$  начальных значений.

Должна быть указана соответствующая температура активной области. Для достижения заданной температуры активной области должно быть приведено указание о требованиях к теплоотводу.

3.20 **срок службы светодиодного модуля в зависимости от  $t_c$ ;  $t_{n LED module}$**  (life time of LED module related to  $t_c$ ;  $t_{n LED module}$ ): Время, за которое измеряемые световые параметры составят не менее  $n\%$  измеренных начальных значений в зависимости от  $t_c$ .

Для достижения заданной нормируемой наибольшей температуры должно быть приведено указание о требованиях к теплоотводу.

Пр и м е ч а н и е – Срок службы светодиодного модуля выражают в часах (ч).

3.21 **цветовой код** (light colour designation): Трехзначный номер, первая цифра которого соответствует первой цифре общего индекса цветопередачи  $R_a$  [МЭК 60050–845:1987, определение 845–02–63], а вторая и третья цифры соответствуют первым двум цифрам (тысячи и сотни) коррелированной цветовой температуры источника света.

Пр и м е ч а н и я

1 Первая цифра цветового кода охватывает также ближайшее значение  $R_a$ , уменьшенное на 3 единицы. Наивысшее значение – 9.

2 Вторая и третья цифры цветового кода охватывают также значения коррелированной цветовой температуры с допусками на номинальные значения плюс 49 К и минус 50 К. Этот метод применим только для коррелированных цветových температур менее 9999 К.

3.22 **светодиод; СД** (light emitting diode; LED): Полупроводниковый прибор с  $p$ - $n$  переходом, испускающий некогерентное видимое излучение при пропускании через него электрического тока.

[МЭК 60050–845:1987, определение 845–04–40]

3.23 **яркость;  $L_v$ ,  $L$**  (luminance;  $L_v$ ,  $L$ ): Параметр, значение которого определяют по формуле

$$L_v = d\Phi_v / (dA \cdot \cos \Theta \cdot d\Omega),$$

где  $d\Phi_v$  – световой поток, передаваемый элементарным пучком, проходящим через данную точку и распространяющимся в телесном углу  $d\Omega$ , содержащем данное направление;

$dA$  – площадь сечения пучка, содержащая данную точку;

$\Theta$  – угол между нормалью к данному сечению и направлением пучка.

[МЭК 60050–845:1987, определение 845–01–35]

Пр и м е ч а н и е – Яркость выражают в канделах на метр квадратный ( $\text{кд} \cdot \text{м}^{-2} = \text{лм} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{ср}^{-1}$ ).

3.24 **световая отдача источника;  $\eta_v$ ,  $\eta$**  (luminous efficacy of a source;  $\eta_v$ ,  $\eta$ ): Отношение излучаемого светового потока к мощности, потребляемой источником света.

[МЭК 60050–845:1987, определение 845–01–55, измененный]

Пр и м е ч а н и е – Световую отдачу выражают в люменах на ватт ( $\text{лм} \cdot \text{Вт}^{-1}$ ).

3.25 **световой поток;  $\Phi_v$ ,  $\Phi$**  (luminous flux;  $\Phi_v$ ,  $\Phi$ ): Величина, образующаяся от лучистого потока при оценке излучения по его действию на стандартного фотометрического наблюдателя МКО.

Для дневного зрения

$$\Phi_v = K_m \int_{360}^{830} (d\Phi_e(\lambda) / d\lambda) \cdot V(\lambda) d\lambda$$

где  $d\Phi_e(\lambda)/d\lambda$  – спектральное распределение потока излучения<sup>3</sup>;

$V(\lambda)$  – относительная спектральная световая эффективность<sup>4</sup>.

Пр и м е ч а н и я

1 Значения  $K_m$  (дневное зрение) и  $K'_m$  (ночное зрение) см. в МЭС 845–01–56.

2 Световой поток СД, как правило, устанавливают для групп, по которым они классифицированы.

<sup>3</sup> Более корректные обозначение и название этой величины:

$\Phi_e(\lambda)$  или  $\Phi_{e\lambda}(\lambda)$  – функция относительной спектральной плотности потока излучения. – Прим. ред.

<sup>4</sup> Более корректное название этой величины: функция относительной спектральной световой эффективности для дневного зрения. – Прим. ред.

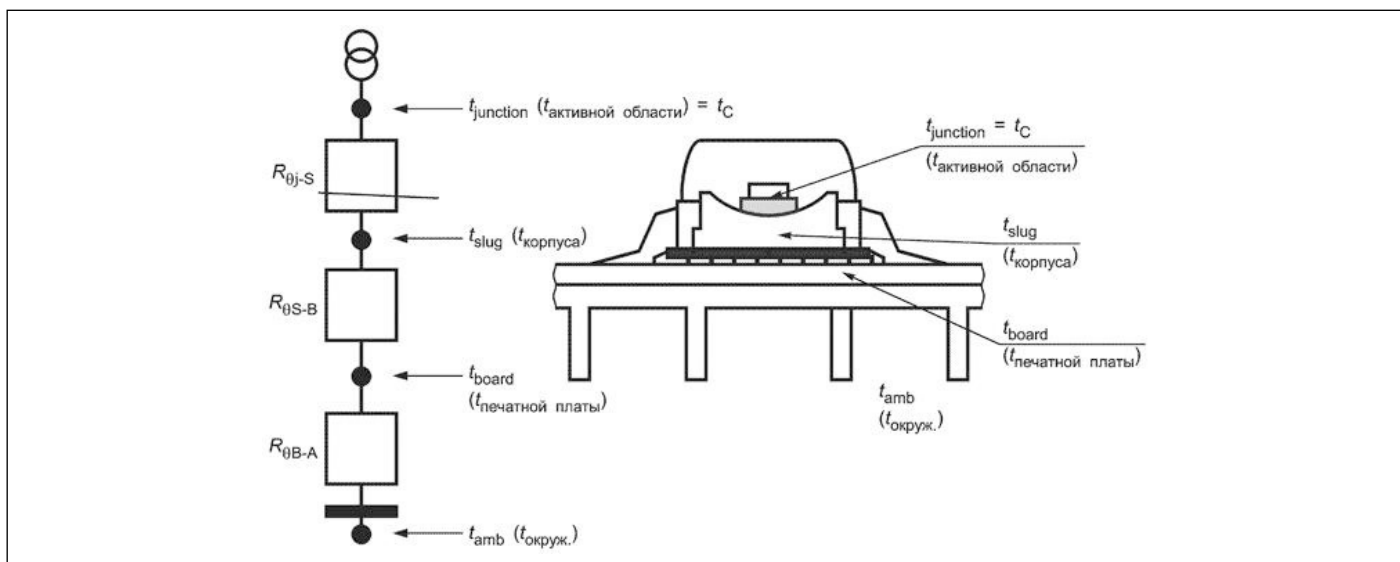


Рисунок 1 – Схематическая цепочка тепловых сопротивлений

3 Световой поток выражают в люменах (лм).

3.26 **сила света (источника в данном направлении);  $I_V, I$**  (luminous intensity (of a source, in a given direction);  $I_V, I$ ): Отношение светового потока  $d\Phi_V$ , исходящего от источника и распространяющегося внутри элементарного телесного угла  $d\Omega$ , содержащего заданное направление, к этому элементарному телесному углу.

[МЭК 60050–845:1987, определение 845–01–31]

$$I_V = d\Phi_V / d\Omega$$

Примечание

1 Силу света СД выражают в соответствии с методикой измерения по МКО 127:2007.

2 Силу света выражают в канделах ( $\text{кд} = \text{лм} \cdot \text{ср}^{-1}$ ).

3.27 **предельно допустимый прямой ток;  $I_{F \text{ MAX}}$**  (maximum permissible forward current;  $I_{F \text{ MAX}}$ ): Предельно допустимый ток в прямом направлении.

Примечание – Предельно допустимый прямой ток выражают в миллиамперах (мА).

3.28 **наибольшая допустимая потребляемая мощность;  $P_{\text{tot}}$**  (maximum permissible power consumption;  $P_{\text{tot}}$ ): Максимально допустимая входная мощность.

Примечание – Наибольшую допустимую потребляемую мощность выражают в ваттах (Вт).

3.29 **наибольшее допустимое обратное напряжение;  $U_R$**  (maximum permissible reverse voltage;  $U_R$ ): Наибольшая допустимая разница потенциалов в обратном направлении, не приводящая к пробоем СД.

Примечание – Наибольшее допустимое обратное напряжение выражают в вольтах (В).

3.30 **наибольшая нормируемая температура;  $t_c$**  (rated maximum temperature;  $t_c$ ): Наибольшая допустимая температура на внешней поверхности светодиодного модуля (в указанном месте, если приведено в маркировке) при нормальных рабочих условиях и при номинальном напряжении/токе/мощности или при наибольшем значении из диапазона напряжения/тока/мощности.

[МЭК 61347–1:2007, определение пункт 3.16, измененное]

Примечание – Наибольшую нормируемую температуру выражают в градусах Цельсия ( $^{\circ}\text{C}$ ).

3.31 **наибольшая допустимая температура в точке пайки;  $t_S$**  (maximum permissible temperature of solder point;  $t_S$ ): Наибольшая допустимая температура в точке пайки светодиодного модуля в течение объявленного срока службы.

Примечания

1 Не следует путать с температурой в процессе пайки.

2 Наибольшую допустимую температуру в точке пайки выражают в градусах Цельсия ( $^{\circ}\text{C}$ ).

3.32 **светодиодная одноцокольная лампа без встроенного устройства управления** (non-ballasted single-capped LED lamp): Одноцокольная светодиодная лампа с устройством управления вне ее.

3.33 **диапазон рабочей температуры;  $t_{op}$**  (operating temperature range;  $t_{op}$ ): Диапазон температуры окружающей среды, при котором СД или светодиодный модуль может работать в соответствии с установленным в спецификации.

Примечание – Диапазон рабочей температуры выражают в градусах Цельсия ( $^{\circ}\text{C}$ ).

3.34 **пиковая длина волны;  $\lambda_p$**  (peak emission wavelength;  $\lambda_p$ ): Длина волны в максимуме спектрального распределения.

[МКО 127, измененный]

Примечание – Пиковую длину волны выражают в нанометрах (нм).

3.35 **номинальный ток;  $I_{\text{rated}}$**  (rated current;  $I_{\text{rated}}$ ): Значение тока для заданных условий эксплуатации.

Значение и условия должны быть указаны в соответствующем стандарте или изготовителем, или ответственным поставщиком.

Примечание – Номинальный ток выражают в миллиамперах (мА).

3.36 **номинальная мощность;  $P_{\text{rated}}$**  (rated power;  $P_{\text{rated}}$ ): Значение мощности для заданных условий эксплуатации.

Значение и условия должны быть указаны в соответствующем стандарте или изготовителем, или ответственным поставщиком.

Примечание – Номинальную мощность выражают в ваттах (Вт).

3.37 **номинальное напряжение** (rated voltage): Значение напряжения для заданных условий эксплуатации.

Значение и условия должны быть указаны в соответствующем стандарте или изготовителем, или ответственным поставщиком.

**П р и м е ч а н и е** – Номинальное напряжение выражают в вольтах (В).

3.38 **обратное направление тока** (reverse direction): Направление тока, при котором к контактной площадке области *n*-типа полупроводникового светоизлучающего элемента приложен положительный потенциал относительно контактной площадки области *p*-типа.

**П р и м е ч а н и е** – Для диодов с компенсацией температурной зависимости его пренебрегают при определении обратного направления тока.

[МЭК 60747-3:1985, пункт 1.4 в разделе 2]

3.39 **светодиодная лампа со встроенным устройством управления** (self-ballasted LED lamp): Устройство, которое не может быть разобрано без неизбежного повреждения, с цоколем, удовлетворяющим требованиям МЭК 60061-1, и включающее в себя светодиодный источник света и любые дополнительные элементы, необходимые для зажигания и стабильной работы источника света.

3.40 **светодиодный модуль со встроенным устройством управления** (self-ballasted LED module): Светодиодный модуль с устройством управления, предназначенный для присоединения к источнику напряжения.

**П р и м е ч а н и е** – Если светодиодный модуль со встроенным устройством управления имеет цоколь, то его считают лампой со встроенным устройством управления.

3.41 **диапазон температуры хранения;  $t_{stg}$**  (storage temperature range;  $t_{stg}$ ): Диапазон температуры окружающей среды, при котором допускается хранить неработающие СД, светодиодные модули или светодиодные лампы при неизменности параметров, установленных в соответствующем стандарте или изготовителем, или ответственным поставщиком.

**П р и м е ч а н и е** – Диапазон температуры хранения выражают в градусах Цельсия ( $^{\circ}\text{C}$ ).

3.42 **температурный коэффициент доминирующей длины волны;  $tC_{\lambda dom}$**  (temperature coefficient of the dominant wavelength;  $tC_{\lambda dom}$ ): Изменение доминирующей длины волны при фиксированном прямом токе в зависимости от температуры активной области.

**П р и м е ч а н и е** – Температурный коэффициент длины волны выражают в нанометрах на Кельвин ( $\text{нм}\cdot\text{K}^{-1}$ ).

3.43 **температурный коэффициент прямого напряжения;  $tC_V$**  (temperature coefficient of the forward voltage;  $tC_V$ ): Изменение прямого напряжения при фиксированном токе в зависимости от температуры активной области.

**П р и м е ч а н и е** – Температурный коэффициент прямого напряжения выражают в милливольтх на Кельвин ( $\text{мВ}\cdot\text{K}^{-1}$ ).

3.44 **температурный коэффициент светового параметра;  $tC_{\Phi}$**  (temperature coefficient of the photometric parameter;  $tC_{\Phi}$ ): Изменение светового параметра при фиксированном прямом токе в зависимости от температуры активной области.

**П р и м е ч а н и я**

1 Определение применимо к независимым светодиодным модулям без устройства управления.

2 Температурный коэффициент светового параметра выражают в люменах на Кельвин, канделах на Кельвин или канделах на квадратный метр-Кельвин ( $\text{лм}\cdot\text{K}^{-1}$ ,  $\text{кд}\cdot\text{K}^{-1}$  или  $\text{кд}\cdot(\text{м}^2\cdot\text{K})^{-1}$ ).

3.45 **тепловое сопротивление светодиодного модуля;  $R_{\theta}$**  (thermal resistance of a LED module;  $R_{\theta}$ ): Отношение разницы температур к соответствующей рассеиваемой мощности.

**П р и м е ч а н и я**

1 Местами расположения точек измерения, определяемыми изготовителем или ответственным поставщиком, должны быть: активная область СД, корпус, печатная плата и окружающая среда.

2 Для лучшего понимания на рисунке 1 представлены части светодиодного модуля и схематическая цепочка тепловых сопротивлений.

3 Тепловое сопротивление выражают в Кельвинах на Ватт ( $\text{K}\cdot\text{Вт}$ ).

*Подписывайтесь на журнал*

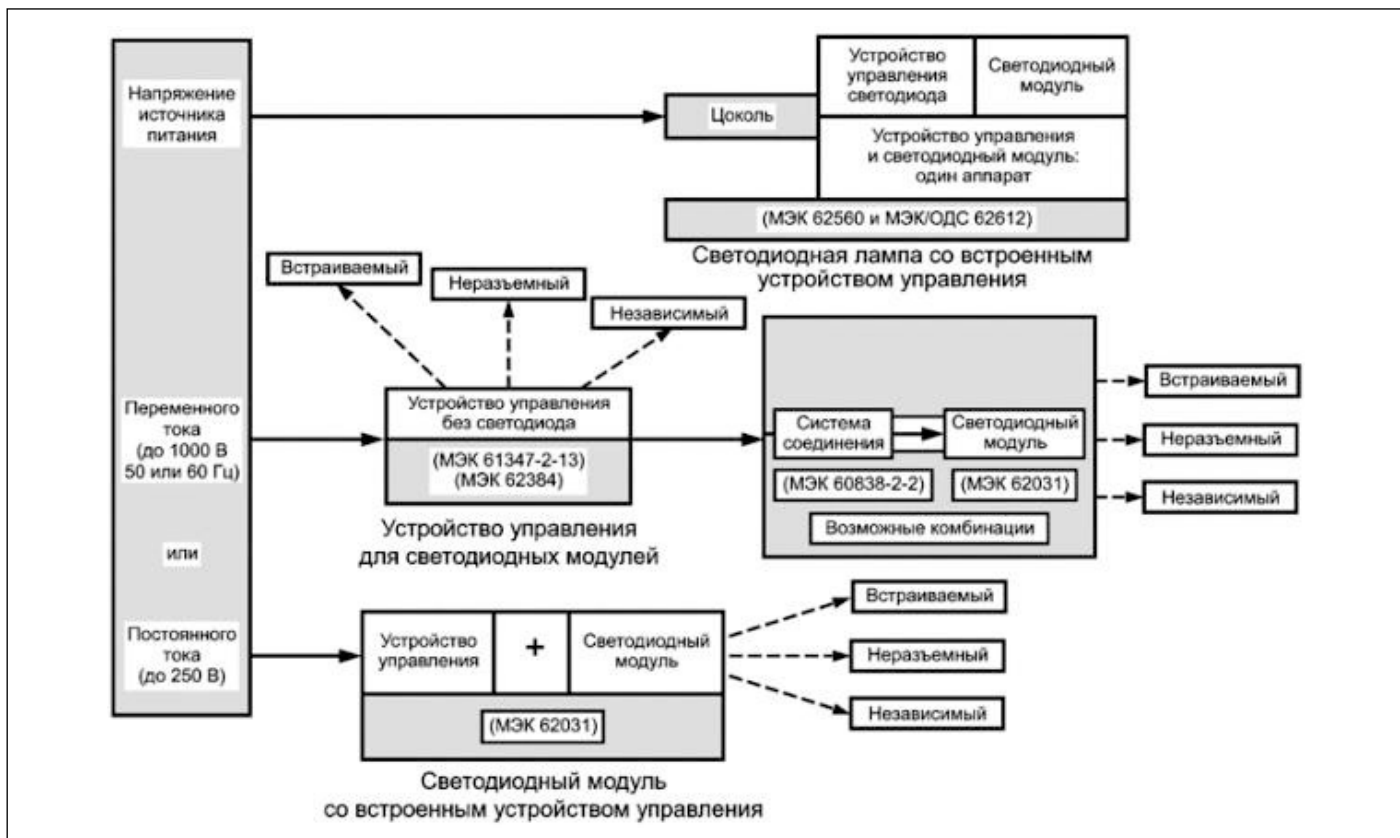
На 1-е полугодие  
2014 года

Индекс журнала 70808  
в каталоге «Пресса России»,  
отдел «АРЗИ».  
Редакция также оформляет  
подписку на журнал

**СВЕТО  
ТЕХНИКА**

Адрес: 129626, г. Москва,  
проспект Мира, 106,  
ВНИСИ, а/я 34  
Тел/факс: 8(495) 682-58-46  
E-mail: journal.svetotekhnika@mail.ru

**Приложение А**  
**(справочное)**  
**Обзор систем светодиодных модулей и устройств управления**



**П р и м е ч а н и е** – Питающее напряжение необязательно должно быть сетевым, например, 230 В 50 Гц. Блок «Светодиодная лампа со встроенным устройством управления» может также работать при питающем напряжении 12 В переменного или постоянного тока. «Устройство управления светодиода», указанное выше в блоке «Светодиодная лампа со встроенным устройством управления», обеспечивает превращение переменного или постоянного тока напряжением 12 В в специальные ток и напряжение для повышения мощности СД или светодиодного модуля внутри блока «Светодиодная лампа со встроенным устройством управления».



**Приложение ДВ  
(справочное)**

**Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов ссылочным национальным стандартам Российской Федерации (и действующим в этом качестве межгосударственным стандартам)**

Т а б л и ц а ДВ.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего национального, межгосударственного стандарта
МЭК 60061-1:1969	NEQ	ГОСТ 28108-89 «Цоколи для источников света. Типы, основные и присоединительные размеры, калибры»
МЭК 60747-3:1985 – *	–	*
МЭК 60825-1:2007	IDT	ГОСТ Р МЭК 60825-1-2009 «Безопасность лазерной аппаратуры. Часть 1. Классификация оборудования, требования и руководство для потребителей»
МЭК 60838-2-2:2006		ГОСТ Р МЭК 60838-2-2-2011 «Патроны различные для ламп. Часть 2-2. Частные требования. Соединители для светодиодных модулей»
МЭК/ТО 61341:2010	–	*
МЭК 61347-1: 2007	IDT	ГОСТ Р МЭК 61347-1-2011 «Устройства управления лампами. Часть 1. Общие требования и требования безопасности»
МЭК 61347-2-13:2006	IDT	ГОСТ Р МЭК 61347-2-13-2011 «Устройства управления лампами. Часть 2-13. Частные требования к электронным устройствам управления, питаемым от источников постоянного или переменного тока, для светодиодных модулей»
МЭК 62031:2008	IDT	ГОСТ Р МЭК 62031-2009 «Модули светоизлучающих диодов для общего освещения. Требования безопасности»
МЭК 62384:2006	IDT	ГОСТ Р МЭК 62384-2011 «Устройства управления электронные, питаемые от источников постоянного или переменного тока, для светодиодных модулей. Рабочие характеристики»
МЭК 62560:2011	IDT	ГОСТ Р МЭК 62560-2011 «Лампы светодиодные со встроенным устройством управления для общего освещения на напряжения свыше 50 В. Требования безопасности»
МЭК/ПАС 62612:2009	IDT	ГОСТ Р 54815-2011/IEC/PAS 62612:2009 «Лампы светодиодные со встроенным устройством управления для общего освещения на напряжения свыше 50 В. Эксплуатационные требования»
МЭК/ТО 127:2007	–	

\* Соответствующий национальный стандарт отсутствует. До его утверждения рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного стандарта. Перевод данного международного стандарта находится в Федеральном информационном фонде технических регламентов и стандартов.

П р и м е ч а н и е – В настоящей таблице использованы следующие условные обозначения степени соответствия стандартам:

– IDT – идентичные стандарты;

– NEQ – неэквивалентные стандарты.

## Библиография

- МЭК 60050 (826):2004  
(IEC 60050- (826):2004) Международный электротехнический словарь. Часть 826. Электрические установки  
(International Electrotechnical Vocabulary – Part 826: Electrical installation)
- МЭК 60747–3:1985  
Изменение 1 (1991)  
Изменение 2 (1993)  
(IEC 60747–3:1985)  
Amendment 1 (1991)  
Amendment 2 (1993) Полупроводниковые устройства. Дискретные устройства. Часть 3. Сигнальные (включая переключающие) диоды и диоды-регуляторы  
(Semiconductor devices – Discrete devices – Part 3: Signal (including switching) and regulator diodes, Amendment 1 (1991), Amendment 2 (1993))
- МЭК 60825–1:2007  
(IEC 60825–1:2007) Безопасность лазерных изделий. Часть 1. Классификация оборудования, требования и руководство для потребителя  
(Safety of laser products – Part 1: Equipment classification and requirements)
- МЭК 60838–2-2  
(IEC 60838–2-2) Патроны различные для ламп. Часть 2–2. Частные требования. Соединители для светодиодных модулей  
(Miscellaneous lampholders – Part 2–2: Particular requirements – Connectors for LED-modules)
- МЭК/ТО 61341:2010  
(IEC/TR 61341:2010) Метод измерения осевой силы света и углов конусов пучков рефлекторных ламп  
(IEC/TR 61341:2010) (Method of measurement of centre beam intensity and beam angle (s) of reflector lamps)
- МЭК 61347–1:2007  
(IEC 61341–1:2007) Устройства управления лампами. Часть 1. Общие требования и требования безопасности  
(Lamp controlgear – Part 1: General and safety requirements)
- МЭК 61347–2–13  
(IEC 61347–2-13) Устройства управления лампами. Часть 2–13. Частные требования к электронным устройствам управления, питаемым от источников постоянного или переменного тока, для светодиодных модулей  
(Lamp controlgear – Part 2–13: Particular requirements for d. c. or a. c. supplied electronic controlgear for LED modules)
- МЭК 62031  
(IEC 62031) Модули светодиодные для общего освещения. Требования безопасности  
(LED modules for general lighting – Safety specifications)
- МЭК 62384  
(IEC 62384) Устройства управления электронные, питаемые от источников постоянного или переменного тока, для светодиодных модулей. Требования к рабочим характеристикам  
(DC or AC supplied electronic control gear for LED modules – Performance requirements)
- МЭК 62560  
(IEC 62560) Лампы светодиодные со встроенным устройством управления для общего освещения на напряжения свыше 50 В. Требования безопасности  
(Self-ballasted LED-lamps for general lighting services by voltage > 50 V – Safety specification)
- МЭК/ПАС 62612  
(IEC/PAS 62560) МЭК/ПАС 62612 Лампы светодиодные со встроенным устройством управления для общего освещения. Эксплуатационные требования  
(Self-ballasted LED-lamps for general lighting services – Performance requirements)
- МКО/ТО 127:2007  
(CIE/TR 127:2007) Измерения светодиодов  
(Measurements of LEDs)

**Лампы светодиодные со встроенным устройством управления для общего освещения на напряжения свыше 50 В**

**Эксплуатационные требования**

Self-ballasted LED-lamps for general lighting services by voltage over 50 V.

Operating requirements

Дата введения – 2012–07–01<sup>1</sup>

**1 Общие положения**

**1.1 Область применения**

Настоящий стандарт распространяется на светодиодные лампы со встроенным устройством управления (далее – лампы) на напряжения до 250 В, предназначенные для бытового и аналогичного общего освещения, имеющие:

- номинальную мощность до 60 Вт включительно;
- номинальное постоянное или переменное напряжение до 250 В включительно;
- цоколи в соответствии с МЭК 62560, и устанавливает эксплуатационные требования, а также методы и условия испытаний.

Испытания по настоящему стандарту относятся к типовым.

Настоящий стандарт не распространяется на светодиодные лампы со встроенным устройством управления с окрашенным или цветным стеклом и на лампы с органическими светодиодами.

Рекомендации по испытанию всей продукции или партии находятся в стадии рассмотрения.

Настоящие эксплуатационные требования дополняют требования МЭК 62560.

**П р и м е ч а н и е** – При работе в светильнике значения заявленных эксплуатационных данных могут отличаться от значений, установленных в настоящем стандарте.

**1.2 Пояснение**

Лампы, соответствующие требованиям настоящего стандарта, должны зажигаться и удовлетворительно работать при напряжениях от 92 до 106% номинального питающего напряжения при температуре окружающего воз-

духа от минус 10 до плюс 40 °С в светильнике по МЭК 60598–1.

Требования к электромагнитной совместимости (ЭМС) должны соответствовать требованиям национального стандарта. Соответствующие стандарты приведены в структурном элементе «Библиография».

**2 Нормативные ссылки**

Нижеследующие справочные документы обязательны при применении настоящего стандарта. При датированной ссылке применяют только этот документ. При недатированной ссылке применяют последнее издание документа со всеми изменениями.

МЭК 60061–1 Цоколи и патроны ламп, а также калибры для проверки их взаимозаменяемости и безопасности. Часть 1. Цоколи ламп (IEC 60061–1, Lamp caps and holders together with gauges for the control of interchangeability and safety – Part 1: Lamp caps)

МЭК 60081:1997 Лампы люминесцентные двухцокольные. Эксплуатационные требования (IEC 60081:1997, Double-capped fluorescent lamps – Performance specifications)

МЭК 60598–1 Светильники. Часть 1. Общие требования и испытания (IEC 60598–1, Luminaires – Part 1: General requirements and tests)

МЭК 60630 Наибольшие контуры ламп накаливания (IEC 60630, Maximum lamp outlines for incandescent lamps)

МЭК/ТО 61341:2010 Метод измерения осевой силы света и угла (углов) излучения рефлекторных ламп (IEC/TR 61341:2010, Method of measurement of centre beam intensity and beam angles of reflector lamps)

МКО 84:1989 Измерение светового потока (CIE 84:1989, Measurement of luminous flux)

**3 Термины и определения**

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями.

Термины и определения на светодиоды (СД) и светодиодные модули приведены в МЭК 62504 и международном электротехническом словаре МЭК 60050, часть 845.

**3.1 светодиодная лампа со встроенным устройством управления (self-ballasted LED-lamp):** Устройство, которое не может быть разобрано без неизбежного повреждения, с цоколем по МЭК 60061–1 и источником света в виде светодиода, а также с любыми дополнительными элементами, необходимыми для зажигания и стабильной работы источника света.

<sup>1</sup> Подготовлен ГУП Республики Мордовия «Научно-исследовательский институт источников света им. А.Н. Лодыгина» на основе собственного аутентичного перевода на русский язык международного документа IEC/PAS 62612:2009 «Self-ballasted LED-lamps for general lighting services – Performance requirements».

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных стандартов соответствующие им национальные стандарты Российской Федерации и действующие в этом качестве межгосударственные стандарты, сведения о которых приведены в дополнительном приложении ДА

3.2 **тип (type)**: Лампы, имеющие идентичные световые и электрические параметры независимо от типа цоколя.

3.3 **номинальное значение (rated value)**: Количественное значение параметров лампы при заданных рабочих условиях. Значения и условия приведены в настоящем стандарте или должны быть объявлены изготовителем или ответственным поставщиком.

3.4 **испытательное напряжение (test voltage)**: Напряжение, при котором проводят испытания.

3.5 **коэффициент сохранения светового потока (lumen maintenance)**: Отношение значения светового потока лампы в заданное время к его начальному значению, выраженное в процентах.

3.6 **начальные значения (initial values)**: Световые и электрические параметры лампы после старения и/или периода времени стабилизации.

3.7 **срок службы каждой лампы (life of an individual LED-lamp)**: Период времени, в течение которого лампа обеспечивает более 50% (или альтернативно 70%, см. примечание 3) номинального светового потока при стандартных условиях испытания.

Лампа достигает конца срока службы, когда она перестает обеспечивать 50% (или альтернативно 70%) номинального светового потока. Срок службы всегда указывают в комбинации с интенсивностью отказов (см. 3.9 и примечание 4).

#### Примечания

1 Лампы имеют критерий срока службы, отличный от критерия срока службы обычных ламп, поскольку лампы не подвержены внезапным отказам и характеризуются постепенным снижением их светового потока.

2 Однако встроенное устройство управления может внезапно выйти из строя. Определением 3.7 предполагается, что лампа, не дающая полного света из-за отказа устройства управления, фактически достигает конца срока службы, так как не обеспечивает минимального светового потока, объявленного изготовителем или ответственным поставщиком.

3 Максимальное снижение коэффициента сохранения светового потока может изменяться в зависимости от применения лампы. Настоящий стандарт приводит в качестве примера значение 50% (L50), которое часто используют для коммерческих целей. Для профессиональных целей может быть выбран коэффициент сохранения светового потока, равный 70% (L70). Информацию по выбранному коэффициенту представляет изготовитель.

4 Конец срока службы определяется отказом 50% ламп при выбранном значении коэффициента сохранения светового потока: L70, F50 или L50, F50. Для профессионального использования рекомендуются значения L70, F10, означающие отказ 10% ламп при достижении 70%-го коэффициента сохранения светового потока.

3.8 **нормируемый срок службы лампы (rated lamp life)**: Время, в течение которого лампа обеспечивает более 50% (или альтернативно 70%) номинального светового потока, указанное совместно с интенсивностью отказов, объявленной изготовителем или ответственным поставщиком.

#### Примечания

1 Объем выборки см. в разделе 6.

2 Применимы примечания 1, 2, 4 пункта 3.7.

3.9 **интенсивность отказов; Fx (failure rate; Fx)**: Про-

цент испытанных ламп одного типа, каждая из которых достигла конца срока службы.

#### Примечания

1 Под интенсивностью отказов для ламп понимают совместный отказ СД и устройств управления.

2 Для ламп, как правило, применяют интенсивность отказов 10% или/и 50%, указывая F10 или/и F50.

3.10 **цветовой код (colour code)**: Цветовые характеристики светодиодной лампы белого света, определяемые коррелированной цветовой температурой и индексом цветопередачи.

3.11 **время стабилизации (stabilization time)**: Время, необходимое для достижения стабильных тепловых условий лампы.

3.12 **старение (ageing)**: Период предварительной выдержки ламп при испытаниях и измерениях.

3.13 **испытание типа (type test)**: Испытание или серия испытаний, проводимые на выборке для испытания типа в целях проверки соответствия конструкции данного изделия требованиям настоящего стандарта.

3.14 **выборка для испытания типа (type test sample)**: Выборка, состоящая из одного или нескольких подобных изделий, представленная изготовителем или ответственным поставщиком для испытаний типа.

## 4 Маркировка

### 4.1 Общие требования к маркировке

Для настоящего стандарта следующие данные должны быть представлены (в дополнение к обязательным данным по МЭК 62560) изготовителем или ответственным поставщиком и размещены так, как указано в 4.2.

### 4.2 Места расположения маркировки

Места расположения маркировки представлены в таблице 1.

## 5 Размеры

Размеры лампы должны соответствовать указанным изготовителем или ответственным поставщиком. Контуры лампы не должны превышать контуров заменяемой лампы (см. также МЭК 60630).

## 6 Условия испытаний

Условия испытаний и измерений электрических и световых параметров, коэффициента сохранения светового потока и срока службы приведены в приложении А.

Измерения проводят на  $n$  лампах. Число  $n$ , объявляемое изготовителем или ответственным поставщиком, должно быть не менее 20 ламп.

Лампы, предназначенные для замены, должны иметь соответствующие средства охлаждения.

## 7 Мощность лампы

Мощность, потребляемая лампой, не должна превышать номинальную мощность более чем на 15%.

## 8 Световой поток

Измеренный начальный световой поток лампы должен быть не менее 90 % номинального светового потока.

## 9 Коррелированная цветовая температура и цветопередача

### 9.1 Коррелированная цветовая температура

В соответствии с МЭК 60081 (приложение D: координаты цветности) расчетная КЦТ лампы должна иметь следующие шесть значений: 2700 К, 3000 К, 3500 К, 4000 К, 4500 К\*, 5000 К или 6500 К.

Для справки: стандартные координаты цветности, соответствующие этим КЦТ, приведены в таблице 2 (МЭК 60081, пункт D.2).

Начальную КЦТ ламп измеряют после работы в течение 25 % нормируемого срока службы лампы (максимум 6000 ч). Измеренные фактические значения КЦТ (начальные и после работы в течение 25 % нормируемого срока службы, с максимумом 6000 ч) подразделяют на 8 категорий (см. таблицу 3), которые соответствуют определенному типу эллипса МакАдама с нормируемой КЦТ, а размер эллипса (выраженный в n-ступенях) – это допуск/отклонение для каждой лампы.

Измеренные значения КЦТ лампы (начальное значение и после работы в течение 25 % нормируемого срока службы, с максимумом 6000 ч) не должны выходить за пределы допуска категории КЦТ, указанные изготовителем или ответственным поставщиком (см. таблицу 1).

Допуск (категории) на номинальные значения КЦТ приведен в таблице 3.

**П р и м е ч а н и е** – Настоящий стандарт применим к заменяющим лампам, для которых важно, чтобы КЦТ как можно ближе соответствовала заменяемым лампам. Допуски основаны на эллипсах МакАдама МКО 1931 г., как правило, применяемых для (компактных) люминесцентных ламп и других разрядных ламп.

### 9.2 Индекс цветопередачи

Начальный индекс цветопередачи ламп измеряют после работы в течение 25 % нормируемого срока службы (с максимумом 6000 ч). Измеренные фактические значения индекса цветопередачи (начальные и после работы в течение 25 % нормируемого срока службы с максимумом 6000 ч) должны быть не более чем на 5 единиц меньше нормируемого значения индекса цветопередачи (см. таблицу 1).

## 10 Срок службы лампы

Срок службы лампы (3.7) определяется коэффициентом сохранения светового потока (см. 10.1) и сроком службы встроенного устройства управления (см. 10.2), для которых испытание на долговечность служит критерием надежности и срока службы. Испытывают оба показателя.

Процент испытанных ламп из партии (F50 или F10), которые могут не выдержать испытания по 10.1 и 10.2 указан в 3.7 и 3.9.

## 10.1 Коэффициент сохранения светового потока

Поскольку срок службы ламп, входящих в область применения настоящего стандарта, очень большой, считают непрактичным измерять фактическое уменьшение светового потока в течение срока службы (L50 или L70).

По этой причине настоящий стандарт основан на приближенных методах определения ожидаемого срока службы (при L50 или L70) любой лампы.

Фактический коэффициент сохранения светового потока ламп может значительно различаться в зависимости от типа и изготовителя.

Не представляется возможным выразить коэффициент сохранения светового потока всех ламп простыми математическими уравнениями. Быстрое начальное уменьшение светового потока автоматически не означает, что конкретная лампа не будет соответствовать нормированному сроку службы.

В настоящем стандарте установлены категории по коэффициенту сохранения светового потока, которые охватывают начальное уменьшение светового потока за 25 % нормируемого срока службы с максимумом 6000 ч. В зависимости от определения срока службы (L50 или L70) имеется пять категорий (в случае L50) или три категории (в случае L70), каждая из которых характеризуется снижением светового потока от номинального по сравнению с предыдущей категорией на 10 %, с начальным световым потоком при 0 ч (см. таблицу 4 и рисунок 1<sup>2</sup>).

Категории по снижению светового потока после 6000 ч приведены в таблице 4.

Должен быть измерен начальный световой поток, затем световой поток после работы в течение 25 % нормируемого срока службы лампы (с максимумом 6000 ч). Начальный световой поток принимают за 100%; его считают первой отправной точкой для определения срока службы лампы. Измеренный световой поток при 25 % нормируемого срока службы (с максимумом 6000 ч) должен быть выражен в процентах начального значения.

Рекомендуется измерять коэффициент сохранения светового потока (выраженный в процентах начального значения) через каждые 1000 ч работы до достижения 25 % нормируемого срока службы (с максимумом 6000 ч). Это служит основанием считать достоверными измеренные значения.

Лампу считают выдержавшей испытания при выполнении следующих критериев:

а) измеренное значение светового потока после работы в течение 25 % нормируемого срока службы (с максимумом 6000 ч) должно быть не менее светового потока с максимальным коэффициентом сохранения светового потока при соответствующем нормируемом сроке службы (L50 или L70), установленном и представленном изготовителем или ответственным поставщиком;

б) полученный коэффициент сохранения светового потока должен соответствовать категории коэффициента сохранения светового потока, установленной и представленной изготовителем или ответственным поставщиком: категория А – категория Е для L50 (или категория А – категория С для L70).

<sup>2</sup> В оригинале ссылка на рисунок отсутствует. – Прим. ред.

Т а б л и ц а 1

Характеристика	Лампа и упаковка <sup>а)</sup>	Документация <sup>а)</sup>
	А	В
а) Номинальный световой поток лампы, лм. В случае точечных ламп, для которых нормально приводят только расчетную силу света с углом излучения (по МЭК ТО 61341)	X	X
б) Цветовой код лампы (см. МЭК 61231* и примечание 1) П р и м е ч а н и я 1 Например, цифры и буквы в цветовом коде 830/4 А, означают: 8 – индекс цветопередачи находится в интервале от 77 до 86; 30 – номинальная коррелированная цветовая температура (КЦТ) равна 3000 К; 4 А – расположение КЦТ в пределах 4-ступенчатого эллипса МакАдама при падении 10% светового потока при 25% нормируемого срока службы лампы (с максимумом 6000 ч). 2 Фактическая сила света (вместе с заданным углом луча) не относится к параметрам настоящего стандарта, но соответствующий световой поток (из которого получают силу света и угол) подвергают в дальнейшем испытанию; путем подсчета может быть определено, действительна ли сила света в пределах угла, указанного изготовителем.* Введение для светодиодов в стадии подготовки.	X	X
с) Нормируемый срок службы и коэффициент сохранения светового потока (Lx)	X	X
е) Интенсивность отказов (F <sub>x</sub> ), соответствующая нормируемому сроку службы	–	X
ф) Категория (класс) коэффициента сохранения светового потока (от А до Е, см. 10.1)	–	X
г) Нормируемая КЦТ, включая категорию допуска (от 1 до 8, см. раздел 9)	–	X
h) Нормируемый индекс цветопередачи	–	X

х – означает, что маркировка требуется;

– – указывает на то, что маркировка не требуется.

а) Маркировка требуется по одной из колонок. Для коммерческих целей применима – колонка А, для профессиональных целей – колонка В.

Т а б л и ц а 2

Обозначение цвета	КЦТ	Координаты цветности	
F 6500	6400	0,313	0,337
F 5000	5000	0,346	0,359
F 4500 *	4500 *	0,361 *	0,366 *
F 4000	4040	0,380	0,380
F 3500	3450	0,409	0,394
F 3000	2940	0,440	0,403
F 2700	2720	0,463	0,420

Т а б л и ц а 3

Тип эллипса МакАдама	Категория КЦТ
Все измеренные КЦТ в пределах 1-ступенчатого эллипса	Категория 1
Все измеренные КЦТ в пределах 2-ступенчатого эллипса	Категория 2
Все измеренные КЦТ в пределах 3-ступенчатого эллипса	Категория 3
Все измеренные КЦТ в пределах 4-ступенчатого эллипса	Категория 4
Все измеренные КЦТ в пределах 5-ступенчатого эллипса	Категория 5
Все измеренные КЦТ в пределах 6-ступенчатого эллипса	Категория 6
Все измеренные КЦТ в пределах 7-ступенчатого эллипса	Категория 7
Все измеренные КЦТ вне 7-ступенчатого эллипса	Категория 8

Т а б л и ц а 4

Снижение светового потока к 6000 ч от значения при 0 ч, %	Коэффициент сохранения светового потока, %*	Категория, Δφ
Снижение измеренного светового потока от номинального не более чем на 10%	90	Категория А
Снижение измеренного светового потока от номинального не более чем на 20%	80	Категория В
Снижение измеренного светового потока от номинального не более чем на 30%	70	Категория С
Снижение измеренного светового потока от номинального не более чем на 40%	60	Категория D
Снижение измеренного светового потока от номинального не более чем на 50%	50	Категория Е

\* Значения внесены дополнительно для справки.

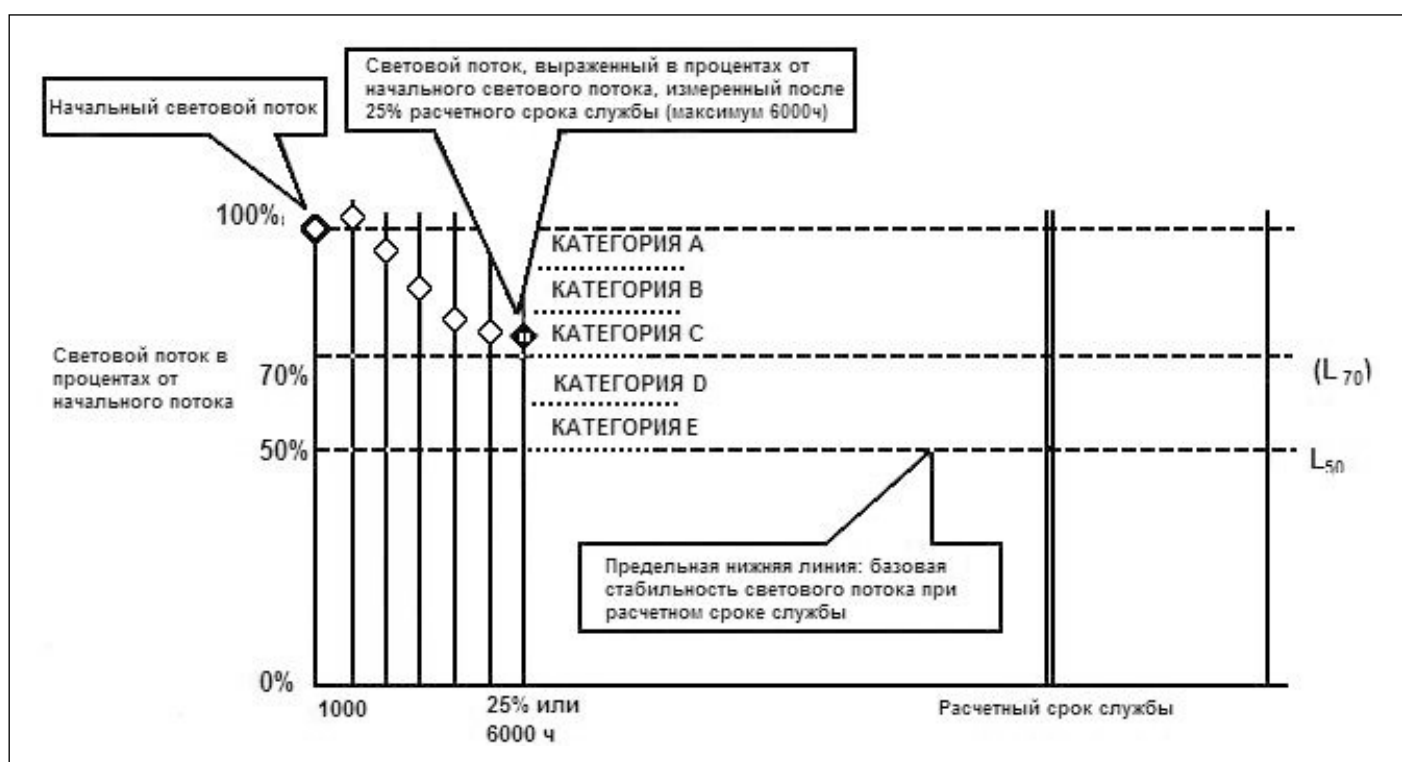


Рисунок 1 – Коэффициент сохранения светового потока в течение срока службы

## 10.2 Испытание на долговечность встроенного устройства управления

Поскольку лампа не может быть разобрана без неизбежного повреждения (3.1), встроенное устройство управления испытывают как часть укомплектованной лампы.

В настоящем разделе указан процент испытанных ламп из партии (F50 или F10), которые могут не удовлетворять требованиям испытания.

10.2.1 Лампа должна быть подвергнута испытаниям на циклическое изменение температуры и на переключения питающего напряжения:

а) испытание на циклическое изменение температуры.

Лампу без подачи напряжения выдерживают при температуре минус 10 °С в течение 1 ч. Затем сразу лампу перемещают в камеру с температурой 40 °С (см. 1.2) и вы-

держивают в течение 1 ч. Должно быть выполнено пять таких циклов;

б) испытание на переключения питающего напряжения.

При испытательном напряжении лампа должна быть включенной на 30 с и выключенной на 30 с.

Число циклов должно быть равно половине нормируемого срока службы лампы в часах (пример: 10000 циклов при нормируемом сроке службы 20000 ч).

После испытаний по перечислениям а) и б) лампа должна работать и оставаться светящейся в течение 15 мин.

10.2.2 Затем лампа должна работать при испытательном напряжении и температуре окружающей среды 45 °С до 25% нормируемого срока службы лампы (с максимумом 6000 ч). По истечении этого времени и после охлаждения до комнатной температуры лампа должна оставаться светящейся в течение 15 мин.

## 11 Оценка

Требования по выборке и соответствию находятся в стадии рассмотрения.

### Приложение А (обязательное) Метод измерения параметров лампы

#### А.1 Общие положения

Все испытания должны быть проведены в помещении при отсутствии сквозняков и температуре окружающей среды (25 ± 1) °С и относительной влажности воздуха не более 65%.

При стабилизации испытательное напряжение должно быть в пределах 0,5%, при измерении этот допуск должен быть 0,2%. При старении и испытании для определения коэффициента сохранения светового потока допуск составляет 2%. Полная гармоническая составляющая напряжения источника питания не должна превышать 3% основной. Полную гармоническую составляющую определяют как среднеквадратичную сумму отдельных гармонических составляющих, принимая основную за 100%.

Все испытания должны быть проведены при номинальной частоте. Лампы должны работать на открытом воздухе в вертикальном положении цоколем вверх при всех испытаниях, в том числе в процессе измерения светового потока, если не указано иное изготовителем или ответственным поставщиком.

#### А.2 Электрические параметры

##### А.2.1 Испытательное напряжение

За испытательное напряжение принимают номинальное напряжение (допуски см. в А.1). В случае диапазона напряжения измерение проводят при среднем значении.

##### А.2.2 Старение

До испытания старение ламп не требуется.

##### А.2.3 Время стабилизации

Измерения не начинают до окончания времени стабилизации. Стабильная работа достигается тогда, когда температура лампы не увеличивается более чем на 5 К в час.

#### А.3 Световые параметры

##### А.3.1 Испытательное напряжение

За испытательное напряжение принимают номинальное напряжение (допуски см. в А.1). В случае диапазона напряжения измерение проводят при среднем значении.

##### А.3.2 Измерение световых величин

Начальный световой поток измеряют после тепловой стабилизации лампы, составляющей 15 мин. Приводят ссылку на документ МКО 84.

Примечание – Метод измерения светового потока ламп в стадии рассмотрения. Приложение В предусмотрено для описания метода, улучшенного по сравнению с методом по МКО 84.

### Приложение В (обязательное)

#### Метод измерения светового потока светодиодных ламп

Измерение светового потока по МКО 84:1989 согласно настоящему стандарту не оптимизировано для светодиодных ламп, и может потребоваться усовершенствование.

### Приложение ДА (справочное)

#### Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов ссылочным национальным стандартам Российской Федерации (и действующим в этом качестве межгосударственным стандартам)

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего национального, межгосударственного стандарта
МЭК 60050–845:1987	–	*
МЭК 60061–1:1969	NEQ	ГОСТ 28108–89 «Цоколи для источников света. Типы, основные и присоединительные размеры, калибры»ГОСТ 17100–79 «Цоколи для источников света. Технические условия»
МЭК 60081:1997	IDT	ГОСТ Р МЭК 60081–99 «Лампы люминесцентные двухцокольные. Эксплуатационные требования»
МЭК 60598–1:2008	IDT	ГОСТ Р МЭК 60598–1–2011 «Светильники. Часть 1. Общие требования и методы испытаний»
МЭК 60630:2009	–	*
МЭК 61000–3-2:2005	MOD	ГОСТ Р 51317.3.2–99 «Совместимость технических средств электромагнитная. Эмиссия гармонических составляющих тока техническими средствами с потребляемым током не более 16 А (водной фазе). Нормы и методы испытаний»
МЭК/ТО 61341:1999	–	*



Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего национального, межгосударственного стандарта
МЭК 61547:1995	MOD	ГОСТ Р 51514–99 «Совместимость технических средств электромагнитная. Помехоустойчивость светового оборудования общего назначения. Требования и методы испытаний»
МЭК 62031:2008	IDT	ГОСТ Р МЭК 62031–2009 «Модули светозлучающих диодов для общего освещения. Требования безопасности»
МЭК/ТС 62504:2011	IDT	ГОСТ Р 54814–2011/IEC/TS 62504:2011 «Светодиоды и светодиодные модули для общего освещения. Термины и определения»
МЭК 62560:2009	–	ГОСТ Р МЭК 62560–2011 «Лампы светодиодные со встроенным устройством управления для общего освещения на напряжения свыше 50 В. Требования безопасности»
МКО 84:1989	–	*
СИСПР 15:2005	MOD	ГОСТ Р 51318.15–99 «Совместимость технических средств электромагнитная. Радиопомехи промышленные от электрического светового и аналогового оборудования. Нормы и методы испытаний»

\* Соответствующий национальный стандарт отсутствует. До его утверждения рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного стандарта. Перевод данного международного стандарта находится в Федеральном информационном фонде технических регламентов и стандартов.

Примечание – В настоящей таблице использованы следующие условные обозначения степени соответствия стандартов:

- IDT – идентичные стандарты;
- MOD – модифицированные стандарты;
- NEQ – неэквивалентные стандарты.

### Библиография

- |  |  |
|--|--|
| МЭК 60050–845:1987<br>(IEC 60050–845:1987) | Международный электротехнический словарь. Глава 845:<br>Освещение (International Electrotechnical Vocabulary – Lighting)   |
| МЭК 61000–3-2:2005<br>(IEC 61000–3-2:2005) | Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 3–2. Предельные значения. Предельные значения для гармонических эмиссий тока<br>(Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3–2: Limits – Limits for harmonic current emissions)         |
| МЭК 61231:2010<br>(IEC 61231:2010)         | Международная система обозначения ламп (МСОЛ)<br>(International lamp coding system (ILCOS))  |
| МЭК 61547:1995<br>(IEC 61547:1995)         | Оборудование для общего освещения. Требования к электромагнитной защищенности<br>(Equipment for general lighting purposes – EMS immunity requirements)   |
| МЭК/ТС 62504:2011<br>(IEC/TS 62504:2011)   | Общее освещение. Светодиоды и светодиодные модули. Термины и определения<br>(General lighting – LEDs and LED modules – Terms and definitions)  |
| МЭК 62560:2011<br>(IEC 62560:2011)         | Лампы светодиодные со встроенным устройством управления для общего освещения на напряжения свыше 50 В. Требования безопасности<br>(Self-ballasted LED-lamps for general lighting services by voltage > 50 V – Safety specifications) |
| МКО 1931<br>(CIE 1931)                     | Стандартная колориметрическая система МКО 1931 г. (X Y Z)<br>(CIE 1931 standard colorimetric system (X Y Z))   |
| СИСПР 15:2005<br>(CISPR 15:2005)           | Предельные значения и методы измерений радиопомех от электрического осветительного и подобного оборудования<br>(Limits and methods of measurement of radio disturbance characteristics of electrical lighting and similar equipment) |

**Приборы и комплексы осветительные. Термины и определения**

Lighting fixtures and complexes. Terms and definitions

Дата введения – 2013–07–01<sup>1</sup>**1 Область применения**

Настоящий стандарт устанавливает термины и определения понятий в области осветительных приборов и комплексов общего назначения с электрическими источниками света.

Настоящий стандарт охватывает терминологию в указанной области в части свето-технических характеристик и фотометрических понятий осветительных приборов и комплексов, а также их классификации по отдельным признакам (защите от воздействия среды, способу установки, видам освещения, области применения, светораспределению).

Настоящий стандарт не устанавливает терминологию в указанной области, связанную с частными оптическими, конструктивными, электрическими и эксплуатационными характеристиками осветительных приборов и комплексов.

Настоящий стандарт не устанавливает термины в области осветительных приборов и комплексов специального назначения, а также специфическую терминологию в указанной области, характерную для узкопрофессионального применения.

Термины, установленные настоящим стандартом, обязательны для применения во всех видах документов (стандартах, технической и договорной документации, научно-технической, учебной, справочной литературе и т. п.) в сфере разработки, производства, измерений и эксплуатации осветительных приборов и комплексов.

**2 Общие понятия**

**2.1 осветительный прибор;** ОП: Устройство, предназначенное для освещения и содержащее один или несколько электрических источников света (ИС) и осветительную арматуру

**2.2 осветительный комплекс:** Устройство, предназначенное для освещения, состоящее из набора ОП или отдельных ИС, светоперераспределяющих и/или светопреобразующих элементов, а также конструктивных, электротехнических и других элементов, сборочных единиц или блоков, имеющее общую техническую документацию и выполняющее свои функции только в собранном виде у потребителя

**Примечание** – В отличие от осветительного комплекса осветительная установка состоит из отдельно изготавливаемых и приобретаемых светотехнических изделий (ОП, оптических элементов, например, рассеивателей, конструктивных и электротехнических элементов), соби-

раемых на месте по проекту данной осветительной установки. Кроме того, в понятие «осветительная установка» помимо средств освещения включают средства питания и управления освещением, а также освещаемый объект, например освещаемое помещение, участок полотна дороги или улицы, стену здания и т. п.

**2.3 ОП со светодиодами:** ОП, в котором в качестве ИС используются светодиодные лампы или модули

**2.4 неразборный ОП со светодиодами:** ОП со светодиодами, из которого светодиодный модуль не может быть изъят без применения специальных инструментов или без нарушения его герметизации

**2.5 светильник:** ОП, перераспределяющий излучение ИС внутри больших, вплоть до 4 π, телесных углов

**2.6 прожектор:** ОП, концентрирующий излучение ИС с помощью элементов оптической системы (зеркал и/или линз) в направлении, как правило, оптической оси в ограниченном угле излучения и, как правило, имеющий приспособления для изменения направления светового пучка (лиру), а в ряде случаев и его угловых размеров (фокусирующее устройство)

**Примечание** – Ограничение угла излучения характеризуется минимальным углом рассеяния, не превышающим значения 30° – для круглосимметричных и 80° – для симметричных и асимметричных прожекторов.

**2.7 источник света;** ИС: Преобразователь электрической энергии в электромагнитное излучение в видимой области спектра

**Примечание** – В ОП общего назначения используются электрические ИС следующих типов: тепловые (лампы накаливания), разрядные и светодиодные.

2.8

**светодиод;** СД: Полупроводниковый прибор с *p-n* переходом, испускающий некогерентное видимое излучение при пропускании через него электрического тока [ГОСТ Р 54814–2011, статья 3.22]

**2.9 лампа-светильник:** ИС, содержащий оптическую систему, стандартный цоколь, элементы, обеспечивающие работу прибора в электрической сети, и выполняющий функции пространственного перераспределения и спектрального преобразования генерируемого им излучения

2.10

**светодиодный модуль:** Устройство, используемое в качестве источника света, состоящее из одного или более светодиодов, установленных на общей плате с полным набором оптических, механических, теплоотводящих компонентов и устройств коммутации, но не содержащее устройств управления [ГОСТ Р 54814–2011, статья 3.18]

<sup>1</sup> Подготовлен ООО «Всероссийский научно-исследовательский светотехнический институт им. С.И. Вавилова».

2.11

**светодиодный модуль со встроенным устройством управления:** Светодиодный модуль с устройством управления, предназначенный для присоединения к источнику напряжения

Примечание – Если светодиодный модуль со встроенным устройством управления имеет цоколь, то его считают лампой со встроенным устройством управления. [ГОСТ Р 54814–2011, статья 3.40]

2.12

**светодиодная лампа со встроенным устройством управления:** Устройство, которое не может быть разобрано без неизбежного повреждения, с цоколем, удовлетворяющим требованиям МЭК 60061–1, и включающее в себя светодиодный источник света и любые дополнительные элементы, необходимые для зажигания и стабильной работы источника света [ГОСТ Р 54814–2011, статья 3.39]

**2.13 осветительная арматура:** Устройство, предназначенное для следующих целей: пространственного перераспределения и/или спектрального преобразования излучения ИС, устранения или снижения слепящего действия ИС и оптической системы ОП, крепления ИС внутри ОП и собственно ОП к опорной поверхности, подключения ИС к системе питания и их устойчивой работы, защиты ИС и оптической системы от механических повреждений и воздействия окружающей среды, защиты от прикосновения к токоведущим частям ОП

Примечания

1 Осветительная арматура с разрядными ИС, как правило, включает в себя устройства для зажигания и стабилизации их работы.

2 Осветительная арматура для светодиодных ИС, как правило, включает в себя устройства управления и элементы для отвода тепла от ИС.

3 Осветительная арматура прожекторов, как правило, включает в себя приспособления для изменения направления и концентрации светового пучка.

4 При использовании в ОП в качестве ИС лампы-светильника или светодиодного модуля функции пространственного перераспределения и/или спектрального преобразования света и ограничения слепящего действия преимущественно выполняются собственно ИС.

**2.14 оптическая система:** Часть осветительной арматуры, состоящая из элементов, которые участвуют в пространственном перераспределении и/или спектральном преобразовании излучения ИС

Примечание – Для ОП с лампой-светильником или светодиодным модулем оптическая система, как правило, это часть ИС.

**2.15 отражающая оптическая система:** Оптическая система, в которой перераспределение излучения ИС происходит на основе явления отражения света

**2.16 зеркально-отражающая оптическая система:** Отражающая оптическая система, в которой отражение происходит преимущественно на основе явления зеркального отражения света

Примечание – Зеркальное отражение подразделяют на френелевское отражение, металлическое отражение, отражение от поверхности с многослойным интерфе-

ренционным покрытием и полное внутреннее отражение.

**2.17 преломляющая оптическая система:** Оптическая система, в которой перераспределение излучения ИС происходит преимущественно на основе явления преломления света

**2.18 диффузная оптическая система:** Оптическая система, в которой перераспределение излучения ИС происходит преимущественно путем диффузного отражения и/или пропускания света

**2.19 направленно-рассеивающая оптическая система:** Оптическая система, в которой перераспределение излучения ИС происходит преимущественно путем направленно-рассеянного отражения и/или пропускания света

**2.20 комбинированная оптическая система:** Оптическая система, в которой перераспределение излучения ИС происходит на основе сочетания разных видов отражения, преломления и пропускания света

**2.21 выходное отверстие:** Окно в осветительной арматуре, предназначенное для выхода света в окружающее пространство

Примечание – Термин применяют для ОП, оптическая система которых включает в себя экранирующие свет элементы (отражатель, решетку).

**2.22 активная поверхность оптической системы:** Поверхность оптической системы ОП, на которой происходит перераспределение и/или спектральное преобразование излучения ИС

**2.23 световое отверстие оптической системы:** Проекция активной поверхности оптической системы на плоскость, перпендикулярную к выбранному направлению

**2.24 световой центр:** Точка, используемая в качестве центра полярной системы координат для описания светораспределения ОП при его представлении в виде точечного излучателя

Примечание – Как правило, за световой центр принимают фотометрический центр ОП.

**2.25 оптическая ось:** Полупрямая, исходящая из светового центра и используемая в качестве полярной оси системы координат для описания светораспределения ОП при его представлении в виде точечного излучателя

Примечание – Как правило, за оптическую ось принимают фотометрическую ось ОП.

**2.26 нижняя полусфера:** Полупространство относительно плоскости, проходящей через световой центр ОП, содержащее оптическую ось ОП, располагаемую, как правило, перпендикулярно к этой плоскости

Примечание – Термин «нижняя» соответствует ориентации оптической оси ОП в направлении надира.

**2.27 верхняя полусфера:** Полупространство относительно плоскости, проходящей через световой центр ОП, не содержащее оптической оси ОП, располагаемой, как правило, перпендикулярно к этой плоскости

Примечание – Термин «верхняя» соответствует ориентации оптической оси ОП в направлении надира.

**2.28 стандартное положение ОП:** Для ОП общего назначения положение, при котором оптическая ось, как правило, направлена вертикально вниз (в направлении надира) или вверх (в направлении зенита)

Примечание – Для ОП специального назначения стандартное положение устанавливают в технических условиях на ОП конкретных типов или групп.

## 1 Фотометрические понятия

**3.1 фотометрическое тело:** Характеристика светораспределения ОП при его представлении в виде точечного излучателя, определяемая как область пространства, ограниченная поверхностью, служащей геометрическим местом концов радиус-векторов, выходящих из светового центра ОП, длина которых пропорциональна силе света ОП в соответствующем направлении

**3.2 фотометрический центр:** Центр системы координат ОП, относительно которого ведут отсчет расстояния при фотометрировании, определяемый точкой внутри или на светящей поверхности ОП в зависимости от формы, взаимного расположения и оптических свойств элементов оптической системы, а также от типа и расположения ИС в ОП

*Примечание* – См. таблицу А.1 (приложение А).

**3.3 главные оси:** Три координатные оси прямоугольной системы координат с центром в фотометрическом центре ОП, относительно которых, как правило, определяют симметрию светораспределения ОП

*Примечание* – См. рисунок Б.1 (приложение Б).

**3.4 фотометрическая ось:** Одна из главных осей ОП, представляющая собой:

– ось симметрии светораспределения – для круглосимметричных ОП;

– линию пересечения плоскостей симметрии светораспределения – для симметричных ОП;

– линию, лежащую в плоскости симметрии и либо перпендикулярную к плоскости выходного отверстия, либо совпадающую с направлением максимальной силы света – для асимметричных ОП

*Примечания*

1 См. рисунок Б.1 (приложение Б).

2 Для большинства случаев за фотометрическую ось принимают ось симметрии оптической системы ОП. Для ОП, выходное отверстие или основная светящая поверхность которых плоская, направление фотометрической оси определяется перпендикуляром к плоскости указанного выходного отверстия или светящей поверхности ОП.

3 Во всех неоднозначных случаях направление фотометрической оси должно быть установлено производителем и указано в технической документации.

**3.5 продольная ось:** Одна из главных осей ОП, проходящая перпендикулярно к его фотометрической оси и, как правило, параллельно продольной оси ИС

*Примечания*

1 См. рисунок Б.1 (приложение Б).

2 Для круглосимметричных ОП выбор продольной оси произволен.

3 Во всех неоднозначных случаях направление продольной оси должно быть установлено производителем и указано в технической документации.

**3.6 поперечная ось:** Одна из главных осей ОП, проходящая перпендикулярно к его фотометрической и продольной осям

*Примечание* – См. рисунок Б.1 (приложение Б).

**3.7 продольная плоскость:** Плоскость, проходящая через продольную ось ОП

*Примечание* – В системе фотометрирования В-β продольные плоскости служат меридиональными плоскостями.

**3.8 главная продольная плоскость:** Продольная плоскость, проходящая, как правило, через фотометрическую ось ОП

*Примечания*

1 См. рисунок Б.1 (приложение Б).

2 В системе фотометрирования В-β главной продольной плоскости соответствуют две полуплоскости: начальная –  $V_0$  и противоположно направленная –  $V_{180}$ .

3 Для асимметричных ОП иногда за главную продольную плоскость принимают продольную плоскость, проходящую через направление максимальной силы света ОП.

**3.9 поперечная плоскость:** Плоскость, проходящая через поперечную ось ОП

*Примечание* – В системе фотометрирования А-α поперечные плоскости служат меридиональными плоскостями.

**3.10 главная поперечная плоскость:** Поперечная плоскость, проходящая через фотометрическую ось ОП

*Примечания*

1 См. рисунок Б.1 (приложение Б).

2 В системе фотометрирования А-α главной поперечной плоскости соответствуют две полуплоскости: начальная –  $A_0$  и противоположно направленная –  $A_{180}$ .

**3.11 система фотометрирования ОП:** Используемая для фотометрирования ОП система координатных полуплоскостей в полярной (сферической) системе координат, центр и полярная ось которой совмещены соответственно с фотометрическим центром и одной из главных осей ОП

*Примечания*

1 См. рисунок Б.2 (приложение Б).

2 В зависимости от расположения ОП относительно системы фотометрирования различают С-γ, В-β и А-α системы фотометрирования.

**3.12 меридиональная плоскость:** Координатная полуплоскость системы фотометрирования, проходящая через полярную ось

*Примечания*

1 См. рисунок Б.2 (приложение Б).

2 Для обозначения меридиональных плоскостей используют первый символ обозначения данной системы фотометрирования с индексом, соответствующим значению экваториального угла данной плоскости. Например, обозначение  $C_{20}$  соответствует меридиональной плоскости в системе С-γ, расположенной под углом  $20^\circ$  к главной меридиональной плоскости. Соответственно для главной меридиональной плоскости принято обозначение  $C_0$ .

**3.13 главная меридиональная плоскость:** Меридиональная плоскость, принятая за начало отсчета меридиональных плоскостей

*Примечание* – См. рисунок Б.2 (приложение Б).

**3.14 экваториальная плоскость:** Плоскость, проходящая через фотометрический центр перпендикулярно к меридиональным плоскостям

*Примечание* – См. рисунок Б.1 (приложение Б).

**3.15 меридиональный угол:** Угол между лежащими в одной меридиональной плоскости направлением, принятым за начало отсчета меридиональных углов в соответствующей системе фотометрирования, и произвольно выбранным лучом, исходящим из фотометрического центра ОП

**3.16 экваториальный угол:** Угол между главной меридиональной плоскостью и меридиональной плоскостью,

содержащей произвольно выбранный луч, исходящий из фотометрического центра ОП

**3.17 система фотометрирования С-γ:** Система фотометрирования, полярная ось которой совмещена с фотометрической осью ОП, а главная меридиональная плоскость  $S_0$  проходит через продольную или поперечную ось ОП в зависимости от его типа

**П р и м е ч а н и я**

1 См. рисунок Б.2 а и таблицу Б.1 (приложение Б).

2 Произвольно выбранный луч, исходящий из фотометрического центра и лежащий в меридиональной плоскости С, координируется экваториальным углом С и меридиональным углом  $\gamma$ , отсчитываемым от фотометрической оси ОП.

3 Система наиболее распространена, а для круглосимметричных ОП имеет исключительное применение.

**3.18 система фотометрирования В-β:** Система фотометрирования, полярная ось которой совмещена с продольной осью ОП, а главная меридиональная плоскость  $V_0$  проходит через фотометрическую ось ОП

**П р и м е ч а н и я**

1 См. рисунок Б.2 б и таблицу Б.2 (приложение Б).

2 Произвольно выбранный луч, исходящий из фотометрического центра и лежащий в меридиональной плоскости В, координируется экваториальным углом В и меридиональным углом  $\beta$ , отсчитываемым от направления, перпендикулярного к продольной оси ОП.

3 Систему применяют в основном для симметричных и асимметричных прожекторов.

**3.19 система фотометрирования А-α:** Система фотометрирования, полярная ось которой совмещена с поперечной осью ОП, а главная меридиональная плоскость  $A_0$  проходит через фотометрическую ось ОП

**П р и м е ч а н и я**

1 См. рисунок Б.2 в и таблицу Б.3 (приложение Б).

2 Произвольно выбранный луч, исходящий из фотометрического центра и лежащий в меридиональной плоскости А, координируется экваториальным углом А и меридиональным углом  $\alpha$ , отсчитываемым от направления, перпендикулярного к поперечной оси ОП.

3 Система наименее распространена. Применима в основном для специальных ОП, например автомобильных фар.

**3.20 характерная плоскость [поверхность]:** Плоскость [поверхность], светораспределение в которой в наибольшей степени характеризует светораспределение ОП

**П р и м е ч а н и е** – К характерным относят плоскости симметрии фотометрического тела, а также плоскости или поверхности (например, конические), содержащие направления максимума силы света.

**3.21 расстояние фотометрирования:** Расстояние  $r$  от фотометрического центра до точки на фотометрической оси ОП, начиная с которого произведение  $E r^2$ , где  $E$  – освещенность в указанной точке на плоскости, перпендикулярной к фотометрической оси, остается постоянным в пределах заданной погрешности при дальнейшем увеличении этого расстояния

**П р и м е ч а н и е** – Значение  $E r^2$  на указанном расстоянии принимают за осевую силу света ОП.

**3.22 расстояние полного свечения:** Расстояние от фотометрического центра до точки на фотометрической оси

прожектора, начиная с которого световое отверстие оптической системы становится полностью светлым

**П р и м е ч а н и е** – Термин применим, как правило, для круглосимметричных параболоидных прожекторов с зеркально-отражающей оптической системой.

## 2 Светотехнические характеристики осветительных приборов

**4.1 светораспределение:** Распределение светового потока ОП во внешнем пространстве, выражаемое через распределение силы света или освещенности по заданной поверхности

**П р и м е ч а н и е** – В общем случае светораспределение ОП может быть определено как распределение светового вектора во внешнем пространстве ОП.

**4.2 распределение силы света:** Светораспределение, выраженное в виде зависимости силы света ОП от направления, задаваемого меридиональным и экваториальным углами в некоторой системе фотометрирования, получаемой сечением фотометрического тела ОП характерными плоскостями или поверхностями и представляемой в графической, табличной или файловой форме

**4.3 кривая силы света; КСС:** (Ндп. *диаграмма силы света, диаграмма направленности*): Распределение силы света, получаемое сечением фотометрического тела ОП характерной плоскостью или поверхностью и представляемое в форме графика

**П р и м е ч а н и е** – Как правило, КСС указывают для значений силы света, приведенных к суммарному световому потоку ИС 1000 лм, а для неразборных ОП с СД – к световому потоку ОП 1000 лм.

**4.4 таблица силы света; ТСС:** (Ндп. *матрица силы света ОП*): Распределение силы света, представленное в форме таблицы с одной (для круглосимметричных ОП) или несколькими (для симметричных или асимметричных ОП) колонками, содержащими значения силы света для соответствующих координатных углов в выбранной системе фотометрирования

**П р и м е ч а н и е** – Как правило, КСС указывают для значений силы света, приведенных к суммарному световому потоку ИС 1000 лм, а для неразборных ОП с СД – к световому потоку ОП 1000 лм.

**4.5 файл фотометрических данных:** Файл, используемый в компьютерных программах и содержащий данные о распределении силы света и других характеристиках ОП, записанные по определенным правилам (формату)

**П р и м е ч а н и е** – В международной практике наиболее распространены форматы файлов фотометрических данных – форматы *IESNA* с расширением *.ies* по стандарту [1] и *ELUMDATE* с расширением *.ldt*.

**4.6 меридиональная КСС:** КСС ОП в данной меридиональной плоскости

**4.7 экваториальная КСС:** КСС ОП в экваториальной плоскости

**П р и м е ч а н и е** – Для ОП, светящих только в нижнюю и/или только в верхнюю полусферы, экваториальная КСС вырождается в точку.

**4.8 осевая сила света:** Сила света ОП в направлении оптической оси

**4.9 коэффициент формы КСС:** Величина, определяемая отношением максимального значения силы света

в данной меридиональной плоскости к среднему значению силы света ОП для той же плоскости

**4.10 типовая КСС:** КСС ОП в характерной меридиональной плоскости, форма которой стандартизована

**Примечания**

1 См. рисунок В.1 (приложение В).

2 К типовым относят следующие типы КСС: концентрированную, глубокую, косинусную, полуширокую, широкую, равномерную и синусную.

**4.11 концентрированная КСС:** Типовая КСС ОП, у которой коэффициент формы равен или более 3, а направление максимальной силы света отстоит от надира (или зенита) на угол не более  $15^\circ$

**Примечание** – См. рисунок В.1 (приложение В).

**4.12 глубокая КСС:** Типовая КСС ОП, у которой коэффициент формы равен или более 2, но менее 3, а направление максимальной силы света отстоит от надира (или зенита) на угол не более  $30^\circ$

**Примечание** – См. рисунок В.1 (приложение В).

**4.13 косинусная КСС:** Типовая КСС ОП, у которой коэффициент формы равен или более 1,3, но менее 2, а направление максимальной силы света отстоит от надира (или зенита) на угол не более  $35^\circ$

**Примечание** – См. рисунок В.1 (приложение В).

**4.14 полуширокая КСС:** Типовая КСС ОП, у которой коэффициент формы равен или более 1,3, но менее 2, а направление максимальной силы света лежит в диапазоне углов от  $35^\circ$  до  $55^\circ$  от надира (или зенита)

**Примечание** – См. рисунок В.1 (приложение В).

**4.15 широкая КСС:** Типовая КСС ОП, у которой коэффициент формы равен или более 1,5, но менее 3,5, а направление максимальной силы света лежит в диапазоне углов от  $55^\circ$  до  $85^\circ$  от надира (или зенита)

**Примечание** – См. рисунок В.1 (приложение В).

**4.16 равномерная КСС:** Типовая КСС ОП, у которой коэффициент формы равен или более 1,3, а отношение минимальной силы света к максимальной более 0,7

**Примечание** – См. рисунок В.1 (приложение В).

**4.17 синусная КСС:** Типовая КСС ОП, у которой коэффициент формы равен или более 1,3, при этом отношение силы света по оптической оси к максимальной менее 0,7, а направление максимальной силы света лежит в диапазоне углов от  $70^\circ$  до  $90^\circ$  от надира (или зенита)

**Примечание** – См. рисунок В.1 (приложение В).

**4.18 коэффициент усиления:** Величина, определяемая отношением максимальной силы света ОП к максимальной силе света ИС

**Примечание** – Характеристику не применяют для ОП, у которых оптическая система и ИС представляют собой единое целое, например лампы-светильника, неразборного ОП со светодиодами.

**4.19 изоканделы:** Семейство кривых равных значений силы света ОП

**4.20 условная экваториальная КСС:** Проекция на экваториальную плоскость линии пересечения фотометрического тела светильника с соосным круговым конусом, вершина которого совпадает с фотометрическим центром светильника, а боковая поверхность проходит через направление максимальной силы света или, если это направление совпадает с осью конуса, – через иное характерное направление

**Примечания**

1 См. рисунок Г.1 (приложение Г).

2 Данную характеристику используют при классификации уличных светильников по светораспределению.

**4.21 круглосимметричная КСС:** Условная экваториальная КСС светильника, имеющая форму окружности

**Примечание** – См. рисунок Г.2 а (приложение Г).

**4.22 осевая КСС:** Условная экваториальная КСС светильника с двумя осями симметрии и двумя симметричными максимумами, расположенными по одной из этих осей

**Примечание** – См. рисунок Г.2 б (приложение Г).

**4.23 боковая КСС:** Условная экваториальная КСС светильника с одной осью симметрии и двумя симметричными максимумами, расположенными под углом к оси симметрии

**Примечание** – См. рисунок Г.2 в (приложение Г).

**4.24 многолучевая КСС:** Условная экваториальная КСС светильника с тремя или более максимумами, расположенными равномерно

**Примечание** – См. рисунок Г.2 г (приложение Г).

**4.25 асимметричная КСС:** Условная экваториальная КСС светильника с одной осью симметрии и одним максимумом, расположенным по этой оси

**Примечание** – См. рисунок Г.2 д (приложение Г).

**4.26 распределение освещенности:** Светораспределение ОП, выраженное в виде зависимости освещенности расчетной поверхности от положения расчетных точек, координаты которых определены в системе координат, заданной относительно светового центра ОП

**4.27 кривая относительной освещенности:** Выраженное в графической форме распределение освещенности ОП на расчетной плоскости в характерном сечении, проходящем через световой центр ОП перпендикулярно к указанной плоскости, при расположении светового центра ОП на высоте 1 м над этой плоскостью

**4.28 изолуксы:** Семейство кривых равных значений освещенности на расчетной плоскости, положение которой задано относительно светового центра ОП и его оптической оси

**4.29 габаритная яркость:** Средняя яркость светящей поверхности ОП, видимой в данном направлении

**Примечание** – Определяется отношением силы света ОП в данном направлении к площади проекции его светящей поверхности на плоскость, перпендикулярную к этому направлению.

**4.30 максимальная яркость:** Среднее значение яркости наиболее яркого в данном направлении участка светящей поверхности ОП регламентируемой площади

**Примечание** – Регламентируемую площадь принимают равной  $6,45 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$  (один квадратный дюйм).

**4.31 коэффициент полезного действия; КПД:** Величина, определяемая отношением светового потока ОП к суммарному световому потоку установленных в нем ИС

**Примечания**

1 За суммарный световой поток ИС принимают сумму световых потоков каждого ИС, которые они создают независимо друг от друга вне осветительной арматуры при питании от образцового устройства управления, в положении и при температуре окружающей среды, оговоренных в стандартах или технических условиях на отдельные группы или типы этих ИС.

2 Характеристику не применяют для ОП, у которых оптическая система и ИС представляют собой единое целое, например лампы-светильника, неразборного ОП со светодиодами.

**4.32 световая отдача ОП:** Величина, определяемая отношением светового потока ОП к потребляемой им электрической мощности

**Примечание** – Характеристику применяют, как правило, для ОП, у которых оптическая система и ИС представляют собой единое целое, например, лампы-светильника, неразборного ОП со светодиодами.

**4.33 коэффициент световой отдачи ОП со светодиодами:** Величина, определяемая отношением световой отдачи ОП к световой отдаче содержащихся в нем однотипных светодиодов, заявленной изготовителем

**4.34 защитный угол:** Угол в характерной плоскости, в пределах которого глаз наблюдателя защищен от прямого излучения ИС в светильнике

**Примечания**

1 См. рисунок Д.1 (приложение Д).

2 Характеристика применима для светильников, имеющих выходное отверстие, открытое или перекрытое прозрачным защитным стеклом или экранирующей решеткой со светоотражающими экранами, и определена для установленного в стандартное положение светильника как угол в данной характерной плоскости между горизонталью и линией, касательной к краю отражателя или непрозрачного экрана и светящему телу ИС или краю соседнего непрозрачного экрана. Применима как для нижней, так и для верхней полусферы пространства.

**4.35 условный защитный угол:** Угол в характерной плоскости, в пределах которого яркость светящей поверхности ОП снижена до уровня, при котором светильник не оказывает слепящего действия

**Примечание** – Характеристика применима для светильников, имеющих выходное отверстие, перекрытое рассеивателем, выполненным из светорассеивающего материала, и определена для установленного в стандартное положение светильника как угол в данной характерной плоскости между горизонталью и линией, касательной к краю рассеивателя и светящему телу ИС. Для рассеивателя, полностью перекрывающего выходное отверстие светильника или охватывающего ИС, условный защитный угол принимают равным  $90^0$ . Применима как для нижней, так и для верхней полусферы пространства.

**4.36 угол излучения:** Телесный угол, в пределах которого заключен световой поток ОП

**4.37 полезный угол излучения:** Часть угла излучения, в которой заключен световой поток ОП, полезный для конкретного применения ОП

**Примечание** – Принято характеризовать одним (для круглосимметричного ОП) или двумя (для симметричного или асимметричного ОП) углами рассеяния в характерных плоскостях.

**4.38 угол рассеяния:** Плоский угол, определяющий границы полезного угла излучения в характерной плоскости, за пределами которого значение отношения силы света ОП к максимальной силе света меньше установленного значения

**Примечание** – Для большинства применений прожекторов установленное значение отношения силы света для угла рассеяния к максимальной принято равным 10%.

**4.39 угол прямого выхода светового потока:** Угол, характеризующий зону, в пределах которой световой поток ИС выходит непосредственно из светильника

**Примечание** – Характеристика применима для ОП с открытым или перекрытым прозрачным материалом выходным отверстием и определена в данной характерной плоскости для установленного в стандартное положение светильника как сумма плоских углов, дополнительных к защитным углам светильника и измеряемых от надира – для нижней полусферы или от зенита – для верхней полусферы пространства.

**4.40 зона ограничения яркости:** Часть угла излучения, в пределах которой значения габаритной и/или максимальной яркости светильника не должны превышать нормируемых значений

**Примечание** – Характеристика применима для светильников, имеющих выходное отверстие, перекрытое рассеивателем, выполненным из светорассеивающего материала, и определена для заданной характерной плоскости как интервал углов между углом, дополнительным к условному защитному углу, и углом  $90^0$  – для нижней полусферы, или между углом  $90^0$  и суммой условного защитного угла и угла  $90^0$  – для верхней полусферы.

## Виды осветительных приборов

### По светораспределению

**5.1 круглосимметричный ОП:** ОП, фотометрическое тело которого имеет вращательную симметрию относительно оптической оси

**5.2 симметричный ОП:** ОП, фотометрическое тело которого имеет две и более плоскости симметрии относительно оптической оси

**5.3 асимметричный ОП:** ОП, фотометрическое тело которого имеет одну плоскость симметрии относительно оптической оси (например, кососвет)

**5.4 несимметричный ОП:** ОП, фотометрическое тело которого не имеет осей или плоскостей симметрии

По защите от воздействия среды

**5.5 пыленезащищенный ОП:** ОП, токоведущие части, оптическая система и ИС которого не защищены от попадания пыли

**5.6 пылезащищенный ОП:** ОП, токоведущие части, оптическая система и ИС которого защищены от попадания пыли в количествах, достаточных для повреждения или нарушения удовлетворительной работы ОП

**5.7 пыленепроницаемый ОП:** ОП, токоведущие части, оптическая система и ИС которого полностью защищены от попадания пыли

**5.8 водонезащищенный ОП:** ОП, токоведущие части, оптическая система и ИС которого не защищены от попадания воды

**5.9 каплезащищенный ОП:** ОП, токоведущие части, оптическая система и ИС которого защищены от попадания капель воды, падающих сверху под углом к вертикали, меньшим или равным  $15^0$

**5.10 дождезащищенный ОП:** ОП, токоведущие части, оптическая система и ИС которого полностью защищены от попадания капель или струй воды, падающих сверху под углом к вертикали, большим  $15^0$ , но меньшим или равным  $60^0$

5.11 **брызгозащищенный ОП:** ОП, токоведущие части, оптическая система и ИС которого полностью защищены от попадания капель или брызг воды

5.12 **струезащищенный ОП:** ОП, токоведущие части, оптическая система и ИС которого полностью защищены от попадания воды при обливании его струей воды

5.13 **водонепроницаемый ОП:** ОП, токоведущие части, оптическая система и ИС которого или только токоведущие части защищены от попадания воды при его кратковременном погружении в воду

5.14 **герметичный ОП:** ОП, токоведущие части, оптическая система и ИС которого или только токоведущие части защищены от попадания воды при его длительном погружении в воду

**П р и м е ч а н и е** – Глубину и время погружения указывают в технических условиях.

5.15 **ОП повышенной надежности против взрыва:** ОП, в котором предусмотрены средства и меры, затрудняющие возникновение опасных искр, электрических дуг и нагрева, обеспечивающие взрывозащиту ОП в режиме его нормальной работы

5.16 **взрывобезопасный ОП:** ОП, в котором предусмотрены меры его защиты от взрыва окружающей взрывоопасной, газо-, паро- и пылевоздушной смеси в результате действия искр, электрических дуг или нагрева поверхностей при нормальной работе ОП и вероятных повреждениях

5.17 **взрывонепроницаемый ОП:** Взрывобезопасный ОП, имеющий взрывонепроницаемую оболочку, предотвращающую передачу взрыва в окружающее пространство при воспламенении смеси внутри оболочки

#### По способу установки

5.18 **подвесной ОП:** ОП, который крепят к опорной поверхности или несущим элементам (тросу, кронштейну) снизу с помощью элементов подвеса высотой более 0,1 м

5.19 **потолочный ОП** (Ндп. *плафон*): ОП, который крепят к опорной поверхности (потолку, балке, ферме, навесу и т. п.) снизу непосредственно или с помощью элементов крепления (монтажного профиля) высотой не более 0,1 м

5.20 **встраиваемый ОП:** ОП, который встраивают в нишу или проем опорной поверхности (потолка, стены, пола, грунта, дорожного покрытия) или в оборудование

5.21 **пристраиваемый ОП:** ОП, который жестко прикрепляют непосредственно к поверхности мебели или оборудования

5.22 **настенный ОП** (Ндп. *бра*): ОП, который жестко крепят на вертикальной опорной поверхности (стене, колонне) непосредственно или с помощью элементов крепления (монтажного профиля)

5.23 **опорный ОП:** ОП, предназначенный для установки на верхней стороне горизонтальной поверхности или крепления к ней с помощью стойки или опоры

5.24 **настольный ОП:** Опорный ОП, устанавливаемый на столе или другой мебели или элементах интерьера

5.25 **напольный ОП** (Ндп. *торшер*): Опорный ОП, устанавливаемый на полу помещения

5.26 **венчающий ОП** (Ндп. *торшерный ОП*): ОП, который устанавливают на трубу и световой центр которого лежит на вертикали, проходящей через точку крепления

5.27 **консольный ОП:** ОП, который устанавливают на трубу и световой центр которого смещен относительно вертикали, проходящей через точку крепления

5.28 **торцевой ОП:** Консольный ОП, устанавливаемый на опоре без промежуточного кронштейна

5.29 **стыкуемый ОП:** ОП, конструкция которого позволяет устанавливать его в линию, жестко соединяя с другими такими ОП, и прокладывать через них провода электрической сети

5.30 **стационарный ОП:** ОП, закрепляемый на месте эксплуатации так, что для его снятия или перемещения требуется применение инструмента

5.31 **нестационарный ОП:** ОП, для снятия или перемещения которого с места эксплуатации применения инструмента не требуется

5.32 **переносной ОП:** Нестационарный ОП с автономным источником питания или соединенный с электрической сетью гибким проводом, не отключаемым при перемещении ОП вручную

5.33 **ручной ОП:** Переносной ОП, который при эксплуатации располагают в руке или крепят к деталям одежды человека

5.34 **головной ОП:** Переносной ОП, при эксплуатации закрепляемый на голове или головном уборе человека

5.35 **передвижной ОП:** Нестационарный ОП с автономным источником питания или соединенный с электрической сетью гибким проводом, не отключаемым при перемещении ОП с помощью средств передвижения (специальной тележки) или при наличии у ОП колес

5.36 **регулируемый ОП:** ОП, имеющий регулируемые в установленных пределах светотехнические характеристики

5.37 **сетевой ОП:** ОП, питаемый от стационарной электрической сети

5.38 **автономный ОП:** ОП, питаемый от индивидуального источника питания

5.39 **ОП комбинированного питания:** ОП, имеющий индивидуальный источник питания и устройство для присоединения к электрической сети

5.40 **фонарь:** Переносной ОП, предназначенный для местного освещения

## 4 Светильники

### По доле светового потока в нижнюю полусферу

6.1 **светильник прямого света:** Светильник, направляющий в нижнюю полусферу пространства более 80% светового потока

6.2 **светильник преимущественно прямого света:** Светильник, направляющий в нижнюю полусферу пространства более 60%, но не более 80% светового потока

6.3 **светильник рассеянного света:** Светильник, направляющий в нижнюю полусферу пространства более 40%, но не более 60% светового потока

6.4 **светильник преимущественно отраженного света:** Светильник, направляющий в нижнюю полусферу пространства более 20%, но не более 40% светового потока

6.5 **светильник отраженного света:** Светильник, направляющий в нижнюю полусферу пространства не более 20% светового потока



**6.6 светильник с типовой КСС:** Светильник, в характерных плоскостях которого распределение силы света соответствует типовой КСС

**6.7 светильник со специальным распределением силы света:** Светильник, у которого ни в одной из характерных плоскостей распределение силы света не соответствует типовой КСС

#### По видам освещения

**6.8 светильник общего освещения:** Светильник, предназначенный для общего освещения помещений и открытых пространств

**6.9 светильник местного освещения:** Светильник, обеспечивающий освещение на локальном участке рабочей поверхности

**6.10 светильник комбинированного освещения:** Светильник, выполняющий функции светильника как общего, так и местного освещения

**6.11 светильник рабочего освещения:** –

**6.12 светильник аварийного освещения:** –

**6.13 светильник эвакуационного освещения:** –

**6.14 светильник охранного освещения:** –

#### По назначению и области применения

**6.15 светильник внутреннего освещения:** Светильник, предназначенный для освещения помещений жилых, общественных и производственных зданий

**6.16 декоративный светильник:** Светильник, предназначенный для освещения помещений жилых и общественных зданий, представляющий собой элемент интерьера и соответствующий предъявляемым к нему повышенным эстетическим требованиям

**6.17 экспозиционный светильник:** Светильник, предназначенный для освещения отдельных объектов на выставках, в музеях, в витринах.

**6.18 люстра:** Подвесной декоративный светильник для жилых и общественных помещений, имеющий объемную структуру и состоящий, как правило, из большого количества ИС и светопреломляющих и светоотражающих элементов

**6.19 ночник:** Светильник, предназначенный для освещения, необходимого для ориентации в помещении в темноте

**6.20 светильник наружного освещения:** Светильник, предназначенный для освещения объектов и территорий различного назначения на открытом воздухе

**Примечание** – Светильники для освещения транспортных тоннелей, подземных и закрытых надземных пешеходных переходов относятся к светильникам наружного освещения.

### 5 Проекторы

**7.1 прожектор общего назначения:** Проектор, предназначенный для освещения городских площадей, открытых спортивных площадок, архитектурных объектов, подъездных путей, открытых строительных, производственных и складских территорий, а также для внутреннего освещения закрытых спортивных и других сооружений

**7.2 прожектор заливающего света:** Проектор общего назначения, имеющий невысокую концентрацию светового потока и используемый в основном для освещения больших открытых территорий

**7.3 прожектор акцентирующего освещения:** Проектор общего назначения, используемый для освещения памятников, фрагментов зданий и других подобных объектов

### 6 Осветительные комплексы

**8.1 светящая полоса:** Осветительный комплекс, представляющий собой устройство, как правило, встроенное в подвесной потолок, стену или карниз освещаемого помещения, по длине светящей поверхности соизмеримое с размерами соответственно потолка, стены или карниза, а по ширине – не превышающее 1/5 своей длины

**8.2 светящийся потолок:** Осветительный комплекс, представляющий собой устройство, как правило, встроенное в подвесной потолок освещаемого помещения, по размерам светящей поверхности соизмеримое с размерами указанного потолка

**8.3 устройство с полым световодом:** Осветительный комплекс, предназначенный для перераспределения с помощью полого световода света от одного или группы компактно расположенных ИС по освещаемой площади помещения, соизмеримой по длине с длиной световода

### 7 Элементы осветительной арматуры

**9.1 отражатель (Ндп. *рефлектор*):** Элемент оптической системы ОП, предназначенный для пространственного перераспределения излучения ИС на основе использования явления отражения света

**9.2 контротражатель:** Дополнительный зеркальный отражатель, устанавливаемый вблизи ИС со стороны выходного отверстия основного отражателя, препятствующий прямому выходу излучения ИС и направляющий попавшее на него излучение на основной отражатель ОП

**9.3 фасетный отражатель:** Зеркальный отражатель, выполненный в виде совокупности зеркально-отражающих плоских пластин

**9.4 рассеиватель:** Элемент оптической системы ОП, предназначенный для пространственного перераспределения излучения ИС на основе использования явления рассеяния света

**Примечание** – При этом часть излучения ИС перераспределяется путем отражения от рассеивателя.

**9.5 преломлятель (Ндп. *рефрактор*):** Элемент оптической системы ОП, предназначенный для пространственного перераспределения излучения ИС на основе использования явления преломления света

**Примечание** – При этом часть излучения ИС перераспределяется путем отражения от преломлятеля.

**9.6 экран:** Элемент оптической системы ОП, защищающий глаза наблюдателя от прямого действия излучения ИС и ярких поверхностей оптической системы ОП

**9.7 экранирующая решетка:** Элемент оптической системы ОП, состоящий из совокупности светоотражающих или светопропускающих экранов, обеспечивающих при совместном действии заданный защитный угол и участвующих в перераспределении светового потока ОП

**9.8 защитная сетка:** Элемент осветительной арматуры ОП в форме решетки или сетки, предназначенный для защиты ИС и оптической системы от прикосновения к ним и от механических повреждений, а также для удержания осколков стекла при повреждении колбы лампы или элементов осветительной арматуры

**9.9 защитное стекло:** Элемент осветительной арматуры из светопропускающего материала, предназначенный для защиты ИС, оптической системы и токоведущих частей от прикосновения к ним, от воздействия окружающей среды или от механических повреждений

**9.10 светопропускающая оболочка:** Совокупность элементов осветительной арматуры ОП, служащих одновременно для вывода света из ОП и защиты от механических повреждений

**Примечание** – Термин применяют в основном для взрывозащищенных ОП.

**9.11 фокусирующее устройство:** Элементы осветительной арматуры ОП, предназначенные для регулирования светораспределения ОП путем изменения взаимного расположения ИС и элементов оптической системы

**Примечание** – Термин применяют в основном для прожекторов.

**9.12 лира:** Часть осветительной арматуры прожектора, предназначенная для крепления прожектора к опорной поверхности и позволяющая изменять ориентацию пучка прожектора путем его вращения относительно вертикальной и горизонтальной осей

**9.13 полый световод:** Устройство, выполненное в виде, как правило, протяженного цилиндрического или иной формы полого канала с оболочкой, имеющей светоотражающую и светопропускающую части, и предназначенное для транспортирования введенного в канал света путем многократных отражений от внутренней поверхности светоотражающей части оболочки и вывода его наружу через светопропускающую часть оболочки

**9.14 щелевой световод:** Полый световод, светопропускающая часть оболочки которого выполнена в виде протяженной полосы на боковой поверхности, называемой оптической щелью

## Поздравляем с юбилеем!

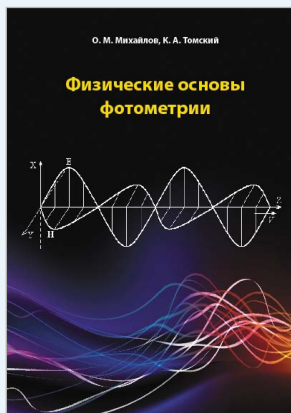
Редакция и редколлегия журнала, друзья и коллеги  
поздравляют кандидата технических наук, старшего научного сотрудника,  
заведующего лабораторией ОАО «МОСЗ»,  
многолетнего научного редактора журнала

**Валентина Тербертовича Бооса**

с 75-летием

и желают ему здоровья, счастья и всего самого доброго

### НОВЫЕ КНИЖИ



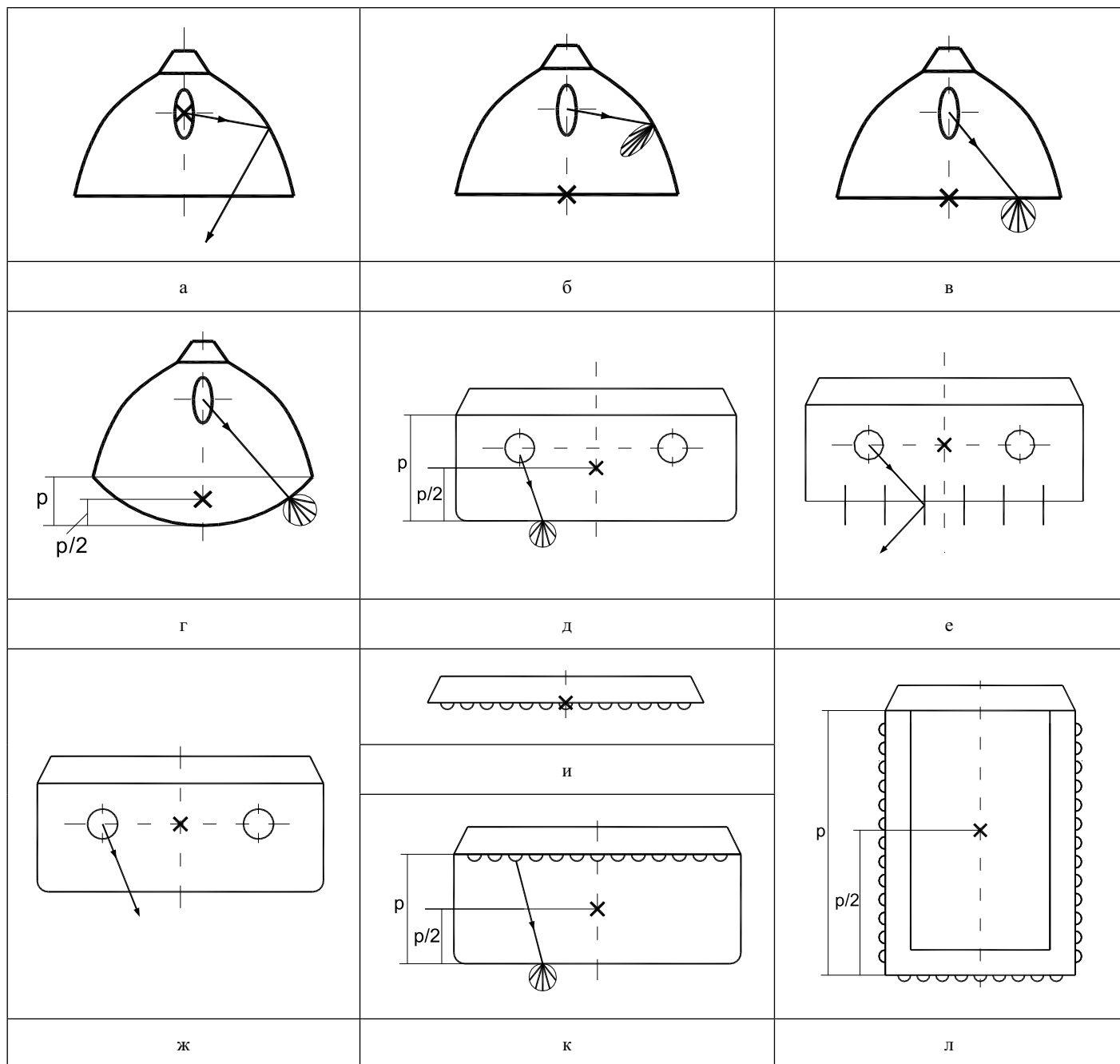
#### Физические основы фотометрии:

О. М. Михайлов О.М., К. А. Томский – СПб: ФГОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет кино и телевидения», 2012. 218 с.

В книге рассматриваются принципы, методы и средства генерирования, пространственного перераспределения и измерения характеристик оптического излучения, а также преобразования энергии света в другие виды энергии.

Главы монографии раскрывают основные темы дисциплины «Основы светотехники», которая предусматривается государственным общеобразовательным стандартом как обязательная для многих специальностей высших учебных заведений.

**Приложение А**  
**(справочное)**  
**Положение фотометрического центра осветительных приборов**



× – положение фотометрического центра; а – зеркальный отражатель, выходное отверстие открыто или с прозрачным рассеивателем; б – то же, отражение с рассеянием; в – рассеиватель плоский матированный или призматический; г, д – то же, рассеиватель выпуклый; е – отражатель и решетка зеркальные; ж – рассеиватель прозрачный; и – светодиодный светильник плоский открытый; к – то же, с матированным или призматическим рассеивателем; л – светильник с объемно расположенными светодиодами

Рисунок А.1 – Положение фотометрического центра осветительных приборов по рекомендациям МКО [2]

**Приложение Б**  
**(справочное)**  
**Системы фотометрирования осветительного прибора**

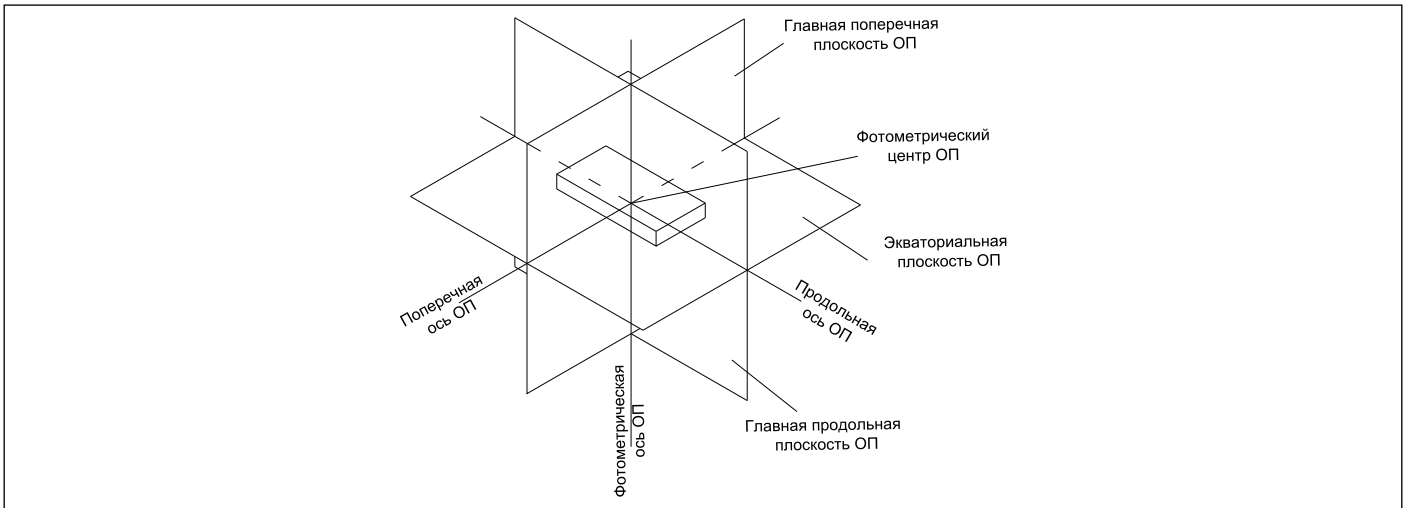
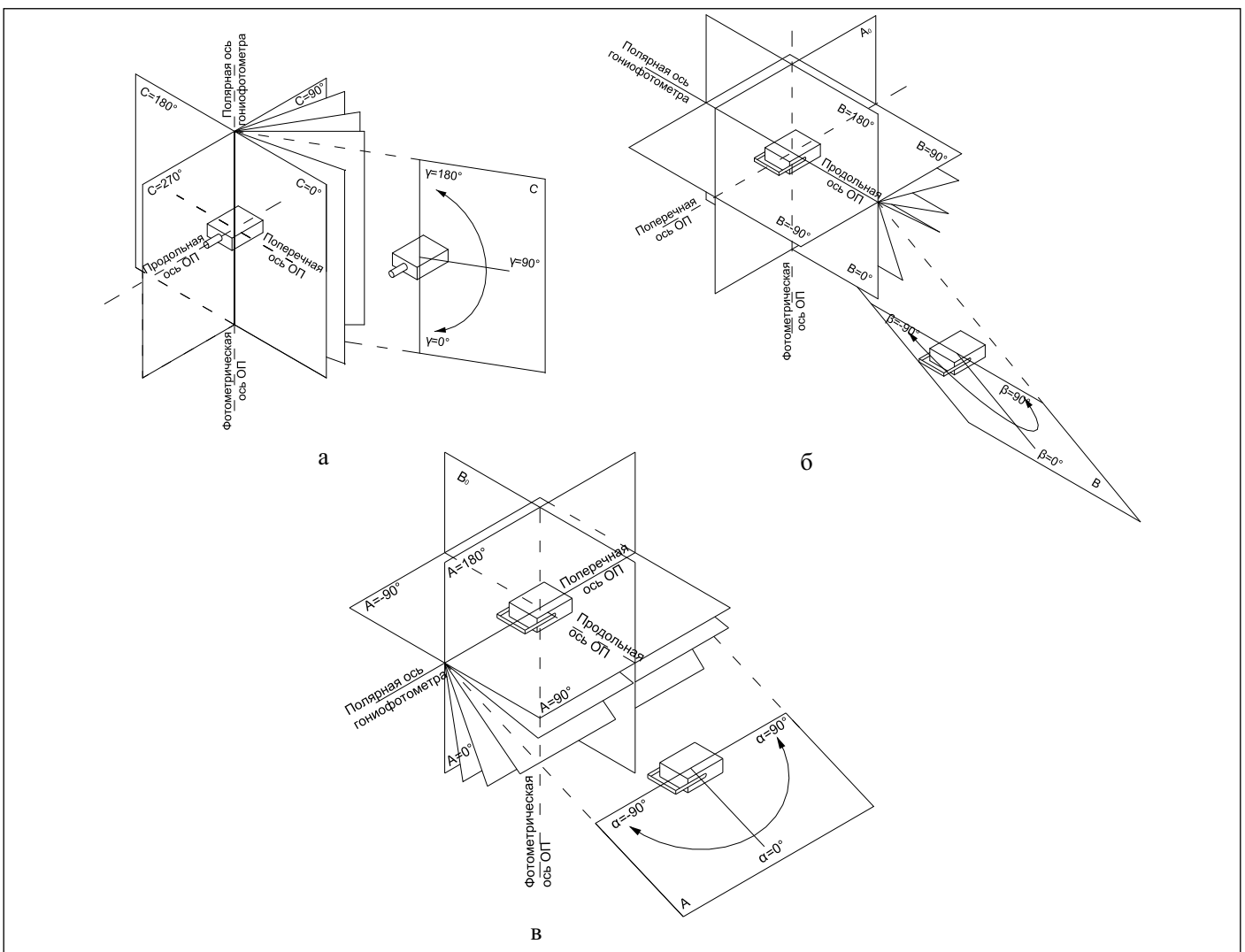


Рисунок Б.1 – Главные оси и плоскости осветительного прибора



а –  $C-\gamma$ ; б –  $B-\beta$ ; в –  $A-\alpha$

Рисунок Б.2 – Системы фотометрирования по рекомендациям МКО [3]

Т а б л и ц а Б.1 – Ориентация основных плоскостей ОП в системе фотометрирования С-γ [3]

Тип ориентации	Характеристика ОП и его ориентация	Вид сверху, в направлении фотометрической оси	Изображение изокандел в плоскости, перпендикулярной к оптической оси
С1	Уличный светильник. Плоскость $C_0$ - $C_{180}$ располагается параллельно краю проезжей части. При расположении ОП сбоку от проезжей части полуплоскость $C_{90}$ направлена в сторону проезжей части, а полуплоскость $C_{270}$ – ближней обочины		
С2	ОП с лирой (прожектор). Плоскость $C_0$ - $C_{180}$ параллельна продольной оси ОП, а полуплоскость $C_{270}$ проходит через лиру		
С3	ОП без лиры, светораспределение – круглосимметричное. В качестве нулевой меридиональной полуплоскости $C_0$ может быть выбрана произвольная полуплоскость С		
С4	ОП без лиры, светораспределение – с одной плоскостью симметрии, в которой лежит полуплоскость $C_{90}$ . Для ОП с протяженными ИС плоскость $C_0$ - $C_{180}$ перпендикулярна к продольной оси ИС. Для ОП с непротяженными ИС производитель ОП должен либо пометить на ОП направление, принимаемое за $C_0$ , либо указать его относительно характерного элемента ОП (например, продольной оси ИС)		
С5	То же, но в плоскости симметрии лежит полуплоскость $C_0$		
С6	То же, но с двумя плоскостями симметрии, в которых лежат полуплоскости $C_0$ и $C_{90}$		
С7	То же, но без плоскостей симметрии		

Т а б л и ц а Б.2 – Ориентация основных плоскостей ОП в системе фотометрирования  $B\text{-}\beta$  [3]

Тип ориентации	Характеристика ОП
$B_1$	ОП с лирой, светораспределение – одинаковое во всех полуплоскостях $B$ . В качестве нулевой полуплоскости $B_0$ может быть выбрана любая полуплоскость $B$
$B_2$	ОП с лирой, светораспределение – с одной плоскостью симметрии. В качестве нулевой полуплоскости $B_0$ принята полуплоскость $B$ , лежащая в плоскости симметрии ОП и содержащая более высокое значение силы света
$B_3$	ОП с лирой, светораспределение – без плоскостей симметрии. В качестве нулевой полуплоскости $B_0$ принята полуплоскость $B$ , содержащая максимум силы света
$B_4$	ОП без лиры. В этом случае производитель ОП должен либо пометить на ОП полуплоскость, принимаемую за $B_0$ , либо указать ее относительно характерного элемента ОП (например, продольной оси ИС)

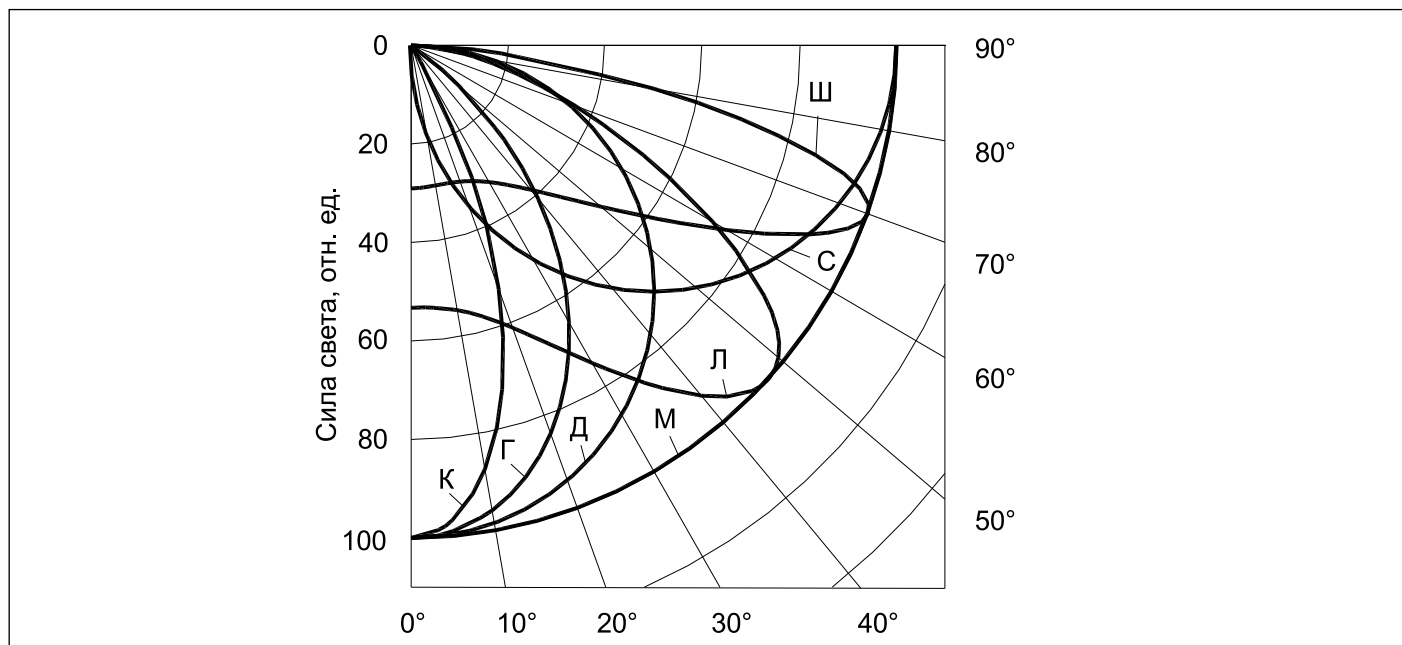
Т а б л и ц а Б.3 – Ориентация основных плоскостей ОП в системе фотометрирования  $A\text{-}\alpha$  [3]

Тип ориентации	Характеристика ОП
$A_1$	ОП с лирой, светораспределение – одинаковое во всех полуплоскостях $A$ . В качестве нулевой полуплоскости $A_0$ может быть выбрана любая полуплоскость $A$
$A_2$	ОП с лирой, светораспределение – с одной плоскостью симметрии. В качестве нулевой полуплоскости $A_0$ принята полуплоскость $A$ , лежащая в плоскости симметрии ОП и содержащая более высокое значение силы света
$A_3$	ОП с лирой, светораспределение – без плоскостей симметрии. В качестве нулевой полуплоскости $A_0$ принята полуплоскость $A$ , содержащая максимум силы света
$A_4$	ОП без лиры. В этом случае производитель ОП должен либо пометить на ОП полуплоскость, принимаемую за $A_0$ , либо указать ее относительно характерного элемента ОП (например, поперечной оси ИС)

## Приложение В

(справочное)

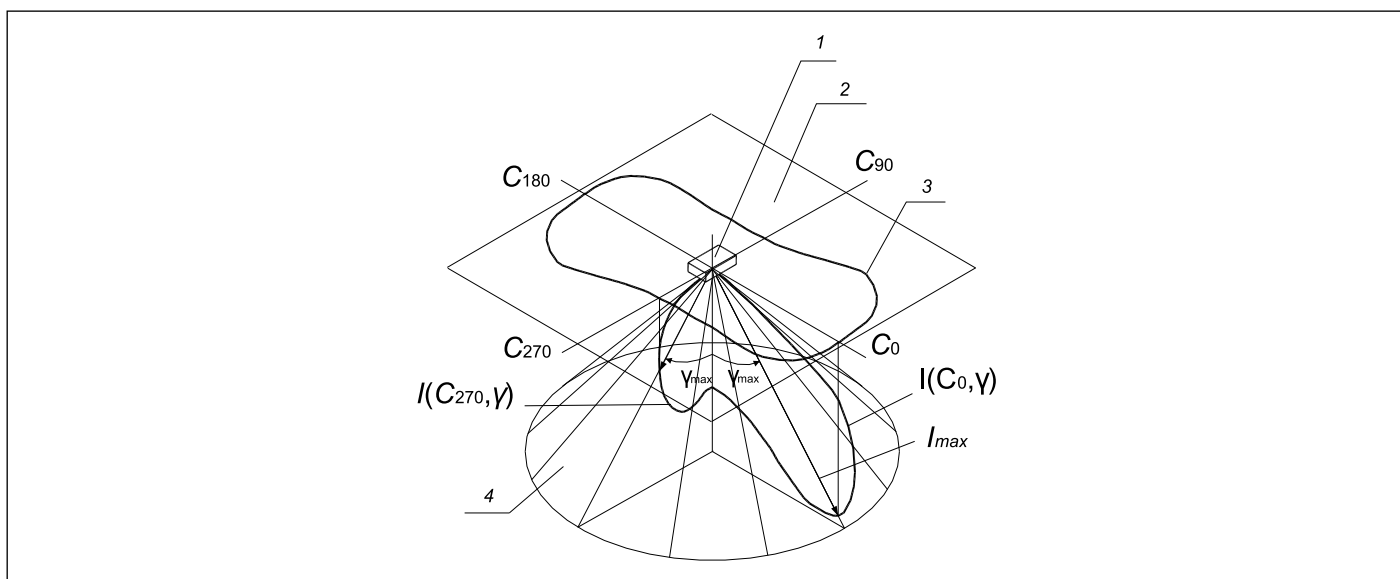
### Типы меридиональных кривых силы света светильников



К – концентрированная; Г – глубокая; Д – косинусная; Л – полуширокая; Ш – широкая; М – равномерная; С – синусная

Рисунок В.1 – Типы меридиональных КСС светильников

**Приложение Г**  
**(справочное)**  
**Типы условных экваториальных кривых силы света светильников**



*I* – светильник; 2 – экваториальная плоскость; 3 – условная экваториальная КСС; 4 – секущая коническая поверхность

Рисунок Г.1 – Определение условной экваториальной КСС светильника

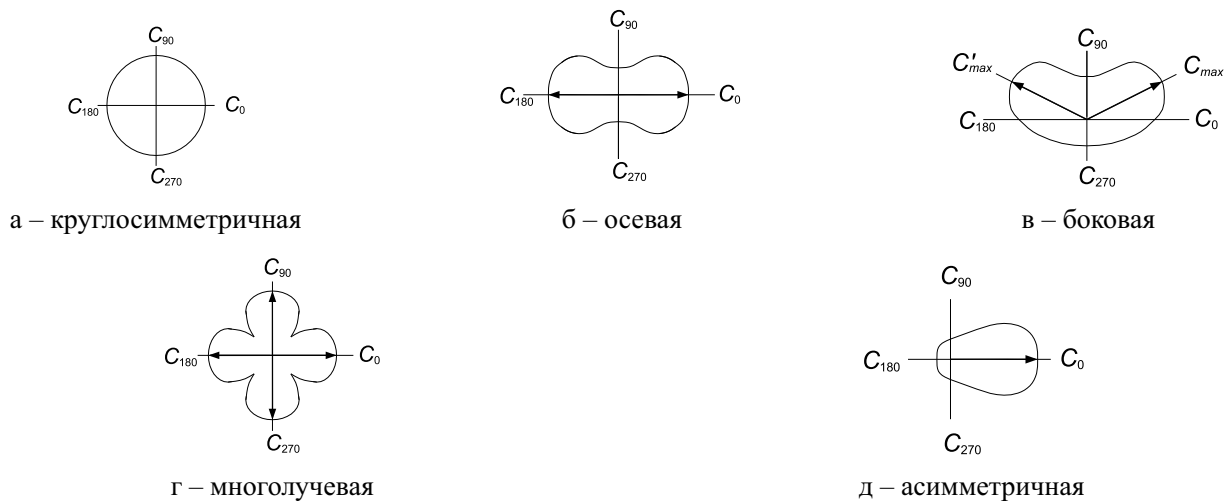
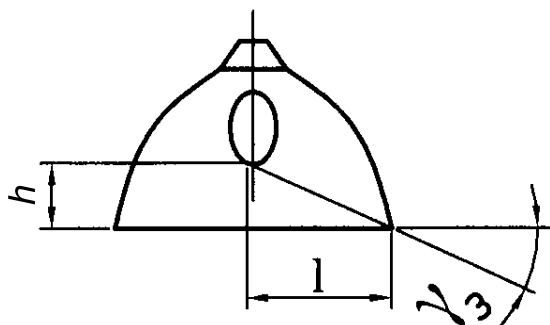
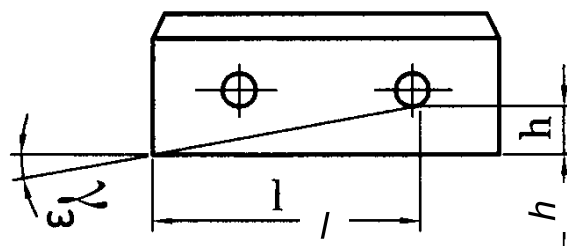


Рисунок Г.2 – Типы условных экваториальных КСС светильников

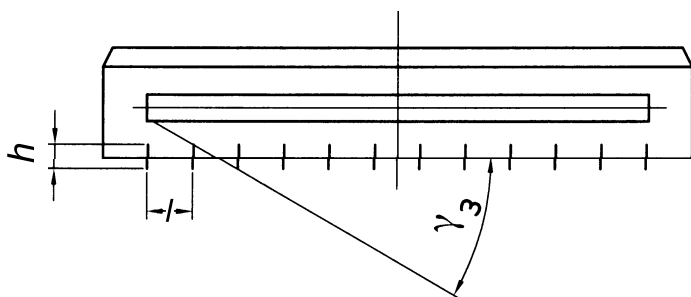
**Приложение Д  
(справочное)  
Определение защитного угла светильника**



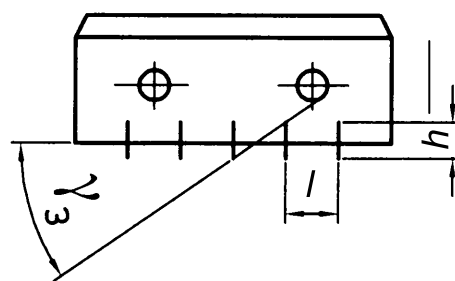
а – для светильников с лампами со светящей колбой



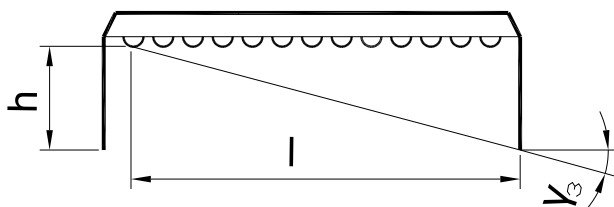
б – для светильников с люминесцентными лампами без решетки



в – для светильников с люминесцентными лампами с решеткой



г – для светильников с люминесцентными лампами с решеткой



д – для светильников со светодиодами

Рисунок Д.1 – Варианты определения защитного угла светильников разных типов

**Библиография**

- |   |  |
|---|--|
| <p>[1] Стандарт LM-63-95<br/>(IESNA LM-63-95)</p> | <p>Recommended Standard File Format for Electronic Transfer of Photometric Data New York Illuminating Engineering Society of North America, 1995 (Рекомендованный стандартный формат файла для электронной передачи фотометрических данных светильников. Светотехническое общество Северной Америки, 1995)</p> |
| <p>[2] Рекомендации МКО<br/>121-1996</p>          | <p>The Photometry and Goniophotometry of Luminaires (Фотометрия и гониофотометрия светильников)</p>  |
| <p>[3] Рекомендации МКО<br/>102-1993</p>          | <p>Recommended file format for electronic transfer of luminaire photometric data. Vienna. 1993 (Рекомендованный формат файла для электронной передачи фотометрических данных светильников)</p>   |



ПАТРОНЫ РАЗЛИЧНЫЕ ДЛЯ ЛАМП

Часть 2–2

Частные требования. Соединители для светодиодных модулей

Miscellaneous lampholders. Part 2–2. Particular requirements.

Connectors for light emitting diode modules

Дата введения – 2012–07–01<sup>1</sup>

1 Общие положения

1.1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на встраиваемые соединители различных типов, предназначенные для светодиодных модулей на основе печатных плат (включая те, которые используют для соединений между светодиодами модулями).

1.2 Нормативные ссылки

Применяют положения подраздела 1.2 МЭК 60838–1 совместно со следующими дополнениями.

МЭК 60068–2–6:1995 Испытания на воздействие внешних факторов. Часть 2. Испытания. Испытание Fc. Вибрация (синусоидальная) [IEC 60068–2–6:1995, Environmental testing – Part 2: Tests – Test Fc: Vibration (sinusoidal)]

МЭК 60068–2–14:1984 Испытания на воздействие внешних факторов. Часть 2. Испытания. Испытание N. Смена температуры (IEC 60068–2–14:1984, Environmental testing – Part 2: Tests – Test N: Change temperature)

МЭК 60068–2–30:2005 Испытания на воздействие внешних факторов. Часть 2. Испытания. Испытание Db. Влажное тепло, циклическое (12 + 12-часовой цикл) [IEC 60068–2–30:2005, Environmental testing – Part 2–30: Tests – Test Db: Damp heat, cyclic (12 + 12-hour cycle)]

МЭК 60838–1:2004 Патроны различные для ламп. Часть 1. Общие требования и испытания

(IEC 60838–1:2004, Miscellaneous lampholders – Part 1: General requirements and tests)

2 Термины и определения

Применяют термины по разделу 2 МЭК 60838–1, а также следующие термины с соответствующими определениями:

2.1 **светодиод; СД** (light emitting diode; LED): Полупроводниковый прибор с p-n переходом, испускающий некогерентное видимое излучение при пропускании через него электрического тока.

[МЭС 845–04–40]

2.2 **светодиодный модуль** (LED module): Устройство, используемое в качестве источника света, состоящее из одного или более светодиодов, установленных на общей плате с полным набором оптических, механических, теплоотводящих компонентов и устройств коммутации, но не содержащее устройств управления.

3 Общие требования

Применяют положения раздела 3 МЭК 60838–1.

4 Общие указания по испытаниям

Применяют положения раздела 4 МЭК 60838–1 совместно со следующими дополнениями.

4.1 Испытания по 16.1, 16.2 и разделу 19 выполняют на трех дополнительных образцах для каждого испытания.

5 Стандартные параметры

5.1 Наибольшее нормируемое напряжение – 50 В постоянного тока.

Примечание – Эквивалентное наибольшее напряжение постоянного тока 120 В находится в стадии рассмотрения.

5.2 Минимальный нормируемый ток – 10 мА. Максимальный нормируемый ток – 3 А.

5.3 Диапазон нормируемой рабочей температуры – от минус 30 °С до плюс 65 °С.

Более низкое значение выполнимо со всеми системами, если они не ограничены только внутренним применением. Соответствующее указание по применению и символ см. в МЭК 60598–1.

Примечание – В автомобильной промышленности очень часто требуется минус 40 °С.

<sup>1</sup> Подготовлен ООО «Всероссийский научно-исследовательский светотехнический институт им. С.И. Вавилова» на основе собственного аутентичного перевода на русский язык международного стандарта IEC 60838–2–2:2006 «Miscellaneous lampholders – Part 2–2: Particular requirements – Connectors for LED-modules».

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных стандартов соответствующие им национальные стандарты Российской Федерации и действующие в этом качестве межгосударственные стандарты, сведения о которых приведены в дополнительном приложении ДА

## 6 Классификация

Применяют положения раздела 5 МЭК 60838–1.

## 7 Маркировка

Применяют положения раздела 6 МЭК 60838–1.

**П р и м е ч а н и е** – Малый размер этих деталей может потребовать уменьшенные размеры букв и высоту символа.

## 8 Защита от поражения электрическим током

Применяют положения раздела 7 МЭК 60838–1.

## 9 Контактные зажимы

Применяют положения раздела 8 МЭК 60838–1.

## 10 Заземление

Применяют положения раздела 9 МЭК 60838–1.

## 11 Конструкция

Применяют положения раздела 10 МЭК 60838–1 совместно со следующими дополнениями.

11.1 Минимальное сечение для соединительных проводов 0,22 мм<sup>2</sup>. Если используют плоские кабели (иногда также называемые резиновыми кабелями), то они должны иметь минимальное сечение 0,09 мм<sup>2</sup>. Следует обращать внимание на наибольшую допустимую токовую нагрузку для этого сечения, учитывая диапазон нормируемого тока по 5.2.

## 12 Влагостойкость, сопротивление и электрическая прочность изоляции

Применяют положения раздела 11 МЭК 60838–1.

## 13 Механическая прочность

Применяют положения раздела 12 МЭК 60838–1.

## 14 Винты, токопроводящие детали и соединения

Применяют положения раздела 13 МЭК 60838–1.

## 15 Пути утечки и воздушные зазоры

Применяют положения раздела 14 МЭК 60838–1.

## 16 Срок службы

Применяют положения раздела 15 МЭК 60838–1 совместно со следующими дополнениями.

16.1 Соединители для светодиодных модулей должны быть способны поддерживать надежный электрический контакт со светодиодным модулем при быстром изменении температуры.

*Проверку проводят следующим испытанием.*

*Светодиодный модуль или цоколь для печатной пла-*

*тыпо МЭК 60061, при наличии, вставляют в соединитель и измеряют сопротивление контактов соединителей и соединений в соответствии с 16.3.*

*Затем соединитель и светодиодный модуль подвергают испытанию на изменение температуры в соответствии с МЭК 60068–2-14, испытание Na, со следующими дополнениями.*

*Образец подвергают 100 циклам воздействия температуры, значение которой соответствует минимальному и максимальному значениям диапазона нормируемой рабочей температуры. Время выдержки для каждой из двух температур – по 30 мин.*

**П р и м е ч а н и е** – Стандартное время перехода – от 2 до 3 мин. Допускается время перехода (t<sub>2</sub>) менее 30 с, если используют автоматическую испытательную систему.

*При испытании в соединителе не должно происходить никаких изменений, препятствующих его дальнейшему использованию, особенно в части обеспечения контакта.*

*После испытания на изменение температуры соединитель извлекают из испытательной камеры и допускают его восстановление в течение 12 ч. В течение этого времени светодиодный модуль остается вставленным в соединитель. В этом состоянии снова измеряют сопротивление контактов соединителя и соединения по 16.3.*

16.2 Соединители для светодиодных модулей должны поддерживать надежный электрический контакт в модуле при высокой влажности окружающей среды.

*Проверку проводят следующим испытанием.*

*Светодиодный модуль или цоколь для печатной платы по МЭК 60061, при наличии, вставляют в соединитель и измеряют сопротивление контактов соединителей и соединений в соответствии с 16.3.*

*Затем соединитель и светодиодный модуль подвергают испытанию на циклическое влажное тепло в соответствии с МЭК 60068–2-30 со следующими дополнениями.*

*Образец подвергают шести циклам воздействия максимальной температуры 55 °С, вариант 2.*

*При испытании в соединителе не должно происходить никаких изменений, препятствующих его дальнейшему использованию, особенно в части обеспечения контакта.*

*После испытания на влажное тепло соединитель извлекают из испытательной камеры и допускают его восстановление в течение 12 ч. В течение этого времени светодиодный модуль остается вставленным в соединитель. В этом состоянии снова измеряют сопротивление контактов соединителя и соединения по 16.3.*

16.3 Сопротивление контактов соединителя и соединений проверяют следующим образом:

– пропускают ток, равный нормируемому току соединителя, в течение времени, достаточного для измерения сопротивления;

– на соединителях с выводами сопротивление измеряют между выводами на расстоянии 5 мм от их выхода из соединителя;

– на соединителях без выводов необходимо присоединить выводы минимального сечения, на которое соединитель рассчитан. Сопротивление измеряют между выводами на расстоянии 5 мм от их выхода из соединителя.

*Измерение проводят при переменном напряжении цепи не более 6 В.*

Значение измеренного сопротивления не должно превышать нижеследующего значения:

$0,045 \text{ Ом} + (A \cdot n)$ ;

при этом

$A = 0,01 \text{ Ом}$ , если  $n = 2$ ;

$A = 0,015 \text{ Ом}$ , если  $n > 2$ ,

где  $n$  – число отдельных точек контакта между соединителем и печатной платой, которые включены в измерение.

### 17 Теплостойкость и огнестойкость

Применяют положения раздела 16 МЭК 60838–1.

### 18 Защита от остаточных напряжений и коррозии

Применяют положения раздела 17 МЭК 60838–1.

### 19 Вибрации

19.1 Соединители для светодиодных модулей должны поддерживать надежный контакт со светодиодным

модулем при воздействии вибрации при нормальной эксплуатации.

Проверку проводят следующим испытанием.

Светодиодный модуль или цоколь для печатной платы по МЭК60061, при наличии, вставляют в соединитель и закрепляют в соответствии с инструкциями изготовителя.

Затем соединитель и светодиодный модуль подвергают испытанию на вибрацию по МЭК 60068–2-6 со следующими дополнениями.

Образец подвергают пяти циклам качания в диапазоне частот от 10 до 500 Гц для каждой оси в течение 2 ч. Амплитуда ускорения должна быть 5 g.

При испытании соединитель не должен быть подвергнут никаким изменениям, препятствующим его дальнейшему использованию, особенно в части обеспечения контакта.

После испытания на вибрацию испытуемый узел удаляют и проверяют наличие контакта между контактами соединителя и вставленным светодиодным модулем.

## Приложение ДА (справочное)

### Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов ссылочным национальным стандартам Российской Федерации (и действующим в этом качестве межгосударственным стандартам)

Т а б л и ц а ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего национального стандарта
МЭК 60068–2-6:1995	MOD	ГОСТ 11478–88 (МЭК 68–1–88, МЭК 68–2-1–90, МЭК 68–2-2–74, МЭК 68–2-3–69, МЭК 68–2-5–75, МЭК 68–2-6–82, МЭК 68–2-13–83, МЭК 68–2-14–84, МЭК 68–2-27–87, МЭК 68–2-28–90, МЭК 68–2-29–87, МЭК 68–2-32–75, МЭК 68–2-33–71, МЭК 68–2-52–84) «Аппаратура радиоэлектронная бытовая. Нормы и методы испытаний на воздействие внешних механических и климатических факторов»
МЭК 60068–2-14:1984	MOD	ГОСТ 28209–89 (МЭК 68–2-14–84) «Основные методы испытаний на воздействие внешних факторов. Часть 2. Испытания. Испытание N: Смена температуры»
МЭК 60068–2-30:2005	ID	ГОСТ Р МЭК 60068–2-30–2009 «Испытания на воздействие внешних факторов. Часть 2–30. Испытания. Испытание Db: Влажное тепло, циклическое (12 ч + 12-часовой цикл)»
МЭК 60838–1:2004	ID	ГОСТ Р МЭК 60838–1–2008 «Патроны различные для ламп. Часть 1. Общие требования и методы испытаний»

Примечание – В настоящей таблице использованы следующие условные обозначения степени соответствия стандартов:

– IDT – идентичные стандарты;

– MOD – модифицированные стандарты.

## Библиография

- IEC 60061–1 Lamp caps and holders together with gauges for the control of interchangeability and safety – Part 1: Lamp caps  
(МЭК 60061–1) (Цоколи и патроны для электрических ламп и калибры для проверки их взаимозаменяемости и безопасности. Часть 1. Цоколи для электрических ламп)
- IEC 60061–2 Lamp caps and holders together with gauges for the control of interchangeability and safety – Part 2: Lampholders  
(МЭК 60061–2) (Цоколи и патроны для электрических ламп и калибры для проверки их взаимозаменяемости и безопасности. Часть 2. Патроны для электрических ламп)
- IEC 60061–3 Lamp caps and holders together with gauges for the control of interchangeability and safety – Part 3: Gauges  
(МЭК 60061–3) (Цоколи и патроны для электрических ламп и калибры для проверки их взаимозаменяемости и безопасности. Часть 3. Калибры)

## Выставка «Промышленная светотехника 2013» состоялась!



2-4 октября в Санкт-Петербурге, в выставочном комплексе «ЛЕНЭКСПО», прошла 3-я Российская выставка «Промышленная светотехника 2013». Она была частью XII Международного форума «Российский промышленник», с участием 472 компаний из 11 стран, и её посетили более 15000 человек.

Журнал «Светотехника» принял активное участие в работе выставки. Стенд журнала посетили свыше 30 представителей более 30 компаний и учебных заведений Санкт-Петербурга. Были установлены прямые контакты с университетами Северной столицы,

представленными на форуме. Для посетителей выставки 3 октября была проведена читательская конференция журнала. На ней рассказывалось об истории и реалиях изданий русской и английской («*Light & Engineering*») версий журнала и обсуждались вопросы стандартизации и нормирования и их роли в развитии современного рынка светотехнических изделий и услуг.

**Р.И. Столяревская, доктор техн. наук,  
ООО «Редакция журнала «Светотехника»**

УСТРОЙСТВА УПРАВЛЕНИЯ ЛАМПАМИ

Часть 2–13

Частные требования к электронным устройствам управления, питаемым от источников постоянного или переменного тока, для светодиодных модулей

Lamp controlgear. Part 2–13.

Particular requirements for d.c. or a.c. supplied electronic controlgear for light emitting diode modules

Дата введения – 2012–07–01<sup>1</sup>

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает частные требования безопасности к электронным устройствам управления для светодиодных модулей, питаемым от источников постоянного тока напряжением до 250 В и переменного тока напряжением до 1000 В частотой 50 или 60 Гц, создающим напряжение с частотой, отличающейся от частоты сети.

Устройства управления для светодиодных модулей, установленные в настоящем стандарте, позволяют обеспечивать постоянное напряжение или постоянный ток при безопасных сверхнизких напряжениях (БСНН) или напряжениях, эквивалентных БСНН, или более высоких. Стандарт распространяется и на устройства управления, питаемые от источников с напряжением и током, отличающимися от стандартных, в частности с широтно-импульсным модулятором.

Приложения МЭК 61347–1, которые применяют согласно настоящему стандарту и которые используют термин «лампа», также относятся к светодиодным модулям.

Частные дополнительные требования к стационарным независимым безопасным устройствам управления, входящим в состав электрических схем, приведены в приложении I.

Требования к рабочим характеристикам установлены в [4].

Устройство управления со штепсельной вилкой, представляющее собой часть светильника, рассматривают как

встроенное устройство управления, которое дополнительно должно соответствовать требованиям стандартов на светильники.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на стандарты, приведенные в разделе 2

МЭК 61347–1, а также нормативные ссылки на следующие стандарты:

МЭК 60051 (все части) Приборы аналоговые электроизмерительные прямого действия и вспомогательные части к ним (IEC 60051 (all parts), Direct acting indicating analogue electrical measuring and their accessories)

МЭК 60065:2001 Аудио-, видео- и аналоговая электронная аппаратура. Требования безопасности (IEC 60065:2001, Audio, video and similar electronic apparatus – Safety requirements)

МЭК/ТО 60083:2009 Вилки и розетки бытового и аналогичного общего назначения, стандартизованные в странах-членах МЭК (IEC/TR 60083:2009, Plugs and socket-outlets for domestic and similar general use standardized in member countries of IEC)

МЭК 60085:2007 Электрическая изоляция. Тепловая классификация (IEC 60085:2007, Electrical insulation – Thermal classification)

МЭК 60127 (все части) Миниатюрные плавкие предохранители (IEC 60127 (all parts), Miniature fuses)

МЭК 60269–2:2010 Низковольтные плавкие предохранители. Часть 2. Дополнительные требования к плавким предохранителям для использования квалифицированным персоналом (предохранители в основном промышленного назначения). Примеры стандартизированных систем плавких предохранителей от А до J (IEC 60269–2:2010, Low-voltage fuses – Part 2: Supplementary requirements for fuses for use by authorized persons (fuses mainly for industrial application) – Examples of standardized systems of fuses A to J)

МЭК 60269–3:2010 Низковольтные плавкие предохранители. Часть 3. Дополнительные требования к плавким предохранителям для использования неквалифицированным персоналом (предохранители в основном бытового и аналогичного назначения). Примеры стандартизиро-

<sup>1</sup> Подготовлен ООО «Всероссийский научно-исследовательский светотехнический институт им. С.И. Вавилова» на основе собственного аутентичного перевода на русский язык международного стандарта МЭК 61347–2–13:2006 «Устройства управления лампами. Часть 2–13. Частные требования к электронным устройствам управления, питаемым от источников постоянного или переменного тока, для светодиодных модулей» (IEC 61347–2–13:2006 «Lamp controlgear – Part 2–13: Particular requirements for d.c. or a.c. supplied electronic control gear for LED modules»).

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных стандартов соответствующие им национальные стандарты Российской Федерации и действующие в этом качестве межгосударственные стандарты, сведения о которых приведены в дополнительном приложении ДА.

ванных систем плавких предохранителей от А до F (IEC 60269-3:2010, Low-voltage fuses – Part 3: Supplementary requirements for fuses for use by unskilled persons (fuses mainly for household or similar applications) – Examples of standardized systems of fuses A to F)

МЭК 60317-0-1:2008 Технические условия на конкретные типы обмоточных проводов. Часть 0–1. Общие требования. Эмалированные круглые медные провода (IEC 60317-0-1:2008, Specifications for particular types of winding wires – Part 0–1: General requirements – Enamelled round copper wire)

МЭК 60384-14:2005 Конденсаторы постоянной емкости для электронной аппаратуры. Часть 14. Частные требования. Конденсаторы постоянной емкости для подавления электромагнитных помех и присоединения к питающим сетям (IEC 60384-14:2005, Fixed capacitors for use in electronic equipment – Part 14: Sectional specification: Fixed capacitors for electromagnetic interference suppression and connection to the supply mains)

МЭК 60417-DB:2008 Графические символы для использования на оборудовании (IEC 60417-DB:2008, Graphical systems for use on equipment)

МЭК 60454 (все части) Ленты липкие электроизоляционные (IEC 60454 (all parts), Specifications for pressure-sensitive adhesive tapes for electrical purposes)

МЭК 60598-1:2008 Светильники. Часть 1. Общие требования и испытания (IEC 60598-1:2008, Luminaires – Part 1: General requirements and tests)

МЭК 60598-2-6 Светильники. Часть 2. Частные требования. Раздел 6. Светильники со встроенными трансформаторами для ламп накаливания (IEC 60598-2-6, Luminaires – Part 2: Particular requirements – Section 6: Luminaires with built-in transformers for filament lamps)

МЭК 60906 (все части) Международная система вилок и розеток бытового и аналогичного назначения (IEC 60906 (all parts), IEC system of plugs and socket-outlets for household and similar purposes)

МЭК 60906-1:1986 Международная система вилок и розеток бытового и аналогичного назначения. Часть 1. Вилки и розетки 16 А 250 В переменного тока (IEC 60906-1:1986, IEC system of plugs and socket-outlets for household and similar purposes – Parts 1: Plugs and socket-outlets 16 A 250 V a.c.)

МЭК 60950-1:2005 Оборудование информационно-технологическое. Безопасность. Часть 1. Общие требования (IEC 60950-1:2005, Information technology equipment – Safety – Part 1: General requirements)

МЭК 61347-1:2007 Устройства управления лампами. Часть 1. Общие требования и требования безопасности (IEC 61347-1:2007, Lamp controlgear – Part 1: General and safety requirements)

МЭК 61558-1:2005 Безопасность силовых трансформаторов, питающих агрегатов и т. п. Часть 1. Общие требования и испытания (IEC 61558-1:2005, Safety of power transformers, power supply units and similar – Part 1: General requirements and tests)

### 3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины из раздела 3 МЭК 61347-1, а также следующие термины с соответствующими определениями:

**3.1 электронное устройство управления для светодиодных модулей** (electronic controlgear for LED modules): Устройство управления, устанавливаемое между источником питания и одним или несколькими светодиодными модулями и обеспечивающее питание светодиодных модулей нормируемым напряжением или нормируемым током. Устройство управления может состоять из одного или нескольких отдельных блоков и может включать в себя средства для регулирования светового потока, коррекции коэффициента мощности и подавления радиопомех.

**3.2 устройство управления, питаемое постоянным или переменным током** (d.c. or a.c. supplied controlgear): Устройство управления, включающее в себя стабилизирующие элементы, предназначенные для работы одного или нескольких светодиодных модулей.

**3.3 условно безопасное устройство управления** (в стадии рассмотрения) (safety extra-low voltage (SELV)-equivalent controlgear): Встраиваемое или специальное устройство управления, предназначенное для работы одного или нескольких светодиодных модулей с выходным напряжением, эквивалентным безопасному сверхнизкому напряжению (БСНН).

**Примечание** – Применительно к настоящему стандарту условно безопасное устройство управления с выходным напряжением, эквивалентным БСНН (далее – условно безопасное устройство управления), удовлетворяющее 8.1 и 8.2, считают обеспечивающим защиту от поражения электрическим током, эквивалентную БСНН.

**3.4 независимое безопасное устройство управления** (independent SELV controlgear): Устройство управления, обеспечивающее такую же изоляцию безопасного сверхнизкого напряжения (БСНН) на выходе от источника питания, как изоляция разделительного трансформатора по МЭК 61558-1.

**3.5 ассоциированное устройство управления** (associated control gear): Устройство управления, созданное для питания специального прибора (ов) или оборудования, неразборного или разборного.

**Примечание** – Примером ассоциированного устройства управления служит электронное устройство управления в светильнике аварийного освещения, где оно предназначено для прямой связи пускорегулирующего аппарата (ПРА) с питающей батареей.

**3.6 стационарное устройство управления** (stationary controlgear): Фиксированное устройство управления, которое не может быть легко перемещено с одного места на другое.

**3.7 устройство управления со штепсельной вилкой** (plug-in controlgear): Устройство управления, заключенное в неразборную оболочку, имеющую штепсельную вилку, предназначенную для присоединения к электрическому источнику питания.

**3.8 нормируемое выходное напряжение для устройства управления на постоянное напряжение** (rated output voltage for constant voltage controlgear): Выходное напряжение на устройстве управления при нормируемых напряжении питания, частоте и выходной мощности.

**3.9 нормируемый выходной ток для устройства управления на постоянном токе** (rated output current for constant current controlgear): Выходной ток устройства управления при нормируемых напряжении питания, частоте и выходной мощности.

**светодиод; СД** (light emitting diode; LED): Полупроводниковый прибор с *p-n* переходом, испускающий некогерентное видимое излучение при пропускании через него электрического тока.

[1], статья 845–04–40]

**Примечание** – Это определение исключает зависимость от присутствия оболочки и контактных зажимов.

**3.11 светодиодный модуль (LED module):** Устройство, используемое в качестве источника света, состоящее из одного или более светодиодов, установленных на общей плате с полным набором оптических, механических, теплопроводящих компонентов и устройств коммутации, но не содержащее устройств управления.

**3.12 максимальное выходное напряжение** (maximum output voltage): Наибольшее напряжение, которое может возникнуть между выходными контактными зажимами устройства управления постоянного тока при любой нагрузке.

#### 4 Общие требования

Применяют положения раздела 4 МЭК 61347–1 совместно с нижеследующими дополнительными требованиями:

– независимое безопасное устройство управления должно удовлетворять требованиям приложения I, в том числе требованиям к сопротивлению изоляции, электрической прочности, путям утечки и воздушным зазорам внешнего корпуса;

– устройство управления, которое не рассчитано на конкретные напряжение или ток, испытывают в соответствии с требованиями источников напряжения или тока в зависимости от того, что более приемлемо для данного устройства управления.

#### 5 Общие указания по испытаниям

Применяют положения раздела 5 МЭК 61347–1 совместно с нижеследующим дополнительным требованием.

Следующее число образцов должно быть подвергнуто испытаниям:

- один образец – испытаниям по разделам 6–12 и 15–21;
- один образец – испытаниям по разделу 14 (необходимость дополнительных компонентов или устройств согласовывают с изготовителем).

#### 6 Классификация

Устройства управления классифицируют по методу установки, указанному в разделе 6 МЭК 61347–1, а также по защите от поражения электрическим током на:

- условно безопасное или изолированное устройство управления (устройство управления этого типа может быть использовано вместо двух обмоточных трансформаторов с усиленной изоляцией; см. МЭК 60598–2–6; вместо термина «лампы» следует указывать – светодиодные модули);
- устройство управления с автотрансформатором;
- независимое безопасное устройство управления.

## 7 Маркировка

### 7.1 Обязательная маркировка

Устройства управления, кроме встраиваемых, должны иметь четкую и прочную маркировку в соответствии с 7.2 МЭК 61347–1 и нижеследующую обязательную маркировку:

– по перечислениям а), b), c), d), e), f), k), l) и m) пункта 7.1 МЭК 61347–1, а также:

- для типов на постоянное напряжение – нормируемого выходного напряжения;

- для типов на постоянный ток – нормируемого выходного тока и наибольшего выходного напряжения;

- если приемлемо – указания о применимости устройства управления только для работы со светодиодными модулями.

### 7.2 Необязательная маркировка

Кроме вышеприведенной обязательной маркировки, следующая информация должна быть представлена в каталоге изготовителя:

- по перечислениям h), i) и j) пункта 7.1 МЭК 61347–1, а также:

- указание, имеет ли устройство управления обмотки, присоединенные к сети;

- указание о безопасности устройств управления.

## 8 Защита от случайного прикосания к токоведущим деталям

**Примечание** – Пределы выходного напряжения для безопасного напряжения или напряжения, эквивалентного БСНН, устройства управления – в соответствии с [2].

Применяют положения раздела 10 МЭК 61347–1 совместно с нижеследующими дополнительными требованиями.

8.1 Для условно безопасного устройства управления доступные для прикосания детали должны быть изолированы двойной или усиленной изоляцией от деталей, находящихся под напряжением.

Применяют пункты 8.6 и 13.1 МЭК 60065.

8.2 Выходные цепи безопасного устройства управления или условно безопасного устройства управления могут иметь открытые контактные зажимы, если:

- значение нормируемого выходного напряжения устройства управления на постоянное напряжение или максимального выходного напряжения для устройства управления постоянного тока под нагрузкой составляет не более 25 В действующего значения;

- значение выходного напряжения без нагрузки составляет не более 33 В действующего значения и амплитуда

не превышает  $33\sqrt{2}$  В.

*Проверку проводят измерением выходного напряжения при установившемся режиме при нормируемых напряжении питания и частоте. Для испытания под нагрузкой устройства управления ГОСТ Р МЭК 61347–2–13–2011 нагружают полным сопротивлением, которое обеспечивает нормируемую выходную мощность при нормируемом выходном напряжении.*

*Для устройства управления с несколькими нормируемыми напряжениями питания требование применимо для каждого из этих напряжений.*

Устройства управления с номинальным напряжением более 25 В должны иметь изолированные контактные зажимы.

Если между БСНН или эквивалентным БСНН выходом и входными цепями подключены конденсаторы, то должен быть использован один конденсатор Y1 или два последовательно подключенных конденсатора Y2 одной и той же емкости, указанные и испытываемые в соответствии с таблицами 2 и 3 МЭК 60384–14.

Каждый конденсатор должен удовлетворять требованиям 14.2 МЭК 60065.

Если для шунтирования разделительного трансформатора необходимы другие компоненты, например конденсаторы, то применяют раздел 14 МЭК 60065.

## 9 Контактные зажимы

Применяют положения раздела 8 МЭК 61347–1.

## 10 Обеспечение защитного заземления

Применяют положения раздела 9 МЭК 61347–1.

## 11 Влагостойкость и изоляция

Применяют положения раздела 11 МЭК 61347–1 совместно со следующими дополнительными требованиями.

Для условно безопасного устройства управления изоляция между входными и выходными контактными зажимами, не соединенными между собой, должна быть достаточной.

Для двойной или усиленной изоляции сопротивление должно быть не менее 4 МОм.

## 12 Электрическая прочность

Применяют положения раздела 12 МЭК 61347–1 совместно со следующим дополнительным требованием.

Условия изоляции обмоток разделительных трансформаторов в условно безопасных устройствах управления – в соответствии с 14.3.2 МЭК 60065.

## 13 Испытание обмоток пускорегулирующего аппарата на теплостойкость

Требования раздела 13 МЭК 61347–1 не применяют, кроме требований к обмоткам на 50/60 Гц (см. приложение E).

## 14 Аварийные режимы

Применяют положения раздела 14 МЭК 61347–1 совместно со следующим дополнительным требованием.

Для устройств управления с маркировкой символом  $\nabla$  выполняют требования приложения С.

## 15 Нагрев трансформатора

В условно безопасном устройстве управления обмотки разделительных трансформаторов испытывают в соответствии с 7.1 и 11.2 МЭК 60065.

## 15.1 Нормальная работа

Для нормальной работы применяют значения, приведенные во второй колонке таблицы 3 МЭК 60065.

## 15.2 Аномальный рабочий режим

Для работы в аномальном режиме по разделу 16 и аварийных режимах по разделу 14 настоящего стандарта применяют значения, приведенные в третьей колонке таблицы 3 МЭК 60065.

Значения превышения температуры в таблице 3 МЭК 60065, вторая и третья колонка, основаны на наибольшей температуре окружающей среды 35 °С. Поскольку испытания проводят при температуре  $t_c$ , то должна быть измерена соответствующая температура окружающей среды, а значения в таблице 3 соответственно должны быть изменены. Если эти превышения температуры больше допустимых для класса соответствующего изоляционного материала, то природа материала служит главенствующим фактором. Допустимые превышения температуры основаны на рекомендациях МЭК 60085. Материалы в таблице 3 МЭК 60065 приведены в качестве примеров. Если используют материалы, отличные от перечисленных в МЭК 60085, то наибольшие значения температуры не должны превышать значений, признанных удовлетворительными.

Испытания проводят в установившемся режиме, т. е. при достигнутой температуре  $t_c$ , при нормальной работе устройства управления.

Примечание – Испытание допускается проводить таким образом, что устройство управления будет работать при тепловом равновесии при нормальных условиях в испытательной камере по приложению F при такой температуре окружающей среды, при которой достигну-

то значение  $t_{c-5}^{+0}$ .

Испытания залитых компаундом трансформаторов проводят на специально подготовленных образцах со встроенными термопарами.

## 16 Аномальный режим

Устройства управления должны быть безопасными при работе в аномальном режиме. Короткое замыкание по 16.1 и 16.2 воспроизводят с использованием двух выходных кабелей длиной 20 и 200 см, если иное не указано изготовителем.

## 16.1 Устройства управления с постоянным выходным напряжением

Проверку проводят при любом напряжении от 90% до 110% нормируемого напряжения источника питания.

Устройство управления, работающее в соответствии с инструкцией изготовителя (включая тепловую защиту от перегрева, если она указана), в течение 1 ч должно выдерживать каждый из режимов:

а) светодиодный модуль не присоединен. Если устройство управления рассчитано для нескольких выходных цепей, то каждая пара соответствующих выходных кон-



тактных зажимов для присоединения светодиодного модуля должна быть разомкнута;

б) двойное число светодиодных модулей того типа, на который рассчитано устройство управления, присоединяют параллельно к выходным контактным зажимам. Допускается заменять эквивалентной нагрузкой;

с) выходные контактные зажимы устройства управления должны быть закорочены. Если устройство управления рассчитано для нескольких выходных цепей, то каждую пару соответствующих выходных контактных зажимов для присоединения светодиодного модуля закорачивают поочередно.

В течение испытаний по перечислениям а)–с) и в конце их устройство управления не должно иметь дефектов, нарушающих безопасность, не должно быть выделений дыма или горючих газов.

## 16.2 Устройство управления с постоянным выходным током

Максимальное выходное напряжение не должно быть превышено.

Проверку проводят следующим испытанием при любом напряжении от 90% до 110% нормируемого напряжения питания.

Устройство управления, работающее в соответствии с инструкциями изготовителя (включая тепловую защиту от перегрева, если она указана), должно в течение 1 ч выдерживать каждый из режимов:

а) светодиодный модуль не присоединен.

Если устройство управления рассчитано для нескольких выходных цепей, то каждая пара соответствующих выходных контактных зажимов для присоединения светодиодного модуля должна быть поочередно разомкнута, а затем – все одновременно должны быть разомкнуты.

**Примечание** — Одновременное размыкание всех зажимов существенно для условий отключенной нагрузки;

б) двойное число светодиодных модулей того типа, на который рассчитано устройство управления, присоединяют последовательно к выходным контактным зажимам. Допускается заменять эквивалентной нагрузкой;

с) выходные контактные зажимы устройства управления должны быть закорочены.

Если устройство управления рассчитано для нескольких выходных цепей, то каждую пару

соответствующих выходных контактных зажимов для присоединения светодиодного модуля закорачивают поочередно.

В течение испытаний по перечислениям а)–с) и в конце их устройство управления не должно иметь дефектов, нарушающих безопасность, не должно быть выделений дыма или горючих газов.

## 17 Конструкция

Применяют положения раздела 15 МЭК 61347–1 совместно с нижеследующим дополнительным требованием.

Штепсельные розетки в выходной цепи не должны допускать ввод вилок, соответствующих МЭК 60083 и МЭК 60906; не должно быть возможности включения вилок,

рассчитанных на штепсельные розетки в выходной цепи, в розетки, соответствующие МЭК 60083 и МЭК 60906.

Проверку соответствия проводят внешним осмотром и испытанием вручную.

## 18 Пути утечки и воздушные зазоры

Если не указано иное в разделе 14, то применяют требования раздела 16 МЭК 61347–1.

## 19 Винты, токопроводящие детали и соединения

Применяют положения раздела 17 МЭК 61347–1.

## 20 Теплостойкость, огнестойкость и стойкость к токам поверхностного разряда

Применяют положения раздела 18 МЭК 61347–1.

## 21 Коррозионная стойкость

Применяют положения раздела 19 МЭК 61347–1.

### Приложение А (обязательное)

**Испытание для определения условий, при которых токопроводящие детали, оказавшиеся под напряжением, могут вызывать поражение электрическим током**

Применяют требования приложения А МЭК 61347–1.

### Приложение В (обязательное)

**Частные требования к устройствам управления лампами с тепловой защитой**

Требования приложения В МЭК 61347–1 не применяют.

### Приложение С (обязательное)

**Частные требования к электронным устройствам управления для светодиодных модулей со средствами защиты от перегрева**

Применяют требования приложения С МЭК 61347–1.

### Приложение D (обязательное)

**Требования к проведению тепловых испытаний устройств управления для светодиодных модулей с тепловой защитой**

Применяют требования приложения D МЭК 61347–1.

### Приложение E (обязательное)

**Использование постоянных S, отличных от 4500, при проверке  $t_{in}$**

Требования приложения E МЭК 61347–1 применяют только для обмоток на частоту 50/60 Гц.

### Приложение F (обязательное)

**Камера, защищенная от сквозняков**

Применяют требования приложения F МЭК 61347–1.

## Приложение G (обязательное)

### Объяснение расчета значений импульсных напряжений

Требования приложения G МЭК 61347-1 не применяют.

## Приложение H (обязательное)

### Испытания

Применяют требования приложения H МЭК 61347-1.

## Приложение I (обязательное)

### Частные дополнительные требования к независимым безопасным электронным устройствам управления для светодиодных модулей, питаемым постоянным или переменным током

Примечание – Настоящий раздел находится в стадии рассмотрения.

#### I.1 Общие положения

Настоящее приложение применимо к независимым электронным устройствам управления, используемым в сетях БСНН для светильников класса защиты III с максимальным током 25 А.

#### I.2 Определения

**I.2.1 устройство управления, стойкое к короткому замыканию (short-circuit proof controlgear):** Устройство управления, превышение температуры которого при перегрузке или коротком замыкании должно быть не более заданных пределов и которое должно оставаться способным функционировать после прекращения действия перегрузки.

**I.2.2 устройство управления, условно стойкое к короткому замыканию (non-inherently short-circuit proof controlgear):** Устройство управления, стойкость к короткому замыканию которого должна быть обеспечена встроенным защитным устройством, размыкающим входную или выходную цепь или уменьшающим в этих цепях ток при перегрузке или коротком замыкании.

Примечание – Примерами защитных устройств служат плавкие предохранители, размыкающие устройства, тепловые предохранители, термовыключатели, термоограничители, резисторы с положительным температурным коэффициентом (ПТК) и автоматически отключающиеся механические устройства.

**I.2.3 устройство управления, безусловно стойкое к короткому замыканию (inherently short-circuit proof controlgear):** Устройство управления, стойкое к короткому замыканию, превышение температуры которого при перегрузке или коротком замыкании в отсутствие защитного устройства должно быть не более заданных пределов и которое продолжает функционировать после прекращения действия перегрузки или короткого замыкания.

**I.2.4 устройство управления, безопасное при повреждении (fail-safe controlgear):** Устройство управления, которое может быть повреждено после аномального использования, но не представляет собой опасности для пользователей или окружающей среды.

**I.2.5 устройство управления, не стойкое к короткому замыканию (non-short-circuit proof controlgear):** Устройство управления, снабженное не входящим в его состав устройством защиты от чрезмерной температуры.

**I.2.6 ВЧ-трансформатор (HF transformer):** Трансформатор, входящий в состав устройства управления и работающий на частоте, отличной от частоты источника питания.

**I.2.7 устройство управления, стойкое к холостому ходу (open-circuit proof controlgear):** Устройство управления, превышение температуры которого при работе в режиме холостого хода или перегрузки должно быть не более заданных пределов и которое должно оставаться способным функционировать после снятия режима холостого хода.

Примечание – При разомкнутых контактных зажимах устройство управления может быть, например, выключено. В этом случае наихудшее рабочее условие для устройств управления заключается не в разомкнутой цепи, а в приближении к разомкнутой цепи (нагрузка, вызывающая перегрузку, близка к неопределенному сопротивлению). Такая же концепция применима к устройству управления, стойкому к короткому замыканию, при двух условиях: перегрузка (нагрузка близка к нулевому сопротивлению) и короткое замыкание.

**I.2.8 устройство управления, условно стойкое к холостому ходу (non-inherently open circuit proof controlgear):** Устройство управления, стойкое к холостому ходу, которое содержит защитное устройство, размыкающее цепь или уменьшающее ток во входной или выходной цепи, когда устройство управления перегружено или переведено на холостой ход.

Примечания

1 См. примечание к I.2.7.

2 Условие «стойкий к холостому ходу», относящееся к выходным клеммам, может вызвать перегрузку устройства управления. Защитное устройство обеспечивает безопасное состояние работы устройства управления, например путем уменьшения входного тока или выходного напряжения.

**I.2.9 устройство управления, безусловно стойкое к холостому ходу (inherently open circuit proof controlgear):** Устройство управления, стойкое к холостому ходу, увеличение температуры которого при холостом ходе и в отсутствие защитного устройства не превышает заданных пределов и которое продолжает функционировать после снятия режима холостого хода.

#### I.3 Классификация

##### I.3.1 По защите от поражения электрическим током

Устройства управления класса защиты I.  
Устройства управления класса защиты II.

##### I.3.2 По защите от короткого замыкания или напряжения холостого хода или по защите от аномального использования

- Устройство управления, условно стойкое к короткому замыканию.
- Устройство управления, условно стойкое к холостому ходу.





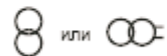
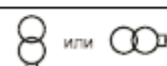
Вх.	Вход	
Вых.	Выход	
---	Постоянный ток	МЭК 604 17-5031 (DB:2002-10)
N	Нейтраль	Аналог МЭК 604 17-5032-2 (DB:2002-10)
~	Однофазный	Аналог МЭК 604 17-5032-1 (DB:2002-10)
	Плавкий предохранитель (дополнительный символ характеристики условного обозначения зависимости «время-ток»)	МЭК 604 17-5016 (DB:2002-10)
$t_a$	Нормируемая максимальная температура окружающей среды	
	Клемма корпуса или зажим сердечника	МЭК 604 17-5020 (DB:2002-10)
	Безопасное разделительное устройство управления	МЭК 604 17-5222 (DB:2002-10)
	Устройство управления, безопасное при повреждении	Аналог МЭК 604 17-5222 (DB:2002-10)
	Устройство управления, не стойкое к короткому замыканию	Аналог МЭК 604 17-5946 (DB:2002-10)
	Устройство управления, стойкое к короткому замыканию (безусловно или условно)	Аналог МЭК 604 17-5947 (DB:2002-10)

Рис. 11

с) Устройство управления, безусловно стойкое к короткому замыканию.

д) Устройство управления, безусловно стойкое к холостому ходу.

е) Устройство управления, безопасное при повреждении.

ф) Устройство управления, не стойкое к короткому замыканию.

г) Устройство управления, не стойкое к холостому ходу.

Испытания устройств управления, классифицируемых по перечислениям б), д) и г), должны быть проведены, как испытания для устройств управления, классифицируемых по перечислениям а), с) и ф), но без нагрузки.

#### 1.4 Маркировка

Используемые символы должны соответствовать рисунку 11

Последние три символа допускается объединять с символами для разделительных устройств управления или для безопасных разделительных устройств управления.

**Пример – Размеры символа для класса защиты II должны быть такими, чтобы длина сторон внешнего квадрата составляла приблизительно двойную длину сторон внутреннего квадрата. Длина сторон внешнего квадрата должна быть не менее 5 мм, если наибольший размер устройства управления не превышает 15 см, в этом случае размер символа может быть уменьшен, но длина сторон внешнего квадрата должна быть не менее 3 мм.**

#### 1.5 Защита от поражения электрическим током

1.5.1 Выходная цепь не должна быть соединена с корпусом или цепью защитного заземления (если оно имеется), если это не допускается условиями 8.2.

*Проверку проводят внешним осмотром.*

1.5.2 Входные и выходные цепи должны быть электрически отделены друг от друга, а конструкцией должна быть исключена возможность как прямого, так и косвенного соединения между этими цепями через другие металлические детали.

Понятие «цепи» означает также обмотки встраиваемого ВЧ-трансформатора устройства управления, при наличии.

В частности, должны быть исключены ситуации:

- чрезмерного смещения входных или выходных обмоток или витков ВЧ-трансформатора;
- неправильного размещения внутренних цепей или проводов внешних соединений;
- неправильного размещения элементов схемы или внутренних проводов в случае разрыва проводов или ослабления соединений;

– перекрытия любой части изоляции между входной и выходной цепями, проводами, винтами, шайбами и т. п., включая соединения обмоток ВЧ-трансформатора, проводов, винтов, шайб, если они могут самопроизвольно ослабляться или отвинчиваться.

Предполагают, что два независимых крепления не могут ослабиться одновременно.

*Проверку устройства управления проводят внешним осмотром с учетом 1.5.2.1–1.5.2.5, а корпуса устройства управления – испытаниями по 4.13 МЭК 60598-1.*

1.5.2.1 Изоляция между входными и выходными обмотками ВЧ-трансформатора должна быть двойной или усиленной, если не выполнены требования 1.5.2.4.

Дополнительно применяют следующие требования:

- для устройства управления класса защиты II изоляция между входными цепями и корпусом и между выходными цепями и корпусом должна быть двойной или усиленной;
- для устройства управления класса защиты I изоляция между входными цепями и корпусом долж-

на быть основной, а между выходными цепями и корпусом – дополнительной.

1.5.2.2 Если промежуточная металлическая деталь (например, магнитный сердечник ВЧ-трансформатора), не соединенная с корпусом, расположена между входной и выходной обмотками ВЧ-трансформатора, то изоляция между входной и выходной обмотками через промежуточную металлическую деталь должна быть двойной или усиленной, а для устройства управления класса защиты II изоляция между входными обмотками и корпусом и между выходными обмотками и корпусом через промежуточную металлическую деталь ВЧ-трансформатора должна быть двойной или усиленной.

Изоляция между промежуточной металлической деталью и входными или выходными обмотками ВЧ-трансформатора должна быть в обоих случаях, по крайней мере, основной, установленной для соответствующего напряжения цепи.

Промежуточную деталь, которая отделена от одной из обмоток двойной или усиленной изоляцией, рассматривают как соединение с другой обмоткой ВЧ-трансформатора.

1.5.2.3 Если в качестве изоляции используют зазубренную ленту, то необходимо добавить хотя бы один дополнительный слой ленты, чтобы уменьшить риск совпадения зубцов двух смежных слоев.

1.5.2.4 Для фиксированного соединения устройства управления класса защиты I изоляция между входной и выходной обмотками ВЧ-трансформатора может состоять из основной изоляции и защитного экрана вместо двойной или усиленной изоляции, обеспечивая соблюдение нижеследующих условий.

В настоящем подпункте термин «обмотки» не означает внутренние цепи.

а) Изоляция между входной обмоткой и защитным экраном должна удовлетворять требованиям основной изоляции (нормируемой для входного напряжения).

б) Изоляция между защитным экраном и выходной обмоткой должна удовлетворять требованиям основной изоляции (нормируемой для выходного напряжения).

в) Металлический экран, если не указано иное, должен состоять из металлической фольги или проволочной навивки, охватывающей, по крайней мере, всю ширину одной из обмоток, смежной с экраном; этот проволочный экран должен быть навит туго, без промежутков между витками.

г) Металлический экран во избежание потерь от вихревых токов, обусловленных образованием замкнутого витка, должен быть устроен так, чтобы была исключена возможность одновременного соприкосновения обоих его краев с магнитным сердечником.

е) Металлический экран и его проволочный вывод должны иметь площадь поперечного сечения, достаточную для обеспечения того, чтобы размыкающее устройство от перегрузок тока в случае пробоя изоляции размыкало цепь раньше, чем экран выйдет из строя.

ф) Проволочный вывод должен быть припаян к металлическому экрану или прикреплен к нему надежным способом.

1.5.2.5 Последний виток каждой обмотки ВЧ-трансформатора должен быть надежно закреплен, например лентой или подходящим склеивающим веществом.

Если используют катушки без боковых стенок, то конечные витки каждого слоя должны быть закреплены. Например, каждый слой может быть проложен изоляционным материалом, выступающим за конечные витки каждого слоя и, кроме того:

– обмотки (а) должны быть полностью пропитаны материалом горячего или холодного отверждения с заполненными межслоевыми зазорами, а конечные витки надежно залиты герметизирующим компаундом;

или

– обмотки должны быть скреплены в единое целое с помощью изоляционного материала.

Предполагают, что два независимых крепления не могут ослабиться одновременно.

*Проверку устройства управления проводят внешним осмотром с учетом требований 1.5.2.1–1.5.2.5 и разделов 11, 12 и 1.8 настоящего стандарта, а корпус устройства управления – испытаниями по 4.13 МЭК60598–1.*

1.5.3 Допускается соединение входных и выходных цепей такими компонентами, как конденсаторы, резисторы и оптопары.

1.5.3.1 Конденсаторы и резисторы должны соответствовать требованиям 8.2.

1.5.3.2 Оптопара (опторазделитель)

Пути утечки через изоляцию в оптопарах, удовлетворяющих требованиям двойной или усиленной изоляции согласно 2.10.5.2 МЭК 60950–1, не измеряют, если индивидуальная изоляция адекватно залита компаундом и если исключено появление пузыря воздуха между отдельными слоями материала. В противном случае путь утечки через изоляцию между входом и выходом оптопары должен быть не менее 0,4 мм. В обоих случаях должны быть применены испытания по 1.8.

## 1.6 Нагрев

1.6.1 Устройство управления и его опора не должны достигать чрезмерной температуры при нормальной эксплуатации.

Проверку проводят испытанием по 1.6.2. Кроме того, применяют следующие требования к обмоткам.

1.6.1.1 Если изготовитель не указал ни класс применяемого материала, ни значение  $t_a$ , а значение измеренного превышения температуры не более приведенного в таблице 1.1 для материала класса А, то испытания по 1.6.3 не проводят.

Однако если значение измеренного превышения температуры более приведенного в таблице 1.1 для материала класса А, то активные части устройства управления (магнитный сердечник и обмотки) подвергают испытаниям по 1.6.3. Температуры в камере тепла выбирают по таблице 1.2. Значение превышения температуры выбирают по таблице 1.2 на одну ступень выше, чем значение измеренного превышения температуры.

1.6.1.2 Если изготовитель не указал класс применяемого материала, но указал значение  $t_a$ , а значение измеренного превышения температуры не более приведенного в таблице 1.1 для материала класса А, то, учитывая значение  $t_a$  (см. 1.6.2), испытания по 1.6.3 не проводят.

Однако, если значение измеренного превышения температуры с учетом значения  $t_a$  более значения по таблице 1.1 для материала класса А, активные части устройства

управления (магнитный сердечник и обмотки) подвергаются испытаниям по I.6.3. Температуру в камере тепла выбирают с учетом значения  $t_a$  согласно таблице I.2. Значение превышения температуры выбирают по таблице I.2 на одну ступень выше, чем значение измеренного превышения температуры.

I.6.1.3 Если изготовитель указал класс применяемого материала, но не указал значение  $t_a$ , а значение измеренного превышения температуры не более соответствующего значения по таблице I.1, то испытания по I.6.3 не проводят.

Однако если значение измеренного превышения температуры больше, чем значение по таблице I.1, то устройство управления считают не соответствующим требованиям настоящего раздела.

I.6.1.4 Если изготовитель указал класс применяемого материала и значение  $t_a$ , а значение измеренного превышения температуры не более приведенного в таблице I.1, то, учитывая значения  $t_a$ , испытания по I.6.3 не проводят.

Однако если значение измеренного превышения температуры с учетом значения  $t_a$ , более значения по таблице I.1, то устройство управления считают не соответствующим требованиям настоящего раздела.

I.6.2 Превышение температуры измеряют при установленном режиме при следующих условиях:

Испытание и измерения проводят в камере без сквозняков и такими размерами, которые не влияют на результаты испытания. Если нормируемое значение  $t_a$  устройства управления превышает  $50\text{ }^\circ\text{C}$ , то в течение испытания температуру в камере поддерживают в пределах ( $t_c \pm 5$ )  $^\circ\text{C}$ , но предпочтительней, если она равна  $t_a$ .

Переносное устройство управления устанавливают на фанерной опоре, выкрашенной в матово-черный цвет, стационарное устройство управления монтируют, как при нормальной эксплуатации, также на фанерной опоре, выкрашенной в матово-черный цвет. Опора толщиной  $\sim 20$  мм и размерами, которые превышают размеры прямоугольной проекции образца на опору не менее чем на 200 мм.

Устройство управления подключают к источнику питания нормируемого напряжения, используя в качестве нагрузки сопротивление, обеспечивающее нормируемую выходную мощность при нормируемых выходном напряжении переменного тока и коэффициенте мощности.

Регулирование не проводят, за исключением случаев, когда напряжение питания превышено на 6%.

Присоединенное устройство управления должно работать при условиях, при которых работают при нормальной эксплуатации приборы или другое оборудование, и условиях, указанных в требованиях к соответствующему прибору или оборудованию.

Если конструкция прибора или другого оборудования такова, что устройство управления может работать без нагрузки, то испытание повторяют в режиме холостого хода.

Температуру обмоток определяют методом сопротивления или с помощью термомпар, подобранных и расположенных так, чтобы они оказывали минимальное влияние на температуру испытываемой детали. В этом случае должны быть предоставлены специально подготовленные образцы.

При измерении превышения температуры обмоток температуру окружающей среды измеряют на таком рассто-

янии от образца, при котором исключается ее влияние на измеряемую температуру. В этой точке температура воздуха не должна изменяться в течение испытания более чем на 10 К.

При испытании:

– для устройства управления без заявленной температуры  $t_a$  значение превышения температуры не должно быть более приведенного в таблице I.1;

– для устройства управления с маркировкой  $t_a$  сумма значений превышения температуры и  $t_a$  не должна быть более суммы значений, приведенных в таблице I.1, и  $25\text{ }^\circ\text{C}$ .

**Пример – Допустимое превышение температуры обмоток:**

*a) для устройства управления с  $t_a = + 35\text{ }^\circ\text{C}$ , материал класса A:*

$$\Delta t + 35 \leq 75 + 25,$$

$$\Delta t \leq 65;$$

*b) для устройства управления с  $t_a = \text{минус } 10\text{ }^\circ\text{C}$ , материал класса E:*

$$\Delta t + (\text{минус } 10) \leq 90 + 25,$$

$$\Delta t \leq 125.$$

Кроме того, электрические соединения не должны ослабляться, значения путей утечки и воздушных зазоров не должны быть менее приведенных в разделе I.11. Заливочный компаунд не должен вытекать, а устройства защиты от перегрузок не должны срабатывать.

**П р и м е ч а н и е** – Эта классификация<sup>2</sup> будет заменена на маркировку  $t_w$  (требования в стадии рассмотрения).

Значения, указанные в таблице, основаны на температуре окружающей среды, не превышающей  $25\text{ }^\circ\text{C}$ , но изредка достигающей  $35\text{ }^\circ\text{C}$ .

Температуры обмоток приняты по МЭК 60085, но корректированы с учетом того, что при испытаниях температура должна быть представлена средним значением, а не значением «горячей точки».

Сразу после данного испытания образец должен выдержать испытание на электрическую прочность по I.8.3, при этом испытательное напряжение должно быть приложено только между входными и выходными обмотками.

Для устройства управления класса защиты I необходимо учитывать, что другая изоляция не должна быть подвергнута воздействию напряжения, превышающему соответствующее значение, указанное в I.8.3.

Рекомендуется проводить измерение на каждой обмотке отдельно и определять сопротивление обмоток в конце испытания путем измерения сопротивлений по возможности сразу после выключения, а затем через короткие интервалы времени так, чтобы кривую зависимости сопротивления от времени позволить экстраполировать к нулю для оценки сопротивления в момент выключения.

Для устройства управления с несколькими выходными обмотками или с ответвленной выходной обмоткой результатом считают наибольшее превышение температуры, полученное при испытаниях.

Для устройства управления с условиями работы, отличающимся от непрерывных, условия испытания могут быть приведены в соответствующих разделах.

Значение превышения температуры обмотки рассчитывают по формуле

<sup>2</sup> См. табл. I.1. – Прим. ред.

$$\Delta t = \frac{R_2 - R_1}{R_1} (x + t_1) - (t_2 - t_1),$$

где  $x = 234,5$  для меди;

$x = 229$  для алюминия;

$t$  – превышение температуры свыше  $t_2$ , К;

$R_1$  – сопротивление в начале испытания при температуре  $t_1$ , Ом;

$R_2$  – сопротивление в конце испытания при установившемся режиме, Ом;

$t_1$  – температура воздуха в помещении в начале испытания, °С;

$t_2$  – температура воздуха в помещении в конце испытания, °С.

В начале испытания обмотки должны иметь температуру, равную температуре воздуха в помещении.

### 1.6.3 Испытания

Если требуется (см. 1.6.1), активные части устройства управления (магнитный сердечник и обмотки) подвергают циклическому испытанию, каждый цикл которого включает в себя испытание на нагрев, воздействие влажности и вибрации. Измерения проводят после каждого цикла.

Число образцов следует выбирать в соответствии с указанным в разделе 5 (плюс три дополнительных образца).

Эти образцы подвергают десяти испытательным циклам.

#### 1.6.3.1 Фаза тепла

В зависимости от типа изоляции образцы выдерживают в камере тепла в течение времени и при температуре, указанных в таблице I.2.

Температуру в камере тепла поддерживают в пределах 3 °С.

#### 1.6.3.2 Воздействие влажностью

Образцы подвергают воздействию влажности в течение двух суток (48 ч) согласно разделу 11 МЭК 61347-1.

#### 1.6.3.3 Испытание на воздействие вибрации

Образцы, установленные так, чтобы оси обмоток находились в вертикальном положении, подвергают в течение 1 ч испытанию на воздействие вибрации с наибольшим ускорением 1,5 g при номинальной частоте источника питания.

#### 1.6.3.4 Измерения

После каждого цикла измеряют сопротивление изоляции и подвергают образцы испытанию на электрическую прочность согласно I.8.1. После испытания на нагрев допускается охлаждать образцы до температуры окружающей среды до воздействия влажностью.

Значения испытательного напряжения для проверки сопротивления в соответствии с разделом I.8 следует уменьшить до 35 % указанного значения, а время испытания увеличить в 2 раза, кроме испытания обмоток согласно I.8.3, которые испытывают напряжением, не менее чем в 1,2 раза превышающим нормируемое напряжение питания.

Образец считают не прошедшим испытание, если значение входного тока в режиме холостого хода или входного активного сопротивления в режиме холостого хода отличается более чем на 30 % от соответствующих значений, полученных при первом измерении. Если после за-

вершения всех 10 циклов один или несколько образцов отказывают, то устройство управления считают не прошедшим испытание на ресурс.

Повреждение одного образца из-за пробоя изоляции между витками обмотки не считают отказом при испытании на ресурс. Испытание может быть продолжено с двумя оставшимися образцами.

### 1.7 Защита от короткого замыкания и перегрузки

1.7.1 Устройство управления должно оставаться безопасным при коротких замыканиях или перегрузках, которые могут возникать при нормальной эксплуатации.

*Проверку проводят внешним осмотром и следующими испытаниями, которые проводят сразу после испытания по I.6.2, не меняя положения устройства управления, при 1,06 нормируемого напряжения питания, а для устройства управления, условно стойкого к короткому замыканию, – при любом значении напряжения питания от 0,94 до 1,06 нормируемого напряжения источника питания:*

– для безусловно стойкого к короткому замыканию устройства управления – испытаниями по I.7.2;

– для условно стойкого к короткому замыканию устройства управления – испытаниями по I.7.3;

– для устройства управления с несамовосстанавливающимися термовыключателями, которые не могут быть ни переключены, ни заменены, – испытаниями по I.7.5, как для устройства управления, безопасного при повреждении;

– для устройства управления, не стойкого к короткому замыканию, – испытаниями по I.7.4;

– для устройства управления, безопасного при повреждении, – испытаниями по I.7.5;

– для устройства управления, скомбинированного с выпрямителем, – испытания по I.7.2 и I.7.3 проводят дважды: один раз – с коротким замыканием на одной стороне выпрямителя, другой раз – на другой стороне;

– для ВЧ-трансформаторов с несколькими выходными обмотками или с ответвленной выходной обмоткой за результаты принимают те, которые показывают наибольшее превышение температуры. Все обмотки, предназначенные для одновременной загрузки, нагружают на нормируемую выходную мощность и затем создают в выбранной выходной обмотке короткое замыкание или перегрузку.

При испытаниях по I.7.2, I.7.3 и I.7.4 значение превышения температуры не должно быть более значений по таблице I.3.

1.7.2 Устройство управления, безусловно стойкое к короткому замыканию, испытывают путем короткого замыкания выходных обмоток до достижения установившегося режима.

1.7.3 Устройство управления, условно стойкое к короткому замыканию, испытывают так, как указано в I.7.3.1– I.7.3.5.

1.7.3.1 Выходные контактные зажимы закорачивают. Встроенное устройство защиты от перегрузки должно срабатывать раньше, чем значение превышения температуры станет больше значений, указанных в таблице I.3, при любом значении напряжения питания от 0,94 до 1,06 нормируемого входного напряжения.

Т а б л и ц а I.1 – Значения превышения температур при нормальной эксплуатации

Наименование деталей	Превышение температуры, К
Обмотки (с которыми контактируют катушки и пластины сердечника), если изоляция обмотки имеет материал теплового класса: - 105 <sup>a)</sup> - 120 - 130 - 155 - 180 - другой материал <sup>b)</sup>	75 90 95 115 140
<p>a) Классификация материала по МЭК 60085 или МЭК 60317-0-1 или аналогичным стандартам.</p> <p>b) Если используют материалы, отличные от указанных в МЭК 60085 для тепловых классов 105, 120, 130, 155 и 180, то они должны выдерживать испытания по I.6.3. Классы А, Е, В, F и Н в МЭК 60085 (издания 1984 г.) заменены в издании 2004 г. на тепловые классы 105, 120, 130, 155 и 180.</p>	

Т а б л и ц а I.2 – Испытательная температура и время испытания (сут) на цикл

Испытательная температура, °С	Превышение температуры, К*, для систем изоляции				
	75	90	95	115	140
220	–	–	–	–	4
210	–	–	–	–	7
200	–	–	–	–	14
190	–	–	–	4	–
180	–	–	–	7	–
170	–	–	–	14	–
160	–	–	4	–	–
150	–	4	7	–	–
140	–	7	–	–	–
130	4	–	–	–	–
120	7	–	–	–	–
Временная классификация — только для испытаний по разделу I.7	А	Е	В	F	Н
* При температуре окружающей среды 25 °С, изредка достигающей 35 °С.					

Т а б л и ц а I.3 – Максимальные значения превышения температуры при коротком замыкании или перегрузке

Классификация изоляции	А	Е	В	F	Н
	Максимальное повышение температуры, К				
Тип защиты:					
Обмотка с безусловной защитой	125	140	150	165	185
Обмотка защищена защитным устройством:					
- в течение первого часа или, для плавких предохранителей с нормируемым током более 63 А, в течение первых двух часов <sup>a)</sup>	175	190	200	215	235
- после первого часа пиковое значение <sup>b)</sup>	150	165	175	190	210
- после первого часа среднеарифметическое значение <sup>b)</sup>	125	140	150	165	185
Внешние оболочки (к которым допускается прикосновение стандартным испытательным пальцем)	80				

Окончание таблицы I.3

Классификация изоляции	A	E	B	F	H
	Максимальное повышение температуры, К				
ПВХ-изоляция проводов	60				
Опоры (т. е. любая площадь на поверхности сосновой фанеры, занимаемая устройством управления)	80				
<sup>a)</sup> После испытания по I.7.3.3 значения могут быть превышены из-за тепловой инерции устройства управления. <sup>b)</sup> Неприменимо к испытанию по I.7.3.3.					

Т а б л и ц а I.4 – Нормируемый ток защитного плавкого предохранителя

Значение, представленное в маркировке как нормируемый ток $I_n$ защитного плавкого предохранителя gG, A	T	k
$I_n < 4$	1	2,1
$4 < I_n < 16$	1	1,9
$16 < I_n \leq 63$	1	1,6
$63 < I_n \leq 160$	2	1,6
$160 < I_n \leq 200$	3	1,6

Для цилиндрических плавких предохранителей gG типа B, используемых неквалифицированным персоналом (МЭК 60269-3-1), и для предохранителей с вставками для болтовых соединений (МЭК 60269-2-1), используемых квалифицированным персоналом, значение k принимают равным 1,6 при нормируемом токе  $I_n < 16$  A.  
 Для предохранителей типа D, используемых неквалифицированным персоналом (МЭК 60269-3-1), k принимают равным 1,9 при нормируемом токе 16 A.

I.7.3.2 Если в качестве средства защиты используют плавкий предохранитель по МЭК 60269–2 или МЭК 60269–3 или технически эквивалентный предохранитель, то устройство управления нагружают на время  $T$  так, чтобы ток в цепи с предохранителем был равен  $k$  – нормируемому току защитного предохранителя, маркированному на устройстве управления, где  $k$  и  $T$  – значения, приведенные в таблице I.4.

I.7.3.3 Если в качестве средства защиты используют миниатюрные предохранители по МЭК 60127 или технически эквивалентные предохранители, то устройство управления нагружают в течение 30 мин током, равным 2,1 нормируемого тока предохранителя.

I.7.3.4 Если устройство управления защищено средством защиты от перегрузки, отличным от плавкого предохранителя, то устройство управления нагружают током, равным 0,95 наименьшего тока срабатывания средства защиты, до достижения установившейся температуры.

I.7.3.5 При испытаниях по I.7.3.2 и I.7.3.3 плавкий предохранитель заменяют вставкой с незначительным полным сопротивлением.

При испытании по I.7.3.4 испытательный ток, полученный при температуре окружающей среды, начиная со значения 1,1 нормируемого тока отключения, постепенно понижают ступенями по 2% до значения, при котором устройство защиты от перегрузки не срабатывает.

Если используют плавкие предохранители, то испытательный ток одного образца следует увеличивать ступенями по 5%.

После каждого увеличения устройство управления должно достичь стабильных условий, что продолжает-

ся до перегорания плавкого предохранителя. Полученное значение тока регистрируют. Испытание повторяют с другим образцом, устанавливая значение тока, равное 0,95 зарегистрированного значения.

I.7.4 Устройство управления, не стойкое к короткому замыканию, нагружают так, как указано в I.7.3. Защитное устройство, указанное изготовителем, устанавливают во входной или выходной цепи.

*Устройство управления, не стойкое к короткому замыканию, с соответствующим защитным устройством, указанным изготовителем, установленным во входной или выходной цепи, испытывают при наиболее неблагоприятных условиях нормальной эксплуатации и в наиболее неблагоприятных режимах нагрузки для оборудования или цепи данного типа, для которого устройство управления предназначено. Примером неблагоприятного режима нагрузки может служить непрерывная, с перерывами или временная эксплуатация.*

### I.7.5 Устройство управления, безопасное при повреждении

I.7.5.1 Три дополнительных образца используют только для следующего испытания. Устройства управления, используемые в других испытаниях, данному испытанию не подвергают.

Каждый из трех образцов монтируют как для нормальной эксплуатации, на фанерной опоре толщиной 20 мм, окрашенной в матово-черный цвет. Каждое устройство управления работает при 1,06 нормируемого входного напряжения, при этом выходную обмотку, которая



имела больший перегрев при испытании по I.6.2, нагружают полтора кратным выходным током (или, по возможности, максимальным выходным током) до достижения Установившейся температуры или до прекращения функционирования данного устройства управления (в зависимости от того, какой из этих случаев наступит ранее).

Если устройство управления не выдержало испытания, то оно должно в течение испытаний и после них соответствовать критериям I.7.5.2.

Если устройство управления выдерживает испытание, то регистрируют время достижения установившейся температуры и затем закорачивают выбранную выходную обмотку. Испытание продолжают до прекращения функционирования устройства управления. Каждый образец подвергают этой части испытания в течение времени, необходимого для достижения установившейся температуры, но не более 5 ч.

Устройство управления, вышедшее из строя, не должно создавать опасности для окружения, причем в течение испытаний и после них устройство должно соответствовать критериям I.7.5.2.

I.7.5.2 В любой момент испытаний по I.7.5.1:

- превышение температуры любой части корпуса устройства управления, к которой допускается прикосновение стандартным испытательным пальцем, не должно превышать 150 К;

- превышение температуры фанерной опоры должно быть не более 100 К;

- устройство управления не должно испускать огонь, расплавленный материал, раскаленные частицы или горящие капли изоляционного материала.

После испытаний по I.7.5.1 и после охлаждения до температуры окружающей среды

- устройство управления должно выдержать испытание на электрическую прочность изоляции при испытательном напряжении, составляющим 35% указанного в таблице I.6, только между входной и выходной обмотками и между входной обмоткой и корпусом;

- корпуса, при наличии, не должны иметь отверстий, допускающих возможность прикосновения к неизолированным токоведущим деталям стандартным испытательным пальцем [5]. В случае сомнения контакт с неизолированными токоведущими деталями проверяют с помощью индикатора электрического контакта при напряжении не менее 40 В.

Если хотя бы один образец не выдержал испытание, то результаты испытания в целом считают неудовлетворительными.

## I.8 Сопротивление изоляции и электрическая прочность

I.8.1 Сопротивление изоляции и электрическая прочность устройства управления должны быть достаточными.

Проверку проводят испытаниями по разделам 11 и 12 и I.8.2 и I.8.3 сразу после испытания по разделу 11 в камере влажности или в помещении, в котором температуру образцов доводят до заданной температуры, после установки на место тех деталей, которые могли быть сняты.

### I.8.2 Сопротивление изоляции

Сопротивление изоляции измеряют при напряжении постоянного тока около 500 В в течение 1 мин с момента приложения напряжения.

Сопротивление изоляции должно быть не менее указанного в таблице I.5.

### I.8.3 Электрическая прочность

Сразу после испытания по I.8.2 на изоляцию в течение 1 мин подают напряжение практически синусоидальной формы при нормируемой частоте. Значение испытательного напряжения и точки приложения приведены в таблице I.6.

Вначале должно быть приложено не более половины значения указанного напряжения; затем это значение быстро повышают до полного значения.

При испытании не должно быть ни перекрытия, ни пробоя изоляции, при этом коронные разряды и подобные явления не учитывают.

Используемый для испытания высоковольтный трансформатор должен обеспечивать ток не менее 200 мА при закороченных выходных контактных зажимах. Реле максимального тока не должно срабатывать при токе менее 100 мА. Вольтметр, используемый для измерения действующих значений испытательного напряжения, должен быть класса 2.5 по МЭК 60051.

Напряжение, приложенное между входными и выходными цепями, не должно перегружать другие участки изо-

Т а б л и ц а I.5 – Значения сопротивления изоляции

Изоляция, подлежащая испытанию	Сопротивление изоляции, МОм
Между токоведущими деталями и корпусом:	
- для основной изоляции	2
- для усиленной изоляции	4
Между входными и выходными цепями	5
Между металлическими деталями устройства управления класса защиты II, которые отделены от токоведущих деталей только основной изоляцией, и корпусом	5
Между металлической фольгой в контакте с внутренней и внешней поверхностями оболочки из изоляционного материала	2

Т а б л и ц а I.6 – Испытательные напряжения

Место приложения испытательного напряжения	Рабочее напряжение, В <sup>a</sup>				
	≤ 50	200	> 200 ≤ 450	700	1000
Между токоведущими деталями входных цепей и токоведущими деталями выходных цепей <sup>b</sup>	500	2000	3750	5000	5500
Через основную или дополнительную изоляцию между:					
а) токоведущими деталями, которые имеют или могут иметь различную полярность (например, при срабатывании предохранителя)					
б) токоведущими деталями и корпусом, если имеется его защитное заземление					
в) доступными металлическими деталями и металлическим стержнем одинакового диаметра с соединительным кабелем или шнуром (или металлической фольгой, обернутой вокруг вводного кабеля), вставленным внутрь входных втулок из изоляционного материала, анкерных креплений	250	1000	1875	2500	2750
г) токоведущими деталями и внутренними металлическими деталями					
е) внутренними металлическими деталями и корпусом					
Через усиленную изоляцию между корпусом и токоведущими деталями	500	2000	3750	5000	5500
<sup>a</sup> Значения испытательного напряжения для промежуточных значений рабочего напряжения находятся путем интерполяции табулированных значений, кроме графы « > 200 ≤ 450 », где значения применяют без интерполяции.					
<sup>b</sup> Эти требования не применяют к схемам, разделенным заземленным металлическим экраном, как описано в I.5.2.4..					

ляции. Если изготовитель заявляет, что между входной и выходной обмотками имеется система двойной изоляции, соответствующей изоляции от входной обмотки до магнитного сердечника и от магнитного сердечника до выходной обмотки, то тогда каждую изоляцию испытывают отдельно. Также поступают с двойной изоляцией между входной обмоткой и корпусом.

Для устройств управления класса защиты II, включающих в себя усиленную и двойную изоляции, необходимо следить, чтобы приложенное к усиленной изоляции напряжение не перегружало основную или дополнительную изоляцию.

## I.9 Конструкция

I.9.1 Конструкция устройства управления должна удовлетворять всем требованиям, предъявляемым к условиям применения, и быть стойкой к теплу, влаге, воде и ударам (механическим и магнитным).

*Проверку проводят соответствующим испытанием.*

I.9.2 Входные и выходные контактные зажимы для присоединения внешней проводки должны быть расположены так, чтобы расстояние между зажимами составляло не менее 25 мм. Если указанное расстояние обеспечено перегородкой, то эта перегородка должна быть изготовлена из изоляционного материала и стационарно закреплена на устройстве управления.

*Проверку проводят внешним осмотром и измерением, не учитывая промежуточные металлические детали.*

## I.10 Компоненты

I.10.1 Штепсельные розетки в выходной цепи не должны допускать ввод вилок, соответствующих МЭК 60083

и МЭК 60906–1; не должно быть возможности включения вилок, рассчитанных на штепсельные розетки в выходной цепи, в розетки, соответствующие МЭК 60083 и МЭК 60906–1.

*Проверку проводят внешним осмотром и испытанием вручную.*

I.10.2 Самовосстанавливающиеся устройства защиты не должны быть применены при возможности возникновения опасности в результате их действия.

*Проверку проводят внешним осмотром и подключением устройства управления на 48 ч (двое суток) на напряжение, равное 1,06 нормируемого входного напряжения с закороченными выходными контактными зажимами.*

*При этих испытаниях не должно быть устойчивого дугообразования и не должно быть повреждений вследствие других причин. Устройство защиты также должно работать удовлетворительно.*

## I.11 Пути утечки и воздушные зазоры

Значения путей утечки и воздушных зазоров должны быть не менее значений, приведенных в разделе 16, таблице 3 МЭК 61347–1 и таблице I.7 настоящего стандарта.

*Пути утечки и воздушные зазоры в таблице I.7 заменяют соответствующими требованиями МЭК 60598–1, включая иллюстрацию измерений путей утечек и воздушных зазоров в сетевом контактном зажиме, как показано на рисунке 24 МЭК 60598–1.*

*Требуемые расстояния по таблице I.7 применяют к контактным зажимам без присоединенных проводников.*

Таблица 1.7 – Пути утечки (ПУ), воздушные зазоры (ВЗ) и расстояния через изоляцию (ПЧИ) Размеры в миллиметрах

Тип изоляции		Измерение × через эмалевою обмотку <sup>b</sup>		через другую обмотку		Рабочее напряжение <sup>a</sup> , В											
						≤ 50		150		250		440		690		1000	
						ПУ	ВЗ	ПУ	ВЗ	ПУ	ВЗ	ПУ	ВЗ	ПУ	ВЗ	ПУ	ВЗ
1 Изоляция между входной и выходной цепями	×	СЗ <sup>c</sup>	НЗ	СЗ	×	1,5	1,5	4,0	4,0	6,0	6,0	8,0	8,0	10,0	10,0	11,0	11,0
						1,5	2,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,7	10,0	13,2	15,4	
						1,0	1,2	2,7	3,2	4,0	4,8	5,4	6,4	6,6	8,0	8,8	
						1,0	1,6	2,7	4,0	4,0	5,2	5,4	7,8	6,6	7,4	12,4	
						пчи	пчи	пчи	пчи	пчи	пчи	пчи	пчи	пчи	пчи	пчи	пчи
2 Изоляция между смежными входными цепями или между смежными выходными цепями (см. примечание 3)	×	СЗ <sup>d</sup>	НЗ	СЗ	×	0,5	0,9	1,0	1,5	1,5	2,0	2,0	2,0	2,5	2,5	3,0	3,5
						0,5	0,5	0,7	1,0	1,0	1,4	1,4	1,7	1,7	2,0	2,4	
						0,5	0,5	0,7	1,0	1,0	1,4	1,4	1,7	1,7	2,0	2,4	
						0,5	0,5	0,7	1,0	1,0	1,4	1,4	1,7	1,7	2,0	2,4	
						пчи	пчи	пчи	пчи	пчи	пчи	пчи	пчи	пчи	пчи	пчи	пчи
3 Изоляция между смежными входными цепями или между смежными выходными цепями (см. примечание 3)	×	СЗ <sup>d</sup>	НЗ	СЗ	×	0,1	0,25	0,25	0,5	0,5	0,5	0,65	0,65	0,75	0,75	1,0	1,0
						(0,05)	(0,08)	(0,08)	(0,15)	(0,15)	(0,18)	(0,20)	(0,25)	(0,25)	(0,25)	(0,25)	
						0,2	0,5	0,5	1,0	1,0	1,3	1,3	1,5	1,5	2,0	2,0	
						(0,1)	(0,15)	(0,3)	(0,35)	(0,4)	(0,5)	(0,5)	(0,5)	(0,5)	(0,5)	(0,5)	
						пчи	пчи	пчи	пчи	пчи	пчи	пчи	пчи	пчи	пчи	пчи	пчи

Тип изоляции	Измерение		Рабочее напряжение <sup>a</sup> , В														
	через эмалевую обмотку <sup>b</sup>		через другую обмотку		≤ 50		150		250		440		690		1000		
	НЗ <sup>c</sup>	СЗ <sup>d</sup>	НЗ	СЗ	пу	вз	пу	вз	пу	вз	пу	вз	пу	вз	пу	вз	
3 Пути утечки и воздушные зазоры между зажимами для подсоединения внешних кабелей и шнуров, искрящая зажимы между входной и выходной цепями	×	×	×	×	3,0	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0	14,0	16,0	18,0	20,0	20,0	20,0	
	×	×	×	×	5,0	7,0	10,0	12,0	14,0	16,0	18,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	
	×	×	×	×	10,0	12,0	14,0	16,0	18,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	
4 Основная или дополнительная изоляция	Между																
	а) токоведущими деталями, которые имеют или могут иметь различную полярность (например, при срабатывании предохранителя)		×		0,8	1,0	2,0	2,0	3,0	3,0	4,0	4,0	5,0	5,0	5,5	5,5	
	б) токоведущими деталями и корпусом, если предполагается его заземление			×	0,8	1,0	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,9	5,0	6,6	7,7	7,7	
	в) доступными металлическими деталями и металлическим стержнем того же диаметра, что и гибкий кабель или шнур (или металлической фольги, обернутой вокруг кабеля или шнура), вставленным внутрь входных втулок, анкерных креплений и т.п.	×				0,5	1,0	1,4	1,6	2,0	2,4	2,7	3,2	3,3	4,0	4,4	4,4
	д) токоведущими деталями и внутренними металлическими деталями																
е) внутренними металлическими деталями и корпусом	×				0,5	1,0	1,4	2,0	2,0	2,6	2,7	3,9	3,3	5,8	3,7	6,2	

Продолжение таблицы I.7 Размеры в миллиметрах

Тип изоляции	Измерение				Рабочее напряжение <sup>a</sup> , В											
	через эмалевую обмотку <sup>b</sup>		через другую обмотку		≤ 50		150		250		440		690		1000	
	НЗ <sup>c</sup>	СЗ <sup>d</sup>	НЗ	СЗ	пу	вз	пу	вз	пу	вз	пу	вз	пу	вз	пу	вз
5 Усиленная изоляция			×		1,5	1,5	4,0	4,0	6,0	6,0	8,0	8,0	10,0	10,0	11,0	11,0
				×	1,5	2,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,8	10,0	13,2	11,0	15,4
	×				1,0	1,2	2,7	1,2	4,0	4,8	5,4	6,4	6,6	8,0	7,4	8,8
		×			1,0	1,6	2,7	4,0	4,0	5,2	5,4	7,8	6,6	10,0	7,4	12,4
6 Путь через изоляцию (исключая изоляцию между входной и выходной цепями) <sup>f</sup>	×	×	×	×	0,5	0,5	0,6	0,6	0,8	0,8	1,0	1,0	1,2	1,5	1,5	
	×	×	×	×	0,7	0,7	0,8	0,8	1,0	1,0	1,5	1,5	2,0	2,5	2,5	
	×	×	×	×	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,8	0,9	0,9	
	×	×	×	×	0,5	0,5	0,6	0,6	0,8	0,8	1,0	1,0	1,2	1,5	1,5	

<sup>a</sup> Значения путей утечек, воздушных зазоров и расстояний через изоляцию для промежуточных значений рабочих напряжений можно определить путем интерполяции табулированных значений.

<sup>b</sup> Измерение через эмаль обмоточного провода, если он удовлетворяет степени 1 по МЭК 60317-0-1.

<sup>c</sup> NP = нормальное загрязнение

<sup>d</sup> S3 = сильное загрязнение

<sup>e</sup> Это требование не применимо к обмоткам, разделенным заземленным металлическим экраном, как описано в I.5.2.4.

<sup>f</sup> Это требование не применимо к дополнительной изоляции, состоящей из трех слоев.

#### П р и м е ч а н и я

1 Применительно к настоящему стандарту значения для печатных плат, которые могут вызвать опасность повреждения, должны быть такими же, как указанные в таблице для токоведущих деталей. Если печатные платы применяют только для рабочих целей, то могут быть использованы значения для основной изоляции по МЭК 60065 (пункты 13.5—13.7).

2 Расстояние через изоляцию, приведенное в скобках в пункте 1, может быть использовано, если изоляция имеет форму тонкого листа, состоящего не менее чем из трех слоев, и при удалении одного из слоев оставшиеся слои должны выдерживать испытание на электрическую прочность по I.8.3.

Могут потребоваться дополнительные слои, если используют зазубренную ленту (см. I.5.2.3).

Для устройства управления с нормируемым выходом более 100 В А используют значения, указанные в скобках.

Для устройства управления с нормируемым выходом от 25 до 100 В А включительно значения в скобках могут быть уменьшены до 2/3 от указанных в таблице.

Для устройства управления с нормируемым выходом менее 25 В А значения в скобках могут быть уменьшены до 1/3 от указанных в таблице.

Меньшие значения расстояний через изоляцию могут быть применены, если результаты испытания по I.6.3 покажут, что материалы имеют достаточные механическую прочность и стойкость к старению.

3 Эти значения не используют внутри каждой обмотки или между группами обмоток, предназначенных для соединения друг с другом, однако их используют, если обмотки не предназначены для последовательного или параллельного соединения (например, входов 110/220 В).

4 Если загрязнение создает высокую и постоянную проводимость, вызванную пылью или дождем, или снегом, то пути утечки и воздушные зазоры, данные для сильного загрязнения, должны быть в дальнейшем увеличены до минимального воздушного зазора 1,6 мм, а значение X в приложении А МЭК 61558-1:2005 — до 4,0 мм.

5 Обмотки, герметизированные путем пропитки или покрытые изоляцией, приклеенной к кромкам каркаса катушки, считаются не имеющими путей утечек и воздушных зазоров в этих местах, а все изоляционные материалы должны быть классифицированы по МЭК 60085.

6 Требование к расстоянию через изоляцию не означает, что оно должно проходить только через твердую изоляцию. Оно может состоять из твердой изоляции и одного или нескольких воздушных слоев.

7 Если используют прочную изоляционную перегородку в виде незакрепленной, разделенной стенки, то пути утечки измеряют через место соединения. Если место соединения покрыто изоляцией по МЭК 60454, то требуется один слой изоляции на каждой стороне стенки для уменьшения риска стибания ленты при изготовлении.

8 Устройства управления, имеющие достаточно твердые оболочки, обеспечивающие нормальную степень загрязнения, не требуют герметической изоляции.

**Приложение ДА  
(справочное)**

**Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов ссылочным национальным стандартам Российской Федерации и действующим в этом качестве межгосударственным стандартам**

Т а б л и ц а ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего национального стандарта
МЭК 60051 (все части)	MOD	ГОСТ 8711–93 (МЭК 51–2–84) «Приборы аналоговые показывающие электроизмерительные прямого действия и вспомогательные части к ним. Часть 2. Особые требования к амперметрам и вольтметрам»
	MOD	ГОСТ 8476–93 (МЭК 51–3–84) «Приборы аналоговые показывающие электроизмерительные прямого действия и вспомогательные части к ним. Часть 3. Особые требования к ваттметрам и варметрам»
	MOD	ГОСТ 7590–93 (МЭК 51–4–84) «Приборы аналоговые показывающие электроизмерительные прямого действия и вспомогательные части к ним. Часть 4. Особые требования к частотомерам»
	MOD	ГОСТ 8039–93 (МЭК 51–5–85) «Приборы аналоговые показывающие электроизмерительные прямого действия и вспомогательные части к ним. Часть 5. Особые требования к фазометрам, измерителям коэффициента мощности и синхроскопам»
	MOD	ГОСТ 23706–93 (МЭК 51–6–84) «Приборы аналоговые показывающие электроизмерительные прямого действия и вспомогательные части к ним. Часть 6. Особые требования к омметрам (приборам для измерения полного сопротивления) и приборам для измерения активной проводимости»
	MOD	ГОСТ 10374–93 (МЭК 51–7–84) «Приборы аналоговые показывающие электроизмерительные прямого действия и вспомогательные части к ним. Часть 7. Особые требования к многофункциональным приборам»
МЭК 60065:1985	IDT	ГОСТ Р МЭК 60065–2009 «Аудио-, видео- и аналоговая электронная аппаратура. Требования безопасности»
МЭК 60083:2004	MOD	ГОСТ 7396.1–89 (МЭК 83–75) «Соединители штепсельные бытового и аналогичного назначения. Основные размеры»
МЭК 60085:2004	-	ГОСТ Р МЭК 60085–2011 «Электрическая изоляция. Классификация и обозначения по термическим свойствам»
МЭК 60317–0-1: 1997	–	*
МЭК 60384–14:2005	IDT	ГОСТ Р МЭК 60384–2004 «Конденсаторы постоянной емкости для электронной аппаратуры. Часть 14–1. Форма технических условий на конденсаторы постоянной емкости для подавления электромагнитных помех и соединения с питающими магистралями. Уровень качества D»

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего национального стандарта
МЭК 62384:2006	IDT	ГОСТ Р МЭК 62384–2011 «Устройства управления электронные, питаемые от источников постоянного или переменного тока, для светодиодных модулей. Рабочие характеристики»
МЭК 60127 (все части)	IDT	ГОСТ Р 60127–1–2005 «Миниатюрные плавкие предохранители. Часть 1. Терминология для миниатюрных плавких предохранителей и общие требования к миниатюрным плавким вставкам»
	IDT	ГОСТ Р 60127–2–2010 «Предохранители миниатюрные плавкие. Часть 32. Трубочатые плавкие вставки»
	IDT	ГОСТ Р 60127–3–2010 «Предохранители миниатюрные плавкие. Часть 3. Субминиатюрные плавкие вставки»
	MOD	ГОСТ Р 50540–93 (МЭК 127–4–89) «Универсальные модульные плавкие предохранители (УМПП)»
	MOD	ГОСТ Р 50541–93 (МЭК 127–5–89) «Миниатюрные плавкие предохранители. Руководство по сертификации миниатюрных плавких вставок»
МЭК 60598–1:2008	IDT	ГОСТ Р МЭК 60598–1–2011 «Светильники. Часть 1. Общие требования и методы испытания»
	IDT	ГОСТ Р МЭК 60598–2–6–98 «Светильники. Часть 2. Частные требования. Раздел 6. Светильники со встроенными трансформаторами или преобразователями для ламп накаливания»
МЭК 60269–2:1986	MOD	ГОСТ Р 50339.1–92 (МЭК 269–2–86) «Низковольтные плавкие предохранители. Часть 2. Дополнительные требования к плавким предохранителям промышленного назначения»
МЭК 60269–2-1:2004	MOD	ГОСТ Р 50339.2–92 (МЭК 269–2-1–87) «Низковольтные плавкие предохранители. Часть 2–1. Дополнительные требования к плавким предохранителям промышленного назначения. Разделы I – III»
МЭК 60269–3:1987	MOD	ГОСТ Р 50339.3–92 (МЭК 269–3–87) Низковольтные плавкие предохранители. Часть 3. Дополнительные требования к плавким предохранителям бытового и аналогичного назначения
МЭК 60269–3-1:2004	IDT	ГОСТ Р МЭК 60269–3-1–2004 «Предохранители плавкие низковольтные. Часть 3–1. Дополнительные требования к плавким предохранителям для эксплуатации неквалифицированным персоналом (плавкие предохранители бытового и аналогичного назначения). Разделы I – IV»
МЭК 60417-DB:2002	–	*
МЭК 60384–14:2005	IDT	ГОСТ Р МЭК 60384–2004 Конденсаторы постоянной емкости для электронной аппаратуры. Часть 14–1. Форма технических условий на конденсаторы постоянной емкости для подавления электромагнитных помех и соединения с питающими магистралями. Уровень качества D.
МЭК 60417-DB:2002	–	*
МЭК 60906 (все части)	–	*
МЭК 60906–1:1986	–	*
МЭК 60950–1:2005	–	ГОСТ Р МЭК 60950–1–2009 «Оборудование информационных технологий. Требования безопасности. Часть 1. Общие требования»
МЭК 61347–1:2000	IDT	ГОСТ Р МЭК 61347–1–2011 «Устройства управления лампами. Часть 1. Общие требования и требования безопасности»



Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего национального стандарта
МЭК 61558-1:1998	–	*
МЭК 60454 (все части)	MOD	ГОСТ 28018-99 (МЭК 454-1-74) «Ленты липкие изоляционные. Общие технические требования»
	MOD	ГОСТ 28019-99 (МЭК 454-2-74, МЭК 454-2 А-78) «Ленты липкие электроизоляционные. Методы испытаний»
	MOD	ГОСТ 28020-99 (МЭК 454-3-1-77) «Ленты липкие электроизоляционные. Требования к пластифицированным поливинилхлоридным лентам с термопластичным адгезивом»
	MOD	ГОСТ 28021-99 (МЭК 454-3-2-81) «Ленты липкие электроизоляционные. Требования к полиэфирным лентам с терморезактивным адгезивом»
	MOD	ГОСТ 28022-99 (МЭК 454-3-3-81) «Ленты липкие электроизоляционные. Требования к полиэфирным лентам с термопластичным адгезивом»
	MOD	ГОСТ 28023-99 (МЭК 454-3-4-78) «Ленты липкие электроизоляционные. Требования к крепированным бумажным лентам с терморезактивным адгезивом»
	MOD	ГОСТ 28024-99 (МЭК 454-3-5-80) «Ленты липкие электроизоляционные. Требования к бумажным лентам с терморезактивным адгезивом»
	MOD	ГОСТ 28025-99 (МЭК 454-3-6-84) «Ленты липкие электроизоляционные. Требования к поликарбонатным лентам с термопластичным адгезивом»
	MOD	ГОСТ 28026-99 (МЭК 454-3-7-84) «Ленты липкие электроизоляционные. Требования к полиимидным лентам с терморезактивным адгезивом»
MOD	ГОСТ 28027-99 (МЭК 454-3-8-86) «Ленты липкие электроизоляционные. Требования к стеклотканым лентам с терморезактивным адгезивом»	

\* Соответствующий национальный стандарт отсутствует. До его утверждения рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного стандарта. Перевод данного международного стандарта находится в ООО «ВНИСИ».

Примечание – В настоящей таблице использованы следующие условные обозначения степени соответствия стандартов:

– IDT – идентичные стандарты;

– MOD – модифицированные стандарты.

## Библиография

[1] МЭК 60050 (845):1987  
IEC 60050 (845):1987

Международный электротехнический словарь (МЭС). Глава 845. Освещение  
International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 845: Lighting

[2] МЭК 60364-4-1:2005  
IEC 60364-4-1:2005

Электроустановки зданий. Часть 4-41. Требования безопасности. Защита от поражения электрическим током  
Electrical installations of buildings – Part 4-41: Protection for safety – Protection against electric shock

[3] МЭК 60449:1973  
IEC 60449:1973

Электроустановки зданий. Диапазоны напряжений  
Voltage bands for electrical installations of buildings

[4] МЭК 62384:2006  
IEC 62384:2006

Устройства управления электронные, питаемые от источников постоянного или переменного тока, для светодиодных модулей. Рабочие характеристики  
DC or AC supplied electronic control gear for LED modules – Performance requirements

[5] МЭК 60529:1989  
IEC 60529:1989

Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (Код IP)  
Degrees of protection provided by enclosures (IP code)

**УСТРОЙСТВА УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОННЫЕ, ПИТАЕМЫЕ ОТ ИСТОЧНИКОВ ПОСТОЯННОГО ИЛИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА, ДЛЯ СВЕТОДИОДНЫХ МОДУЛЕЙ**

**Рабочие характеристики**

Electronic control gear supplied from the sources of direct or alternative current for light emitted diode modules.

Operating characteristics

Дата введения – 2012–07–01<sup>1</sup>

**1 Область применения**

Настоящий стандарт устанавливает требования к рабочим характеристикам электронных устройств управления для светодиодных модулей по МЭК 62031, питаемых от сети постоянного тока напряжением до 250 В и сети переменного тока напряжением до 1000 В частотой 50 или 60 Гц, создающих на выходе напряжение частотой, которая может отличаться от частоты питающей сети. Устройства управления для светодиодных модулей (далее – устройства управления), на которые распространяется настоящий стандарт, рассчитаны для создания постоянных значений напряжения или тока. Отклонения от точных значений напряжения и тока не исключают устройства управления из области распространения настоящего стандарта.

**П р и м е ч а н и я**

1 Испытания по настоящему стандарту относятся к испытаниям типа. Требования к испытанию конкретных устройств управления при изготовлении не включены.

2 Требования к устройствам управления, содержащим средства регулирования выходной мощности, находятся в стадии рассмотрения.

3 Предполагают, что устройства управления, соответствующие настоящему стандарту, будут обеспечивать удовлетворительную работу в диапазоне от 92 % до 106 % нормируемого напряжения питания, с учетом требований изготовителя к светодиодным модулям.

Настоящий стандарт применяют совместно с МЭК 61347–1 и МЭК 61347–2–13.

**2 Нормативные ссылки**

Нижеследующие справочные стандарты обязательны при применении настоящего стандарта. Для датированных ссылок применимы только цитируемые издания. Для недатированных ссылок применяют последнее издание справочного стандарта (включая все изменения).

МЭК 61347–2–13 Устройства управления лампами. Часть 2–13. Частные требования к электронным устройствам управления, питаемым от источников постоянного или переменного тока, для светодиодных модулей (IEC 61347–2–13, Lamp control gear – Part 2–13: Particular requirements for d.c. or a.c. supplied electronic gear for LED modules)

МЭК 62031 Модули светоизлучающих диодов для общего освещения. Требования безопасности (IEC 62031, LED modules for lighting – Safety requirements)

**3 Термины и определения**

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

**3.1 потребляемая мощность цепи** (total circuit power): Полная (активная) мощность, потребляемая совместно устройством управления и светодиодным модулем при нормируемом напряжении питания и наибольшей нормируемой выходной нагрузке.

**3.2 коэффициент мощности цепи;  $\lambda$**  (circuit power factor): Отношение значения измеренной мощности цепи к произведению действующих значений напряжения и тока сети.

**3.3 устройство управления с полным сопротивлением на высоких звуковых частотах** (high audio-frequency impedance control gear): Устройство управления, значение полного сопротивления которого в диапазоне частот от 250 до 2000 Гц превышает значения, указанные в разделе 11 настоящего стандарта.

**4 Общие указания по испытаниям**

4.1 Испытания по настоящему стандарту относятся к испытаниям типа.

**П р и м е ч а н и е** – Требования и допуски, установленные настоящим стандартом, предъявляют к изделиям выборки для испытаний типа, представленной изготовителем для этой цели. В принципе данная выборка должна характеризовать параметры устройств управления, име-

<sup>1</sup> Подготовлен ООО «Всероссийский научно-исследовательский светотехнический институт им. С.И. Вавилова» на основе собственного аутентичного перевода на русский язык международного стандарта МЭК 62384:2006 «Устройства управления электронные, питаемые от источников постоянного или переменного тока, для светодиодных модулей. Рабочие характеристики», с изменением 1:2009 (IEC 62384:2006 «DC or AC supplied electronic control gear for LED modules – Performance requirements»).

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных стандартов соответствующие им национальные стандарты Российской Федерации и действующие в этом качестве межгосударственные стандарты, сведения о которых приведены в дополнительном приложении ДА.

ющих значения, близкие к среднему значению устройств управления этого изготовителя.

Считают, что если выборка для испытаний типа укладывается в допуски, предусмотренные настоящим стандартом, то большинство устройств управления будет соответствовать настоящему стандарту. Однако следует учитывать, что при изготовлении возможен разброс характеристик устройств управления за пределы, допустимые стандартом. Требования к планам и правилам выборочного контроля по качественным признакам установлены в МЭК 60410.

4.2 Испытуемые светодиодные модули должны удовлетворять следующим требованиям.

Мощность светодиодных модулей, измеренная при нормируемых значениях напряжения или тока (постоянный и/или переменный ток), не должна отличаться от нормируемой мощности более чем на 0,6%.

4.3 Если не указано иное, то испытания проводят в порядке нумерации разделов настоящего стандарта.

4.4 Один и тот же образец должен быть подвергнут всем испытаниям.

4.5 Как правило, все испытания проводят на одном образце устройства управления или, в случае ряда одинаковых устройств управления, – для каждой нормируемой мощности из ряда или на типопредставителе из ряда по согласованию с изготовителем.

4.6 Испытания проводят по условиям А.1 (приложение А). Характеристики светодиодных модулей, не охваченных настоящим стандартом, должны быть указаны изготовителем светодиодных модулей.

4.7 Все устройства управления, на которые распространяется настоящий стандарт, должны соответствовать требованиям МЭК 61347-2-13.

4.8 Испытания проводят с входным кабелем длиной 20 и 200 см, если не указано иное изготовителем.

## 5 Классификация

### 5.1 Классификация по нагрузке

а) Устройство управления на одно значение нагрузки

Устройство управления этого типа предназначено для применения только с одной конкретной выходной мощностью, которая может потребляться одним или несколькими светодиодными модулями.

б) Устройство управления с несколькими значениями нагрузки

Устройство управления этого типа предназначено для применения с одним или несколькими светодиодными модулями с общей нагрузкой в пределах объявленного диапазона мощности.

### 5.2 Классификация по выходному напряжению

а) Устройство управления со стабилизированным выходным напряжением.

б) Устройство управления с нестабилизированным выходным напряжением.

### 5.3 Классификация по выходному току

а) Устройство управления со стабилизированным выходным током.

б) Устройство управления с нестабилизированным выходным током.

## 6 Маркировка

### 6.1 Обязательная маркировка

6.1.1 Устройство управления должно иметь следующую четкую маркировку:

Коэффициент мощности цепи, например  $\lambda = 0,9$ .

Если коэффициент мощности опережающего тока менее 0,95, то он должен быть обозначен буквой «С», например  $\lambda = 0,9 С$ .

6.1.2 Кроме вышеуказанной обязательной маркировки следующая информация должна быть приведена либо на устройстве управления, либо в каталоге изготовителя, если применимо:

а) пределы допустимого диапазона температур;

б) указание о том, что устройство управления имеет стабилизированное выходное напряжение;

с) указание о том, что устройство управления имеет стабилизированный выходной ток;

д) указание о том, что устройство управления пригодно для работы с устройством регулирования выходной мощности;

е) указание о режиме работы, например с фазовым регулированием.

### 6.2 Дополнительная маркировка

Следующая информация может быть указана на устройстве управления или в каталоге изготовителя:

а) потребляемая мощность цепи;

б) если приемлемо: символ, обозначающий, что устройство управления соответствует условиям полного сопротивления на звуковых частотах;

с) если приемлемо: символ  $\mathbb{Z}$ , обозначающий, что устройство управления имеет защиту от короткого замыкания (символ находится в стадии рассмотрения).

## 7 Выходные напряжение и ток

### 7.1 Требования к пусковому режиму

После включения устройства управления (со светодиодным модулем) или присоединения к нему на выходе светодиодного модуля значения тока или напряжения должны оставаться в пределах 110% нормируемого значения в течение 2 с. Максимальные значения тока или напряжения не должны превышать значений, указанных изготовителем. Это требование проверяют при минимальной нормируемой мощности.

Примечание – Для выходного напряжения переменного тока – это 110% действующего значения, а для выходного напряжения постоянного тока – 110% значения постоянного тока.

### 7.2 Напряжение и ток при работе

Для устройства управления с нестабилизированным выходным напряжением, питаемого нормируемым напряжением питания, выходное напряжение не должно

отличаться более чем на 10% от нормируемого напряжения светодиодных модулей; для устройства управления со стабилизированным выходным напряжением, питаемого напряжением от 92% до 106% нормируемого напряжения питания, выходное напряжение не должно отличаться более чем на 10% от нормируемого напряжения светодиодных модулей.

Для устройства управления с нестабилизированным выходным током, питаемого нормируемым напряжением питания, выходной ток не должен отличаться более чем на 10% от нормируемого тока светодиодных модулей; для устройства управления со стабилизированным выходным током, питаемого напряжением от 92% до 106% нормируемого напряжения питания, выходной ток не должен отличаться более чем на 10% от нормируемого тока светодиодных модулей.

Устройство управления, предназначенное для работы с несколькими нагрузками, испытывают с наименьшей и наибольшей нагрузками.

### 7.3 Требование к емкостной нагрузке

Если светодиодный модуль или любой дополнительный регулятор, соединенный с преобразователем, содержит конденсаторы для регулирования запуска электрической схемы модулей, то импульсы тока могут генерироваться при присоединении светодиодного модуля к устройству управления. Это не должно нарушать в устройстве управления ни контроля обнаружения сверхтока, ни процесса запуска устройства управления.

Условия испытания см. в А.2 (приложение А). Рисунок А.1 а (приложение А) иллюстрирует испытательную схему при присоединении устройства управления к источнику питания, а рисунок А.1 б (приложение А) – испытательную схему для включения нагрузки, предварительно присоединенной к источнику питания устройства управления при установившемся режиме работы.

*Соответствие:* при присоединении измерительной цепи к устройству управления защитное устройство не должно выключаться.

### 7.4 Импульсы напряжения при включении и работе

Значения импульсов напряжения источника питания, накладываемые на выходное напряжение, не должны превышать значений, указанных ниже (значения в стадии рассмотрения).

### 8 Потребляемая мощность цепи

При нормируемом напряжении источника питания значение потребляемой мощности цепи при работе устройства управления со светодиодными модулями должно быть не более 110% значения, объявленного изготовителем.

### 9 Коэффициент мощности цепи

Измеренный коэффициент мощности цепи не должен отличаться от указанного в маркировке более чем на 0,05, когда устройство управления работает со светодиодными

модулями при их нормируемой мощности, а вся система запитана при нормируемых значениях напряжения и частоты.

### 10 Ток источника питания

При нормируемом напряжении значение тока источника питания не должно отличаться более чем на +10% от значения, указанного в маркировке устройства управления или объявленного изготовителем, когда устройство управления работает со светодиодными модулями при их нормируемой мощности.

### 11 Полное сопротивление на звуковых частотах

Устройство управления, имеющее в маркировке символ  $\Sigma$  [см. 6.2, перечисление б] испытывают в соответствии с А.3 (приложение А) с использованием схемы по рисунку А.2 (приложение А).

Для каждой частоты сигнала в диапазоне от 400 до 2000 Гц полное сопротивление устройства управления, работающего с нормируемой нагрузкой светодиодного модуля при нормируемых значениях напряжения и частоты, должно быть индуктивным. Его полное сопротивление в омах (Ом) должно быть не менее сопротивления резистора, который потребляет ту же мощность, что и комплект «светодиодный модуль с устройством управления», работающий при нормируемых значениях напряжения и частоты.

Полное сопротивление устройства управления измеряют при фиксированном напряжении, равном 3,5% нормируемого напряжения питания устройства управления.

Значение полного сопротивления в диапазоне частот от 250 до 400 Гц должно быть не менее половины минимального значения, допустимого для диапазона от 400 до 2000 Гц.

**П р и м е ч а н и е** – Устройства для подавления радиопомех, содержащие конденсаторы емкостью менее 0,2 мкФ (суммарное значение), если они встроены в устройство управления, могут быть отключены при этом испытании.

### 12 Эксплуатационные испытания в аномальных условиях

Устройство управления не должно быть повреждено при следующих условиях.

а) Испытание без установленного светодиодного модуля

Устройство управления должно работать при нормируемом напряжении в течение 1 ч без установленного светодиодного модуля. В конце испытания устанавливают светодиодный модуль, и он должен нормально работать.

б) Испытание светодиодного модуля с уменьшенным сопротивлением (в стадии рассмотрения)

с) Испытания устройства управления, стойкого к короткому замыканию

Устройство управления накоротко замыкают на 1 ч или до тех пор, пока защитное устройство не разомкнет цепь.

После этих испытаний и восстановления защитного устройства устройство управления должно нормально функционировать.

## 13 Старение

13.1 Устройство управления должно быть подвергнуто испытанию шоквым температурным циклом и испытанию на включение и выключение напряжения питания следующим образом:

а) Испытание шоквым температурным циклом

Сначала обесточенное устройство управления выдерживают в течение 1 ч при температуре минус 10 °С или при меньшем значении, если оно указано в маркировке устройства управления. Затем устройство управления помещают в камеру с температурой  $t_c$  и выдерживают в течение 1 ч. Должно быть выполнено пять таких температурных циклов.

б) Испытание на включение/выключение напряжения питания

Устройство управления должно включаться и выключаться при нормируемом напряжении питания через 30 с. Цикл повторяют 200 раз без нагрузки и 800 раз при максимальной нагрузке.

Светодиодные модули, выходящие из строя, должны быть немедленно заменены.

После этих испытаний устройство управления должно нормально функционировать со светодиодными модулями в течение 15 мин.

13.2 Затем устройство управления должно работать с соответствующими светодиодными модулями при нормируемом напряжении питания и при такой температуре окружающей среды, которая создает температуру на корпусе устройства  $t_c$  в течение испытательного периода 200 ч. По окончании этого времени и после охлаждения до комнатной температуры устройство управления должно нормально работать с соответствующими светодиодными модулями в течение 15 мин. При этом испытании светодиодные модули должны быть расположены вне испытательной камеры при температуре окружающей среды  $(25 \pm 5) ^\circ\text{C}$ .

## Приложение А (обязательное) Испытания

### А.1 Общие требования

#### А.1.1 Общие положения

Испытания являются типовыми. Один образец должен быть подвергнут всем испытаниям.

#### А.1.2 Температура окружающей среды

Испытания проводят в помещении, защищенном от сквозняков, при температуре окружающей среды от 20 °С до 27 °С.

#### А.1.3 Напряжение и частота источника питания

а) Испытательные значения напряжения и частоты

Если не указано иное, то испытываемое устройство управления должно работать при нормируемых значениях напряжения и частоты источника питания.

Если в маркировке устройства управления указан диапазон напряжений или предусмотрен ряд отдельных нормируемых напряжений источника питания, то за нормируемое напряжение может быть выбрано любое напряжение, для которого предназначено устройство управления.

б) Стабильность напряжения и частоты источника питания

При испытаниях напряжение и частоту источника питания следует поддерживать неизменными с точностью 0,5%. Однако в процессе измерения значение напряжения необходимо поддерживать с точностью 0,2% значения испытательного напряжения.

с) Форма волны напряжения источника питания

Суммарное содержание гармоник напряжения в сети не должно превышать 3%. Суммарное содержание гармоник определяют как среднеквадратичное значение суммы отдельных гармонических составляющих по отношению к основной, принятой за 100%.

### А.1.4 Магнитное воздействие

Если не указано иное, то при испытании на расстоянии ближе 25 мм от любой наружной поверхности испытываемого устройства управления не должно быть магнитных объектов.

### А.1.5 Характеристики приборов

а) Напряжение цепи

Цепи напряжения измерительных приборов, параллельно соединенных со светодиодным модулем, не должны потреблять более 3% нормируемого рабочего тока светодиодного модуля.

б) Ток цепи

Измерительные приборы, соединенные последовательно со светодиодным модулем, должны иметь такое достаточно низкое полное сопротивление, чтобы падение напряжения на них не превышало 2% фактического напряжения на светодиодном модуле.

с) Измерения действующих значений

Измерительные приборы в принципе не должны иметь ошибок, вызываемых искажением формы волны тока, и должны соответствовать рабочим частотам.

Необходимо обеспечить, чтобы емкость измерительных приборов относительно заземления не нарушала работу испытываемого устройства управления. Может потребоваться заземлять измеряемую точку цепи при испытаниях.

### А.2 Измерение емкостного тока нагрузки (рисунок А.1, а, б)

Рисунок А.1 иллюстрирует схему для измерения тока с присоединенной нагрузкой.

### А.3 Измерение полного сопротивления на звуковых частотах (рисунок А.2)

На рисунке А.2 представлена мостовая схема, которая позволяет определить полное сопротивление  $Z$  на звуковых частотах комплекта «светодиодный модуль с устройством управления», и не только его абсолютное значение (модуль), но и отклонения.

Предположено, что  $R'$  и  $R''$  – значения резисторов на рисунке А.2, равные 5 Ом и 200 кОм соответственно (последнее, по крайней мере, не будет критическим). Когда регулированием  $R$  и  $C$  достигается равновесие моста для данной звуковой частоты, показанное анализатором гармоник (или любым другим селективным вольтметром), тогда

$$Z = R'R''(1/R + jC).$$

### Приложение В (справочное)

#### Руководство по оценке срока службы и интенсивности отказов

Для того чтобы потребитель мог оценить срок службы и интенсивность отказов различных электронных устройств управления, изготовителю рекомендуется представлять в его каталоге на устройство следующие данные:

а) максимальную температуру на поверхности электронного устройства управления [символ  $t_1$  ( $t$  – срок служ-

бы)] или максимальную температуру той части, которая влияет на срок службы устройства, измеренную при нормальных рабочих условиях и при номинальном или максимальном значении из диапазона нормируемых напряжений, и при которой достигается срок службы 50000 ч.

П р и м е ч а н и е – В некоторых странах, таких как Япония, принят срок службы 40000 ч;

б) интенсивность отказов, если электронное устройство управления работает непрерывно при максимальной температуре  $t_1$  [определение в перечислении а)]. Интенсивность отказов определяют количеством устройств управления, вышедших из строя в единицу времени.

Для метода, используемого для получения информации, по перечислениям а) и б) (математический анализ, испытание на надежность и т. д.), изготовитель может по требованию предоставить исчерпывающие данные, содержащие подробности этого метода.

### Приложение ДА (справочное)

#### Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов ссылочным национальным стандартам Российской Федерации

Т а б л и ц а ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего национального стандарта
МЭК 61347-1: 2007	IDT	ГОСТ Р МЭК 61347-1-2011 «Устройства управления лампами. Часть 1. Общие требования и требования безопасности»
МЭК 61347-2-13: 2006	IDT	ГОСТ Р МЭК 61347-2-13-2011 «Устройства управления лампами. Часть 2-13. Частные требования к электронным устройствам управления, питаемым от источников постоянного или переменного тока, для светодиодных модулей»
МЭК 62031: 2008	IDT	ГОСТ Р МЭК 62031-2009 «Модули светоизлучающих диодов для общего освещения. Требования безопасности»

П р и м е ч а н и е – В настоящей таблице использовано следующее условное обозначение степени соответствия стандартов:  
– IDT – идентичные стандарты.

### Библиография

IEC 60410:1973  
(МЭК 60410:1973)

Sampling plans and procedures for inspection by attributes  
(Правила и планы выборочного контроля по качественным признакам)

IEC 61000-3-2:2000  
(МЭК 61000-3-2: 2000)

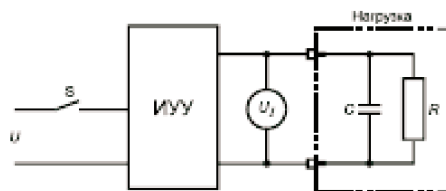
Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-2: Limits – Limits for harmonic current emissions (equipment input current  $\leq 16$  A per phase)  
(Электромагнитная совместимость (ЭМС)). Часть 3-2. Нормы. Нормы эмиссии гармонических составляющих тока (потребляемый ток оборудования 16 А в одной фазе)

IEC 61547  
(МЭК 547)

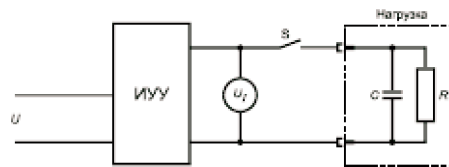
Equipment for general lighting purposes – EMC immunity requirements  
(Оборудование для общего освещения. Требования по электромагнитной совместимости (ЭМС))

IEC 62504  
(МЭК 62504)

Light emitted diodes and light emitted diode modules for general application – Terms and definitions  
(Светодиоды и светодиодные модули для общего освещения. Термины и определения)



а) Схема для измерения тока в процессе пуска



б) Схема для измерения тока с включением нагрузки при установившемся режиме работы устройства управления

$U$  — источник питания на 50 Гц (60 Гц);  $U_1$  — напряжение на нагрузке; ИУУ — испытуемое устройство управления;  $S$  — выключатель;  $R$  — резистор, обеспечивающий номинальный выходной ток испытуемого устройства управления: для источников напряжения  $R = U_T^2/P_{max}$ , для источников тока:  $R = P_{max}/I^2$ ;  $C$  — конденсатор. Для устройства управления для светодиодных модулей с включенной логической электрической цепью:

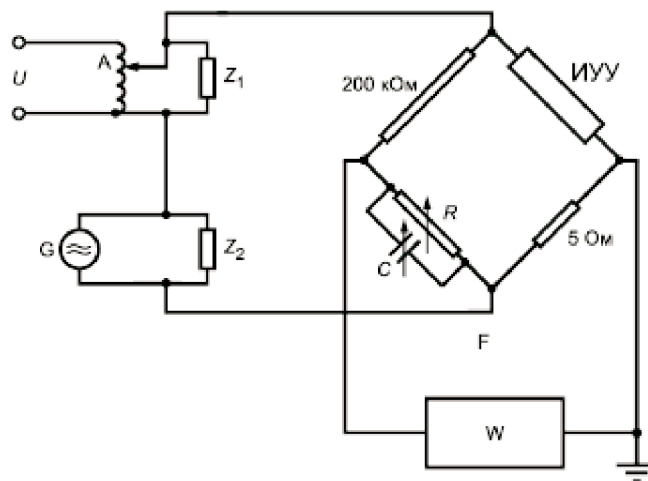
- а) для источников напряжения  $C = 20$  мкФ/А,
- б) для источников тока  $C = 400$  мкФ.

Для устройства управления для светодиодных модулей без логической электрической цепи:

- а) для источников напряжения  $C = 1$  мкФ/А,
- б) для источников тока  $C = 1$  мкФ.

Нагрузка — эквивалентная нагрузка для светодиодного модуля

Рисунок А.1 — Схема измерения тока с присоединенной нагрузкой



$U$  — источник питания на 50 Гц (60 Гц);  $G$  — генератор на 250–2000 Гц;  $A$  — питающий трансформатор на 50 Гц (60 Гц); ИУУ — испытуемый комплект светодиодный модуль + устройство управления;  $Z_1$  — значение полного сопротивления, достаточно высокое для 50 Гц (60 Гц), достаточно низкое для 250–2000 Гц (например, сопротивление 15 Ом и емкость 16 мкФ);  $Z_2$  — значение полного сопротивления, достаточно низкое для 50 Гц (60 Гц), достаточно высокое для 250–2000 Гц (например, индуктивность 20 мГн);  $F$  — фильтр на 50 Гц (60 Гц);  $W$  — селективный вольтметр или анализатор гармоник

Примечания

- 1 Значение 200 кОм для плеча моста не является критическим.
- 2 В полном сопротивлении  $Z_1$  и/или  $Z_2$  нет необходимости, если соответствующий источник имеет низкое полное сопротивление для токов другого.

Рисунок А.2 — Измерение полного сопротивления на звуковых частотах

**ЛАМПЫ СВЕТОДИОДНЫЕ СО ВСТРОЕННЫМ УСТРОЙСТВОМ УПРАВЛЕНИЯ  
ДЛЯ ОБЩЕГО ОСВЕЩЕНИЯ НА НАПРЯЖЕНИЯ СВЫШЕ 50 В**

**Требования безопасности**

Self-ballasted LED-lamps for general lighting services by voltages  
over 50 V. Safety requirements

Дата введения – 2012–07–01<sup>1</sup>

**1 Область применения**

Настоящий стандарт устанавливает требования безопасности и взаимозаменяемости, а также требования к методам испытаний и условиям их проведения, необходимые для светодиодных ламп с неразъемными средствами для стабильной работы (светодиодные лампы со встроенными устройствами управления) и предназначенных для бытового и аналогичного общего освещения, имеющих:

- номинальную мощность до 60 Вт;
- номинальное напряжение от 5 до 250 В;
- цоколи в соответствии с таблицей 1.

Требования настоящего стандарта относятся только к испытаниям типа.

Рекомендации по испытанию всей продукции или испытанию партии идентичны приведенным в приложении С МЭК 62031.

П р и м е ч а н и е – При использовании термина «лампы» подразумевают светодиодные лампы со встроенным устройством управления (УУ), за исключением случаев, когда очевидно, что это касается ламп других типов.

**2 Нормативные ссылки**

Нижеследующие справочные документы обязательны при применении настоящего стандарта. При указании документа с датой издания применяют только этот документ. Если указан документ без даты издания, то применяют его последнее издание со всеми изменениями.

МЭК 60061–1 Цоколи и патроны ламп, а также калибры для проверки их взаимозаменяемости и безопасности. Часть 1. Цоколи (IEC 60061–1, Lamp caps and holders the control of interchangeability and safety – Part 1: Lamp caps) МЭК 60061–3 Цоколи и патроны ламп, а также калибры для проверки их взаимозаменяемости и безопасности. Часть 3. Калибры (IEC 60061–3, Lamp caps and holders

together with gauges for the control of interchangeability and safety – Part 3: Gauges)

МЭК 60360 Стандартный метод измерения превышения температуры цоколя лампы (IEC 60360, Standard method of measurement of lamp cap temperature rise) МЭК 60432–1 Требования безопасности для ламп накаливания. Часть 1. Лампы накаливания вольфрамовые для бытового и аналогичного общего освещения (IEC 60432–1, Incandescent lamps – Safety specifications – Part 1: Tungsten filament lamps for domestic and similar general lighting purposes)

МЭК 60529:1989 Степени защиты оболочками (Код IP) (IEC 60529:1989, Degrees of protection provided by enclosures (IP Code))

МЭК 60598–1:2008 Светильники. Часть 1. Общие требования и испытания (IEC 60598–1:2008, Luminaires – Part 1: General requirements and tests)

МЭК 60695–2–10:2000 Испытание на пожароопасность. Часть 2–10. Методы испытаний раскаленной проволокой. Устройство с раскаленной проволокой и общая методика испытаний (IEC 60695–2–10:2000, Fire hazard testing – Part 2–10: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire apparatus and common test procedure)

МЭК 60695–2–11:2000 Испытание на пожароопасность. Часть 2–11. Методы испытаний раскаленной проволокой. Методы испытаний раскаленной проволокой на воспламеняемость конечных продуктов (IEC 60695–2–11:2000, Fire hazard testing – Part 2–11: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire flammability test method for end-products)

МЭК 60695–2–12:2000 Испытание на пожароопасность. Часть 2–12. Методы испытаний раскаленной проволокой. Методы испытаний раскаленной проволокой на воспламеняемость материалов (IEC 60695–2–12:2000, Fire hazard testing – Part 2–12: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire flammability test method for materials)

МЭК 60695–2–13:2000 Испытание на пожароопасность. Часть 2–13. Методы испытаний раскаленной проволокой. Методы испытаний раскаленной проволокой на возгораемость материалов (IEC 60695–2–13:2000, Fire hazard testing – Part 2–13: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire ignitability test method for materials)

МЭК 61199:1999 Лампы люминесцентные одноцокольные. Требования безопасности (IEC 61199:1999, Single-capped fluorescent lamps – Safety specifications)

МЭК 61347–1:2007 Устройства управления лампами. Часть 1. Общие требования и требования безопасности (IEC 61347–1:2007, Lamp controlgear – Part 1: General and safety requirements)

<sup>1</sup> Подготовлен ГУП Республики Мордовия «Научно-исследовательский институт источников света имени А.Н. Лодыгина» на основе собственного аутентичного перевода на русский язык международного стандарта IEC 62560:2011 «Self-ballasted LED-lamps for general lighting services by voltage > 50 V – Safety specifications».

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных стандартов соответствующие им национальные стандарты Российской Федерации и действующие в этом качестве межгосударственные стандарты, сведения о которых приведены в дополнительном приложении ДА.



МЭК 62031:2008 Модули светоизлучающих диодов для общего освещения. Требования безопасности (IEC 62031:2008, LED modules for general lighting – Safety specification)

МЭК/ТО 62471–2 Светобиологическая безопасность ламп и ламповых систем. Часть 2. Руководство по производственным требованиям, относящимся к безопасности нелазерного оптического излучения (IEC 62471–2, Photobiological safety of lamps and lamp systems – Part 2: Guidance on manufacturing requirements relating to non-laser optical radiation safety)

МЭК/ТС 62504:2011 Общее освещение. Светодиоды и светодиодные модули. Термины и определения (IEC/TS 62504, General lighting LEDs and LED modules – Terms and definitions)

ИСО 4046–4:2002 Бумага, картон, целлюлоза и соответствующие термины. Словарь. Часть 4. Сорты бумаги и картона и продуктов переработки (ISO 4046–4:2002, Paper, board, pulp and related terms – Vocabulary – Part 4: Paper and board grades and converted products)

### 3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по МЭК/ТС 62504, МЭК 62031, а также следующие термины с соответствующими определениями:

**3.1 светодиодная лампа со встроенным устройством управления (self-ballasted LED-lamp):** Устройство, которое не может быть разобрано без неизбежного повреждения, с цоколем и источником света в виде светодиода, а также любыми дополнительными элементами, необходимыми для зажигания и стабильной работы источника света.

**Примечание** – Цоколи – по МЭК 60061–1.

**3.2 номинальное напряжение (rated voltage):** Напряжение или диапазон напряжений, маркируемый на лампе.

**3.3 номинальная мощность (rated wattage):** Мощность, маркируемая на лампе.

**3.4 номинальная частота (rated frequency):** Частота, маркируемая на лампе.

**3.5 превышение температуры цоколя;  $\Delta t_s$  (cap temperature rise;  $\Delta t_s$ ):** Превышение температуры (над окружающей средой) поверхности стандартного испытательного патрона с лампой, измеренное в соответствии со стандартным методом в случае резьбовых или штифтовых цоколей.

**Примечание** – Стандартный метод измерения для резьбовых или штифтовых цоколей приведен в МЭК 60360.

**3.6 деталь, находящаяся под напряжением (live part):** Токпроводящая деталь, которая может вызвать поражение электрическим током при нормальной эксплуатации.

**3.7 тип (type):** Лампы, имеющие идентичные световые и электрические параметры независимо от типа цоколя.

**3.8 испытание типа (type test):** Испытание или серия испытаний, проводимых на выборке для испытания типа для проверки соответствия конструкции данного изделия требованиям настоящего стандарта.

**3.9 выборка для испытания типа (type test sample):** Выборка, состоящая из одного или нескольких подобных изделий одинаковых устройств, представленная изготовителем или ответственным поставщиком для испытания типа.

### 4 Общие требования и общие требования к испытаниям

4.1 Лампы должны быть рассчитаны и сконструированы таким образом, чтобы они надежно работали при нормальных условиях эксплуатации и были безопасны для потребителя и окружающей среды. Требования к параметрам и условия их испытаний изложены в настоящем стандарте.

4.2 Лампы не подлежат ремонту и разборке. В случае сомнений, основанных на результатах проверки ламп и оценки электрической схемы, и по согласованию с изготовителем или ответственным поставщиком, внешние контакты должны быть накоротко замкнуты или, по соглашению с изготовителем, лампы должны быть специально подготовлены так, чтобы можно было симитировать аварийный режим в соответствии с разделом 13.

4.3 Испытания проводят на каждом типе ламп или, в случае ряда подобных ламп, на каждой мощности из ряда или на представительной выборке из ряда, по согласованию с изготовителем.

4.4 Лампу, разрушающуюся при одном из испытаний без образования огня, дыма или выделения воспламеняемых газов, заменяют. Дополнительные требования к безопасному разрушению – в соответствии с разделом 12.

### 5 Маркировка

5.1 На лампе должна быть четко и прочно нанесена следующая обязательная маркировка:

- товарный знак (в виде торговой марки или марки изготовителя или ответственного поставщика);
- номинальное напряжение или диапазон напряжений, В;
- номинальная мощность, Вт;
- номинальная частота, Гц.

5.2 Кроме того, изготовитель должен указать следующую информацию на лампе, упаковке, ящике или в инструкции по эксплуатации:

a) при ограничении рабочего положения это должно быть указано на маркировке соответствующим символом. Примеры символов приведены в приложении В;

b) номинальный ток, А;

c) для ламп, масса которых значительно превышает массу заменяемых ламп, следует учитывать, что увеличенная масса может уменьшить механическую прочность некоторых светильников и патронов и нарушить наличие контакта и удержание лампы;

d) специальные условия или ограничения, которые необходимо соблюдать для работы лампы, например, при работе в схемах с затемнением (диммированием). Для обозначения лампы, не пригодной для работы в схеме с затемнением, может быть использован символ по рисунку 1;

e) для защиты глаз см. требования по МЭК/ТО 62471–2.

5.3 Соответствие проверяют следующим образом:

Наличие и четкость маркировки по 5.1 – внешним осмотром.

Прочность маркировки проверяют легким протирающим в течение 15 с тканью, смоченной водой, а после просушки еще 15 с – тканью, смоченной гексаном. После этого испытания маркировка должна оставаться четкой.

Наличие информации по 5.2 – внешним осмотром.

## 6 Взаимозаменяемость

### 6.1 Взаимозаменяемость цоколей

Взаимозаменяемость обеспечивается применением цоколей по МЭК 60061-1 и калибров по МЭК 60061-3, см. таблицу 1.

Соответствие проверяют с применением соответствующих калибров.

Калибры взаимозаменяемости и размеры цоколей приведены в таблице 1.

### 6.2 Изгибающий момент, осевое растягивающее усилие и масса

Значение изгибающего момента, создаваемого лампой в патроне, не должно превышать значения по таблице 2.

Изгибающий момент определяют путем приложения груза (массу которого измеряют с помощью весов) к куполу колбы горизонтально удерживаемой лампы и умножением полученного значения на расстояние от купола колбы до точки опоры. Точка опоры должна лежать в конце цилиндрической части (для резьбовых и штифтовых цоколей) или в конце штырьков (для цоколей со штырьками). Положение этой точки опоры должно поддерживаться вертикально удерживаемым металлическим листом или подобными средствами.

Конструкция лампы должна выдерживать внешне приложенное осевое растягивающее усилие и изгибающий момент.

Метод измерения приведен в МЭК 61199 (пункт А.2.1, приложение А).

Значения изгибающего момента и массы приведены в таблице 2.

Значения массы не должны превышать значений, указанных в таблице 2.

#### П р и м е ч а н и я

1 Для ламп с цоколями, отличными от приведенных в таблице 2, влияние изгибающего момента должно быть рассмотрено и ограничено. Метод измерения для ламп с этими цоколями находится в стадии рассмотрения.

2 Необходимо предусмотреть, чтобы поверхность светильника, где должен быть установлен патрон, могла выдерживать изгибающий момент. Для подсчета этого изгибающего момента необходимо при измерении полной длины учитывать длину патрона. Должна быть уверенность в том, что при работе не произойдет возможного размягчения материала патрона при повышенной температуре.

## 7 Защита от случайного прикосновения к деталям, находящимся под напряжением

Лампы должны быть сконструированы таким образом, чтобы без дополнительной защиты на светильнике ни внутренние металлические детали, ни внешние металлические детали с основной изоляцией, ни металлические детали цоколя, находящиеся под напряжением, ни сама лампа не были доступны при вставлении лампы в патрон по соответствующему листу с параметрами патрона МЭК.

Соответствие проверяют стандартным испытательным пальцем, приведенным на рисунке 2, с усилием 10 Н.

Лампы с резьбовыми цоколями должны быть сконструированы так, чтобы они удовлетворяли требованиям не-

доступности к деталям, находящимся под напряжением, для ламп общего назначения.

Соответствие проверяют калибром по МЭК 60061-3, лист 7006-51 А для цоколей E27 и лист 7006-55 для цоколей E14.

Требования для ламп с цоколем E26 находятся в стадии рассмотрения.

К лампам с цоколями B22, B15, GU10 или GZ10 предъявляются те же требования, что и к лампам накаливания общего назначения с такими цоколями.

Требования для ламп с цоколями GX53 находятся в стадии рассмотрения.

Внешние металлические детали, кроме токоведущих металлических деталей цоколя, не должны быть под напряжением или становиться таковыми. Для испытания любой подвижный проводящий материал должен быть размещен без применения инструмента в наиболее труднодоступном положении.

Соответствие проверяют испытанием сопротивления и электрической прочности изоляции в соответствии с разделом 8.

## 8 Сопротивление и электрическая прочность изоляции после воздействия влажностью

### 8.1 Общие положения

Сопротивление и электрическая прочность изоляции между деталями лампы под напряжением и доступными деталями лампы должны быть соответствующими.

### 8.2 Сопротивление изоляции

*Лампа должна быть выдержана в течение 48 ч в камере с относительной влажностью воздуха от 91 % до 95 %. Температура воздуха должна быть с допуском 1 °С при любых значениях от 20 °С до 30 °С.*

*Измерение сопротивления изоляции проводят в камере влажности через 1 мин после приложения напряжения постоянного тока 500 В.*

Сопротивление изоляции между деталями цоколя, находящимися под напряжением, и доступными деталями лампы (доступные детали из изоляционного материала покрывают металлической фольгой) должно быть не менее 4 МОм. Должны быть выполнены требования МЭК 61347-1 (приложение А).

П р и м е ч а н и е – Значение сопротивления изоляции между корпусом и контактами штифтовых цоколей находится в стадии рассмотрения.

### 8.3 Электрическая прочность

*Сразу после испытания сопротивления изоляции вышеуказанные детали должны выдержать испытание напряжением переменного тока в течение 1 мин следующим образом.*

*При испытании питающие контакты цоколя должны быть закорочены. Доступные детали цоколя из изоляционного материала покрывают металлической фольгой. Первоначально приложенное между контактами и металлической фольгой напряжение должно составлять не более половины напряжения по МЭК 60598-1 (табли-*

Т а б л и ц а 1

Цоколь	Номер листа на цоколе по МЭК 60061-1	Размеры цоколей, проверяемые калибрами	Номер листа на калибры по МЭК 60061-3
B15 d	7004-11	$A_{\max}$ и $A_{\min}$ $D_{1 \max}$ $N_{\min}$	7006-10 и 7006-11
B22 d	7004-10	Диаметральное положение штифтов Вставление в патрон Удерживание в патроне	7006-4 7006-4 B
E11	7004-6	Проходной	7006-6
E12	7004-28	Проходной Дополнительный проходной Непроходной Контактирование	7006-27 H 7006-27 J 7006-28 C 7006-32
E14	7004-23	Наибольшие размеры резьбы Наименьший диаметр резьбы Размер $S_1$ Контактирование	7006-27 F 7006-28 B 7006-27 G 7006-54
E17	7004-26	Наибольшие размеры резьбы Наименьший диаметр резьбы Контактирование	7006-27 K 7006-28 F 7006-26 D
E26	7004-21 A	Наибольшие размеры резьбы Наименьший диаметр резьбы	7006-27 D 7006-27 E
E27	7004-21	Наибольшие размеры резьбы Наименьший диаметр резьбы Размер $S_1$ Контактирование	7006-27 B 7006-28 A 7006-27 C 7006-50
GU10	7004-121	Проходной и непроходной	7006-121
GZ10	7004-120	Проходной и непроходной	7006-120
GX53	7004-142	Проходной и непроходной	7006-142
		Непроходной	7006-142 D
		Проходной и непроходной для проверки фиксаторов	7006-142 E
		Непроходной для проверки фиксаторов	7006-142 F

Т а б л и ц а 2

Цоколь	Изгибающий момент, Н·м	Масса, кг
B15 d, E14, E17	1	*
B22 d, E27	2	1
E11, E12	0?5	*
E26	2	*
GU10, GZ10	0?1	*
GX	0?3	*
* В стадии рассмотрения.		

Т а б л и ц а 3

Цоколь	Крутящий момент, Н·м
B15 d	1,15
B22 d	3
E11	0,8
E12	0,8
E14	1,15
E17	1,5
E26, T27	3
GX53	3*
* В стадии рассмотрения.	

ца 10.2) для светильников класса защиты II. Затем его значение постепенно повышают до полного значения.

Во время испытания не должно быть пробоя или разрушений. Измерения должны быть проведены в камере влажности.

П р и м е ч а н и е – Расстояние между фольгой и деталями, находящимися под напряжением, находится в стадии рассмотрения.

## 9 Механическая прочность

### 9.1 Стойкость к крутящему моменту неиспользованных ламп

Испытания неиспользованных ламп на стойкость к крутящему моменту проводят следующим образом.

Цоколь должен оставаться прочно прикрепленным к колбе или той части лампы, которую используют для ввинчивания или вывинчивания лампы, при приложении крутящего момента в соответствии с таблицей 3.

Испытания проводят с соответствующей стандартной лампой по МЭК 60432–1 с испытательными патронами на рисунках 3 и 4

Значения крутящих моментов для неиспользованных ламп приведены в таблице 3.

Крутящий момент должен быть приложен путем увеличения его значения от нуля до заданного значения.

В случае применения цоколей без мастики допускается смещение цоколя относительно колбы не более чем на 10°.

### 9.2 Стойкость к крутящему моменту ламп после заданного времени эксплуатации

Стойкость к крутящему моменту использованных ламп находится в стадии рассмотрения.

### 9.3 Повторение раздела 8

После испытания на механическую прочность лампа должна удовлетворять требованиям раздела

## 10 Превышение температуры цоколя

Значение превышения температуры поверхности патрона с лампой не должно быть более значения для той лампы, которую заменяют.

Превышение температуры цоколя  $\Delta t_s$  укомплектованной лампы не должно превышать 120 К. Значение  $\Delta t_s$  соответствует лампе накаливания мощностью не более 60 Вт. Рабочее положение, температура окружающей среды по – МЭК 60360.

Измерение необходимо проводить при номинальном напряжении. Если лампа маркирована диапазоном напряжений, то измерение проводят при наибольшем значении диапазона напряжений.

## 11 Теплостойкость

Лампа должна быть достаточно теплостойкой. Внешние детали из изоляционного материала, обеспечивающие защиту от поражения электрическим током, и дета-

ли из изоляционного материала, удерживающие детали, находящиеся под напряжением, должны быть достаточно теплостойкими.

Соответствие проверяют давлением на детали шариком с помощью устройства, приведенного на рисунке 5.

Испытание проводят в камере тепла при температуре на  $(25 \pm 5)$  °С выше рабочей температуры соответствующей детали согласно разделу 10, но не менее 125 °С для деталей, удерживающих детали под напряжением, и 80 °С (значение находится в стадии рассмотрения) для других деталей. Поверхность испытываемой детали располагают горизонтально, и в нее вдавливают стальной шарик диаметром 5 мм с усилием 20 Н.

Испытательную нагрузку и поддерживающие детали до начала испытаний помещают в камеру тепла на достаточное время, чтобы они достигли стабильной испытательной температуры.

Испытуемую деталь помещают в камеру тепла на 10 мин до приложения испытательной нагрузки.

Поверхность вдавливания шарика не должна прогибаться, при необходимости ее допускается поддерживать. По этой причине при невозможности провести испытание на полном образце, допускается отрезать от него пригодную часть.

Образец должен быть толщиной не менее 2,5 мм, при отсутствии такой толщины складывают два или более образца.

Через 1 ч шарик удаляют и образец погружают на 10 с в холодную воду для охлаждения приблизительно до комнатной температуры. Измеренный диаметр вмятины не должен превышать 2 мм.

В случае искривленных поверхностей измеряют более короткую ось, если отпечаток эллиптический.

При сомнении измеряют глубину отпечатка и диаметр  $d$  определяют по формуле

$$d = 2 \sqrt{p(5 - p)},$$

где  $p$  – глубина отпечатка, мм.

Испытание не проводят на деталях из керамического материала.

## 12 Огнестойкость и стойкость к воспламенению

Детали из изоляционного материала, удерживающие детали, находящиеся под напряжением, и внешние детали из изоляционного материала, обеспечивающие защиту от поражения электрическим током, подвергают испытанию раскаленной проволокой по МЭК 60695–2–10, МЭК 60695–2–11, МЭК 60695–2–12 и МЭК 60695–2–13.

За испытываемый образец принимают укомплектованную лампу. Для испытания следует отделить некоторые детали лампы. При этом необходимо обеспечить, чтобы условия испытания существенно не отличались от нормальных условий эксплуатации.

Испытуемый образец помещают на каретку и вдавливают конец раскаленной проволоки с усилием 1 Н, предпочтительно на расстоянии не менее 15 мм от верхнего края, в центр испытываемой поверхности. Проникание раскаленной проволоки в образец механически ограничивают до 7 мм.

При невозможности провести такое испытание на образце из-за его малых размеров испытание проводят на отдельном образце из того же материала площадью  $30 \times 30$  мм и толщиной, равной наименьшей толщине образца.

Температура конца раскаленной проволоки  $650^\circ\text{C}$ . Через 30 с конец проволоки удаляют из образца.

Перед испытанием температура раскаленной проволоки и ток, проходящий через нее, должны быть стабильны в течение 1 мин. Необходимо обеспечить, чтобы термоизлучение проволоки не влияло на образец в течение этого времени. Температуру конца раскаленной проволоки измеряют термоэлектрическим преобразователем с экранированными выводами, сконструированными и калиброванными по МЭК 60695–2–10.

Воспламенение или тление образца должно прекратиться через 30 с после удаления раскаленной проволоки, а горящие или расплавленные капли не должны воспламенять папиросную бумагу, расположенную горизонтально на расстоянии (200 ± 5) мм под образцом. Папиросная бумага по – ИСО 4046–4 (пункт 4.187).

Испытание не проводят на деталях из керамического материала.

## 13 Аварийный режим

### 13.1 Общие положения

Лампы должны оставаться безопасными при работе в аварийном режиме, возможном при эксплуатации.

Каждый из следующих аварийных режимов применяют поочередно, а также любой другой аварийный режим, возникающий при этом.

### 13.2 Экстремальные электрические условия (лампы для работы в схеме с затемнением)

Если лампы маркированы диапазоном напряжения, то за номинальное принимают наибольшее напряжение из диапазона, если изготовитель не объявляет другое напряжение как наиболее критическое.

Лампу включают при температуре окружающей среды (определение в МЭК/ТС 62504, условия по МЭК 61347–1, пункт Н.1) и создают наиболее критические электрические условия, указанные изготовителем, или повышают мощность до 150% номинальной мощности. Испытание продолжается до тепловой стабилизации лампы. Стабилизация достигается тогда, когда температура цоколя не изменяется более чем на 1 К в течение 1 ч (испытание по МЭК 60360). Лампа должна выдерживать экстремальные электрические условия в течение не менее 15 мин после достижения стабилизации.

Лампу, нарушающую безопасность и выдержавшую экстремальные электрические условия в течение 15 мин, считают выдержавшей испытание, если при этом выполняются условия 4.1 и 13.6.

Если лампа содержит автоматическое защитное устройство или цепь, которая ограничивает мощность, то она должна проработать при этой предельной мощности в течение 15 мин. Если устройство или цепь обеспечивает эффективное ограничение мощности в указанный период, то лампу считают выдержавшей испытание, если при этом выполнены условия 4.1 и 13.6.

### 13.3 Экстремальные электрические условия (лампы, не пригодные для работы в схеме с затемнением)

Лампы, которые в соответствии с маркировкой непригодны для работы в схеме с затемнением, испытывают, насколько возможно, по 13.2 при наиболее неблагоприятных электрических условиях, указанных изготовителем. Если лампа маркирована диапазоном напряжения, то за номинальное принимают наибольшее напряжение из диапазона, если изготовитель не указывает другое напряжение как наиболее критическое.

### 13.4 Короткое замыкание через конденсаторы

Каждый компонент подвергают аварийному режиму поочередно.

### 13.5 Аварийные режимы через электронные компоненты

Размыкают или замыкают точки в цепи, если в схеме указано, что такой аварийный режим может нарушить безопасность.

Каждый компонент подвергают аварийному режиму поочередно.

### 13.6 Соответствие

При испытаниях по 13.2–13.5 лампы не должны вызывать огонь или выделять воспламеняемые газы или дым, а детали, находящиеся под напряжением, не должны становиться доступными.

Проверку выделяемых из деталей компонентов газов на воспламеняемость проводят с помощью высокочастотного искрового генератора.

Проверку того, что доступные для прикосновения детали могут оказаться под напряжением, проводят в соответствии с разделом 7.

После испытаний по 13.2–13.5 лампа должна удовлетворять требованиям к сопротивлению изоляции по 8.1, за исключением того, что должно быть приложено напряжение постоянного тока около 1000 В.

## 14 Пути утечки и воздушные зазоры

Применяют требования МЭК 61347–1.

### Приложение А (справочное)

#### Обзор систем светодиодных модулей и устройств управления (см. рисунок А.1)

### Приложение В (обязательное)

#### Лампы с ограничением рабочего положения (см. 5.2)

Эти символы означают, что допускается работа только в положениях от «цоколем вниз» до горизонтального из-за возможного перегрева.

Перед рисунком должен быть помещен текст, чтобы избежать перевернутого изображения.

Символы для ламп со свечеобразными и шаровыми колбами приведены на рисунке В.1 в качестве примеров.

На рисунке В.1 приведены рабочие и нерабочие положения ламп [МЭК 60432–1 (приложение В)].

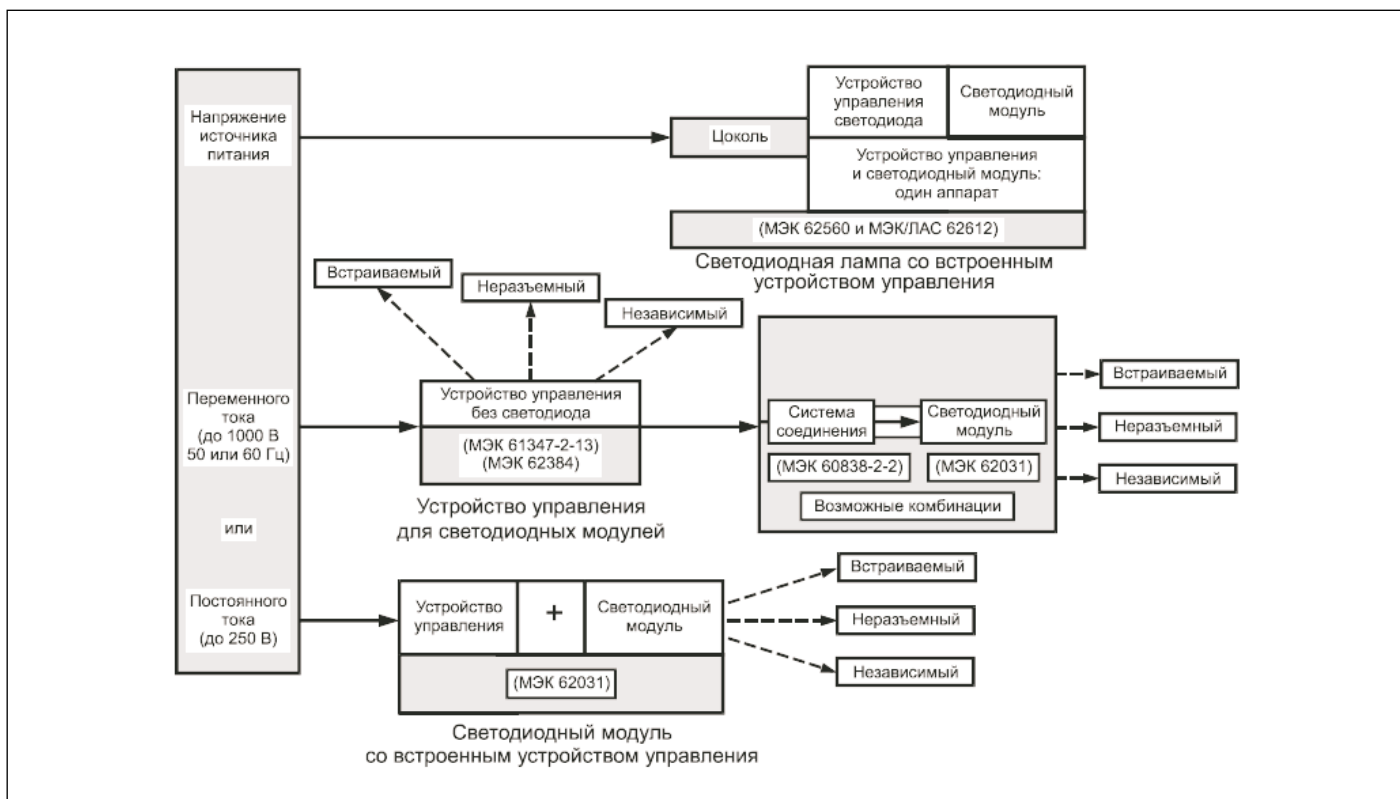


Рисунок А.1



Рисунок В.1

### Библиография

- |                                    |   |
|------------------------------------|---|
| МЭК 60400:2011<br>(IEC 60400:2011) | Патроны для трубчатых люминесцентных ламп и стартеров<br>(Lampholders for tubular fluorescent lamps and starterholders)                             |
| МЭК 60968:1999<br>(IEC 60968:1999) | Лампы со встроенным ПРА для общего освещения. Требования безопасности<br>(Self-ballasted lamps for general lighting services – Safety requirements) |

**Приложение ДА  
(справочное)**

**Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов национальным стандартам Российской Федерации и действующим в этом качестве межгосударственным стандартам**

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего национального, межгосударственного стандарта
МЭК 60061-1:1969	NEQ	ГОСТ 28108-89 «Цоколи для источников света. Типы, основные и присоединительные размеры, калибры»
МЭК 60061-3:1969	NEQ	ГОСТ 28108-89 «Цоколи для источников света. Типы, основные и присоединительные размеры, калибры»
МЭК 60360:1987	MOD	ГОСТ Р 50470-93 (МЭК 360-87) «Стандартный метод измерения превышения температуры на цоколе лампы»
МЭК 60400-1996	IDT	ГОСТ Р МЭК 60400-99 «Патроны для трубчатых люминесцентных ламп и стартеров»
МЭК 60432-1:1999	MOD	ГОСТ Р 52712-2007 (МЭК 60432-1:1999) «Требования безопасности для ламп накаливания. Часть 1. Лампы накаливания вольфрамовые для бытового и аналогичного общего освещения»
МЭК 60529:1989	MOD	ГОСТ 14254-96 (МЭК 529-89) «Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (код IP)»
МЭК 60598-1:2008	IDT	ГОСТ Р МЭК 60598-1-2011 «Светильники. Часть 1. Общие требования и методы испытаний»
МЭК 60695-2-10:2000	IDT	ГОСТ Р МЭК 60695-2-10-2011 «Испытания на пожароопасность. Часть 2-10. Основные методы испытаний раскаленной проволокой. Установка испытания раскаленной проволокой и общие процедуры испытаний»
МЭК 60695-2-11:2000	IDT	ГОСТ Р МЭК 60695-2-11-2010 «Испытания на пожароопасность. Часть 2-11. Основные методы испытаний раскаленной проволокой. Испытание раскаленной проволокой на воспламеняемость конечной продукции»
МЭК 60695-2-12:2000	–	*
МЭК 60695-2-13:2000	–	*
МЭК 60968:1988	MOD	ГОСТ Р 53881-2010 (МЭК 60968:1988) «Лампы со встроенными пускорегулирующими аппаратами для общего освещения. Требования безопасности»
МЭК 61199:1993	IDT	ГОСТ Р МЭК 61199-99 «Лампы люминесцентные одноцокольные. Требования безопасности»
МЭК 61347-1:2007	IDT	ГОСТ Р МЭК 61347-1-2011 «Устройства управления для ламп. Часть 1. Общие требования и требования безопасности»
МЭК 62031:2008	IDT	ГОСТ Р МЭК 62031-2009 «Модули светоизлучающих диодов для общего освещения. Требования безопасности»
МЭК 62471:2006	–	*
МЭК 62504:2011	IDT	ГОСТ Р 54814-2011/IEC/TS 62504:2011 «Светодиоды и светодиодные модули для общего освещения. Термины и определения»
ИСО 4046-4:2002	–	*

\* Соответствующий национальный стандарт отсутствует. До его утверждения рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного стандарта. Перевод данного международного стандарта находится в Федеральном информационном фонде технических регламентов и стандартов.

Примечание – В настоящей таблице использованы следующие условные обозначения степени соответствия стандартов:

- IDT – идентичные стандарты;
- MOD – модифицированные стандарты;
- NEQ – неэквивалентные стандарты.

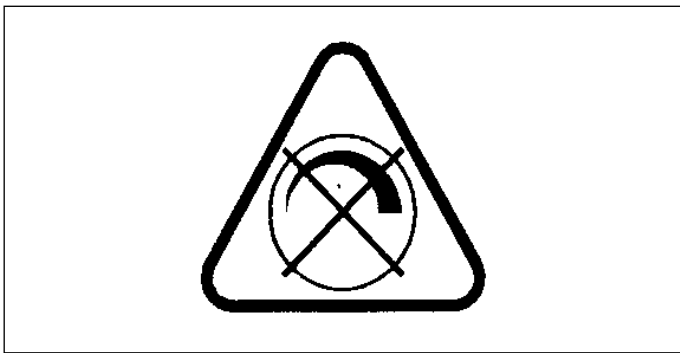


Рисунок 1 – Символ, обозначающий, что затемнение не допускается

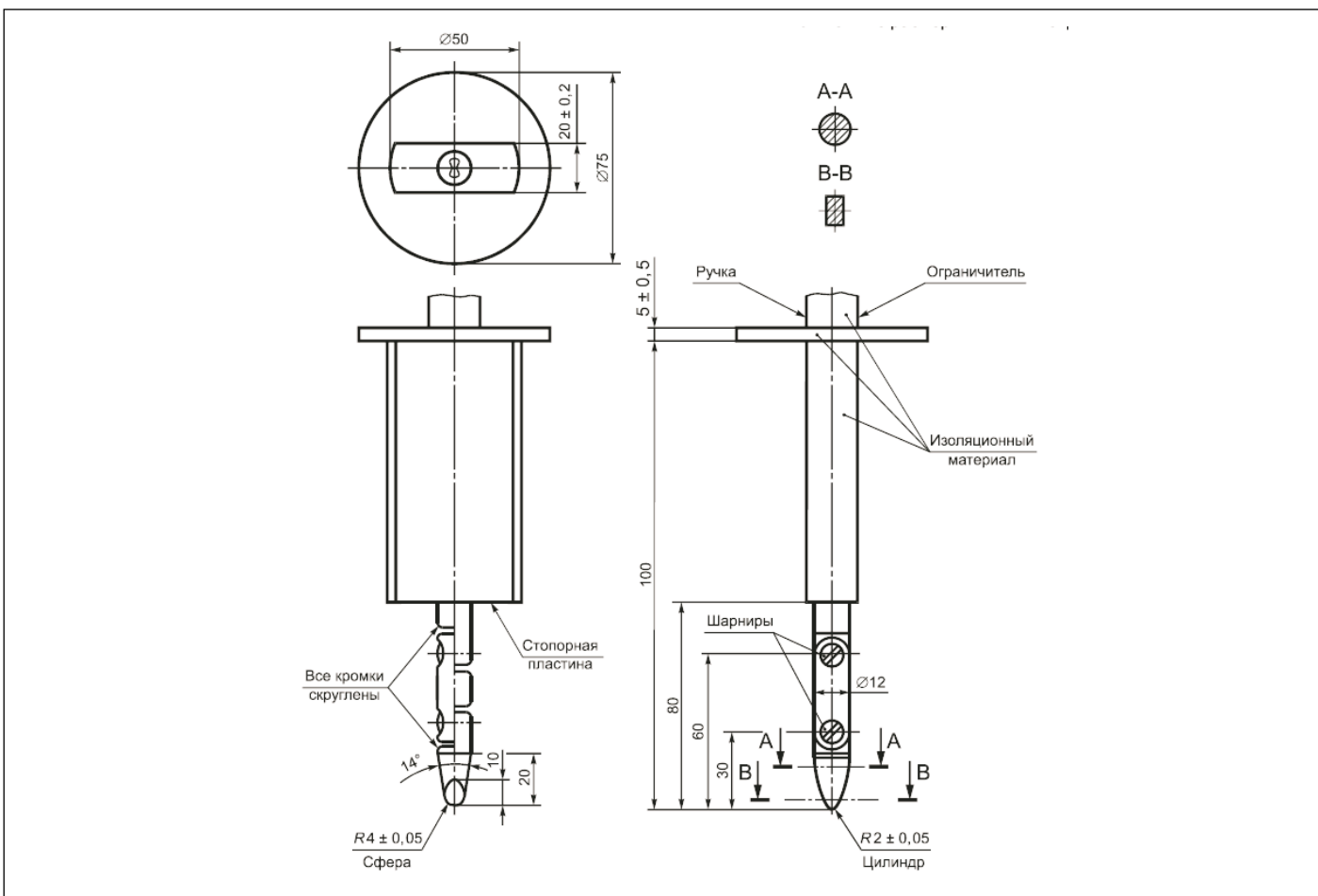
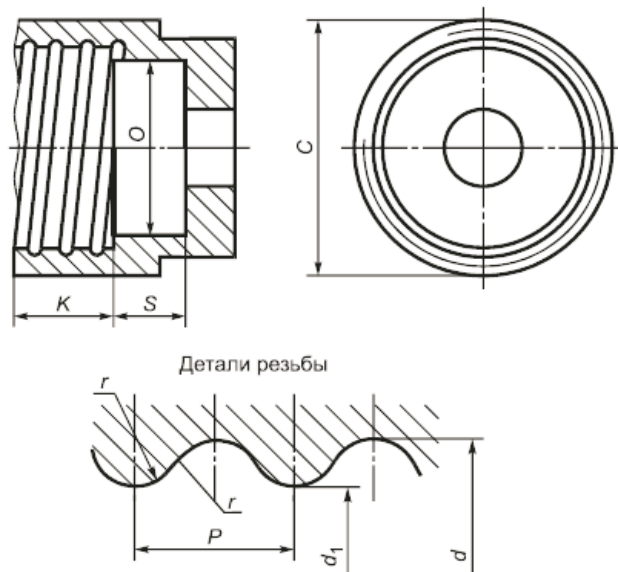


Рисунок 2 – Стандартный испытательный палец (по МЭК 60529) (из МЭК 60400, рисунок 41)





Шероховатость поверхности резьбы не менее  $Ra = 0,4$  мкм (см. примечание).

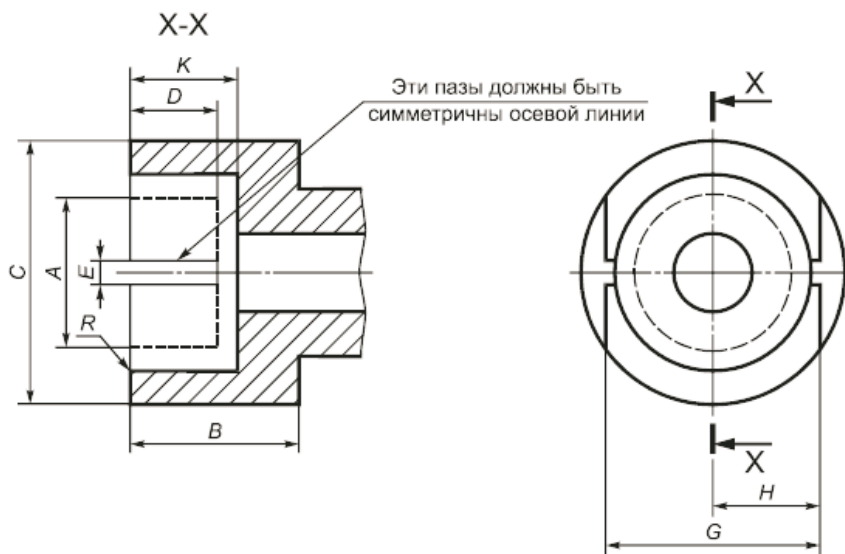
Примечание — Более гладкая поверхность может механически перегрузить цоколь, см. МЭК 60432-1 (С.1.2, приложение С).

Размеры в миллиметрах

Размер	Цоколь					Предельные отклонения
	E12	E14	E17	E26 и E26d	E27	
C	15,27	20,0	20,0	32,0	32,0	Минимальные
K	9,0	11,5	10,0	11,0	13,5	0,0 - 0,3
O	9,5	12,0	14,0	23,0	23,0	+ 0,1 - 0,1
S	4,0	7,0	8,0	12,0	12,0	Минимальные
d	11,89	13,89	16,64	26,492	26,45	+ 0,1 0,0
d <sub>1</sub>	10,62	12,29	15,27	24,816	24,26	+ 0,1 0,0
P	2,540	2,822	2,822	3,629	3,629	—
r	0,792	0,822	0,897	1,191	1,025	—

Примечание — Рисунок иллюстрирует только основные размеры патрона, которые необходимо проверять, если возникают сомнения при проведении испытаний.

Рисунок 3 – Патрон для испытания на стойкость к крутящему моменту ламп с резьбовыми цоколями (из МЭК 60432-1, рисунок С.2)



Размеры в миллиметрах

Размер	Цоколь		Предельные отклонения
	V15	V22	
A	15,27	22,27	+ 0,03
B	19,0	19,0	Минимальные
C	21,0	28,0	Минимальные
D	9,5	9,5	Минимальные
E	3,0	3,0	+ 0,17
G	18,3	24,6	± 0,3
H	9,0	12,15	Минимальные
K	12,7	12,7	± 0,3
R	1,5	1,5	Около

П р и м е ч а н и е — Рисунок иллюстрирует только основные размеры патрона, которые необходимо проверить, если возникают сомнения при проведении испытаний.

Рисунок 4 – Патрон для испытания на стойкость к крутящему моменту ламп со штифтовыми цоколями (из МЭК 60432–1, рисунок С.1)

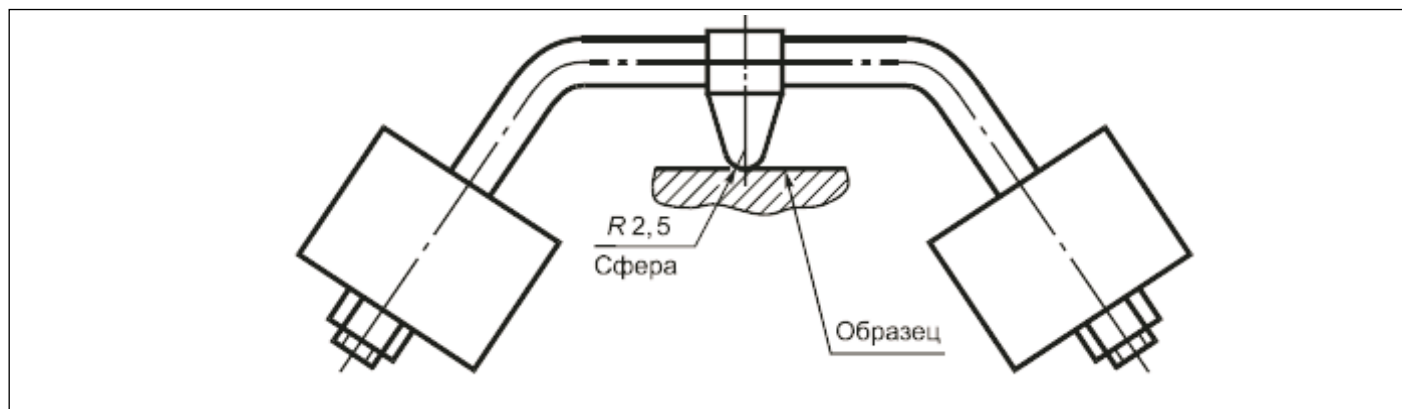


Рисунок 5 – Устройство для вдавливания шарика (по МЭК 60598–1, рисунок 10)

# О нормировании и проверке освещения автомобильных дорог

А.А. КОРОБКО, П.А. ЛИВИНСКИЙ, А.Ш. ЧЕРНЯК<sup>1</sup>, А.Г. ШАХПАРУНЯНЦ

Департамент топливно-энергетического хозяйства Москвы, ООО «ВНИСИ им. С.И. Вавилова», Москва

## Аннотация

Проведён анализ состояния отечественной и международной нормативной базы по проектированию и проверке искусственного освещения автомобильных дорог. Выявлены проблемы и намечены пути их решения на основе гармонизации российских стандартов с международными аналогами, освоения и внедрения в широкую практику новых средств и методов измерений и проверки нормативных параметров дорожного освещения.

**Ключевые слова:** нормы освещения автодорог, нормирование по яркости, проверка освещения дорог, мобильные методы измерения, измерение яркости дорог.

Основная цель дорожного освещения – повышение безопасности движения транспортных средств и пешеходов в тёмное время суток. Она достигается путём создания необходимых условий видимости дорожной обстановки, которые характеризуются набором нормируемых светотехнических параметров, определяющих уровень и равномерность освещения, а также слепящее действие осветительной установки.

Существуют два подхода при нормировании дорожного освещения: первый базируется на освещённости дорожного покрытия, а второй – на его яркости. Различие между ними носит принципиальный характер. Человеческий глаз реагирует на яркость, и потому именно яркость дорожного покрытия – величина, адекватно характеризующая условия видимости обстановки на дороге.

Однако на начальном этапе развития дорожного освещения (первая половина XX века) в качестве основной и единственной нормативной характеристики во всем мире принималась освещённость. Это объяснялось тем,

что последнюю легче рассчитывать при тогдашней технологии проектирования осветительных установок («ручной») и проще измерять с помощью доступных к тому времени люксметров с целью проверки соответствия реально достигнутых значений параметров освещения нормативным требованиям.

С развитием автомобилизации и возрастанием роли искусственного стационарного освещения для повышения безопасности дорожного движения с середины 1960-х гг. в ряде стран, в том числе в СССР, начался переход на нормирование по яркости. Были разработаны специальные упрощённые методы расчёта яркости дороги, появились ручные фотоэлектрические яркомёры, которые можно было использовать для измерения яркости дорожного покрытия на месте. Первым (1964 г.) отечественным нормативным документом, устанавливающим нормы освещения по яркости, были нормы [1]. В 1972 г. вышли первые рекомендации по дорожному освещению Международной комиссии по освещению (МКО) [2], установившие яркость как основной критерий нормирования и запустившие разработку на их основе национальных норм во многих странах.

Важно отметить, что, так как яркость дорожного покрытия зависит от условий наблюдения дороги и отражающих свойств её покрытия, было принято нормировать уровни яркости для жёстко установленных (стандартизованных) условий: линия зрения водителя направлена под углом  $1^{\circ}$  к плоскости дороги, дорожное полотно прямое и ровное, поверхность сухая, чистая и наезженная. Учитывая, что не везде и не всегда эти условия выполнимы, в большинстве национальных норм для соответствующих случаев предусмотрено альтернативное нормирование по освещённости дорожного покрытия.

Со времени появления первых международных норм по дорожному

освещению МКО выпустила более двух десятков соответствующих нормативных документов, на основе которых в дальнейшем разрабатывались и усовершенствовались национальные нормы во многих странах мира. Европейский комитет по стандартизации (CEN) в 2003–2004 гг. выпустил базовый евростандарт по дорожному освещению, EN 13201, в четырёх частях (классификация [3], нормы [4], расчёт [5], измерения [6]), по которому сейчас живут не только страны Евросоюза, но и многие другие, не только европейские, страны. На американском же континенте в основном ориентируются на стандарт [7], разработанный Североамериканским светотехническим обществом (IESNA) и выпущенный 2-м изданием в 2005 г. Важно, что в основе всех этих документов лежит яркостная концепция нормирования.

В СССР и затем в России в силу исторических причин дорожное освещение нормируют отдельно для дорог в населённых пунктах и вне их.

Для городских дорог и улиц, начиная с выхода указанного нормативного документа [1] и до настоящего времени, принцип нормирования не менялся: основная нормируемая величина – яркость, альтернативная – освещённость. Сегодня действующим нормативным документом является СП 52.13330.2011 [8]. С 01.07.2014 войдет в действие пакет из трёх российских стандартов по освещению дорог и улиц в населённых пунктах, включающий классификацию и нормы [9], методы измерений [10] и расчёта [11], которые гармонизированы с упомянутым евростандартом EN 13201.

Если обратиться к внегородским дорогам, то до начала 2000-х гг. для них, как и для городских дорог, действовали нормы по яркости, например ведомственные строительные нормы ВСН 25–86 [12] и СНиП 2.05.02–85 [13]. Однако в 2007 г. был выпущен ГОСТ Р 52766 [14], а вскоре появились ГОСТ Р 54305 [15] и ГОСТ Р 54308 [16], ориентированные исключительно на нормирование по освещённости. Парадокс состоит в том, что с 01.07.2013 для тех же дорог общего пользования вступил в действие документ СП 34.13330.2013 [17], в котором основная нормируемая величина – яркость. К тому же, действующими остаются и упомянутые выше нормы ВСН 25–86.

<sup>1</sup> E-mail: chernyak@vnisi.ru

Рис. 1. Цифровой яркомер, установленный в кабине автомобиля

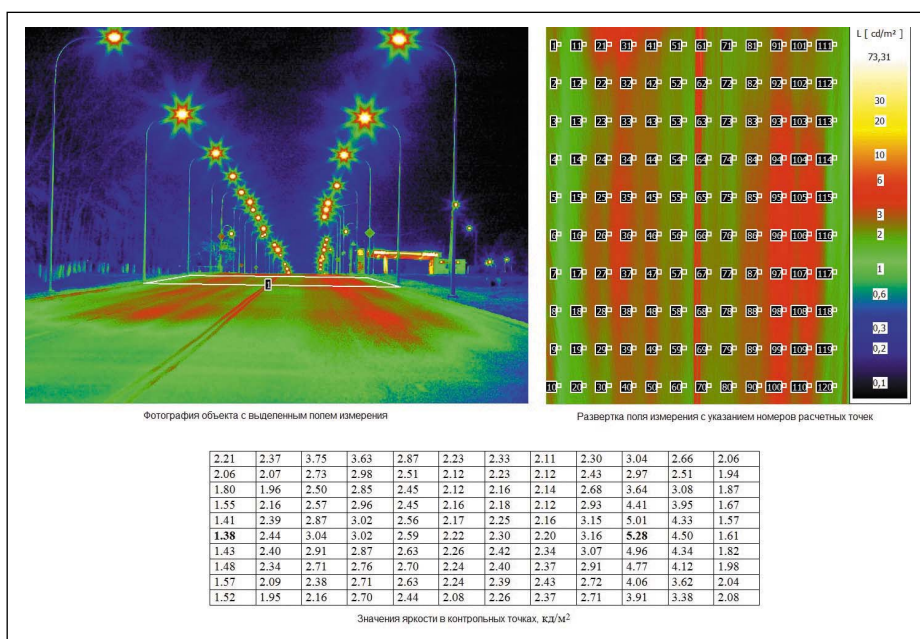


Рис. 2. Фрагмент протокола измерения яркости дороги

Такое положение во многих случаях вызывает недоумение (по каким же нормам проектировать?) и требует приведения нормативной базы к единому принципу. Оптимальным решением здесь была бы гармонизация этой базы с международными стандартами. И в этом направлении сделаны первые шаги: подготовлены проекты новых нормативных документов.

Что касается вопроса измерений параметров освещения дорог, то до последнего времени здесь положение было тяжёлым. Как известно, «ручные» методы измерения и яркости, и освещённости традиционными измерительными средствами требуют проведения достаточно трудоёмких операций, связанных с выбором контрольного участка, согласованием

с ГИБДД перекрытия на нём полностью или по полосам движения транспорта, разметкой точек измерения и непосредственным измерением яркости или освещённости в этих точках. Учитывая, что в соответствии с действующими требованиями количество контрольных точек в зависимости от числа полос движения может доходить до сотни и более, весь процесс измерений может занимать несколько часов. При этом, так как он ведётся в тёмное время суток в условиях транспортного движения по не перекрытым полосам, процесс измерений далеко небезопасен. Это приводило к тому, что измерения яркости, требуемые по нормативам, фактически не проводились, а измерения освещённости, если и проводились, то по упрощён-

ным, не соответствующим стандартам методикам. Во многих случаях проверка освещения ограничивалась только учётом доли вышедших из строя ламп.

Однако за последнее десятилетие произошли кардинальные изменения в методах и средствах измерения дорожного освещения. На базе цифровых технологий появились и успешно эксплуатируются в ряде стран, включая Россию [18], яркомеры на основе ПЗС-матриц (рис. 1), позволяющие получать снимки дорожной обстановки непосредственно в единицах яркости (рис. 2), по которым с помощью специальной компьютерной программы рассчитываются значения всех нормируемых параметров и формируется протокол проведённых измерений, содержащий не только результаты измерений, но и получаемые GPS-приёмником карту или снимок местности с измеряемым участком дороги. Будучи установленной на транспортном средстве [18], такая аппаратура позволяет измерять яркость дорожного покрытия при движении по дороге со скоростью, нужной для исключения не только остановки транспортного потока, но и временных заторов (пробок) на дороге. В настоящее время ведутся работы по освоению мобильного способа измерения освещённости дороги.

В целом же преимущества мобильных методов измерений очевидны, что в ближайшее время приведёт к полному вытеснению ими традиционных ручных методов. Созданные на базе этих новых методов и средств мобильные светотехнические лаборатории позволяют реально и эффективно проверять освещение на дорогах.

Сказанное выше говорит о том, что широкое внедрение новых стандартов, а также современных методов и средств проверки освещения является важной актуальной задачей, решение которой позволит обеспечить более эффективное дорожное освещение и тем самым повысить безопасность движения на автомобильных дорогах России.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СН 278–64 «Указания по проектированию уличного освещения».
2. CIE 23:1972 «International recommendation for motorway lighting».

3. CEN/TR 13201-1:2004 «Road lighting – Part 1: Selection of lighting classes».

4. EN 13201-2:2003 «Road lighting – Part 2: Performance requirements».

5. EN 13201-3:2003 «Road lighting – Part 3: Calculation of performance».

6. EN 13201-4:2003 «Road lighting – Part 4: Methods of measuring the light performance of installations».

7. ANSI/IESNA RP-8-00 (R 2005) «Road lighting».

8. СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95\*».

9. ГОСТ Р 55706-2013 «Освещение наружное утилитарное. Классификация и нормы».

10. ГОСТ Р 55707-2013 «Освещение наружное утилитарное. Методы измерений нормируемых параметров».

11. ГОСТ Р 55708-2013 «Освещение наружное утилитарное. Методы расчета нормируемых параметров».

12. ВСН 25-86 «Указания по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах».

13. СНиП 2.05.02-85 «Автомобильные дороги».

14. ГОСТ Р 52766-2007 «Дороги автомобильные общего пользования. Элементы устройства. Общие требования».

15. ГОСТ Р 54305-2011 «Дороги автомобильные общего пользования. Горизонтальная освещенность от искусственного освещения. Технические требования».

16. ГОСТ Р 54308-2011 «Дороги автомобильные общего пользования. Горизонтальная освещенность от искусственного освещения. Методы контроля».

17. СП 34.13330.2013 «Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85\*».

18. Флодина Т.Л., Черняк А.Ш. Измерение светотехнических параметров установок наружного освещения с помощью мобильной лаборатории // Светотехника. – 2007. – № 1. – С. 20–23.



**Ливинский Павел Анатольевич,**

экономист. Окончил в 2001 г. с отличием МГУ им. М.В. Ломоносова по специальности «экономика». В 2003 г. получил степень магистра по направлению

«менеджмент» с вручением диплома с золотой медалью. С 2006 года работает в московской энергосистеме. С 2006 по 2011 г. последовательно занимал руководящие должности в ОАО «Московская городская электросетевая компания», ОАО «Московская объединённая электросетевая компания» и ОАО «Объединённая энергетическая компания». С января 2013 г. руководит Департаментом топливно-энергетического хозяйства города Москвы



**Черняк Анатолий Шахнович,** инженер.

Окончил в 1962 г. МЭИ. Заведующий лабораторией техники освещения и световых приборов ООО «ВНИСИ им. С.И. Вавилова»



**Шахпарунян Анна Геннадиевна,**

кандидат техн. наук. Окончила в 1986 г. МЭИ. Генеральный директор ООО «ВНИСИ им. С.И. Вавилова»

## ЗАЩИТА ДИССЕРТАЦИИ

18 июня 2013 г. в ФГБОУ ВПО «МАрХИ (ГА)» прошла защита кандидатской диссертации архитектора-дизайнера Карпенко Владимира Евгеньевича на тему «Формирование световой панорамы прибрежного города (на примере Владивостока)», научный руководитель – кандидат архитектуры, профессор Тлустый Руслан Евгеньевич (ФГАУ ВПО «ДФУ»), научные консультанты – доктора архитектуры, профессора Щепетков Николай Иванович и Ефимов Андрей Владимирович (ФГБОУ ВПО «МАрХИ (ГА)»).

Цель исследования – создание методологической и композиционной базы формирования световой панорамы прибрежного города как образного выражения его объёмно-планировочной и ландшафтной структуры. Границы работы определялись анализом световых панорам крупных и крупнейших прибрежных городов мира с развитой силуэтной и пространственной структурой. В диссертации применялись методы: сравнительного анализа светопанорам по ночным фотоснимкам и их классификация по выбранным критериям; композиционного анализа, выявляющего структурные и художественные особенности прибрежных светопанорам; компьютерного светового моделирования при авторском экспериментальном проектировании световых панорам и их фрагментов; статистический метод «семантического дифференциала» для опре-

деления субъективного отношения к качеству существующей световой панорамы (по фотоснимкам); метод парных сравнений визуальных стимулов (модель Терстона) при выборе смоделированных композиционных изображений светопанорамы путём статистического эксперимента. Научная новизна исследования состоит в теоретической обоснованности положений о том, что световая панорама города является образным выражением его градостроительной структуры и важной категорией светодизайна как нового направления профессионально-творческой работы в архитектуре и урбанизме.

В результате исследования: установлены композиционные связи объёмно-планировочной структуры прибрежного города и его световой панорамы, предложена классификация светопанорам (основных типов) и определены критерии оценки их светоконпозиционной структуры, разработана теоретическая модель световой панорамы; установлены световые, архитектурные и ландшафтные предпосылки формирования светопанорамы Владивостока; раскрыто структурное несоответствие архитектурно-градостроительного и светопро пространственного компонентов в структуре существующей световой панорамы Владивостока и на основе теоретической модели предложены светоконпозиционные приёмы её проектирования.



**Коробко Алексей Александрович,**

кандидат техн. наук. Окончил в 1971 г. МЭИ. Ведущий научный сотрудник и руководитель группы специального обеспечения ООО «УК «БЛ Групп». Член редколлегии журнала «Светотехника»



**ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**РАСПОРЯЖЕНИЕ**

от 28 октября 2013 г. № 1973-р

**МОСКВА**

Утвердить прилагаемый план мероприятий, обеспечивающий ограничение оборота на территории Российской Федерации ламп накаливания и предусматривающий систему действий, направленных на стимулирование спроса на энергоэффективные источники света.

Председатель Правительства  
Российской Федерации

Д. Медведев

УТВЕРЖДЕН  
распоряжением Правительства  
Российской Федерации  
от 28 октября 2013 г. № 1973-р

**П Л А Н**

**мероприятий, обеспечивающий ограничение оборота на территории Российской Федерации ламп накаливания и предусматривающий систему действий, направленных на стимулирование спроса на энергоэффективные источники света**

Наименование мероприятия	Вид документа	Ответственные исполнители	Срок реализации
<b>I. Актуализация классификаторов и совершенствование статистического инструментария для мониторинга рынка осветительных устройств и электрических ламп</b>			
1. Внесение изменений в Общероссийский классификатор продукции (ОКП) и Общероссийский классификатор продукции по видам экономической деятельности (ОКПД) в части введения кодов для идентификации светодиодных источников света (светодиодов), светильников (ламп) и светодиодных модулей	ведомственные акты	Росстандарт, Минпромторг России, Минэкономразвития России, Минэнерго России	февраль 2014 г.
2. Внесение изменений в номенклатуру продукции и формы федерального статистического наблюдения, используемые для мониторинга производства и оборота осветительных устройств и электрических ламп, на основании сведений, предоставляемых субъектами официального статистического учета	ведомственные акты	Росстат, Минэкономразвития России, Минпромторг России	февраль 2014 г.
3. Подготовка в установленном порядке для рассмотрения Евразийской экономической комиссией предложений Российской Стороны по внесению изменений в решение Совета Евразийской экономической комиссии от 16 июля 2012 г. № 54 «Об утверждении единой Товарной номенклатуры внешнеэкономической деятельности Таможенного союза и Единого таможенного тарифа Таможенного союза» в части введения отдельных кодов ТН ВЭД Таможенного союза для светодиодных источников света (светодиодов), светильников (ламп) и светодиодных модулей	предложения Российской Стороны	Минпромторг России	ноябрь 2013 г.
<b>II. Обеспечение вытеснения осветительных устройств и электрических ламп низкой энергетической эффективности</b>			
4. Подготовка предложений Российской Стороны в проект технического регламента Таможенного союза о требованиях к энергетической эффективности электрических энергопотребляющих устройств, касающихся включения требований к энергетической эффективности и к функциональным характеристикам осветительных устройств, а также поэтапные ограничения оборота электрических ламп с учетом их энергетической эффективности и сферы их использования	доклад в Правительство Российской Федерации	Минпромторг России, Минэкономразвития России, Минэнерго России, Росстандарт	январь 2014 г.
5. Подготовка предложений по разработке документов в области стандартизации в части установления требований к энергетическим характеристикам осветительных устройств и электрических ламп	доклад в Правительство Российской Федерации	Росстандарт, Минэкономразвития России, Минэнерго России, Минпромторг России	декабрь 2013 г.

### III. Обеспечение создания системы подтверждения соответствия осветительных устройств и электрических ламп требованиям энергетической эффективности

- |    |   |   |  |                 |
|----|---|---|--|-----------------|
| 6. | Подготовка предложений по совершенствованию системы испытательных лабораторий и центров, обеспеченных материально-техническим оснащением для тестирования осветительных устройств и электрических ламп на соответствие требованиям энергетической эффективности, а также к порядку тестирования осветительных устройств на соответствие установленным требованиям | доклад в Правительство Российской Федерации | Минпромторг России, Минэнерго России, Минэкономразвития России, Росстандарт, Роспотребнадзор | декабрь 2013 г. |
|----|---|---|--|-----------------|

### IV. Обеспечение стимулирования спроса на осветительные устройства и электрические лампы высокой энергетической эффективности

- |    |  |  |  |                 |
|----|--|--|--|-----------------|
| 7. | Внесение изменений в Правила установления требований энергетической эффективности товаров, работ, услуг, размещение заказов на которые осуществляется для государственных или муниципальных нужд, утвержденные постановлением Правительства Российской Федерации от 31 декабря 2009 г. № 1221, в части исключения подпункта «б» пункта 3 Правил и установления первоочередных требований энергетической эффективности к электрическим лампам в зависимости от применяемой технологии и класса энергетической эффективности | постановление Правительства Российской Федерации | Минэкономразвития России, Минэнерго России, ФАС России           | декабрь 2013 г. |
| 8. | Внесение изменений в пункт 6 требований энергетической эффективности в отношении товаров, используемых для создания элементов конструкций зданий, строений, сооружений, в том числе инженерных систем ресурсоснабжения, влияющих на энергетическую эффективность зданий, строений, сооружений, утвержденным приказом Минэкономразвития России от 4 июня 2010 г. № 229, в части установления ограничения на размещение заказов на поставки осветительных приборов низкой энергетической эффективности                       | ведомственный акт                                | Минэкономразвития России, Минэнерго России, ФАС России, Госстрой | март 2014 г.    |

### V. Обеспечение развития производства осветительных устройств и электрических ламп высокой энергетической эффективности на территории Российской Федерации

- |     |  |   |   |                 |
|-----|--|---|---|-----------------|
| 9.  | Подготовка предложений по развитию производства осветительных устройств и электрических ламп высокой энергетической эффективности, в том числе с учетом возможного введения налоговых льгот, стимулирующих к производству энергоэффективных осветительных устройств на территории Российской Федерации | доклад в Правительство Российской Федерации | Минпромторг России, Минэкономразвития России, Минэнерго России, Минфин России | январь 2014 г.  |
| 10. | Подготовка предложений по корректировке таможенных пошлин на светодиодные кристаллы, светодиоды и модули, используемые в производстве энергоэффективных источников света   | доклад в Правительство Российской Федерации | Минпромторг России  | декабрь 2013 г. |

### VI. Совершенствование санитарно-эпидемиологических и гигиенических требований к электрическим лампам, обеспечение утилизации отработанных ртутьсодержащих ламп

- |     |  |   |   |                |
|-----|--|---|---|----------------|
| 11. | Подготовка предложений по совершенствованию строительных норм и правил, используемых для создания элементов конструкций зданий, строений, сооружений, в том числе инженерных систем ресурсоснабжения, влияющих на энергетическую эффективность зданий, строений, сооружений, в части внедрения осветительных устройств и электрических ламп высокой энергетической эффективности | доклад в Правительство Российской Федерации | Минрегион России, Минэнерго России, Минэкономразвития России, Минпромторг России, Роспотребнадзор | январь 2014 г. |
| 12. | Подготовка предложений по совершенствованию санитарных правил и норм осветительных устройств с учетом энергетической эффективности   | доклад в Правительство Российской Федерации | Роспотребнадзор, Минздрав России, Минпромторг России  | март 2014 г.   |

## Программа продвижения энергоэффективного освещения в России

А.С. ШЕВЧЕНКО<sup>1</sup>

Проект ПРООН/ГЭФ «Преобразование рынка для продвижения энергоэффективного освещения», Москва

### Аннотация

Представлены предложения по поэтапному вытеснению низкоэффективных источников света и стимулированию внедрения новых технологий. Приведён краткий анализ программы вытеснения в странах Евросоюза и представлена структура программы по обеспечению контроля качества и энергоэффективности светотехнической продукции на рынке

**Ключевые слова:** Программа вытеснения, светотехническая продукция, минимальные стандарты энергоэффективности, маркировка энергоэффективности, тестирующие лаборатории.

На сегодня в мире существует ряд новых технологий освещения, основу которых составляют светодиодные (СД-) источники света и осветительные приборы с ними, новые автоматизированные системы управления освещением и поколение разрядных ламп. Новые технические средства позволяют повысить среднюю свето-

вую отдачу до 120–150 лм/Вт и, при сценарии полного преобразования рынка (полного замещения) в России, экономить около 60–70 млрд. кВт·ч в год электроэнергии на уровне 2020 г. или до 20–30 млрд. кВт·ч в год уже в 2016–2017 гг. При этом потенциал рынка новых технологий к 2020 г. составит (прогноз) около €1 млрд. в год.

Тем не менее в России, особенно в бытовом освещении, по большей части используются энергетически неэффективные источники света. Это обусловлено многими факторами, такими как: неясность, как начать программу по вытеснению неэффективных технологий; недостаток информации об альтернативных технологиях; проблемы отечественного производства; скептицизм по поводу потенциальных преимуществ энергоэффективного освещения; недостаток ресурсов у государства и потребителей.

Для продвижения высококачественной и энергоэффективной светотехнической продукции и, соответственно, вытеснения неэффективных осветительных устройств с рынка страны необходимо прове-

сти полноценный анализ существующей ситуации и разработать ряд взаимосвязанных мероприятий. В первую очередь нужно оценить наличие приемлемых для текущих экономических условий альтернативных источников света для замены ламп накаливания общего назначения (ЛОН). Эти альтернативы должны быть не только более энергоэффективны, но и отвечать требованиям по качеству, экологичности и экономической доступности для потребителей. Таковыми источниками-заменителями могут служить СД-источники света (в долгосрочной перспективе) и ГЛН (в переходный период).

Поэтому, если техническая задача с набором альтернативных технических средств решена, то необходимо осуществлять системные решения по их распространению. Для этого целесообразно сформировать программу технологического перехода, включающую элементы регулирования и стимулирования рынка со стороны государства. Действенные меры по вытеснению неэффективных источников света, должны фокусироваться, прежде всего, на рынке жилищно-коммунальных услуг (бытовой потребитель), на котором продвижение энергоэффективного освещения происходит, как правило, медленнее из-за финансовых и информационных барьеров. На рис. 1 представлена общая структура предлагаемой программы, которая состоит из 4 основных блоков: требования энергоэффективности и качества, нормативно-правовая база и механизмы внедрения требований, мониторинг, верификация и обеспечение соответствия, экологические аспекты программы.

Каждый блок программы является обязательным. Если убрать или проигнорировать какой-либо компонент программы, все усилия и финансовые вложения могут быть напрасны. Можно считать, что мы уже столкнулись с подобной практикой несистемного подхода в вытеснении ЛН. Установленный в Федеральном законе от 23.11.2009 № 261 прямой запрет на продажу и производство ЛН мощностью 100 Вт и выше не дал результата. Более того, объём рынка ЛН вырос, удельная энергоэффективность их упала, так как потребители стали использовать больше ЛН меньшей мощности. Кроме того, КЛЛ были частично дискредитированы, так как не были созданы механизмы защиты их

<sup>1</sup> E-mail: eneff@yandex.ru



Рис. 1. Структура программы продвижения энергоэффективного освещения



рынка от низкокачественной продукции. В будущем сложившаяся практика может привести к лавинообразному противодействию потребителя внедрению СД-источников света. Чтобы раскрыть суть предлагаемой программы ниже детально остановимся на каждом блоке.

### 1. Требования энергоэффективности и качества светотехнической продукции

Данный блок (рис. 2) подразумевает разработку этих требований к светотехнической продукции и создание системы контроля её качества (набор методик измерений и усовершенствование лабораторий).

Для успешного регулирования и стимулирования рынка обычно устанавливаются два типа требований: минимальные и высокие стандарты энергоэффективности.

Минимальные стандарты энергоэффективности (*minimum energy performance standards – MEPS*) устанавливают пороговые уровни характеристик для продуктов, выходящих на рынок. Продукты ниже этого уровня не могут продаваться на рынке. *MEPS* обеспечивают реализацию эффективной политики вытеснения неэффективных осветительных устройств. Высокие стандарты энергоэффективности (*high energy performance standards – HEPS*) фиксируют более высокий уровень энергоэффективности, достигаемый только predetermined частью продукции, присутствующей на рынке, и используются для стимулирования рынка через механизмы субсидирования или государственных закупок. Высокие стандарты устанавливаются на добровольной основе и служат неким ориентиром для обновления *MEPS*. Как правило, высокие стандарты энергоэффективности имеют расширенный перечень требований по качеству изделий, например требования по цветопередаче, времени включения, стабильности светового потока и др. При условии рационального применения политика *MEPS* в сочетании с политикой поддержки производителей через *HEPS* стимулирует производителей к повышению энергоэффективности выпускаемых ими устройств или внедрению более эффективных заменителей.

Для контроля за достоверностью показателей и созданием равных конкурентных условий необходимо иметь в составе *MEPS* и *HEPS* гармонизированный набор методик тестирования. Наличие методической базы и тестирующих лабораторий позволяют поддерживать соответствие продукции требованиям стандартов, а также сравнивать показатели с показателями продуктов-конкурентов на рынке.

Перед принятием *MEPS* следует подготовить технико-экономическое обоснование для того, чтобы удостоверить в том, что соответствующие внедряемые стандарты окажут положительный экономический эффект в национальном масштабе и в пределах рынка, где они реализуются. *MEPS* должны разрабатываться при участии всех заинтересованных сторон, связанных с производством и продажами соответствующей продукции. При этой стратегии, следует постоянно отслеживать, оценивать, и, при необходимости, корректировать и пересматривать *MEPS*.

### 2. Нормативные механизмы внедрения требований

Данный блок – это совокупность законодательной базы и сопровождающих механизмов (рис. 3) для своевременного и эффективного перехода к новой технике.

Законодательное регулирование должно накладывать разные формы ограничений на наличие несоответствующих продуктов, такие как запрет на импорт, запрет или ограничения на продажу. Базой для системы законодательного регулирования в России обязаны стать законы об энергосбережении, техническом регулировании и защите прав потребителей, а также набор соответствующих подзаконных актов.

Маркировка – важный элемент программы и очень эффективный способ предоставления информации об уровне эффективности. Существуют два типа маркировки: сравнительная, которая позволяет выполнять сравнение продуктов, и показательная, демонстрирующая принадлежность продукта к повышенному уровню эффективности. Маркировка бывает обязательной или добровольной. В настоящее время в России (в качестве обязательной) принята европейская система сравнительной маркировки. Показа-

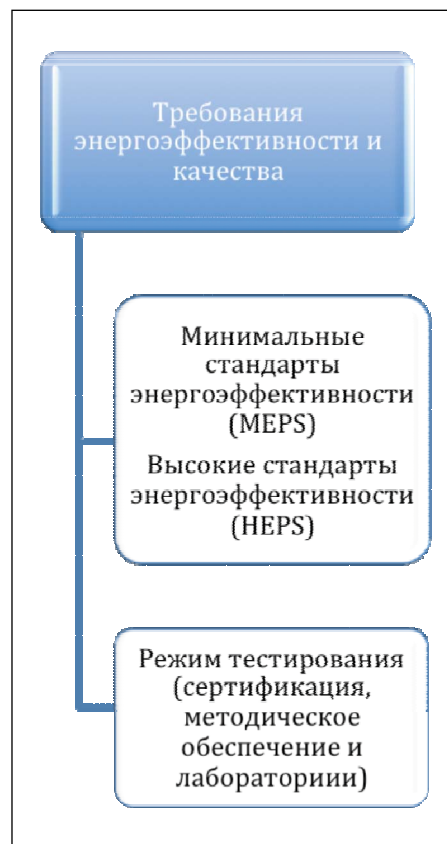


Рис. 2. Структура блока 1 по рис. 1

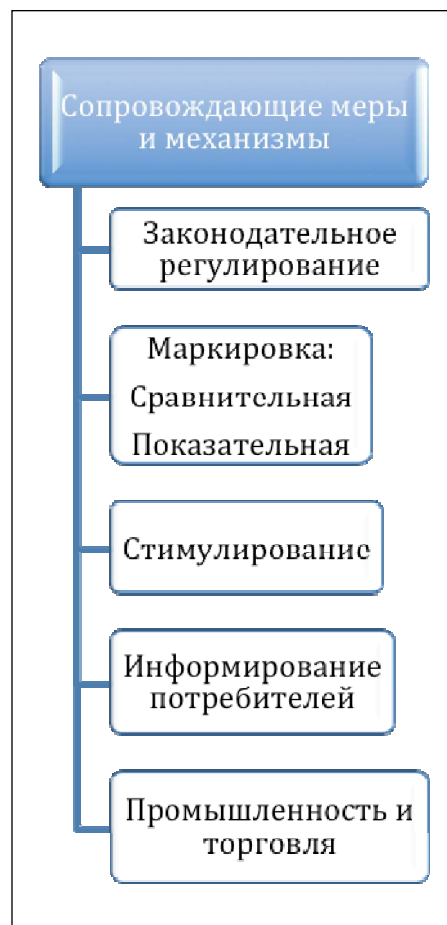


Рис. 3. Структура блока 2 по рис. 1

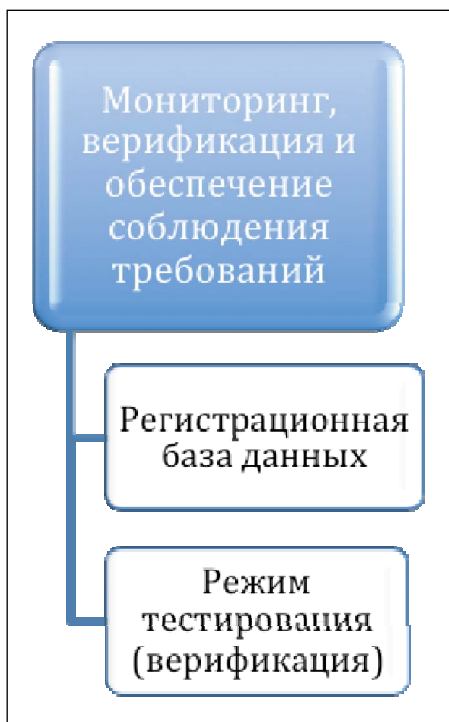


Рис. 4. Структура блока 3 по рис. 1

тельная маркировка начинает появляться в России, но только как добровольная, для подтверждения высокого уровня качества и энергоэффективности. Согласованного с участниками рынка единого знака показательной маркировки в России пока что нет. Различные профессиональные ассоциации и организации пытаются ввести показательную маркировку, но пока безуспешно. Возможно, в будущем показательная маркировка станет единой и будет признана участниками рынка, если позволит получать реальные выгоды в виде субсидий или мер по защите рынка от низкокачественной продукции.

**Стимулирование** – это деятельность на рынке, направленная на снижение стоимости и, соответственно, повышение объёмов продаж энергоэффективных заменителей. Существуют две основные стратегии повышения объёма продаж: временное «искусственное» снижение цены за счёт субсидий (прямых дотаций или налоговых преференций) и проведение значительных государственных закупок (для установки в общественных зданиях или для бесплатной раздачи населению указанных заменителей).

**Информирование потребителей** и образовательные кампании необходимы для того, чтобы потребители получили положительный опыт в период перехода от знакомых неэффек-



Рис. 5. Структура блока 4 по рис. 1

тивных осветительных приборов к незнакомым энергоэффективным. Информированный потребитель сможет правильно выбрать новый эквивалентный прибор, подходящий к конкретной ситуации.

Программа вытеснения неэффективного освещения должна также учитывать воздействие, оказываемое ею на *отечественную промышленность*. Необходимо обеспечить нормативно-правовую базу, содействующую не только созданию или увеличению отечественного производства эффективных осветительных приборов для отечественного рынка, но и гармонизации с нормативной базой других стран, состоящих в торговых взаимоотношениях, открывая таким образом для отечественных производителей доступ к экспортному рынку.

### 3. Мониторинг, верификация и обеспечение соблюдения требований

Данный блок программы (рис. 4) обеспечивает соответствие всех продуктов, присутствующих на рынке, требованиям эффективности и качества.

Эффективным методом мониторинга продуктов на рынке является создание регистрационной базы данных для всех продуктов, подлежащих регулированию. Кроме того, подобная база очень ценна при отборе продукции для процедуры верификации.

Верификация заявленных показателей эффективности продукции тре-

бует наличия установленного режима тестирования (определённого порядка выборки и гармонизированной методической базы тестирования). Режим верификационного тестирования – это тот же самый режим, который содержится в элементе «Требования энергоэффективности и качества», но с другой процедурой отбора продукции (независимый отбор продукции из торговой сети). Все продукты, не прошедшие верификационное тестирование, должны быть легитимно удалены с рынка.

### 4. Экологически рациональное управление

Это блок программы (рис. 5), который гарантирует наличие механизмов, позволяющих избежать негативных воздействий на окружающую среду. Здесь необходимо рассматривать вопросы, связанные со сбором ламп и переработкой опасных веществ, таких как ртуть и редкоземельные люминофоры, и с контролем за использованием материалов, требующих значительных энергетических затрат в процессе производства.

В табл. 1 [1, 2] представлен пример программы вытеснения неэффективных источников света в Евросоюзе.

Основные документы, регулирующие порядок вытеснения и требования энергоэффективности, – евродирективы 244/2009 (бытовое освещение) и 245/2009 (профессиональное освещение). В настоящее время в Европе планируется провести оценку текущей программы, возможно, после которой будет выполнена корректировка требований и сроков реализации программы с учётом развития светодиодных технологий.

На основании указанной программы вытеснения и данных по фактическим продажам в Европе группой специалистов международной некоммерческой организации *CLASP* был разработан прогнозный график (рис. 6) [2], из которого видно плавное снижение продаж ЛН, и рост продаж ГЛН в краткосрочной перспективе с последующим их замещением СД-источниками света. После определённого насыщения рынка (до 350–400 млн. шт.), прогнозируется некоторый спад объёмов потребления СД-ламп за счёт их более длительного срока службы. В целом, на потребление «классических» ЛН и ламп прямой замены (светодиод-

## Этапы вытеснения по классам энергоэффективности для группы ламп бытового освещения

		Лампы с прозрачной колбой						Лампы с непрозрачной колбой			
		Лампы накаливания (класс E) Приблизительная мощность, Вт				Лампы накаливания галогенные		Лампы накаливания	Лампы накаливания галогенные	КЛЛ	Светодиодные лампы
Этап	Срок	> 75	≤ 75	≤ 60	≤ 40	С	В	Е	В	А	А
1	1 сент. 2009										
2	1 сент. 2010										
3	1 сент. 2011										
4	1 сент. 2012										
5	1 сент. 2013										
Пересмотр	2014										
6	1 сент. 2016										

Таблица 2

## Объёмы продаж разных источников света в 2011 и 2012 гг., млн. шт.

	Доля импорта, %	2011 г.	2012 г.
Лампы накаливания общего назначения	30	470	510
Галогенные лампы накаливания	90	50	80
Линейные люминесцентные лампы	35	110	130
Компактные люминесцентные лампы со встроенным ПРА	90	65	85
Компактные люминесцентные лампы без встроенного ПРА	100	25	34
Ртутные лампы ВД типа «ДРЛ»	60	10	11
Натриевые лампы ВД	73	2	2,5
Металлогалогенные лампы	95	1	1,3
Светодиодные лампы	90	12	25

ных и др.) будет также влиять постепенное изменение световых приборов, которые уже не будут иметь классическую конструкцию с заменяемыми источниками света.

Прогноз ситуации на российском рынке ламп может быть схожим при условии скорейшего введения системных мер по вытеснению неэффективных ламп. Общий объём применя-

емых ЛН в России составляет около 1 млрд. шт., включая ГЛН (все установленные лампы).

Табл. 2 [1] показывает общую тенденцию роста объёма рынка и рез-

## Проект программы вытеснения

Предлагаемые сроки реализации	Бытовое освещение	Профессиональное освещение
Январь 2014 г.	Информировать участников рынка о предстоящей программе вытеснения Начать разработку регистрационной базы осветительных приборов (источники света, ПРА и источники питания) Разработать пакет стимулирующих мер Создать информационную инфраструктуру программы	
Июнь 2014 г.	Оценить воздействие предлагаемой программы вытеснения, используя результаты оценки Европейской директивы 244/2009 и программы «Энерджи стар» (США)	Оценить воздействие предлагаемой программы вытеснения, используя результаты оценки Европейских директив 245/2009 и 347/2010 и программы «Энерджи стар» (США) Запрет на производство и импорт люминесцентных ламп T12
Декабрь 2014 г.	Запрет на импорт и производство ненаправленных ламп накаливания общего назначения ненаправленного света со световым потоком > 950 лм (мощностью > 75 Вт)	Запрет на импорт и производство электромагнитных ПРА для линейных люминесцентных ламп Запрет на импорт и производство люминесцентных ламп T8 с галофосфатным люминофором
Июнь 2015 г.	Регистрация светотехнической продукции (лампы, источники питания и ПРА) в базе данных	
Декабрь 2015 г.	Запрет на продажи ламп накаливания общего назначения ненаправленного света со световым потоком > 950 лм (мощностью > 75 Вт) Запрет на импорт и отечественное производство ламп накаливания общего назначения ненаправленного света со световым потоком > 725 лм (мощностью > 60 Вт)	Запрет на импорт и производство ламп ДРЛ Запрет на импорт и производство электромагнитных балластов для ламп ДРЛ Запрет на продажи люминесцентных ламп T12 Запрет на продажи люминесцентных ламп T8 с галофосфатным люминофором
Декабрь 2016 г.	Запрет на продажу ламп накаливания общего назначения ненаправленного света со световым потоком > 725 лм (мощностью > 60 Вт) Запрет на импорт и производство КЛЛ	Запрет на продажу электромагнитных ПРА для ламп «ДРЛ» Запрет на продажу ламп «ДРЛ» Запрет на импорт и производство натриевых ламп ВД первого поколения
Декабрь 2017 г.	Запрет на продажи ламп накаливания общего назначения со световым потоком > 60 лм (т. е. мощностью около 10 Вт) Запрет на продажи КЛЛ	Запрет на продажи натриевых ламп ВД первого поколения
Январь 2018 г.	Обзор результатов программы, оценка потенциала расширения диапазона продуктов и возможностей ускорения программы вытеснения для синхронизации с Евросоюзом	
Июнь 2018 г.	Запрет на импорт и отечественное производство ненаправленных галогенных ламп класса C	
Январь 2019 г.	Запрет на продажи галогенных ламп накаливания ненаправленного света класса C	

кое повышение объёмов продаж СД-источников света. Данная динамика пока не позволяет судить о стремлении населения использовать КЛЛ, поэтому введение мер по стимулированию рынка и системного воздействия на ограничение оборота ЛН очень актуально.

Для стимулирования внедрения новых технологий и повышения энергоэффективности в освещении предлагается реализация конкретной про-

граммы вытеснения в России с определённым набором мероприятий:

- анализ и оценка результативности введения *MEPS* и *HEPS* в Европе и США;
- разработка системы мониторинга и регулирования качества продукции;
- разработка технического регламента с требованиями, поэтапно ограничивающими производство, импорт и продажи ЛН общего назначения;

- введение ограничений на продажи низкоэффективной светотехнической продукции для профессионального освещения (лампы «ДРЛ», электромагнитные ПРА и др.);
  - информационное сопровождение программы через профессиональные издания (специализированные журналы) и информационные ресурсы (специализированный сайт программы).
- Программа вытеснения (табл. 3) позволит предприятиям светотехни-

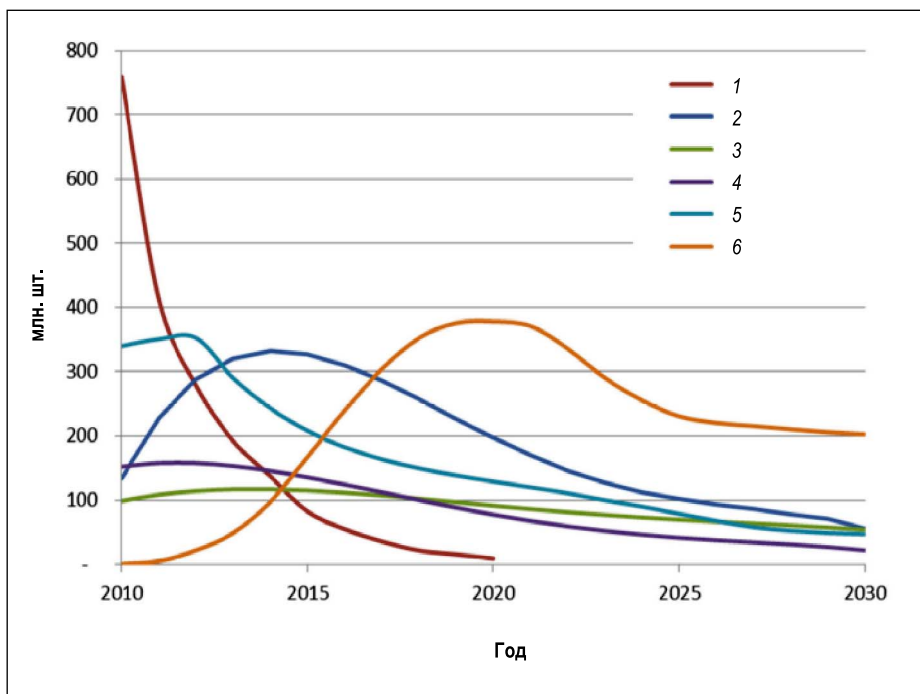


Рис. 6. Прогноз объемов продаж ламп ненаправленного света в 27 странах Евросоюза: 1 – лампы накаливания, 2 – галогенные лампы накаливания сетевого напряжения низкой мощности, 3 – галогенные лампы накаливания сетевого напряжения повышенной мощности, 4 – галогенные лампы низкого напряжения, 5 – КЛЛ, 6 – светодиоды

ческой отрасли в краткосрочной перспективе перейти к выпуску модернизированных ГЛН со световой отдачей на 30–40% большей, чем у обычных ЛН, и постепенно переводить производство на выпуск СД-источников света и световых приборов с ними. После 2017 г. (после прогнозируемого снижения стоимости СД-продукции) планируется сузить ассортимент ГЛН и запретить КЛЛ. При этом российская промышленность может принять участие в международной кооперации при соответствующем таможенном регулировании и субсидировании рынка отечественных товаров.

Для успешной реализации вышеуказанной программы необходимо предусмотреть ряд вариантов субсидирования, вступающих в силу с момента объявления её начала (или вскоре после него), например:

- Освободить от уплаты НДС производителей энергоэффективных ламп, заменяющих ЛН. Постепенно увеличивать НДС до нормального уровня в течение 5 лет.

- Снизить налоговые пошлины на импортируемые компоненты (СД-модули или др.) для энергоэффективных ламп, используемых для замены ЛН. Постепенно увеличивать налоговые пошлины до нормального уровня в течение 5 лет.

- Предоставить другие налоговые льготы местным производителям при продаже СД-ламп.

- Ввести механизмы субсидирования высокоэффективных изделий за счёт «налога на использование» ЛН (например, фиксированный сбор в размере 25 руб.) или «обязательств по энергосбережению» для крупных потребителей или производителей электроэнергии в течение действия программы вытеснения.

- Обеспечить возмещение (например, 25 руб.) за возвращённую ЛН при покупке её энергоэффективной замены в определённых розничных сетях. Торговые сети могут получать возмещение от правительства, получать эквивалентные налоговые вычеты или средства при сдаче ламп в пункты сбора.

### Заключение

Успех перехода страны к использованию энергоэффективных осветительных приборов в большой степени будет зависеть от его поддержки обществом в целом и отечественной светотехнической промышленностью. Соответственно этому необходимо декларировать общественности программные тезисы, излагающие преимущества предлагаемого подхода

к данному переходу с чёткими обязательствами Правительства<sup>2</sup>.

Для успешной реализации программы крайне важно, чтобы предлагаемые меры по вытеснению неэффективного освещения и продвижению энергоэффективных технологий были тщательно продуманы и после широкого обсуждения приняты промышленностью и Правительством.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Материалы доклада компании LBC на заседании круглого стола по вопросам совершенствования и гармонизации стандартов энергоэффективности в освещении, модернизации тестирующих лабораторий и разработки программы соответствия в России и странах Таможенного союза. – М.: ПРООН, 23.07.2013.

2. Efficient Lighting Promotion and Compliance Program / Steve Coyne, September 2013.

<sup>2</sup> Проект программы, о котором говорится в статье, получил одобрение Минэнерго РФ. – Прим. ред.



**Шевченко Анатолий Сергеевич,**  
инженер-электрик.  
Окончил в 1995 г.  
Нижегородский  
государственный  
технический  
университет  
(по специальности

«электроснабжение»). Менеджер проекта ПРООН/ГЭФ «Преобразование рынка для продвижения энергоэффективного освещения»

### От редакции

Редакция приглашает наших читателей к активному обсуждению статьи А.С. Шевченко. Самые интересные и актуальные суждения, замечания и предложения будут опубликованы на страницах журнала, переданы автору и в Минэнерго РФ.

# Поздравляем с юбилеем!

## Олегу Михайловичу Михайлову – 75 лет

19 декабря исполнилось 75 лет известному учёному и педагогу, доктору технических наук, профессору, заслуженному метрологу РФ Олегу Михайловичу Михайлову.

Трудовую деятельность юбиляр начал в 1958 г. техником лаборатории вакуумных покрытий во ВНИИТе. В 1963 г. окончил Ленинградский институт точной механики и оптики по специальности «Оптико-механическое приборостроение». В 1963–1977 гг. работал инженером и старшим научным сотрудником (в области энергетической фотометрии, приборостроения и стандартизации) во ВНИИТе, в 1977–1982 гг. – начальником оптической лаборатории и отдела оптико-физических измерений при испытании космической и специальной аппаратуры в НПО «Электрон», в 1982–2003 гг. – начальником лаборатории, отдела, отделения и главным метрологом ГОИ, главным метрологом по оптическим измерениям Миноборонпрома (оптико-физические измерения, натурные и модельные испытания оптической аппаратуры специального назначения) и начальником ЦКП «Особо точные измерения характеристик оптических материалов и покрытий», а в 2003–2009 гг. – главным специалистом в области общей светотехники, Морского регистра судоходства, эргономики, безопасности дорожного движения и испытаний изделий лазерной техники. С 2010 г. по настоящее время О.М. Михайлов работает зам. заведующего кафедрой светотехники Санкт-Петербургского государственного университета кино и телевидения (СПбГУКиТ).



Олег Михайлович Михайлов – известный учёный в области энергетической и импульсной фотометрии и колориметрии. Крупный специалист по обеспечению единства оптико-физических измерений. Внёс большой вклад в развитие энергетической фотометрии когерентного и некогерентного излучений, в том числе в создание десятка фотоэлектрических фотометров

и более десятка уникальных источников и приёмников оптического излучения. Автор более 186 научных трудов, в том числе 4 монографий, и 3 учебных пособий. Ведёт активную преподавательскую работу, являясь профессором СПбГУКиТ, НИУ «ИТМО», ВКА и СЗИП СПГУТД (читаемые дисциплины: голография, основы светотехники, теория оптических систем и цветоведение). Руководитель научной школы энергетической фотометрии и колориметрии. Член научных и диссертационных советов, председатель и член ГЭК и ГАК в НИУ «ИТМО» и СЗИП СПГУТД.

Он также член ряда международных и российских организаций по фотометрии, метрологии и космическим исследованиям.

О.М. Михайлов пользуется заслуженным авторитетом у коллег и научных работников РФ в области оптико-физических измерений.

Поздравляя Олега Михайловича со знаменательной датой, журнал «Светотехника», плодотворно сотрудничающий с ним как великолепным рецензентом и автором, желает ему многих лет здоровья, счастья и творческой деятельности.

**Редколлегия и редакция журнала,  
коллеги и ученики юбиляра**

# Обзор современных светодиодных технологий источников света для общего освещения

Л.В. МОИСЕЕВ, М.А. ОДНОБЛЮДОВ<sup>1</sup>

ЗАО «Оптоган», Санкт-Петербург, Россия; *Optogan Lighting GmbH*, Эргольдинг, Германия

## Аннотация

Представлены основные тенденции, наблюдаемые в последнее время, в предпочтениях потребителей и технологиях светодиодных компонентов и светодиодных источников света.

**Ключевые слова:** светодиоды, кристаллы, технология, светодиодные лампы, светодиодные модули, рынок, тенденции.

Анализируя результаты продаж светодиодной продукции светотехнического назначения (СПСН) в 2012–2013 гг., практически все эксперты приходят к выводу об её активном проникновении практически во все без исключения сегменты рынка освещения, начиная со специальных приложений, таких как освещение железных дорог и автомагистралей и заканчивая прикладным сегментом бытовых ламп. По прогнозам агентства *McKinsey* (рис. 1), уже к 2016 г. более 40% мирового светотехнического рынка будет занимать СПСН. Разумеется, продажи в разных регионах растут разными темпами с учётом предпочтений и платёжеспособности клиентов, а также общего состояния экономики данного региона. Тем не менее общий мировой рынок СПСН показывает поразительную динамику роста: в среднем порядка 30% годовых. Такая динамика, возможно, с локальными корреляциями сохранится по крайней мере до 2016–2017 гг.

Анализируя поведение покупателей, можно с уверенностью говорить, что за последний год-два доверие покупателей к СПСН по сравнению с предыдущим периодом значительно возросло. Этому способствует её активное проникновение во все сегменты общего освещения, оттеснение некачественных производителей на основных мировых рынках, повы-

шение качества и надёжности этой продукции с параллельным активным снижением её цены.

Одновременно подросли требования и ожидания клиентов в отношении параметров и цены продукции. Так, в странах Центральной Европы и США цена и энергоэффективность уже не единственные доминирующие критерии при выборе СПСН покупателями: они рассматриваются только в сочетании с качеством света, в частности, определяемом рекомендованной коррелированной цветовой температурой (КЦТ) для данной области применения и достаточно высоким индексом цветопередачи  $R_a$ . Доминирующим требованием является биннинг в пределах 3-ступенчатого эллипса МакАдама для каждой КЦТ. В освещении магазинов и интерьеров уже не редкость запрашиваемый  $R_a$  на уровне 95–97. За качество света клиенты часто готовы платить меньшей световой отдачей и достаточно большим (3–5 лет) сроком окупаемости СПСН.

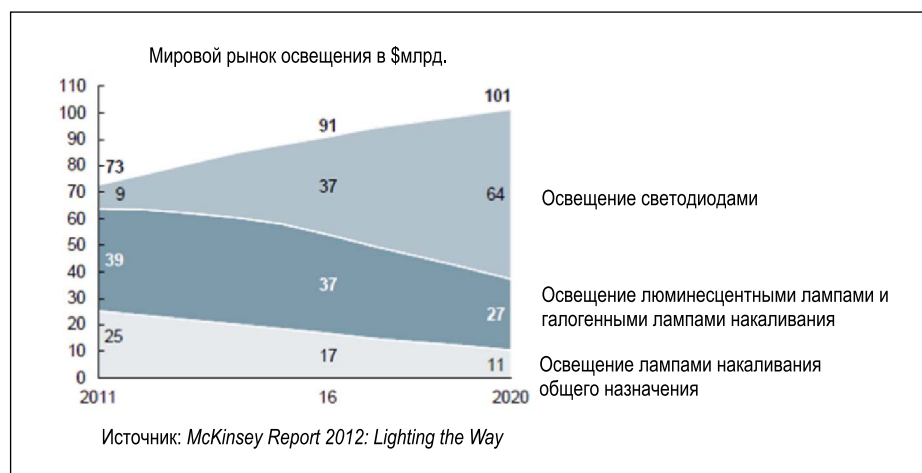
В странах же Восточной Европы и в России, несмотря на повышение требований, покупатели в основном ориентируются на прибыльность и срок окупаемости. В этих регионах цена часто рассматривается как доминиру-

ющий критерий выбора. Окупаемость СПСН в основном ожидается на уровне 2–3 лет. В связи с этим и предъявляемые требования к качеству света ниже, чем в Центральной Европе и США. Так, при выборе продуктов  $R_a$  на уровне 70 (и даже иногда 60) считается приемлемым, если подходит по цене. Типичным биннингом является 7-ступенчатый эллипс МакАдама для каждой КЦТ.

Свой вклад в повышение доверия к СПСН привносят и официальные регуляторы. В 2013 г., наконец, были введены в действие специальные нормы именно для СПСН. И если до этого СПСН условно подгонялась производителями под существующие нормы для обычных светотехнических изделий, порождая как массу проблем, так и возможность манипуляции параметрами, то теперь производители должны выполнять новые нормы, учитывающие светодиодную специфику.

Например, такой ключевой нормативный документ как директива Европейского парламента и Европейского совета N 2009/125/ЕС от 21.10.2009, учреждающая систему установления требований к экологическому проектированию продукции, связанной с энергопотреблением, с ноября 2013 г. устанавливает минимальные требования как к техническим характеристикам СПСН, так и к её маркировке. В директиве содержатся прямые требования к таким параметрам этой продукции как  $R_a$ , коэффициент мощности, количество циклов «вкл.-выкл.» до отказа, спад светового потока после 6000 ч работы, время пуска и выхода на режим и др.

Что же касается территории Таможенного союза (России, Беларуси



<sup>1</sup> E-mail: maxim.odnobludov@optogan.com

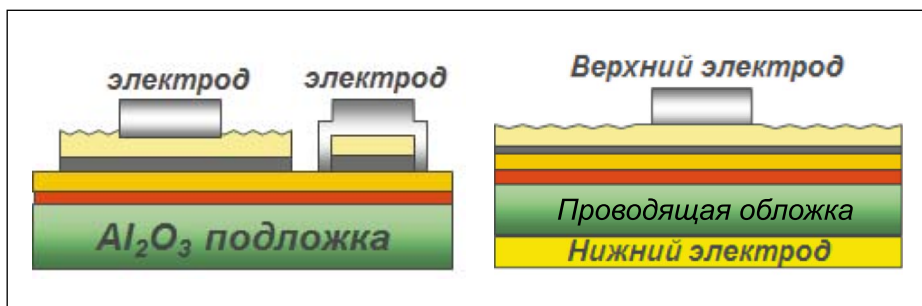


Рис. 2

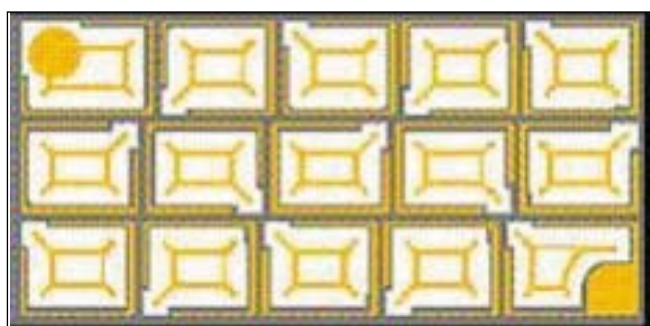


Рис. 3

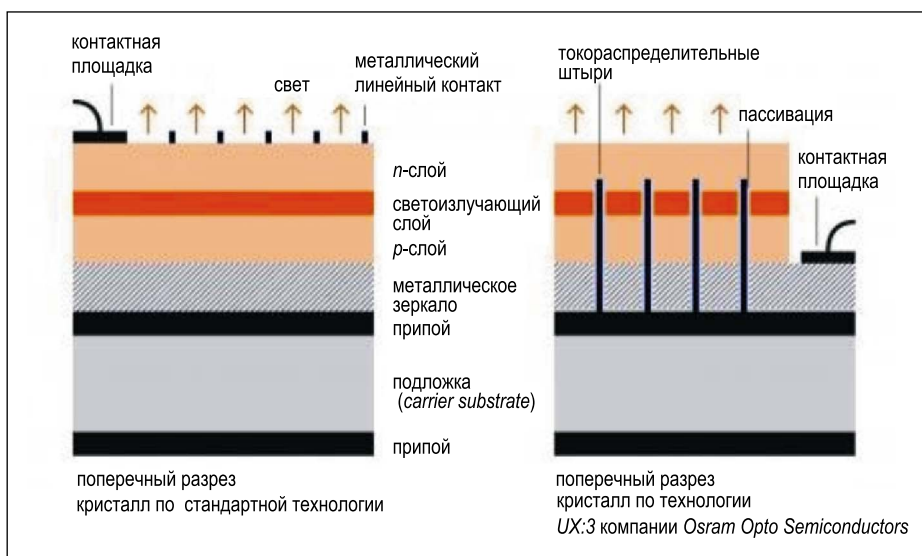


Рис. 4

и Казахстана), то на данный момент на ней, помимо обязательных требований по безопасности, отдельных нормативных документов, устанавливающих единые критерии и требования к параметрам СПСН, не существует. Подобные требования содержатся только в локальных нормативных актах, таких как Постановление правительства, СНиПы, СанПиНы и т. п.

Тем не менее в свете вступления России в ВТО вопрос применения и адаптации международных и европейских стандартов на территории нашей страны – лишь вопрос времени. Те российские производители, которые стремятся обеспечить себе конкурентные преимущества и открыть для

своей продукции выход на рынок ЕС, уже сейчас ориентируются на международные стандарты и требования по качеству и безопасности.

Рассмотрим теперь подробнее технологические тренды светодиодной индустрии от отдельных компонентов к конечным продуктам.

Как известно, основа любого светодиода – светодиодный кристалл. В основном в производстве светодиодов (СД) используются кристаллы двух типов (рис. 2) – латеральные, с обоими контактами на поверхности, и вертикальные, у которых один контакт находится на поверхности, а второй на нижней части кристалла.

Производители латеральных кристаллов развернули в 2012–2013 гг. настоящую ценовую войну, пытаясь вытеснить друг друга с рынка на фоне кризиса перепроизводства. В настоящий момент идёт жёсткий передел рынка, в результате которого многие традиционные поставщики кристаллов из Тайваня попали в тяжёлое финансовое положение, а на рынок вышли «агрессивные» производители из КНР.

С технологической точки зрения эффективность латеральных кристаллов близка к насыщению. Для улучшения КПД производители используют профилированные подложки, внесение шероховатостей на поверхности эпислоёв, травление боковых граней сапфировых подложек. На сегодня с помощью этих ухищрений производители довели коэффициент вывода света до 80%. Дальнейший прогресс здесь в основном ожидается от снижения внутренних потерь: за 6 мес на уровне 3%.

Несомненным преимуществом латеральных кристаллов в современных условиях является их дешевизна, что позволяет за ту же цену, что и раньше использовать кристаллы большего номинального размера в недогруженном режиме, обеспечивающем максимум световой отдачи.

Наиболее существенный недостаток латеральных кристаллов – предельное ограничение по используемому току и отсутствие эффективных кристаллов больших размеров (60 мм и более). Оба ограничения связаны с технической невозможностью равномерно распределять токи по поверхности как на кристаллах большого размера, так и при больших (> 0,75 А) токах.

Несмотря на эти ограничения, латеральные кристаллы активно используются в многокристалльных СД и СД-модулях по технологии «кристалл-на-плате» (COB).

Латеральная топология позволяет создавать кристаллы, адаптированные под высокое входное напряжение, в том числе и допускающие прямое AC-подключение. Но, несмотря на преимущества, такие кристаллы в настоящий момент редко находят практическое применение, поскольку по цене оказывается выгоднее соединять в цепочку обычные кристаллы (рис. 3), чем применять более дорогие высоковольтные (HV).





Рис. 5



Рис. 6

В сегменте вертикальных кристаллов за последний год произошло массовое внедрение в производство кристаллов с интегрированными в объём контактами (кристаллов, в которых распределительные контакты на поверхности отсутствуют) (рис. 4).

Благодаря внедрению указанной технологии, позволяющей чрезвычайно равномерно распределять токи непосредственно в зону рекомбинации, типичный размер кристаллов был увеличен производителями с 1 до 2 мм<sup>2</sup>. Такие вертикальные кристаллы не только могут работать на повышенных токах (порядка 3 А) и при этом демонстрировать отличную эффективность, но также устойчивы при работе при больших температурах *p-n*-перехода.

Единственный существенный недостаток таких кристаллов – значительная цена. Тем не менее вертикальные кристаллы просто незаменимы в высокоомощных однокристалльных СД, используемых в настоящее время, в частности, в прожекторах, а также во всех остальных светильниках и лампах, где источник света ограничен заданной геометрией.

Отдельно стоит упомянуть кристаллы на кремниевой подложке (рис. 5), активная популяризация которых на-



Рис. 7

блюдалась все последние годы. Несмотря на большие ожидания от кристаллов, непосредственно выращенных на кремнии, их применение на сегодня сильно ограничено – они практически не используются в наиболее распространённых типах СД. Основная причина этого – отставание по эффективности не только от классических вертикальных, но и от латеральных кристаллов, а также общий кризис перепроизводства кристаллов в мире, спровоцировавший резкое удешевление латеральных кристаллов. Тем не менее активное улучшение технологии продолжается, и, возможно, кристаллы на кремнии займут достойное место на рынке уже в ближайшем будущем.

Обратимся теперь к СД и посмотрим, какие технические новшества появились здесь за последний год.

СД малой мощности (0,1–0,2 Вт), в основном представленные классическими СД, с компактным корпусом *PLCC2* (рис. 6), практически не изменились по своей форме за последние 10 лет. Производители уже долго не меняли «внешних» световых параметров, так как приложения для подобных СД уже давно устоялись. Тем не менее ценовая борьба продолжается, и в настоящий момент в данных приборах используются кристаллы существенно меньшего размера. Если несколько лет назад в СД с корпусом *PLCC2* в основном использовался кристалл с размерами 0,254×0,584 мм<sup>2</sup>, то сейчас те же световые параметры обеспечиваются меньшим кристаллом: 0,203×0,381 мм<sup>2</sup>. Почти 50%-ное уменьшение размеров кристалла вместе с резким сокращением стоимости снизило стоимость маломощных СД до единиц центов за штуку.

В сегменте СД средней мощности (0,3–0,7 Вт), в основном ранее при-

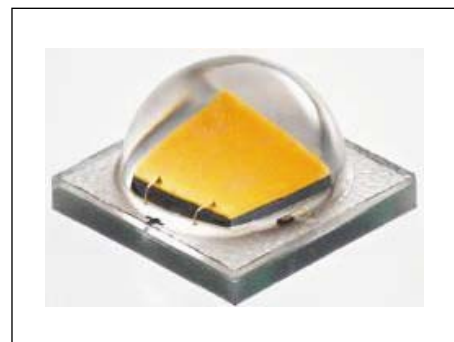


Рис. 8

менявшихся для заднего освещения мониторов, а также активно внедряемых в общее освещение, очевидна та же тенденция агрессивного снижения цены. Здесь кроме использования кристаллов меньших размеров также происходит смена классического корпуса 5630 на гораздо более компактный 3020 (рис. 7). При выигрыше в цене использование последнего экономит также место при монтаже, что немаловажно для компактных изделий. Так, подавляющее большинство новых дешёвых СД-ламп прямой замены (СДЛПЗ), выпускаемых в Азии, содержат СД с корпусом 3020.

В сегменте однокристалльных СД большой мощности (1–3 Вт) происходят следующие изменения: производители СД на керамической основе на базе вертикальных кристаллов фокусируются на переходе к кристаллам большего размера (2 мм<sup>2</sup>), произведённым по технологии с интегрированными в объём кристалла контактами (рис. 8). Данные изменения позволяют повышать мощность СД (ранее составлявшую около 1 Вт) до 3 Вт и использовать их при высоких рабочих температурах.

Производители СД с пластмассовыми корпусами с традиционно используемыми латеральными кристал-



Рис. 9

лами фокусируются в основном на оптимизации цены при увеличении энергоэффективности и сохранении мощности СД в пределах 1 Вт. Общее улучшение качества эпитаксии латеральных кристаллов позволяет сдвигать напряжение на СД с ними к 3 В и ниже при токе в 350 мА, в то время как у вертикальных кристаллов этот параметр остаётся более высоким.

Из мощных СД отдельного внимания заслуживают растущие в популярности многокристалльные. Данные изделия, преимущественно на мощность в 1 Вт и высокое напряжение (10–12 В и более) всё чаще используются в светотехнике как эффективные и в то же время дешёвые комплекты (рис. 9). Использование в СД малых ( $0,203 \times 0,381$  мм<sup>2</sup> и  $0,254 \times 0,584$  мм<sup>2</sup>) или средних ( $0,559 \times 0,559$  мм<sup>2</sup>) кристаллов энергоэффективнее, чем одного большого. Низкая стоимость латеральных кристаллов создаёт возможность многокристалльных решений с «недогруженными» кристаллами, что легко обеспечивает высокую эффективность, как у СД с вертикальными кристаллами (150–180 лм/Вт), но при гораздо меньшей стоимости. С другой стороны, при жёстких требованиях к себестоимости СД, возможна конфигурация, позволяющая максимизировать световой поток прибора, добываясь минимально возможных соотношений \$/лм при сравнительно высокой световой отдаче (СО) – порядка 140–150 лм/Вт. Многокристалльные 1-ваттные СД сегодня особо востребованы в СДЛПЗ, где высокие напряжения на СД вместе с компактным высоковольтным ЭПРА для СД позволяют создавать компактные и эффективные решения.

Остановимся теперь несколько подробнее на двух параметрах СД, тре-

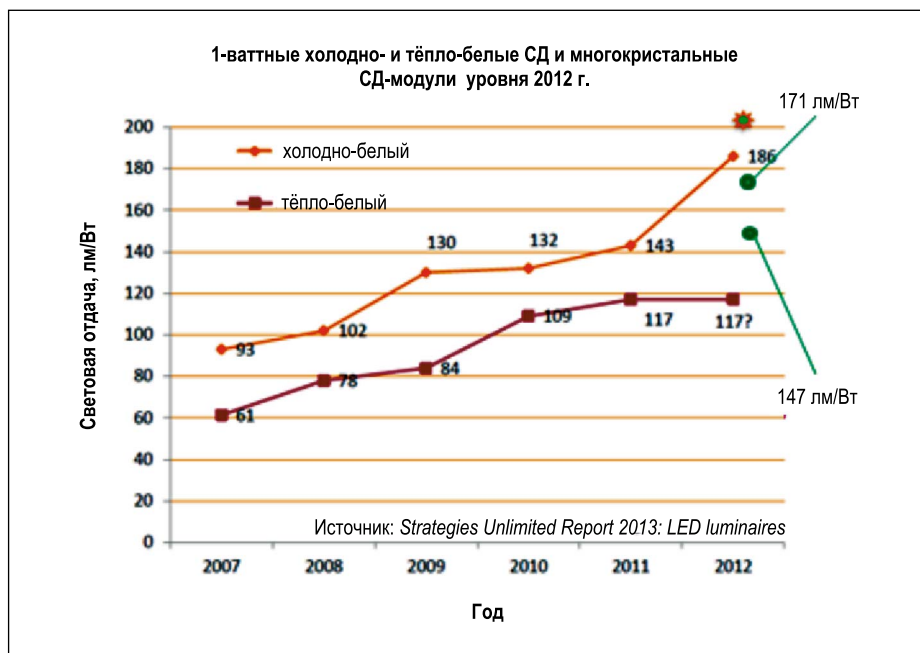


Рис. 10

бования к которым особо интересуют клиентов: СО и бининг.

Вопрос повышения СО СД вызывает в последнее время много споров и спекуляций.

При этом основную проблему оценки СО СД на сегодня представляет, в частности, слишком большое разнообразие вариантов исполнения СД. При оценке изменения СО из года в год необходимо обязательно выбирать СД сходных классов и параметров. Но проблема и состоит в том, что максимальные значения СО получаются на СД, ранее не существовавших, что делает сравнения нерелевантными.

Типичным примером является график роста СО холодно-белых и тепло-белых СД, представленный агентством *Strategies Unlimited* в своём последнем отчёте (рис. 10). Следуя своему принципу сравнивать лучшие из доступных на рынке бинов, аналитики агентства столкнулись с тем, что в 2012 г. первые показали сильный рост СО, а вторые – его практическое отсутствие. На самом же деле всё определяется тем, какие именно СД сравнивались. Как уже говорилось, внедрение нового типа вертикальных кристаллов, способных работать на токах в 3 А и имеющих в два раза большую площадь, чем ранее использовавшиеся кристаллы, в формально 1-ваттных СД, и объясняет резкий рост СО при измерениях на токе 350 мА. В то же время в сегменте тепло-белого света к СД

стали применяться куда большие требования по цветопередаче. Удовлетворение повышенных требований к качеству света и привело к формальному отсутствию роста СО тепло-белых СД. Просто то, что подразумевалось под «качественным тёплым светом» даже в 2011 г. (не говоря уже о 2007-м) параметрически сильно отличается от подразумеваемого сейчас. Для сравнения на рис. 10 также добавлены средние значения СО белых СД компании «Оптоган» с КЦТ 4000 и 2700 К и  $R_a$  80; как видим, разница по СО между ними сравнительно невелика (171 против 147 лм/Вт).

В общем и целом, стоит отметить, что, несмотря на анонсированные в начале 2013 г. рекорды по СО, полученные в лабораторных условиях на 1-ваттных СД (4000 К) – на уровне 270 лм/Вт, СО массово доступных СД существенно ниже. При этом наблюдается тенденция к существенному замедлению темпов роста из года в год СО тепло-белых СД. Что касается холодно-белых СД (КЦТ 4000 К,  $R_a$  70), то уже в ближайшие годы реально достижение психологически важного значения 200 лм/Вт для коммерчески доступных СД. В то же время наибольший прогресс для коммерческих тепло-белых СД выразится в повышении качества света ( $R_a$  до 97, узкий бининг) при достаточно скромной ожидаемой СО: до 140 лм/Вт.

Стоит также отметить, что для большинства потребителей важна не

абсолютная СО СД, а соотношение её и цены СД. Как видно из рис. 11, стоимость 1 клм (1-ваттный белый СД, 4000 К,  $R_a$  80) достаточно быстро стремится к \$2 – важному экономическому уровню, принимаемому комиссиями по энергоэффективности и аналитиками за достаточный для начала лавинообразного внедрения СД-оборудования в сегмент общего освещения.

Коснёмся теперь другого важного технологического аспекта – бининга СД.

Как известно, появившийся благодаря неидеально стабильной ростовой технологии кристаллов бининг сильно затруднял внедрение СД в повседневную жизнь. Сама идея того, что СД, формально имеющие одну определённую КЦТ, могут достаточно сильно различаться по этому параметру, и ни один производитель не гарантировал поставку СД исключительно только одной КЦТ, сильно тормозило внедрение СД как проектировщиками освещения, так и разработчиками изделий с СД.

На сегодня проблема бининга, по сути, представляется решённой, по крайней мере на уровне мировых лидеров.

При этом, поскольку большинство людей не различает цветности, расположенные внутри 3-ступенчатого эллипса МакАдама, выпуск СД, «падающих» исключительно в него (для каждой стандартизованной КЦТ), и служил целью производителей СД в последние годы.

К настоящему моменту достигнут существенный прогресс в достижении этой цели и можно ожидать, что проблема бининга, своей сложностью сильно раздражавшая рядового клиента, в ближайшие пару лет полностью исчезнет.

Выпуск СД в пределах «малого бина» в основном стал возможен благодаря годами отточенной технологии эпитаксии, которая теперь позволяет получать чрезвычайно равномерный выход кристаллов «по длине волны». У ведущих производителей даже на 6-дюймовых (152,4 мм) пластинах более 80% кристаллов имеют длину волны в пределах одного бина в 2,5 нм (и практически все кристаллы попадают в 2 бина). Фиксированная длина волны и подобранный под неё состав люминофора позволяют попадать в 3-ступенчатый эллипс МакАда-

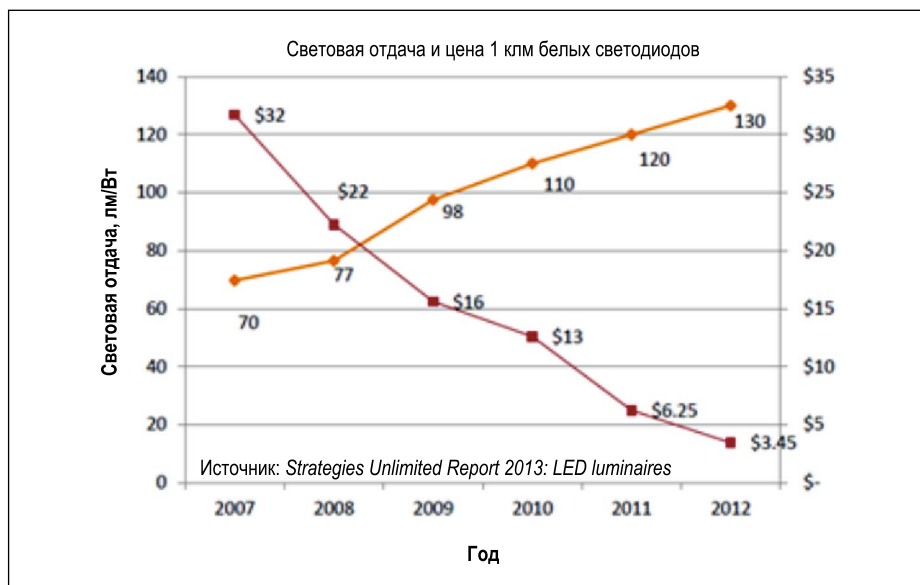


Рис. 11

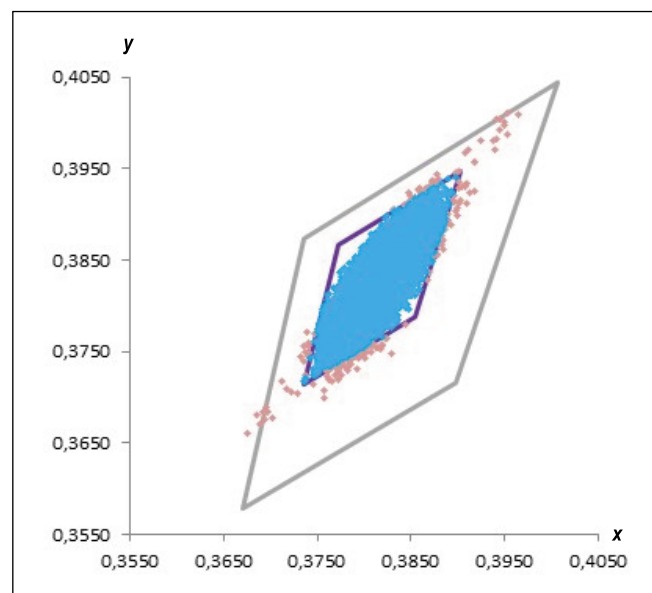


Рис. 12

ма даже при использовании объёмной заливки СД. В случае использования тонких слоёв люминофора (*transfer layers*) попадание становится практически 100%-ным.

Кроме того, ещё ранее была развита технология утилизации крайних бинов путём цветосмешения в многокристалльных СД (*easy white*). Внедрение *COB*-модулей также решает проблему бининга, так как отклонение длины волны кристаллов нивелируется общим слоем нанесённого люминофора. То же самое достигается использованием удалённого люминофора.

На рис. 12 приведено характерное распределение цветностей СД массового производства на цвето-

вом графике. Серым ромбом показана область, ограниченная 7-ступенчатым эллипсом МакАдама, а фиолетовым – 3-ступенчатым.

Благодаря вышеуказанным технологическим достижениям, уже сейчас при покупке у лидеров рынка клиенты получают СД с разбросом по цветности исключительно в пределах малого бина (3-ступенчатого эллипса МакАдама), то есть меньшем, чем у люминесцентных ламп.

Рассмотрим теперь динамику развития многокристалльных СД-модулей по технологии *COB*.

Исторически первые появившиеся *COB*-модули с медной основой до сих пор активно применяются, однако преимущество по теплоотводу

Рис. 13

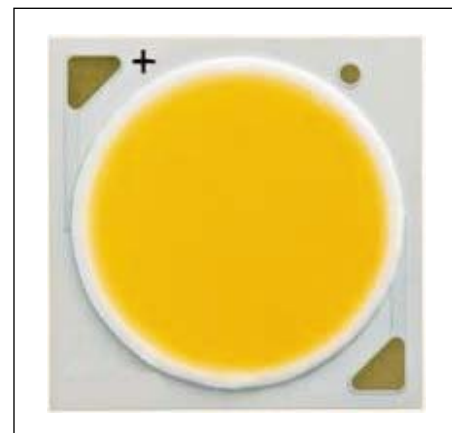


Рис. 14

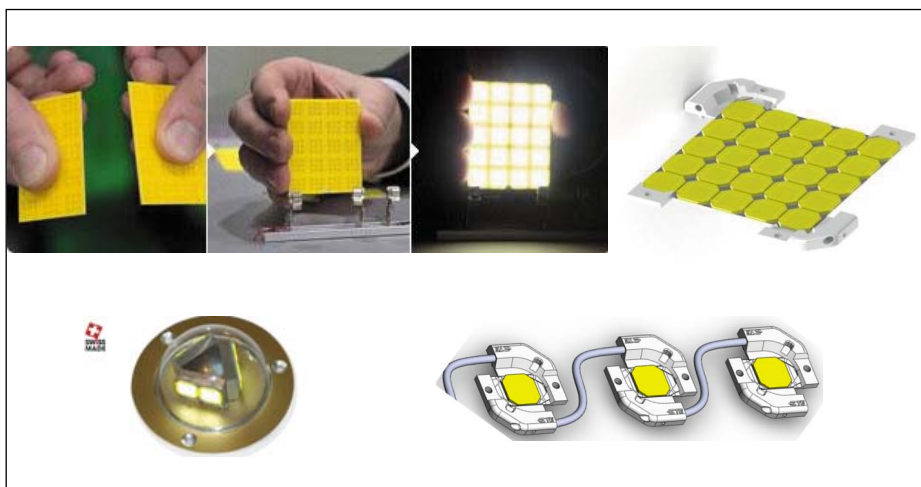


Рис. 15



Рис. 16

создаёт большие проблемы при монтаже таких изделий – именно из-за очень хорошего теплоотвода трудно добиться хорошего качества пайки контактов, а иные способы крепления без пайки, такие как на пружинных зажимах, пока не нашли широкого распространения. Предварительный прогрев платы для пайки представляет собой утомительную и не всегда реализуемую процедуру. Поэтому именно надёжное контактиро-

вание COB-модулей данного класса – пока слабое место в их применении. Из-за ценового давления со стороны COB-модулей с керамической основой в металлических COB-модулях малой и средней мощности (до 30 Вт) всё чаще в качестве основы вместо меди применяют алюминий (рис. 13). Недостатком крупных COB-модулей является практическое отсутствие на рынке подходящей коллимирующей оптики, в основном в изделиях

с COB-модулями используют отражатели, что не всегда эффективно. Тем не менее COB-модули с медной основой – по сути, доминируют в диапазоне мощностей  $\geq 50$  Вт.

2012 и 2013 гг. стали знаменательными для COB-модулей с керамической основой – множество компаний выпустило свои модели подобных изделий (рис. 14). Основная масса их покрывает диапазон мощностей 3–15 Вт, и существует несколько 30-ваттных моделей. COB-модули с керамической основой отлично паяются и обеспечивают надёжную электробезопасность даже очень компактных устройств. Именно изолирующие свойства керамики позволяют производить COB-модули с керамической основой небольшого размера. Кроме того, они в некотором роде позволяют унифицировать производство керамических СД. Недостаток подобных COB-модулей – сложность реализации источников света большой мощности ( $>30$  Вт), поскольку теплоотвод через керамику с небольшой площади при таких мощностях уже практически невозможен.

Учитывая недостатки COB-модулей с керамической основой, компания «Оптоган» разработала собственное масштабируемое решение, покрывающее диапазон мощностей от 4 до 500 Вт. Теплоотвод при больших мощностях становится возможным благодаря относительно большой площади поверхности, а возможности использования нитридных керамик. Модули «X10» и «X4» и разработанные под них крепёжные устройства позволяют легко организовывать практически любую конфигурацию по запросу разработчиков светотехнических изделий (рис. 15).

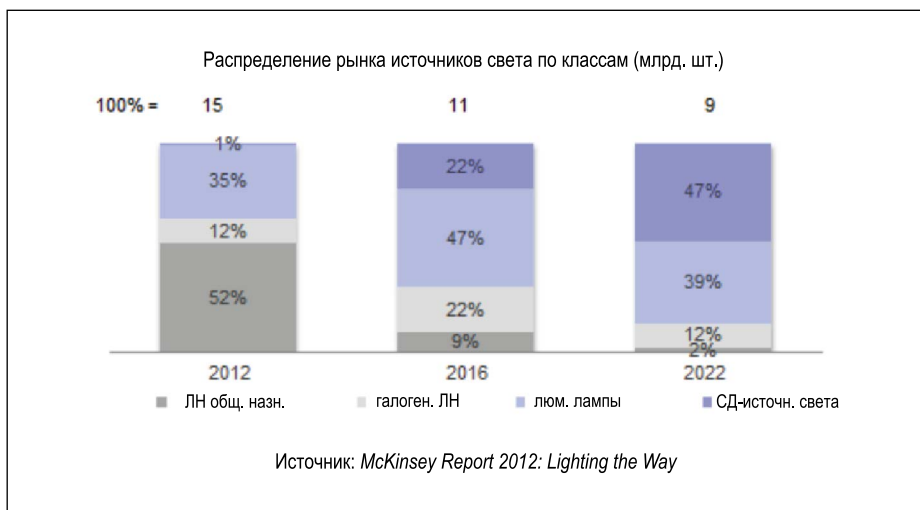


Рис. 17



Рис. 18

Перейдем теперь к рассмотрению конечных источников света. Что нового произошло здесь за последний год?

Конец 2012 г. и особенно 2013 г. стали переломными для внедрения СДЛПЗ (рис. 16) на потребительский рынок: розничная цена на СДЛПЗ 60-ваттных ламп накаливания общего назначения впервые упала ниже \$10 в США и €10 в Европе, что вплотную приблизило СДЛПЗ к качественным КЛЛ. Также появились СДЛПЗ люминесцентных ламп T8 с CO > 100 лм/Вт, что позволило им активно замещать люминесцентные лампы даже несмотря на несоизмеримо большую цену.

Прорыв стал возможен в основном благодаря стабильной работе СД «на высоких температурах», что позволило создавать компактные и умеренные по цене конструкции ламп без массивных радиаторов. Кроме того, произошёл существенный прогресс в разработке недорогих ЭПРА для этой категории изделий сразу несколькими электронными компаниями.

По прогнозам агентства McKinsey (рис. 17), СДЛПЗ займут к 2016 г.

22 % мирового рынка источников света, при этом есть страны, где замещение идёт очень быстрыми темпами. Например, в Японии большая часть ламп уже заменена на СДЛПЗ и внутренний рынок последних уже переходит в стадию стагнации. В Западной Европе светодиодные лампы продаются опережающими темпами и уже в 2012 г. заняли > 2 % рынка ламп (вместо планируемого 1 %).

Кроме того, быстрыми темпами развиваются разработка и внедрение различных СД-модулей. Существенных успехов достигли компании, продвигающие модули на основе удалённого люминофора. Подобные решения с высоким качеством света (цветопередача и равномерность светораспределения) особенно востребованы в производстве светильников для освещения товаров.

Многие компании также уже задумываются о новых СД-источниках света, которые придут на смену всё-таки неидеальным с технической точки зрения СДЛПЗ. Как раз для разработки и внедрения стандартов для вновь разрабатываемых СД-модулей

с целью их унификации и обеспечения простоты использования в как можно большем ряде осветительных приборов и установок светодиодными компаниями было создано объединение Zhaga. Несмотря на организационные успехи Zhaga, всё ещё не создана принципиально новая концепция источников света следующего поколения. СД-модули Zhaga в какой-то мере, как и СДЛПЗ, скорее приведут уже существующие COB-модули и СД к некому стандартному «интерфейсу» (рис. 18), который, однако, тоже не идеален по оптическим и термическим характеристикам.

Тем не менее технологии развиваются и в течение ближайших пяти лет на рынке скорее всего установится некоторое понимание нового стандарта для модульных СД-источников света, наиболее эффективным образом использующих все преимущества, которые даёт СД-техника.



**Моисеев Леонид Владимирович,**  
кандидат физ.-мат. наук (2006 г.).  
Окончил в 1998 г. Санкт-Петербургский государственный политехнический университет по

специальности «Физика твердого тела». Директор по направлению «Лампы прямой замены» (лампы-ретрофиты) компании Optogan Lighting GmbH



**Одоблюдов Максим Анатольевич,**  
кандидат физ.-мат. наук (1998 г., ФТИ им. А.Ф. Иоффе). Выпускник 1996 г. кафедры оптоэлектроники СПбГТУ (ЛЭТИ).

В 1995–1996 г. работал в российских подразделениях компаний Cree и TDI. С 1998 по 2003 г. – приглашённый учёный в области оптоэлектроники в университетах и исследовательских центрах Швеции, Японии, Тайваня, Финляндии, Норвегии и США. Автор свыше 60 научных публикаций. Один из основателей компании Optogan Oy (2004 г., Финляндия). С 2009 г. – генеральный директор ЗАО «Оптоган»

# Критические точки современного этапа развития светодиодной техники

С.И. ЛИШИК<sup>1</sup>, В.С. ПОСЕДЬКО, Ю.В. ТРОФИМОВ, В.И. ЦВИРКО

ГП «Центр светодиодных и оптоэлектронных технологий НАН Беларуси», УП «ЦКБ НАН Беларуси», Минск

## Аннотация

Представлены результаты анкетирования предприятий Республики Беларусь о применяемом светотехническом оборудовании и планах его модернизации. Рассмотрены основные проблемы, препятствующие ускоренному широкомасштабному внедрению светодиодной техники.

**Ключевые слова:** светодиодная техника, деградация, тендерные закупки, светотехнические характеристики.

По мнению авторов, в настоящее время происходит переход от единичных светотехнических проектов внедрения светодиодной техники (СДТ) к её крупномасштабному внедрению в ЖКХ, промышленность, складские и торговые помещения, дорожную инфраструктуру и т. д. Этому способствуют потенциально однозначные преимущества данного типа светотехнических изделий над многими традиционными. Их приоритетное преимущество – высокая энергоэффективность, что позволяет рассчитывать на

получение минимальных сроков окупаемости светотехнических проектов с использованием СДТ (при условии её резкого удешевления). К сожалению, на данный момент накопилось немало негативных аспектов использования СДТ в освещении.

Ниже мы попытаемся осветить некоторые проблемы действующего тендерного законодательства, широко применяемого в СНГ, «технического уровня» конечных потребителей светодиодной продукции и строителей тендеров, а также основные задачи, требующие скорейшего решения в части повышения стабильности характеристик как светодиодов (СД), так и оптической и электрической систем светильника в реальных условиях эксплуатации, и постараемся показать, что нерешённость этих проблем превращает их в *критические точки*<sup>2</sup>.

Итак, в конце 2012 г. Национальной академии наук Беларуси (ГП «Центр

<sup>2</sup> КРИТИЧЕСКАЯ ТОЧКА – текущее состояние процесса, дальнейшее развитие которого может пойти по различным (порой диаметрально противоположным) сценариям в зависимости от выполнения ряда условий или решения ряда проблемных вопросов.

светодиодных и оптоэлектронных технологий Национальной академии наук Беларуси») Правительством Республики Беларусь (РБ) было поручено подготовить план модернизации системы электрического освещения РБ за счёт применения СДТ. Для выполнения этой работы была создана рабочая группа с достаточно широкими полномочиями из 22 специалистов, представлявших: органы государственного управления; облисполкомы; министерства промышленности и жилищно-коммунального хозяйства, здравоохранения и природы; Госстандарт; департамент по энергоэффективности Государственного комитета по стандартизации; «Горсвета» всех крупных городов РБ; ряд проектных организаций.

На первом этапе была разработана методика анкетирования всех организаций РБ, главным образом государственного сектора, потребляющих электроэнергию на нужды освещения, позволяющая получить информацию по следующим статьям: типы осветительных приборов, ламп; их количество, шт.; стоимость 1 кВт·ч по состоянию на 01.01.2013, бел. руб.; фактические (оценочные) затраты на освещение в 2012 г., бел. руб.; фактические эксплуатационные затраты на освещение в 2012 г., бел. руб.; планируемый срок окончательного вывода из эксплуатации, бел. год.

Соответствующая анкета была направлена 43 респондентам РБ. С использованием административного ресурса были получены ответы от 27 ведомств, вобравших в себя информацию от 600 акционерных обществ, промышленных предприятий и т. д. На рис. 1 в качестве примера приведена анкета, заполненная одним из крупных промышленных предприятий РБ.

Следует отметить, что эти анкетные данные оценочным путём были дополнены аналогичными сведениями по частному сектору и представителям госсектора, не участвовавшим в анкетировании. В результате обработки и анализа полученной информации нами были получены следующие результаты.

В настоящее время в госсекторе РБ используются свыше 8,3 млн. световых точек суммарной установленной мощности не менее 466 МВт. Количеством доля СД-источников света составляет менее 1%, а по установлен-

<sup>1</sup> E-mail: sergey.lishik@gmail.com

СВЕДЕНИЯ о применяемом (планируемом к применению) светотехническом оборудовании							
Наименование организации: ОАО " [redacted] управляющая компания холдинга [redacted] Лито, ответственное за предоставление сведений: [redacted] тел. [redacted] e-mail: A.E.Peokist [redacted].by							
№	Типы осветительных приборов/ламп	Количество, шт.	Мощность, Вт	Стоимость 1кВтч по состоянию на 01.01.2013, руб.	Фактические (оценочные) затраты на освещение в 2012 году, руб.	Фактические эксплуатационные затраты на освещение в 2012 году, руб.	Планируемый срок окончательного вывода из эксплуатации, год
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>1.Применяемые по состоянию на 01.01.2013:</b>							
1.1	На основе ламп накаливания (без АСУ), в том числе:	4500	458 000	973,7	1 005 000 000	25 000 000	2015
1.1.1	40 Вт	1200	48 000	973,7	105 000 000	-	2015
1.1.2	100 Вт	3100	310 000	973,7	680 000 000	-	2015
1.1.3	500 Вт	200	100 000	973,7	220 000 000	-	2015
1.2	На основе галогенных ламп: 50 Вт	100	5 000	973,7	11 250 000	1 000 000	2020
1.3	На основе люминесцентных ламп), в том числе:	5500	198 000	973,7	434 000 000	90 000 000	2020
1.3.1	Лампы типа ЛБ 20 Вт	1500	30 000	973,7	66 000 000	-	2020
1.3.2	Лампы типа ЛБ 40 Вт	3800	152 000	973,7	333 000 000	-	2020
1.3.3	Лампы типа ЛБ 80 Вт	200	16 000	973,7	35 000 000	-	2020
1.4	На основе газоразрядных ламп), в том числе:	4000	2 165 000	973,7	4 721 000 000	445 000 000	2020
1.4.1	Лампы типа ДРЛ 250 Вт	700	175 000	973,7	383 000 000	-	2020
1.4.2	Лампы типа ДРЛ 400 Вт	1100	440 000	973,7	964 000 000	-	2020
1.4.3	Лампы типа ДРЛ 700 Вт	2200	1 540 000	973,7	3 374 000 000	-	2020
1.5	На основе других источников света: 90 Вт	50	4 500	973,7	9 850 000	35 000 000	2020
<b>1.Планируемые к применению:</b>							
2.1	На основе ламп накаливания (с/без АСУ)	-	-	-	-	-	-

Рис. 1. Образец анкеты (суммы указаны в бел. рублях, 1 рос. руб. ≈ 282 бел. руб.)

ной электрической мощности – менее 0,74%. Средняя мощность одной световой точки составляет 56 Вт. В конце 80-х гг. средняя мощность одной световой точки в РБ составляла 85 Вт, её снижение связано с применением более энергоэффективных источников света. Соответствующие результаты нашего анализа представлены на рис. 2.

Показано, что суммарные расходы на нужды освещения в масштабах страны составляют \$430–450 млн. в год. Выбросы  $CO_2$  в атмосферу составляют 2,8–3,0 млн. т, суммарное содержание ртути в ртутьсодержащих лампах составляет не менее 312 т. Внедрение СДТ позволит снизить затраты на приобретение электроэнергии на нужды освещения, а также положительно скажется на экологии региона и здоровье нации, и, возможно, принесёт дополнительный доход от реализации квот на выбросы  $CO_2$  в рамках Киотского протокола в размере до €30 млн. в год.

Анализ планов респондентов по срокам окончательного вывода «традиционных» осветительных приборов из эксплуатации показывает наличие 5-летнего цикла, в котором максимальные сроки внедрения новых осветительных приборов попадают на последние годы пятилеток, что скорее всего связано с памятью о советском периоде, когда деньги осваивались в основном в конце пятилеток. Это сохраняется и сейчас (рис. 3).

Основной вывод из данной ситуации – необходимы меры государственного регулирования с целью стимулирования внедрения СДТ, так как по планам предприятий РБ многие из них не планируют модернизацию собственных осветительных установок вплоть до 2020 г.

Также, к сожалению, работа с анкетированными организациями показала низкий «технический уровень» лиц, ответственных за модернизацию освещения, или что они слышаны о низком качестве СДТ на рынке (считая, что практичнее все образцы СДТ не обрабатывают расчётного срока окупаемости).

Все эти негативные факторы могут явиться главным тормозом (критической точкой) дальнейшего внедрения СДТ.

По нашим данным, включая приведённые на рис. 4, основные недостатки действующей системы конкурсных

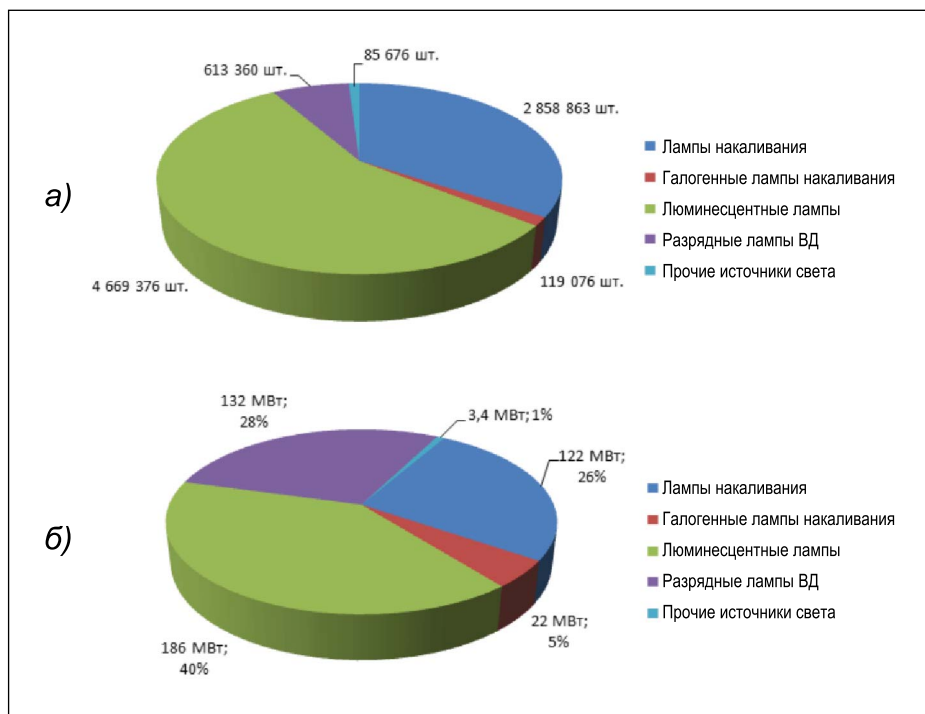
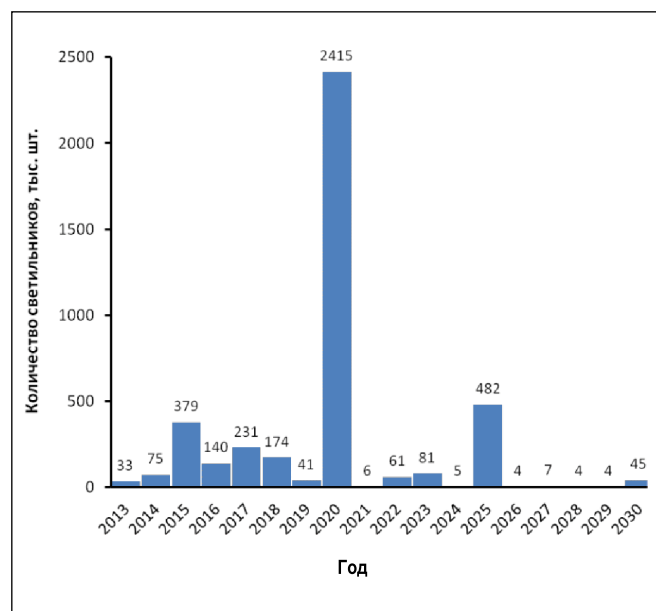


Рис. 2. Структура светотехнического оборудования, применяемого госсектором Беларуси (а) и его установленная электрическая мощность (б)

Рис. 3. Планы респондентов по срокам окончательного вывода традиционных осветительных приборов из эксплуатации



закупок светодиодной продукции в РБ (характерные для всего постсоветского пространства) следующие:

- основной критерий определения победителя – цена;
- критерии, характеризующие качество продукции, квалификацию персонала и технические возможности поставщика, имеют удельный вес от 0 до 20%;
- не требуется представления документов, подтверждающих светотехнические характеристики закупаемой светодиодной продукции;

• не предъявляются требования к светораспределению;

• по ряду параметров предъявляются необоснованно завышенные технические требования: по температуре эксплуатации (не соответствуют климатической зоне РБ) и световой отдаче светильников (как правило, нерéalны на современном этапе развития СДТ);

• труднодостижимый срок службы светильника, определяемый на основе расчётов срока службы СД, а не светильника в целом;



Рис. 4. Удельный вес критериев оценки тендерных предложений

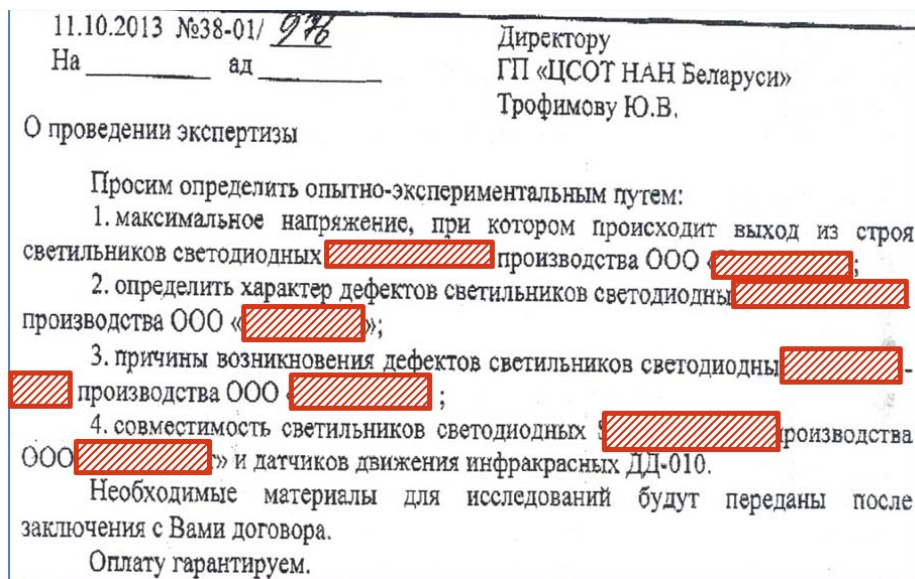


Рис. 5. Запрос одной из организаций на проведение экспертизы вышедшей из строя светодиодной продукции

- предъявляются требования к светильникам на основе их физических (количество светодиодов и их модель (тип), размеры и масса светильника), а не потребительских свойств;

- не требуется представление светотехнических расчётов, подтверждающих то, что закупаемая светодиодная продукция обеспечивает уровни освещения согласно действующим санитарным нормам;

- отсутствует квалификационный отбор поставщиков со стороны заказчиков.

Очевидно, что основной приоритет деятельности практически всех участников любого рынка, в том числе светотехнического, – максимальное извлечение прибыли. Рассмотрим, к каким последствиям приводит несовершенство системы конкурсных закупок. Как правило, покупают не качественное, а только дешёвое. Дешевизна приобретаемой СДТ практически не влияет на сроки окупаемости установленного оборудова-

ния, поскольку резко возрастают эксплуатационные расходы (ремонт и замена оборудования). Из анализа тендерных закупок в РБ можно заключить, что:

- в них участвовало более 35 потенциальных поставщиков одного типа СДТ. По типовым условиям тендера, как правило, побеждал претендент с ценой на 40% ниже средней цены всех участников. Кроме того, присутствовало немало торговых компаний численностью в 3–4 сотрудника, номинально не несущих никакой ответственности и одновременно представляющих продукцию 5–8 производителей. Это приводит к тому, что ни одна из компаний не поставит продукцию, которая окупается в срок окупаемости. По опросам покупателей, после 6 мес эксплуатации примерно 30% установленного оборудования подвергалось замене и ремонту. Это критическая точка, создающая объективные причины для отказа от СДТ;

- из-за ошибочного мнения о роли дешевизны при входе на рынок СДТ в странах СНГ появилось большое количество производителей, не обладающих должным технологическим уровнем, ютящихся на крошечных арендуемых площадях. Примеры таких производств известны из опыта и наблюдений за состоянием производственных мощностей некоторых стран Юго-Восточной Азии, где самая дешёвая неконтролируемая часть продукции может паяться 100-ваттными паяльниками (в палатках). В таких условиях говорить о наличии ЦЗЛ и аккредитованных испытательных светотехнических лабораторий не приходится. К сожалению, этот печальный опыт распространяется и на некоторые компании в СНГ;

- определённое негативное влияние на эту ситуацию оказывают и всем известные мощные компании-бренды, входящие в первую десятку поставщиков СД и компонентов для их использования (вторичная оптика, ПРА и т. д.). В стремлении выжать максимум прибыли, и как можно быстрее, на рынок выбрасывают изделия, не вполне готовые по эксплуатационной надёжности, притом нередко в виде наборов, «конструкторов» и типовых решений. Учитывая высокий уровень компьютерной грамотности населения, многие «самоделкинны» разрабатывают светотехнические изделия с СД на бумаге или электронном носителе, сильно не напрягаясь. Проблемы начинаются тогда, когда необходимо организовать серийное производство этих изделий с высокой надёжностью. Желание удешевить выпускаемые изделия порождает «локализацию», причём часто «китайскую». (Конечно, в КНР есть высококлассные производства с европейскими ценами и качеством, но туда наши «гонимые», как правило, не идут.) А если необходимо купить технологии передовых компаний Запада и т. д., то, как правило, возникают проблемы ноу-хау, роялти и лицензионных платежей, к чему многие не готовы. И это – ещё одна критическая точка.

Проиллюстрируем вышеприведённую информацию некоторыми примерами.

ГП «ЦСОТ НАН Беларуси» имеет аккредитованную испытательную лабораторию, проводящую исследование и испытания в области СДТ на соответствие требо-



ваниям СТБ ИСО/МЭК 17025 (рег. № ВУ/11202.1.0.1714 от 13.08.2012). В последнее время к ней всё чаще обращаются за проведением экспертизы по определению причин выхода из строя светильников с СД. Обращаются заказчики тендеров, конечные потребители и даже хозяйственные суды. На рис. 5 представлено одно из таких обращений. В результате, по нему, было установлено, что при разработке светильника выбран неэффективный ПРА (с КПД 0,5), допущены ошибки в выборе элементной базы, неправильно выбран диапазон рабочих напряжений и допущено несколько грубых нарушений нормативных документов. На рис. 6 представлен фрагмент паспорта на данный светильник. Из него видно, что светильник работоспособен при напряжениях 210–230 В, а гарантировать что он будет работать и при напряжениях свыше 230 В, нередких «при колебаниях сети», производитель не может.

На рис. 7 приведены характеристики ещё одного светильника с СД. Практически все они лежат в широких пределах, однако нет данных о световом потоке, световой отдаче или хотя бы об освещённости на определённом расстоянии. К сожалению, такие светильники встречаются достаточно часто, выпускаются по «легальным» ТУ и могут участвовать в тендерных закупках.

Остановимся теперь на проблемах, касающихся долговременной стабильности СДТ. Собственный опыт разработки и применения СДТ для разных климатических условий эксплуатации [1] и соответствующие публикации (см., напр., [2–4]) дают немало примеров существенной деградации светотехнических характеристик СДТ. Приведём только два из них:

- В конце 2004 г. нами для обозначения и одновременного освещения наземных пешеходных переходов были разработаны и установлены на трассе Москва – Брест осветительные приборы с СД мощностью 60 Вт для наружного освещения, совмещённые со светодиодным знаком «Пешеходный переход» с эффектом анимации (рис. 8), в которых использованы СД одного из ведущих производителей. Всего было поставлено 14 комплектов данных изделий. По сопроводительной документации на поставляемые СД их коррелиро-

1. НАЗНАЧЕНИЕ И ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ	
1.1 Светильники со светодиодными источниками света, накладные, предназначены для общего и декоративного освещения общественных, производственных и административных зданий и сооружений.	
Светильники устанавливаются на поверхность стен, выполненные из любого строительного, нормально воспламеняемого материала.	
В светильниках в качестве источников света используются светодиоды холодного цвета.	
Светильники изготавливаются в исполнении УХЛ, категория размещения 4 по ГОСТ 15150, при этом диапазон рабочих температур от плюс 40 °С до плюс 1 °С.	
Светильники соответствуют ТУ3461-002-66348503-2011.	
2. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	
2.1 Основные параметры и характеристики	
Напряжение сети, В	~ 220±10
Частота, Гц	50
Класс светораспределения по ГОСТ 17677-82	П
Тип кривой силы света по ГОСТ 17677-82	Д
Степень защиты светильников от воздействия окружающей среды по ГОСТ 14254-96 *	IP54

Рис. 6. Фрагмент паспортных данных вышедшего из строя светильника со светодиодами



**Светильник светодиодный ДПЛ 01**  
ТУ ВУ 700002620.042-2010

Корпус выполнен из неподдерживающего горение материала. Обеспечивается класс двойной изоляции от поражения электрическим током. Заменяет лампу накаливания 75 Вт. Имеется встроенный преобразователь со всеми видами защит и питается от сети 220В. Сохраняет работоспособность практически без изменения параметров при изменении напряжения от 184В до 253В

Варианты рассеивателя	Прозрачный, с рифлением
Угол рассеивания	25°-120°
Цветовая температура, К	2700-7000
Номинальная мощность, Вт	5 и 6
Степень защиты оболочки по ГОСТ 14254-96	IP20
Масса светильника, кг, не более	0,23
Габаритные размеры, мм, не более	361x43x46

Рис. 7. Фрагмент информации о светотехнических характеристиках светильника со светодиодами

ванная цветовая температура составляла 4100 К. В процессе эксплуатации примерно раз в год проверялись светотехнические характеристики в местах установки приборов, и постепенно их свет синел, а световой поток падал. В этом году, после 9 лет эксплуатации, несколько образцов этих осветительных приборов к нам вернулись на ремонт. Каково же было наше удивление, когда конкретно измеренное значение цветовой температуры составило 14000 К.

- В начале 90-х гг. в научнотехнической литературе появилось утверждение, что долговечность функционирования (расчётное время безотказной работы) СД достигает 42 лет [5]. На это многие маркетологи и продавцы опираются до сих пор. Однако столь много предсказывалось для маломощных InGaN-светодиодов, кристаллы которых находятся в металлостеклянном корпусе либо в корпусе с эпоксидной колбой

при оптимальных рабочих токах (2/3 от номинального тока), температуре перехода 30 °С и нормальных атмосферных условиях. Примерно в то же время появились люминофорные белые СД, и постепенно стали возрастать их мощности и, соответственно, рабочие токи, изменилось корпусное исполнение. И к настоящему времени изменились критерии долговечности и возросло число механизмов деградации СД, особенно белых.

Коснёмся основных механизмов деградации белых СД (рис. 9). Непосредственно InGaN-кристалл за срок эксплуатации теряет около 5 % светового потока. Кроме того, СД теряет до 30 % светового потока из-за почернения серебряного зеркала, играющего роль отражателя, вследствие проникновения сульфид-иона S<sup>2-</sup> из атмосферы сквозь силиконовый компаунд, содержащий люминофор.

При посадке кристалла на электропроводном клею (контактоле) свето-

### Некоторые рекомендованные и опасные для светодиодов химические материалы

Химические материалы, потенциально опасные для светодиодов	Материалы, рекомендованные для герметизации светодиодов
Химикаты, выделяющие ароматические углеводороды (толуол, бензол, ксилол)	<i>Dow Corning 1–2577</i>
Метилацетат или бутилацетат	<i>Dow Corning 1–4105</i>
Цианоакрилаты	<i>Dow Corning 3–1953</i>
Эфиры гликолы	<i>Dymax 9–20557</i>
Формальдегид или бутадиен	<i>Humiseal 1851 NS</i>
Хлорированные углеводороды и др.	<i>Humiseal 1873</i>
Клей <i>Loctite Sumo, Gorilla Glue</i> и др.	<i>Humiseal 1 C49 LV, 1 H20 AR1, UV40</i>
Спрей <i>Clean-Up</i>	<i>Specialty Coating Systems – Parylene</i>
<i>Clorox bleach</i>	<i>TechSpray Turbo-Coat Acrylic Conformal Coating (2108-P)</i>
<i>Loctite 384 Adhesive</i>	
<i>Loctite 242 threadlocker</i>	
<i>Loctite 7387 activator</i> и др.	

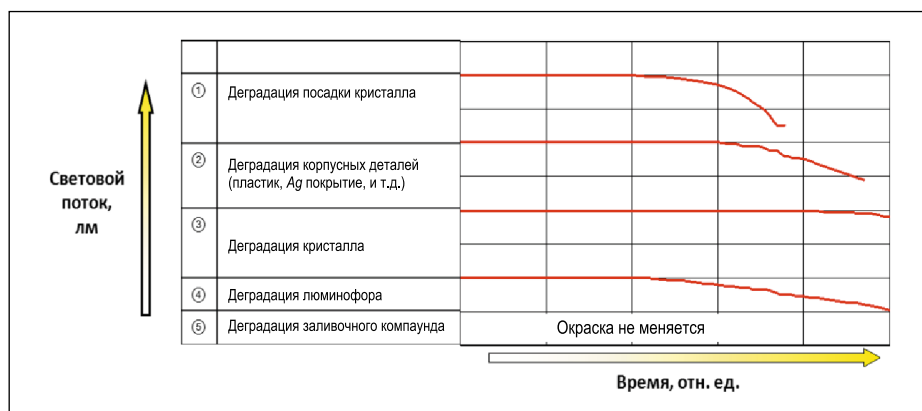


Рис. 9. Относительные скорости различных составляющих деградации белых светодиодов

вая отдача снижается на 7–10 % за счёт деградации полимерной основы клея, которая как бы набухает и теряет сплошность, что повышает омическое сопротивление контактной системы и, в конечном счёте, — прямое входное напряжение на СД. Кроме вышеназванных причин, происходят пожелтение, помутнение и эрозия верхней поверхности силиконовой люминофорной системы, что приводит к потерям до 8–12 % светового потока.

В зависимости от условий окружающей среды (химический состав и температура) вышеуказанные процессы деградации резко меняют свою кинетику и численные параметры. В итоге на практике уровень дегра-

дации может достигать более 50 %, вплоть до полного отказа. С целью повышения влагостойкости и снижения деградации светодиодной техники с 1994 г. нами проводятся исследования по возможности нанесения лаковых (герметизирующих) покрытий и заливочных композиций на СД и СД-модули. Некоторые результаты этих исследований были использованы при создании светильника типа ССА-24-Б-2, с СД, который отличался высокой вандалоустойчивостью и широко применялся в пешеходных подземных переходах. В нём применялись белые СД мощностью 500 мВт с линзами из эпоксидной смолы, полностью залитые эластичной полимер-



Рис. 8. Осветитель со светодиодами, совмещенный со световодным знаком «Пешеходный переход» с эффектом анимации

ной композицией толщиной около 8 мм. Данный тип изделий (рис. 10) производился и успешно эксплуатировался в течение 8 лет, однако после того как на рынке появились СД мощностью более 1 Вт с силиконовыми линзами сплошная заливка оптическими компаундами модулей из таких СД начала давать нестабильные результаты.

Ситуация усложнилась, когда (в последнее время) непосредственно вблизи СД-источников света на печатных платах стали устанавливать стабилизаторы тока, микроконтроллеры, термисторы, точные изделия, фото- и акустические датчики, элементы вторичной оптики, причём для монтажа используются различные клеи и пасты. Кроме того, для уменьшения электрических утечек и обеспечения надёжной работы электронного устройства в целом многие элементы рекомендуется лакировать. Появилась проблема химической совместимости СД и технологических химикатов, применяемых при сборочных операциях (см., напр., табл. 1) [6].

Некоторые результаты наших исследований по повышению влагостойкости СД-модулей оптическими компаундами недавно опубликованы [7].

По нашему мнению, самые перспективные полимерные материалы для герметизации СД — материалы типа «*parylene*» [8] и перфторированные полимеры, которые отличаются наилучшей совокупностью требуемых свойств для качественной герметизации (табл. 2) [9]. К тому же, эти материалы устойчивы к УФ излучению.

При этом характеристики, приведённые в табл. 2, определяют по специальным методикам в аккредитованных лабораториях. Они представляют неполный перечень требуемых свойств полимерных материалов, под-

Таблица 2

## Свойства перфорированных полимеров

Свойства	Единица измерения	Значение
Твёрдость	ед. Шора А	60–70
Показатель преломления		1,33
Коэффициент теплового расширения (40–100 °С)	1/°С	(1,8–2,0) 10 <sup>-4</sup>
Абсорбция воды (60 °С, 24 ч)	%	< 0,1
Проницаемость кислорода (25 °С)	мол·м/м <sup>2</sup> ·с·Па	4,8·10 <sup>-15</sup>
Поглощение влаги (40 °С, при отн. влажн. 90%)	г·м/м <sup>2</sup> ·день	0,63



Рис. 10. Светильник со светодиодами типа CCA-24-B-2 производства ГП «ЦСОТ НАН Беларуси»

лежащих учёту при разработке технологии герметизации печатных плат, и их следует дополнить данными по проницаемости других, особенно агрессивных газов ( $NO_2$ ,  $SO_2$ , соединения хлора и т. д.), содержащихся в атмосфере.

Ещё одним важным моментом, влияющим на долговременную стабильность светотехнических характеристик СДТ, является правильное использование ультразвуковых (УЗ) технологических обработок (отмывка, приварка выводов). Обычно для повышения эффективности очистки печатных плат с кремниевыми микросхемами, резисторами, конденсаторами и т. д. применяется ультразвук. Другая картина наблюдается при отмывке печатных плат с установленными СД. Рассмотрим несколько вариантов использования ультразвука разными производителями СД:

- **OSRAM (Германия):** очистка в УЗ-ваннах НЕ РЕКОМЕНДУЕТСЯ.

- **SHARP (Япония):** рекомендованные условия: комнатная температура, частота 40 кГц, плотность УЗ-мощности 30 Вт/л, время воздействия 3–5 мин.

- **NationStar (КНР):** УЗ-мощность не должна превышать 300 Вт, перед УЗ-очисткой необходим подбор безопасных режимов, исключающих дефектообразование.

В реальных условиях на эффективность применения УЗ-очистки влияют температура и состав жидкости, вектор приложения УЗ-волны, размер и форма ванны, способ расположения деталей в ней и др. Неправильно выбранные режимы УЗ-отмывки ведут к полному отказу работоспособности либо существенно ускоряют деградацию. Поэтому без тщательных исследований этого процесса гарантировать долговременность работы СДТ (после использования ультразвука) не представляется возможным.

И несколько слов о стабильности характеристик светодиодов с СД в реальных условиях. При эксплуатации уличных светильников загрязняется их рассеиватель и, соответственно, падает световой поток. В этом смысле светильник с СД ничем не отличается от его аналогов с лампами «ДНАТ» и «ДРЛ». Периодическая чистка (протирка) рассеивателя, особенно поликарбонатного, может по-

вреждать его поверхность, необратимо менять его оптические свойства и являться слишком затратной. В этой связи удивляет предложение нескольких компаний-производителей вторичной оптики: использовать её для СД или СД-модулей, не закрывая рассеивателем, что явно чревато деградацией оптических свойств осветительного прибора в целом.

Решение указанных проблем не под силу мелким организациям и компаниям, обычно плохо понимающим важность создания высококачественной (и потому, увы, недешёвой) СДТ. Проблемы эти могут успешно решать только специалисты высокой квалификации, работающие в научно-исследовательских центрах и компаниях, обладающих достаточной квалификацией по тематике, связанной с СДТ и микроэлектроникой. По нашему мнению, настало время вводить технологический аудит производителей СДТ перед допуском их на рынок.

Соответствующие работы желательно координировать в рамках научно-технического сотрудничества между организациями-партнёрами. Иначе указанные критические точки либо затормозят, либо вообще остановят процесс широкого внедрения высокоэффективной СДТ в жизнь.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лишик С.И., Паутино А.А., Поседейко В.С., Трофимов Ю.В., Цирков В.И. Проблемы применения светодиодов в осветительных и светосигнальных устройствах и пути их решения // Светотехника. – 2008. – № 4. – С. 22–26.
2. Release; date:2013–01–11/FM-P3528 WPS-450 Q. URL: [http://www.nationstar.com/version NO: В \(дата обращения: 25.11.2013\).](http://www.nationstar.com/version NO: В (дата обращения: 25.11.2013).)
3. RoHS Compliance/C35 Application Note V1.3. URL: [http://www.semileds.com \(дата обращения: 25.11.2013\).](http://www.semileds.com (дата обращения: 25.11.2013).)
4. Handling instructions (LED LAMP). URL: [http://www.sharp-world.com/products/device/index.html \(дата обращения: 25.11.2013\).](http://www.sharp-world.com/products/device/index.html (дата обращения: 25.11.2013).)
5. Projection of Long Term high Output Performance AS AlInGaP LED Technology, Application Brief I-007, Hewlett-Packard, 5964–6228 E (4/96). Sending New Signals, Hewlett-Packard. Printed in Germany, 06/96, CMO 08.
6. XLAMP Chemical Compatibility/ Cree Inc./CLD-AP63 REV 4 August, 2013, P.3.
7. Trofimov Yu.V. et al. White led modules encapsulation features // Semiconductor Physics, Quantum Electronics & Optoelectronics. – 2013. – Vol. 16, # 2. – P. 194–197.

8. Гусев А.В. и др. Перспективы применения наноструктурированных полимерных и нанокомпозитных пленок на основе полип-ксилилена для микро-, опто- и наноэлектроники // Радиотехника и электроника. – 2009. – Т. 54, № 7. – С. 875–886.

9. Sugiyama N., Ohkura M. Curable Perfluorinated Polymer for High Power LED Encapsulation // Res. Reports Asahi Glass Co., Ltd. – 2012. – 62. – P. 23–29.



**Лишик Сергей Иванович,**  
кандидат техн. наук.  
Окончил в 1999 г. физический факультет Белорусского государственного университета. Учёный секретарь ГП «ЦСОТ НАН Беларуси»



**Поседыко Валерий Сергеевич,**  
кандидат техн. наук.  
Окончил в 1981 г. факультет радиофизики и электроники Белорусского государственного университета. Заведующий научно-исследовательским отделом ГП «ЦСОТ НАН Беларуси»



**Трофимов Юрий Васильевич,**  
кандидат техн. наук.  
Окончил в 1972 г. химический факультет Белорусского государственного университета. Директор ГП «ЦСОТ НАН Беларуси»



**Цвирко Виталий Иванович,**  
инженер. Окончил в 2000 г. факультет радиофизики и электроники Белорусского государственного университета. Начальник испытательной лаборатории УП «ЦКБ НАН Беларуси»

## Светодиодный форум 2013 года

В рамках выставки «*Interlight Moscow powered by Light+Building*» 6 ноября 2013 г. прошёл очередной Московский международный форум по освещению светодиодами (*LED Forum*). На нём присутствовали 150 специалистов из разных стран. Форум состоял из пленарной и трёх отдельных сессий. Программа данного мероприятия приведена ниже.

Пленарная сессия:  
Открытие Форума. Приветствия. Выступления.

Стратегия компаний на рынке общего освещения. А. Чилано, *Osram Opto Semiconductors*

Механизмы Фонда «Сколково» по поддержке инновационных проектов в сфере светодиодных технологий. О. Перцовский, П. Морозов, Фонд «Сколково»

Светодиодная революция. Б. Вельтхаус, *Philips*

Обзор мирового LED-рынка в 2012–2017 гг. К. Евстратьева, *Strategies Unlimited*

Светодиоды: конец старого света? С.А. Боровков, «Лайтинг Бизнес Консалтинг»

**Сессия «Технологии и наука» - модератор проф. Ю.Б. Айзенберг, ООО «ВНИСИ им. С.И. Вавилова»:**

Полихромные спектрально перестраиваемые полупроводниковые источники света: опыт разработки и применения – А.Л. Закагейм, ФГБУН «Научно-технологический центр микроэлектроники и субмикронных гетероструктур РАН»

Обзор современных светодиодных технологий для освещения – М.А. Одноблюдов, ЗАО «Оптоган»

Зависимость зрительных функций от спектрального состава излучения – проф. П.П. Зака, ФГБУН «Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля РАН»

Критические точки современного этапа развития светодиодной техники – Ю.В. Трофимов, ГП «Центр светодиодных и оптоэлектронных технологий Национальной академии наук Беларуси»

Использование квантовых точек в светодиодном освещении – А. Назаркин, НТИЦ «Нанотех-Дубна»

Органические светодиоды для систем освещения. Перспективы и проблемы – проф. Н.Н. Усов, ОАО «ЦНИИ «Циклон»

**Сессия «Бизнес» - модератор В.А. Смирнов, Rainbow Electronics.**

Общая тема сессии – Ключевые звенья создания конкурентоспособного продукта для систем внутреннего освещения.

Требования рынка внутреннего освещения к источникам света – М. Сайерс, *Cree Europe GmbH*

Конкурентные преимущества светильников с использованием вторичной оптики. Управление световым потоком, эстетика, эффективность светового прибора и осветительной установки – Т. Мякинен, *Ledil*

Возможности экономии средств на этапах разработки, производства и эксплуатации светильника. Подбор тепловых режимов – А.Т. Ключник, *Rainbow Electronics*

Разработка конкурентоспособного светодиодного светильника с использованием специализированных инженерных ресурсов. Бизнес-модель светотехнического направления *Rainbow Electronics* – В.А. Смирнов, *Rainbow Electronics*

Интеллектуальная система управления освещением – Янг Су Ли, *LG Innotek*

Построение интеллектуальных систем управления освещением на примере ГАМТ – О. Проскурин, ООО «Светосервис» и ГК «Светосервис»

**Сессия «Дизайн» - модератор В. Зибаров, Osram Opto Semiconductors**

Светодиоды 2014: Что год грядущий нам готовит? – В. Зибаров, *Osram OS*

Нужен ли светодиодному светильнику радиатор? – А. Шаракшанэ, ИРЭ РАН и «ЛидерЛайт»

Световое решение: питание, оптика, охлаждение – Ю. Молодкин, *EBV Elektronik*

Светодиодное декорирование как создание динамичной инфраструктуры дизайна в масштабах мегаполиса – Ю. Крылова, А. Никитин, *Студия Model/Vision*

Презентация арт-объектов – Т. фон Варденбург, М. Трушина

# Международная выставка декоративного и технического освещения, электротехники и автоматизации зданий «Interlight Moscow powered by Light + Building»

5–8 ноября 2013 г. в ЦВК «Экспоцентр», в Москве, проходила очередная Международная светотехническая выставка, официальным организатором которой с 2012 г. является концерн *Messe Frankfurt GmbH*. Выставка занимала павильоны «Форум», 1, 3, 7 и 8. В мероприятии приняли участие 787 фирм из 28 стран. Наиболее широко были представлены КНР и Россия.

По сравнению с предыдущими годами выставка 2013 г. отличалась значительно большим числом экспонентов и стран-участниц (в 2012 г. 600 и 26 соответственно) и одновременно меньшим количеством действительно новых и интересных экспонатов. На выставке блистали своим отсутствием стенды таких гигантов как *General Electric*, *Philips*, *Zumtobel*, *Tridonic*, *Thorn*, *Aura*, *Fagerhult* и «Ватра». Новинки, достойные особого упоминания в обзоре, приходилось буквально выискивать, и ниже отмечаются некоторые из них.

## 1. Источники света

Из источников света превалировали СД (СД). Наиболее высокие параметры их заявлены корейской фирмой *Seoul Semiconductor*: световая отдача до 180 лм/Вт (для «голых») СД при температуре  $p-n$ -перехода  $+25\text{ }^\circ\text{C}$ ). Срок службы СД средней и высокой мощности ( $\geq 1\text{ Вт}$ ) – от 25000 до 40000 ч. Некоторые фирмы (в основном второстепенные) заявляют и 50000 ч.



Рис. 1. Светодиодные лампы прямой замены. «Светлана-Оптоэлектроника», Санкт-Петербург



Рис. 2. Светодиодные лампы с разными цоколями. КНР

На стенде *Osram Opto Semiconductors* виртуально присутствовали новые СД «*DURIS S5*» мощностью до 1 Вт с керамическим корпусом и размерами  $3\times 3\text{ мм}$ . Световая отдача – до 125 лм/Вт (при  $+25\text{ }^\circ\text{C}$ ), общий индекс цветопередачи  $R_a = 85$ , диапазон коррелированных цветовых температур (КЦТ) – от 2700 до 6500 К.

Фирма *Seoul Semiconductor* представила три варианта светодиодных модулей (СДМ) «*Acriche*», которые рассчитаны на прямое включение в сеть 220 В, мощностью 4, 8 и 12 Вт. Световая отдача модулей – более 80 лм/Вт, срок службы – 40000 ч.

На стендах многих фирм были представлены светодиодные лампы прямой замены (СДЛПЗ) ЛН и ЛЛ. Особенно много их было на стендах российских фирм «Эко-ла», «Навигатор» и «Вартон». Однако достоверность параметров изделий на этих стендах вызывала большие сомнения. Так, на стенде «Вартона» демонстрировалась СДЛПЗ с цоколем *E14* и мощностью 5 Вт фирмы *Gauss* «как аналог ЛН мощностью 60 Вт», тогда как по реальному световому потоку эта новинка соответствует ЛН мощностью  $\leq 25\text{ Вт}$ .

Очень широкий ассортимент СДЛПЗ с реальными параметрами представила американская фирма *Verbatim*. Их световая отдача – до 91 лм/Вт, срок службы – до 30 000 ч, и  $R_a$  – не менее 80. Заменой ЛН мощностью 60 Вт фирма считает свою СДЛПЗ мощностью 9,5 Вт.

Отличные СДЛПЗ «*iRLED-A60*» с цоколем *E27* экспонировались на стенде фирмы «Светлана-Оптоэлектроника» её дочерним предприятием «ИРСЭТ-Центр» (рис. 1). Их мощность – от 8 до 12 Вт, световая отдача – до 82 лм/Вт, срок службы – 30000 ч и масса – 160–165 г. Кроме СДЛПЗ с цоколем *E27*, на стенде присутствовали и лампы с цоколем *E14* мощностью 4 Вт в форм-факторах ЛН «свеча» и «свеча на ветру», а также зеркальные СДЛПЗ с корпусом *R16* мощностью 4 и 5 Вт.

Невероятным разнообразием форм, мощности и цветности излучения отличались СДЛПЗ десятков китайских фирм. Среди них выделялись миниатюрные СДЛПЗ ГЛН с цоколями *G4* и *G9* (рис. 2). На некоторых стендах присутствовали даже СДЛПЗ КЛЛ с цоколем *G23*.

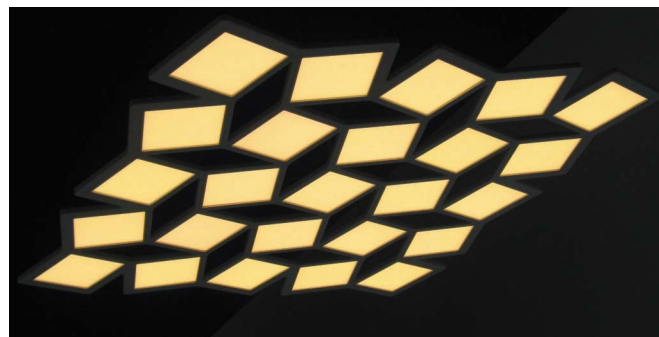


Рис. 3. Подвесной светильник с органическими светодиодами. «Световые Технологии», Москва



Рис. 4. Подвесные светильники с органическими светодиодами. «Световые Технологии», Москва



Рис. 5. МГЛ с эллипсоидными керамическими горелками. «Рефлакс», Москва

Органические СД в реальных изделиях особенно смотрелись на стенде «Световых Технологий», где экспонировалось несколько типов светильников с такими СД фирмы **LG** (рис. 3 и 4). При этом мощность отдельных органических СД-модулей – около 3 Вт, световая отдача светильников – 80 лм/Вт и КЦТ – около 3000 К. Световой поток светильников может легко регулироваться в широких пределах (от нуля до максимума). Информация об органических СД выкладывалась на стендах **Verbatim**, **Osram**, **Panasonic** и некоторых других фирм.

«Традиционные» источники света были представлены мало. Параметры представленных ЛН, ЛЛ, КЛЛ и РЛВД (МГЛ и НЛВД) по сравнению с прошлым годом не изменились. Здесь заслуживают особого упоминания российская фирма «Рефлакс» и «Львовский электроламповый завод «Искра» (Украина).

На стенде «Рефракса» были впервые показаны МГЛ с керамической горелкой эллипсоидной формы мощностью от 50 до 680 Вт (рис. 5) и МГЛ с кварцевой горелкой мощностью 1000 Вт. Световая отдача ламп – до 120 лм/Вт, а срок службы – до 20000 ч. А на стенде «Искры» демонстрировались практически все типы «традиционных» источников света (кроме разве что МГЛ с керамической горелкой). Особенно запомнились КЛЛ мощностью до 105 Вт с параметрами как у ведущих мировых производителей.

Отметим ещё два российских экспонента, **ГК «БСКА»** и **ITL (ООО «Ай Ти Эл Рус»)**, впервые участвовавших в выставке «Interlight Moscow» и представивших безэлектродные индукционные ЛЛ (БИЛЛ), конструктивно аналогичные известным лампам «Endura» (**Osram**), и светильники с ними (рис. 6 и 7). Лампы – круглой и овально-прямоугольной форм, мощностью от 38 до 400 (!) Вт (а лампы «Endura» выпускается мощностью 80 и 125 Вт) – изготавливаются в КНР по запатентованной конструкции и технологии. Световая отдача ламп – до 85 лм/Вт, заявленный срок службы – 80000–100000 ч, рабочая частота – 225 кГц. По данным каталогов и заявлениям представителей обеих фирм, рабочий диапазон температур окружающего воздуха – от –40 до +40 °С (**ITL**) и даже от –50 до +70 °С (**ГК «БСКА»**). Габариты овально-прямоугольной БИЛЛ мощностью 400 Вт – 850×158×100 мм, наружный



Рис. 6. Безэлектродные индукционные люминесцентные лампы. ITL, Россия



Рис. 7. Светильник с безэлектродной индукционной люминесцентной лампой. ITL, Россия

диаметр круглой лампы такой же мощности – 420 мм. Интересно, что в каталоге фирмы ООО «Ай Ти Эл Рус» приведены расчётные сроки окупаемости БИЛЛ и СД при замене ртутных ламп ВД «ДРЛ»: 1,5–3 и 4–5 лет соответственно. Гарантия фирм на свою продукцию – 5 лет. Кроме самих ламп и блоков питания для них, обе фирмы показали широкий ассортимент осветительных приборов с БИЛЛ (светильники с разным светораспределением, в том числе взрывозащищённые и тоннельные, наружного и внутреннего освещения, прожекторы заливающего света и др.).

Наглядным объектом применения БИЛЛ явился 8-й павильон выставки, освещаемый светильниками с ними.

Ещё одним интересным стендом по источникам света порадовала фирма «Люмен» (Саранск). На нём экспонировались изделия, созданные по технологии удалённого



Рис. 8. Подвесной светильник со светодиодами с торцевым вводом света. «Световые Технологии», Москва



Рис. 10. Фрагмент стенда «Ардатовского светотехнического завода»



Рис. 9. Светильник отражённого света со светодиодами. «Световые Технологии», Москва

люминофора – специально покрытые люминофором пластины и плёнки из поликарбоната. При их облучении синим СД (с пиковой длиной волны 454 нм) они светятся, и их цветность определяется применяемым люминофором. Разделение излучающего кристалла и люминофора облегчает тепловую нагрузку на кристаллы и люминофор, расширяет перечень применимых люминофоров, повышает коэффициент использования первичного потока излучения кристаллов, открывает возможности повышения световой отдачи,  $R_a$  и срока службы системы «кристалл-люминофор», на порядки уменьшает яркость светящей поверхности. В представленных фирмой образцах ламп с удалённым люминофором при КЦТ 3500 К достигнута световая отдача 145 лм/Вт при  $R_a \geq 90$ . При

этом выход наружу возбуждающего синего излучения очень мал, что практически исключает так называемую синюю опасность таких СД.

## 2. Осветительные приборы

С июля 2012 г. в России действует новый ГОСТ 54350–2011 «Приборы осветительные. Светотехнические требования и методы испытаний». Благодаря это-



Рис. 11. Светильник с безэлектродной индукционной люминесцентной лампой. «Ардатовский светотехнический завод», Россия

му ГОСТу на выставке было значительно меньше, чем в предыдущие годы, безграмотно сконструированных осветительных приборов с СД. Так или иначе многие фирмы решают две основные проблемы этих приборов – необходимость отвода тепла от СД и исключение слепящего действия (блёкости) приборов.

Наиболее широкий ассортимент хороших приборов с СД, как и в прошлом году, был представлен на стенде МГК «Световые Технологии». Кроме вышеупомянутых светильников с органическими СД, большой интерес вызывали подвесной светильник с торцевым вводом света толщиной всего 9 мм (рис. 8), светильник отражённого света (рис. 9), светильники и прожекторы для внутреннего и наружного освещения как с СД, так и с «традиционными» источниками света. Стоит добавить, что сегодня ассортимент продукции «Световых Технологий» включает более 2500 моделей осветительных приборов разного назначения.

На стенде «Ардатовского светотехнического завода» (ОАО) была впервые представлена экспозиция с установленными рядом, для сравнения, светильниками с СД и с «традиционными» источниками света с весьма близкими световыми параметрами (рис. 10). Работники завода подготовили и таблицы с параметрами таких светильников, в которых отмечены все их достоинства и недостатки. Это позволяет потребителям более обоснованно подходить к выбору светильников. На стенде демонстрировались и новинки завода, в том числе светильники с БИЛЛ для промышленных предприятий (рис. 11).

Холдинг **BL Group** экспонировал несколько типов новых осветительных приборов. Отметим среди них встра-



Рис. 12. Декоративный уличный светильник со светодиодами. BL Group, Москва

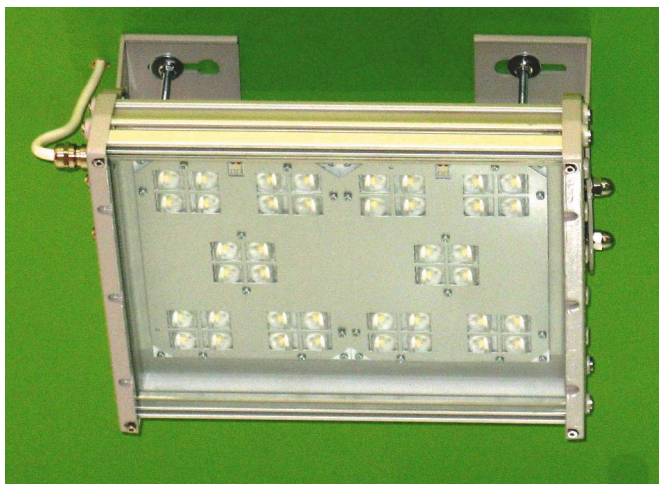


Рис. 13. Аварийный светильник со светодиодами для автодорожных тоннелей. «Белый свет», Москва



Рис. 15. Уличные светильники. «Амира», Санкт-Петербург

иваемые в грунт прожекторы с СД для архитектурного освещения зданий (в том числе в Московском Кремле), кольцевой СДМ и декоративный уличный светильник с ним (рис. 12), а также красивые уличные светильники с СД и др.

Несколько интересных новинок присутствовало на стенде московского завода «Белый свет». Здесь выделялись аварийный светильник с СД для автодорожных тоннелей (рис. 13), светящийся поручень для указания путей эвакуации (рис. 14) и блок аварийного питания для светильников с СД.

Фирма «Амира» экспонировала три типа уличных светильников с СД разной мощности (рис. 15).

Хорошие взрывозащищённые светильники с СД демонстрировались на стендах фирм «Атомсвет», «Физтех-Энерго» (Томск) и «Ашасвет» (Аша, Челябинская область) (рис. 16–18).

Грамотно сконструированные светильники с СД в широком ассортименте были представлены на стендах молодых предприятий «Лампирис» (Новосибирск) и «Эколайт» (Москва).



Рис. 14. Поручень-эвакуационный указатель. «Белый свет», Москва



Рис. 16. Взрывозащищённые светильники. «АтомСвет», Россия

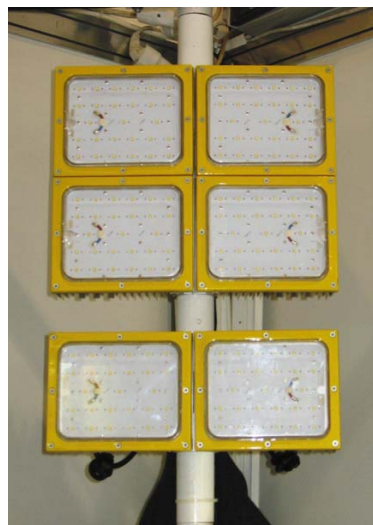


Рис. 17. Взрывозащищённые светильники. «Физтех-Энерго», Россия

Интересную продукцию, защищённую патентами, экспонировала фирма «Фокус» (Фрязино, Московская область): систему герметизации вторичной оптики в светильниках с СД (рис. 19). Эта новая система («Liquid Optical System» – «Liquos») улучшает условия теплоотвода от СД, защищает их от прямого контакта с внешней средой, повышает механическую устойчивость светильников, исключает потери на френелевские отражения на границах СД-воздух и вторичная оптика-воздух. За счёт этого некоторые типы светильников фирмы «Фокус» имеют реальную (подтверждённую испытаниями в ООО «ВНИСИ») световую отдачу  $> 100$  лм/Вт.

Воронежская фирма «НФЛ» показала мощные светильники с СД для освещения больших открытых пространств, например спортивных арен (рис. 20). Мощность светильников – 300 Вт, а высота мачт для их установки – до 20 м.

Разнообразные светильники с разными типами источников света были представлены на стенде завода «Владасвет» (Ковров, Владимирская область). Здесь выделя-





Рис. 18. Взрывозащищённые светильники. «Ашасвет», Россия



Рис. 19. Фрагмент стенда фирмы «Фокус»



Рис. 20. Мощные мачтовые светильники со светодиодами. «НФЛ», Россия



Рис. 21. Уличные светильники. «Владасвет», Россия

На стендах иностранных фирм осветительных приборов, заслуживающих отдельного упоминания, замечено не было.

### 3. Электротехническая продукция. Системы управления освещением. Светотехнические материалы и компоненты. Фотометрия



Рис. 22. Электронные пускорегулирующие аппараты для разрядных ламп ВД. «НФЛ», Россия

По результатам выставок «Interlight Moscow» последних лет можно сказать, что ассортимент ЭПРА для всех типов источников света (ЛЛ, РЛВД, ГЛН, СД) стабилизировался и чего-то принципиально нового здесь никак не появляется. Тем не менее на нынешней выставке фирма «НФЛ» впервые показала ЭПРА для РЛВД (МГЛ и НЛВД) мощностью до 1000 Вт (рис. 22), отсутствующие в ассортименте ведущих иностранных фирм. Аппараты работают в широком интервале сетевого напряжения (175–260 В для сетей 220 В и 320–435 В для сетей 380 В). Коэффициент мощности – 0,98, срок службы – не менее 8 лет, масса аппарата для ламп мощностью 1000 Вт – 2,3 кг (для электромагнитного ПРА – более 13 кг, не считая зажигающего устройства и компенсирующего конденсатора). Кроме ЭПРА, фирма выпускает светильники с МГЛ и НЛВД, в том числе с лампами фирмы «Рефлекс», а также устройства безопасности дорожного движения (информационные табло и указатели).

лись светильники наружного освещения с мощными СДМ фирмы Osram (рис. 21).

Огромный ряд бытовых светильников, в том числе ночников для детских комнат, был выставлен фирмой «Ультра Лайт» (Железнодорожный, Московская область). Среди них можно выделить новые ночники с СД и автономными источниками тока.



Рис. 23. Приспособления для крепления и подключения светодиодов. VJB, Германия



Рис. 25. Мобильная светотехническая лаборатория. «ВНИСИ», Москва

Широчайший ассортимент для источников света был представлен на стендах фирм *Vossloh Schwabe* (Германия) и *Helvar* (Финляндия).

Электроустановочные изделия разного назначения широко демонстрировались фирмами Беларуси, Турции и Германии. На стенде немецкой фирмы *VJB* были представлены, и притом впервые, устройства для установки мощных СДМ разных фирм (рис. 23). К сожалению, российских фирм, демонстрирующих электроустановочные изделия, замечено не было.

Значительно шире, чем в предыдущие годы, на выставке были представлены светотехнические материалы и полуфабрикаты. Кроме постоянного участника выставки немецкой фирмы *Alanod* альзакированную алюминиевую ленту с разным характером отражения демонстрировали итальянская фирма *Anafol* и российские дистрибьюторы.

Заготовки для светильников из поликарбоната, полиметилметакрилата и других материалов экспонировались фирмами *Ledil Oy* (Финляндия), *Gi Plast* и *Metalco* (Италия), «Полигаль Восток» (Россия), *Bayer* (Германия) и др. Среди них особенно выделялся стенд фирмы *Metalco*, производящей отражатели по заказам потребителей (рис. 24). Технология их изготовления согласована с фирмой *Alanod* и позволяет делать отражатели практически любой формы без ухудшения альзакированной поверхности.



Рис. 24. Отражатели разной формы. Metalco, Италия

Широчайшую гамму соединителей для производства светильников представляли немецкие фирмы *Wago* и *Metalluk*.

Российская фирма *Rusalox* (Калуга) экспонировала печатные платы, в том числе алюминиевые, с высокой теплопроводностью, для монтажа СДМ и других греющихся узлов.

Впервые за много лет на выставке появилось фотометрическое оборудование. «ВНИСИ» (ООО) демонстрировал передвижную фотометрическую лабораторию для измерения яркости дорожных покрытий в реальных условиях (рис. 25). В настоящее время она усовершенствуется для обеспечения измерений не только яркости, но и освещённости.

Как никогда широко на выставке были представлены автоматизированные системы управления внутренним и наружным освещением. Отрадно, что они, причём часто оригинальные и не имеющие зарубежных аналогов, демонстрировались многими российскими и белорусскими фирмами. Хотел бы отметить такие фирмы как «Ноотехника» (Беларусь), «Интеллектуальная архитектура», «Разумный дом» и «Фаранда» (Россия), а также *ENIM Lighting* (Литва). Системы управления освещением присутствовали и на стендах многих российских фирм, для которых эта продукция не основная («Световые Технологии», *BL Group*, «Белый свет», «НФЛ»).

В целом, выставка 2013 г. оставила хорошее впечатление. При этом радует стабильное развитие ведущих российских светотехнических предприятий с многолетним опытом работы – «Световые Технологии», «Ардатовский светотехнический завод», «Амира», *BL Group*, «Белый свет», «НФЛ», «Ультра Лайт», «Фокус». Не менее отрадно появление новых предприятий, таких как «Владасвет», «Лампирис», «Эколайт». Однако совершенно подавляет состояние нашей электроламповой промышленности, где кроме «Рефлекса» и «Смоленского электролампового завода («Свет»)» практически ничего не осталось. Несколько скрашивает картину работа петербургских фирм «Оптоган» и «Светлана-Оптоэлектроника».

В рамках выставки проходили традиционные мероприятия: Московский международный форум по светодиодам в светотехнике (*LED Forum*), конференция молодых специалистов, несколько круглых столов, конкурс «Российский светодизайн» и др.

Следующая выставка «*Interlight Moscow powered by Light+Building*» пройдёт 11–14 ноября 2014 г.

*Л.П. Варфоломеев, кандидат техн. наук,  
член редколлегии журнала «Светотехника»*

## ПАМЯТИ ЭДУАРДА МИХАЙЛОВИЧА ГУТЦАЙТА (25.06.1930–01.11.2013)

1 ноября 2013 г. скоропостижно скончался доктор технических наук, профессор кафедры «Светотехника» Национального исследовательского университета «МЭИ» Эдуард Михайлович Гутцайт.

Эдуард Михайлович родился 25 июня 1930 г. В 1954 г. с отличием окончил МЭИ. После распределения три года проработал в особом конструкторском бюро предприятия закрытого типа. В 1956 г. он перешёл в МЭИ на кафедру «Электронные приборы». Начиная со студенческих лет, Э.М. Гутцайт всегда серьёзно занимался научной работой и в 1961 г. защитил диссертацию на соискание учёной степени кандидата технических наук, а в 1966 г. был утверждён ВАК в звании доцента.

В 1997 г. он стал работать на кафедре «Светотехника» МЭИ в должности доцента, где успешно завершил докторскую диссертацию, которую защитил в 1999 году. Эдуард Михайлович был утверждён в должности, а затем и в звании профессора. Он подготовил и прочитал курсы лекций по дисциплинам «Детали и узлы световых приборов» и «Конструирование и технология производства световых приборов». Э.М. Гутцайт создал новые курсы лекций по светодиодам и безэлектродным лампам – «Светоизлучающие устройства» и «Современные проблемы электроники». До своих последних дней он проводил занятия по учебному плану подготовки магистров по дисциплинам «Тенденции развития источников света и пускорегулирующих аппаратов» и «Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники». По этим же дис-



циплинам Эдуард Михайлович разработал и внедрил электронные учебно-методические комплексы (ЭУМК), фактически представляющие собой учебные пособия со всем необходимым для преподавания и понимания этих дисциплин. Э.М. Гутцайт имел гигантский педагогический стаж работы в МЭИ – 53 года. За это время он осуществил руководство дипломными проектами более 100 студентов. Подготовил более десяти учебных пособий, изданных в МЭИ, а также в соавторстве – учебное пособие «Электронные приборы СВЧ», в издательстве «Высшая школа» (1985 г.), и учебное пособие для средних профессиональных учебных заведений «Техника и приборы сверхвысоких частот», в издательстве «Радио и связь» (1994 г.).

Более 230 научных публикаций Э.М. Гутцайта по теории многорезонаторных магнетронов и серных ламп, замедляющих систем, усилителей М-типа и безэлектродных ламп увидели свет в разных изданиях. Среди них 15 авторских свидетельств на изобретения и патентов, более 100 научных статей, в том числе в журнале «Светотехника». Ряд важнейших результатов его многочисленных НИР был исполь-

зован в технических изделиях. В частности, в телеметрической аппаратуре космических станций «Венера-15» и «Венера-16», фотографировавших Венеру в 1980-х, (по результатам НИР ОКБ «МЭИ»). При этом Э.М. Гутцайт отмечал, что в последние годы его больше всего интересовали теоретические исследования по светодиодным модулям на основе электродинамических систем с квантовыми точками, нитями, звёздочками и колечками.

Эдуард Михайлович и в свой последний год жизни был как всегда активен и как педагог, и как руководитель НИР. Он продолжал ответственно выполнять порученные ему дела. В частности, работать секретарём Государственных экзаменационных комиссий по образовательным программам подготовки бакалавра и инженера по специальности «Светотехника и источники света» и ответственным за проведение практик студентами 6-го курса НИУ «МЭИ» по этой же специальности.

Прощаясь с нашим коллегой и учителем, мы ещё раз отмечаем его замечательные человеческие качества: настойчивость в достижении целей, повышенную ответственность при выполнении порученных дел и большой научный потенциал. Мы будем всегда помнить Эдуарда Михайловича Гутцайта как доброго и умного человека, большого специалиста в области электронных приборов и светотехники, одним словом – профессора в самом высоком понимании этого слова.

**Редколлегия и редакция  
журнала, сотрудники кафедры  
«Светотехника» НИУ «МЭИ»,  
друзья и ученики**

# СОДЕРЖАНИЕ

## ЖУРНАЛА «СВЕТОТЕХНИКА» ЗА 2013 ГОД

### ОБЩИЕ ВОПРОСЫ

**Главное событие года** в светотехнической отрасли России, СНГ и Восточной Европы. Е.В. Долин. № 5–6. С. 6.

**Деловая программа выставки.** № 5–6. С. 17.

**Журнал «Светотехника» в 2012 году.** Ю.Б. Айзенберг. № 1. С. 4.

**Михайлов О.М., Томский К.А.** Светотехника и коммерциализация технологий. № 5–6. С. 40.

**Приветствие** президента Messe Frankfurt В. Марцина. № 5–6. С. 4.

**Приветствие** директора «Мессе Франкфурт РУС» О. Аллеса. № 5–6. С. 4.

**Приветствие** от экспертного совета выставки: Выставка и развитие светотехнического рынка. Ю.Б. Айзенберг, А.Г. Шахпарунянц. № 5–6. С. 5.

**Список участников выставки.** № 5–6. С. 7.

**Схема экспозиции выставки.** № 5–6. С. 6.

**БИЗНЕС И ИННОВАЦИИ.** №№ 1 и 3. С. 10; № 2. С. 4; № 4. С. 8.

Энергосбережение в светотехнических установках

**Корниенко С.В.** Расчёт теплопотуплений от солнечного излучения для оценки энергоэффективности зданий. № 2. С. 64.

**Протокол заседания** Национальной платформы освещения. № 5–6. С. 100.

### ИСТОЧНИКИ ИЗЛУЧЕНИЯ

**Боос В.Г., Георгобиани С.А., Клыков М.Е., Лобанов М.В., Меркулова А.П., Прикупец Л.Б., Софронов Н.Н.** Динамика параметров натриевых ламп ВД в процессе эксплуатации в уличных ОУ. № 3. С. 18.

**Бауман Д.А., Маслова Е.В.** Технологические решения при серийном производстве светодиодов. № 5–6. С. 24.

**Ван В., Гэ А., Цю П.** Конструирование основанных на овале Декарта линз произвольной формы для светодиодов. № 3. С. 33.

**Гальчина Н.А., Гутцайт Э.М., Дворников Е.А., Коган Л.М., Рассохин И.Т., Социн Н.П., Туркин А.Н., Юнович А.Э.** Светодиодное устройство с улучшенной цветопередачей. № 1. С. 32.

**Гутцайт Э.М., Закгейм А.Л., Коган Л.М., Маслов В.Э., Социн Н.П.** К моделированию стандартных источников света светодиодными модулями. № 4. С. 61.

**Зонг Ю., Хьюлетт Д.** Разработка полностью автоматизированной установки для испытаний светодиодов на срок службы. № 3. С. 24.

**Китсинелис С., Ли Ц.Ю., Лю М.Ч., Циссис Ж., Чжан Ю., Чэнь Ш.П.** Новая плоская лампа тёмного разряда с катодлюминофором для заднего освещения. № 2. С. 41.

**Рабинович О.И.** О квантовом выходе светодиодов на основе *InGaN/GaN*-структур на кремниевых подложках. № 1. С. 26.

### ПУСКОРЕГУЛИРУЮЩИЕ АППАРАТЫ

**Георгибани С.А., Горев Л.В., Клыков М.Е., Коваленко Е.А.** Электромагнитные ПРА для светодиодов. № 4. С. 56.

### СВЕТОВЫЕ ПРИБОРЫ

**Аладов А.В., Закгейм А.Л., Мизеров М.Н., Черняков А.Е.** Полихромные спектрально-перестраиваемые осветительные приборы со светодиодами: опыт разработки и применения. № 5–6. С. 34.

**Александрова О.Ю., Бондаренко С.М., Гутцайт Э.М., Жидков Р.А.** Современное состояние, перспективы развития и применения осветительных устройств на основе СВЧ разряда. № 2. С. 37.

**Барцев А.А., Беляев Р.И., Столяревская Р.И.** Особенности программы

испытаний осветительных приборов со светодиодами в ООО «ВНИСИ». № 4. С. 27.

**Дюз Д.** Светильники со светодиодами с пониженным уровнем блёскости для эргономичного офисного освещения. № 1. С. 23.

**Лон Т., Лю М., Шэнь Х.** Компьютерное исследование влияния конструктивных параметров на КПД светильников со светодиодами и отражателем. № 3. С. 43.

**Мариничев Д.В., Низовский Л.В., Орловский В.Н., Холодилов В.И.** Об особенностях конструкции и параметрах системы охлаждения мощного осветительного прибора со светодиодами. № 3. С. 29.

### СВЕТОТЕХНИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ

**Будак В.П., Мешкова Т.В.** *DIALux 4.10* и *DIALux EVO*. Главные различия. № 3. С. 38.

**Коробко А.А.** Аналитическая модель показателя яркости дорожного покрытия. № 4. С. 38.

**Латушкин А.А., Ли М.Е., Мартынов О.В.** Некоторые аспекты применения светодиодов в гидрооптической аппаратуре. № 2. С. 45.

Лебедкова С.М., Пантелеева Н.С. Метод количественной оценки оптимальных цветовых решений офисного пространства. № 3. С. 48.

Лунчев В.А. Современные традиционные и светодиодные технологии для уличного освещения: «за» и «против». № 5–6. С. 18.

---

### ЕСТЕСТВЕННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ

---

Будак В.П., Смирнов П.А. Физическая модель небосвода для расчётов естественного освещения. № 2. С. 59.

---

### ОСВЕЩЕНИЕ ГОРОДОВ

---

Будак В.П., Мешкова Т.В. Об освещении Петербургского метрополитена им. В.И. Ленина. № 4. С. 69.

Винкельс К. Разработка и реализация мастер-плана освещения Дрездена. № 1. С. 35.

Гюлер Ё., Явуз С., Яникоглу Е. Оценка систем управления совмещённым освещением на основе результатов долгосрочных экспериментов. № 1. С. 41.

Ден Ш., Хейндерикс И., Чжан М., Чжу С., Чэн В. Изучение восприятия дискомфорта при яркости при дорожном освещении светодиодами. № 2. С. 51.

Ли В., Хейндерикс И., Чжу С., Чэн В. Изучение восприятия водителями мельканий низко подвешенных светильников со светодиодами. № 3. С. 53.

Назаров Ю.В. Свет в городе – проблемы и перспективы. № 2. С. 57.

---

### ОБЛУЧАТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

---

Вассерман А.Л. Экспериментальная оценка бактерицидной производительности бактерицидных блучателей. № 3. С. 68.

---

### СВЕТ И ЗДОРОВЬЕ

---

Бизяк Г., Кланичек-Гунде М., Кобав М.Б., Маловр-Ребек К. Спектры излучения и фотобиологическое действие светодиодов. № 2. С. 20.

Войтысяк А., Лю Ц. Биологическое действие освещения – традиционного и светодиодами. № 2. С. 17.

Зак П.П., Трофимова Н.Н. О спектральной зависимости зрительных функций в сопоставлении с характеристиками белых светодиодов. № 5–6. С. 31.

Ошурков И.А., Поляков В.Д., Ремизевич Т.В. О нормативных и гигиенических аспектах питания светодиодов. № 2. С. 12.

---

### ФОТОМЕТРИЯ И КОЛОРИМЕТРИЯ

---

Бодроги П., Брюкнер С., Краузе Н., Кхан Т.К. Семантическая интерпретация индексов цветопередачи: сравнение *CRI* и *CRI2012*. № 4. С. 23.

Гань Ю., Лю М., Чжоу С. Инновационный прибор для измерения полного светового потока светодиодов: реализация и анализ погрешностей. № 4. С. 42.

Герлофф Т., Линдемманн М., Пендза Ш., Шперлинг А., Таддео М., Широков С. Разработка нового мощного светодиодного эталона сравнения. № 4. С. 47.

Горшкова Т.Б., Рыжков И.В., Саприцкий В.И. Новые возможности измерения фотометрических и колориметрических величин светодиодной продукции. № 1. С. 29.

Закгейм А.Л., Черняков А.Е. Измерительный комплекс для получения спектрорадиометрических, фотоколориметрических и тепловых характеристик полупроводниковых излучателей. № 4. С. 51.

Пуолакка М., Халонен Л. Фотометрия в условиях сумеречного зрения – новая рекомендованная МКО система. № 1. С. 18.

---

### ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ СВЕТОТЕХНИКА

---

и физиологическая оптика

Дзенья Л., Росси Д., Росси Л., Якомусси П. Размер зрачка при действии различных источников света. № 2. С. 30.

Леонидов А.В. Об управлении циркадианной ритмической человека естественным облучением. № 3. С. 65.

Хейндерикс И., Чиокою Д., Чжу С. Оценка адаптации глаза при типичных значениях яркости в поле зрения при движении автомобиля по городским улицам. № 4. С. 33.

Соловьёв А.К. Оценка освещения помещений с применением теории светового поля. № 4. С. 66.

---

### СВЕТОВОЙ ДИЗАЙН

---

Васильева Т.С. Светодизайн костюма. № 2. С. 47.

Итоги конкурса «Российский светодизайн – 2012». П.А. Федорищев. № 1. С. 60.

Щепетков Н.И. Путевые заметки о светодизайне в городах США. № 3. С. 57.

Маркетинг и рынок светотехнических изделий

Емельянов Н.И. Российский светотехнический рынок энергоэффективных изделий и его развитие. № 5–6. С. 76.

Укрепляя обратную связь. И.Е. Макарова. № 5–6. С. 82.

«*Suncyl*» – энергия Солнца и ветра. А.В. Степано. № 5–6. С. 83.

---

### ДИСКУССИИ

---

Айзенберг Ю.Б. О стратегии и тактике развития светотехнической промышленности РФ и задаче снижения вдвое энергопотребления на электрическое освещение при улучшении условий жизни людей. № 5–6. С. 62.

**Коган Ю.М.** Анализ факторов, определивших расход электроэнергии на освещение жилищ в России и США. № 5–6. С. 72.

**Об антипаническом освещении** (диалог в письмах в редакцию). № 3. С. 71.

**Пчелин В.М.** К вопросу об оценке энергоэффективности. № 5–6. С. 70.

---

### ИСТОРИЯ СВЕТОТЕХНИКИ

---

**Айзенберг Ю.Б.** 50 лет изобретению, исследованиям, разработкам, производству и применению полых световодов. № 4. С. 30.

**Басти Ж.** Сто лет МКО и развития светотехники. № 4. С. 16.

**I-я Международная светотехническая конференция** (двадцать лет спустя). Е.А. Лесман. № 3. С. 75.

---

### ЗА РУБЕЖОМ

---

**Ещё одна опасность синего света?** № 3. С. 72.

---

### ПРАКТИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ОУ

---

**Матвеева Е.Ю.** Методика расчёта экономии электроэнергии после проведения мероприятий по энергосбережению на установках наружного освещения посредством группового регулирования в пунктах питания без субабонентов. № 4. С. 74.

---

### СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

---

**Пашковский Р.И.** О ГОСТ Р 50571.3-2009 (МЭК 60364-4-41:2005) «ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ НИЗКО-ВОЛЬТНЫЕ. Часть 4-41. Требования для обеспечения безопасности. Защита от поражения электрическим током. № 2. С. 66.

**Пашковский Р.И.** О нормативных документах по новым кабельным изделиям. № 3. С. 69.

**Пашковский Р.И.** О понизительных пунктах для переносных светильников. № 1. С. 57.

---

### ПРЕЗЕНТАЦИЯ ФИРМ

---

**Ардатов** – реальный свет. № 5–6. С. 58.

Абалов А.Н., Калмыков В.А., Ключник А.Т., Лебедев И.С., Лукин П.П.,

**Смирнов В.А.** *Rainbow Electronics*: формирование цивилизованного рынка освещения. № 5–6. С. 48.

**Какие новинки** готовит компания «АтомСвет»? № 5–6. С. 60.

**Компания «ИНТЕССО»:** новинки 2013 года. № 5–6. С. 59.

**Мануйлова Е.В., Ходырев Д.М.** Эффективные решения в уличном освещении. № 5–6. С. 43.

**МГК «Световые Технологии»:** хроника достижений в 2012–2013 гг. № 5–6. С. 56.

**Светодиодные новинки «VARTON»** для профессионального освещения. № 5–6. С. 61.

---

### ИНТЕРВЬЮ

---

**Интервью журналов «Светотехника» и «Light & Engineering»**, № 1. С. 6, 51; №№ 3 и 4. С. 4; № 5–6. С. 88.

**Итоги интервью журналов «Светотехника» и «Light & Engineering»**. № 5–6. С. 92.

**Световая палитра Санкт-Петербурга** (интервью). № 2. С. 76.

---

### ХРОНИКА

---

**Варфоломеев Л.П.** Международная выставка декоративного и технического освещения, электротехники и автоматизации зданий «*Interlight Moscow powered by Light+Building*». № 1. С. 64.

**Выставка «АРХ Москва 2013»**. № 2. С. 19.

**В Париже** отметили 100-летие МКО. А.А. Коробко, Р.И. Столяревская. № 4. С. 78.

**9-я Всероссийская конференция «Нитриды галлия, индия и алюминия: структуры и приборы»**. № 2. С. 16.

**34-я Всероссийская специализированная выставка «СтройЭКСПО. Строительная техника. СпецАвтоТранспорт – 2013»**. № 1. С. 50.

**День светотехника Москвы**. № 1. С. 40.

**Долин Е.В.** Московский международный форум «Светодиоды в светотехнике» – зеркало светодиодной отрасли. № 1. С. 72.

**16-я ежегодная специализированная выставка «ЭЛЕКТРО – 2013. Электротехника и Энергетика»**. № 1. С. 31.

**Защита диссертации**. № 1. С. 79.

**Издательству «ЗНАК» – 20 лет**. № 2. С. 24.

**Итоги работы XVII Петербургского международного экономического форума**. № 4. С. 73.

**К 100-летию МКО**. П.А. Федорищев. № 1. С. 77.

**Конференция «Свет и безопасность на федеральных автомобильных дорогах»**. А.Н. Моренко. № 2. С. 73.

**Курсы московского Дома Света**. № 2. С. 74; № 3. С. 28.

**Международная выставка декоративного и технического освещения, электротехники и автоматизации зданий «*Interlight Moscow powered by light + building*»**. №№ 3 и 4. 2 с. обл.

**3-я Международная выставка светодиодных технологий, материалов, кристаллов и оборудования для их производства «LEDTECHEXPO-2013»**. № 1. С. 76.

**Международные конференции и выставки в 2013 году (II полугодие)**. № 2. С. 78.

**Международная специализированная выставка «СТИ-Мэкспо: ДорТехСтрой – 2013»**. № 1. С. 50.

**8-я Международная** специализированная выставка «UzEnergyExpo / Энергетика. ВИЭ. Энергосбережение. Электротехника – 2013». № 3. С. 47.

**О конференции** «Lux Pacifica-2013». А.А. Барцев, А.Г. Шахпарунянц. № 3. С. 76.

**О круглом столе** СТА на светотехнической выставке. П.А. Федорищев. № 1. С. 77.

**Памяти** Д.В. Бахарева. № 2. С. 79.

В.В. Малышева. № 4. С. 79.

Поздравляем

Барцева А.А. № 5–6. С. 33.

Бооса Г.В. № 1. С. 59.

Козлова В.Н. № 2. С. 40.

Перову Н.С. № 1. С. 25.

Решёнова С.П. № 5–6. С. 98.

Рожкову Н.В. № 3. С. 56.

Степанова В.Н. № 3. С. 68.

Федюкину Г.В. № 2. С. 72.

Шахпарунянц Г.В. № 2. С. 50.

**Премия** Правительства РФ руководителям «Оптогона». № 4. С. 65.

**15-й семинар** «День светотехника Москвы». М.И. Титаренко. № 2. С. 70.

**Симпозиум** по естественному освещению. А.К. Соловьёв. № 5–6. С. 85.

**3-я специализированная** выставка «Промышленная Светотехника 2013». № 1. С. 58; № 2. С. 72; № 3. С. 68; № 4. С. 50.

#### **КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ. НОВЫЕ КНИГИ**

**Михайлов О.М., Томский К.А.** Коммерциализация технологий в светотехнике. № 3. С. 23; № 4. С. 60.

**Михайлов О.М., Томский К.А.** Теория цвета. Колориметрия. № 3. С. 23; № 4. С. 60.

**О работе** сайта журналов «Светотехника» и «Light & Engineering». Е.М. Новикова. № 3. С. 77.

**Отчёт** Центра исследований промышленного развития (CSIL) «Европейский рынок средств управления освещением». № 2. С. 75.

**Подписывайтесь** на журнал «Светотехника». № № 1–4. С. 80; № 5–6. С. 104.

**Расчеты светодиодных устройств:** учебное пособие / Э.М. Гутцайт. – М.: Издательство МЭИ, 2013. – 56 с. № 5–6. С. 61

**Светодиоды** и их применение для освещения / Под общ. ред. акад. АЭН РФ Ю.Б. Айзенберга. № 1. С. 59; № 2. С. 56; № 3. С. 42.

**Стоимость** подписки на журналы «Светотехника» и «Light & Engineering» на сайте www.sveto-tehnika.ru. №№ 1 и 2. 3 с. обл.

**Энергоэффективное** электрическое освещение: учебное пособие / Под ред. Л.П. Варфоломеева. № 2. С. 72; № 3. С. 56.

#### **ИНФОРМАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

**Идеальное** решение для осветительных установок: управление освещением + светодиоды (компания *Vossloh-Schwabe*). № 4. С. 1.

**Качественное** светодиодное освещение (компания *GlacialTech Inc.*). № 5–6. С. 103.

**Лампы** компании «Рефлакс». № 1. С. 79

**Настоящее** японское качество (компания *Mitsubishi Chemical Holdings Group*). № 5–6. С. 81.

**Не экономьте** свет. Экономьте энергию (ООО «Рефлакс»). № 4. С. 79; № 5–6. С. 99.

**ООО «ВНИСИ»:** испытательный центр и мобильная лаборатория. № 5–6. С. 86.

**Опоры** компании *Opora Engineering*. №№ 1 и 2. 2 с. обл.; №№ 3, 4 и 5–6. 3 с. обл.

**Пульс** города (компания *Vossloh-Schwabe*). № 5–6. С. 1.

**Развитие** светодиодных решений (компания *Almeco Group*). № 4. С. 73.

**Светильники** аварийного освещения компании «Белый свет». № 3. С. 66.

**Светодиодные** модули для промышленного освещения. Освещение промышленных объектов (компания *Vossloh-Schwabe*). № 2. 4 с. обл.

**Светодиодные** модули по технологии «кристалл-на-плате» (на керамической плате) (компания *Vossloh-Schwabe*). № 1. С. 1.

**Светотехническая** продукция компании *BL Group*. № 5–6. С. 47.

**СД** модули (кристалл-на-плате) для линейных светильников (компания *Vossloh-Schwabe*). № 1. 4 с. обл.

**Управление.** Диммирование. Программирование (компания *Vossloh-Schwabe*). № 4. 4 с. обл.

**ЭКОлогичные** решения (компания *OSRAM*). № 5–6. С. 102.

**Экономия** энергии благодаря новой технологии. Башня «Агбар», Барселона (компания *Vossloh-Schwabe*). № 2. С. 1.

**ЭПРА** со стабилизированным током для светодиодов для уличного освещения (компания *Vossloh-Schwabe*). № 5–6. 4 с. обл.

**Evolving lighting solutions** (компания *Almeco Group*). № 5–6. С. 75.

**Light and Building Technology Fairs worldwide** (компания *messe frankfurt*). № 5–6. 2 с. обл.

**«LUGA SHOP»** – Новое поколение COB-светодиодных модулей (компания *Vossloh-Schwabe*). № 3. С. 1.

**Reflectors & Diffusers for Lighting** (компания *METALCO s.r.l.*). № 5–6. С. 99.

## ПАРТНЁРЫ ЖУРНАЛА

Редколлегия и редакция с большим удовлетворением отмечают организацию сообщества «Партнёры журнала «Светотехника» и выражают благодарность нашим первым Партнёрам, поверившим во взаимную эффективность такого сотрудничества.

### ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПАРТНЁР ЖУРНАЛА



**Холдинг BL Group**

### БРИЛЛИАНТОВЫЕ



**INTERLIGHT MOSCOW**

powered by **light+building**

### ПЛАТИНОВЫЕ



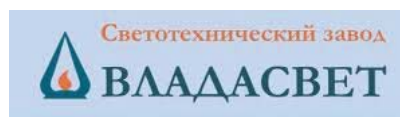
**THORN**  
LIGHTING PEOPLE

### ЗОЛОТЫЕ



**GALAD**  
КЭТЗ ЛЗСИ

### СЕРЕБРЯНЫЕ



### БРОНЗОВЫЕ

**ТОЧКА ОПОРЫ**

