

НЕКОММЕРЧЕСКОЕ ПАРТНЕРСТВО
«МЕЖОТРАСЛЕВОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ НАНОИНДУСТРИИ»

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

**Система стандартизации
Некоммерческого партнерства
«Межотраслевое объединение наноиндустрии»**

**«ЗЕЛЕННЫЕ» СТАНДАРТЫ В НАНОИНДУСТРИИ
ПРИБОРЫ ОСВЕТИТЕЛЬНЫЕ ДЛЯ ОБЪЕКТОВ
НЕДВИЖИМОСТИ**

**Общие требования к «зеленой» продукции
и методы контроля**

СТО МОН 2.3–2016

Издание официальное

Москва

2016

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Обществом с ограниченной ответственностью «Всероссийский научно-исследовательский, проектно-конструкторский светотехнический институт им. С.И. Вавилова» (ООО «ВНИСИ»)

2 ВНЕСЕН Комитетом по техническому регулированию Некоммерческого партнерства «Межотраслевое объединение nanoиндустрии»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом генерального директора Некоммерческого партнерства «Межотраслевое объединение nanoиндустрии» от 28.06.2016 № 01-16/18 ОСН

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

© НП «Межотраслевое объединение nanoиндустрии», 2016

Распространение настоящего стандарта осуществляется в соответствии с действующим законодательством Российской Федерации и по правилам, установленным Некоммерческим партнерством «Межотраслевое объединение nanoиндустрии»

Содержание

1	Область применения.....	1
2	Нормативные ссылки.....	2
3	Термины и определения.....	3
4	Общие требования.....	7
5	«Зеленые» требования	8
6	Методы контроля.....	9
	Приложение А (справочное) Сравнение «зеленых» требований, предъявляемых настоящим стандартом с требо- ваниями действующих нормативных докумен- тов.....	26
	Библиография.....	27

**Система стандартизации
Некоммерческого партнерства
«Межотраслевое объединение nanoиндустрии»
«ЗЕЛЕННЫЕ» СТАНДАРТЫ В НАНОИНДУСТРИИ.
ПРИБОРЫ ОСВЕТИТЕЛЬНЫЕ ДЛЯ ОБЪЕКТОВ
НЕДВИЖИМОСТИ
Общие требования и методы контроля**

**«Green» standards in nanoindustry.
Lighting fittings for estate properties.
General requirements and methods of testing**

Дата введения – 2016 – 07 – 04

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на «зеленую» нанотехнологическую продукцию – осветительные приборы (далее – ОП) внутреннего и наружного освещения объектов недвижимости (объекты жилищно-коммунального хозяйства, школьные, дошкольные образовательные и медицинские учреждения, производственные объекты, окружающие и принадлежащие им территории).

Настоящий стандарт устанавливает общие требования и методы контроля ОП для целей подтверждения ее соответствия требованиям «зеленой» продукции nanoиндустрии в соответствии с СТО МОН 2.0.

Требования настоящего стандарта направлены на сокращение потребления энергетических ресурсов, обеспечение комфортной световой среды и безопасности жизнедеятельности человека.

Настоящий стандарт следует применять при проектировании, строительстве, реконструкции и сертификации «зеленых» объектов недвижимости.

Стандарт не распространяется на ОП:

- утилитарного наружного освещения;
- декоративные;
- с индивидуальными (автономными) источниками питания;
- аварийного освещения.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие нормативные документы:

ГОСТ Р 54350 Приборы осветительные. Светотехнические требования и методы испытаний

ГОСТ Р 54814/IEC/TS 62504 Светодиоды и светодиодные модули для общего освещения. Термины и определения

ГОСТ Р 55392 Приборы и комплексы осветительные. Термины и определения

ГОСТ Р 55702 Источники света электрические. Методы измерений электрических и световых параметров

ГОСТ Р 55704 Источники света электрические. Термины и определения

ГОСТ Р 56228-2014 Освещение искусственное. Термины и определения

ГОСТ Р МЭК 60598-1-2011 Светильники. Часть 1. Общие требования и методы испытаний

СТО МОН 2.0 «Зеленые» стандарты в nanoиндустрии. Основные положения

П р и м е ч а н и е – При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования – на официальных сайтах национального органа Российской Федерации по стандартизации и МОН в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячно издаваемого

СТО МОН 2.3–2016

информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт (документ), на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт (документ), на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта (документа) с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт (документ), на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт (документ) отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте использованы следующие термины с соответствующими определениями:

3.1

«зеленая» продукция nanoиндустрии («зеленая» nanoпродукция): Продукция nanoиндустрии с заданными свойствами и характеристиками, обеспечивающими минимизацию негативного воздействия на окружающую среду, энергоэффективность, сохранение природных ресурсов и получение максимальных экономических и социальных эффектов.

[СТО МОН 2.0, п.3.2]

3.2

продукция nanoиндустрии (nanотехнологическая продукция, nanoпродукция): Продукция (товары, работы, услуги), произведенная с использованием nanотехнологий и/или наноматериалов и обладающая вследствие этого ранее недостижимыми технико-экономическими показателями.

П р и м е ч а н и е – К nanoпродукции относят: первичную nanотехнологическую продукцию (категория «А»); наносодержащая про-

дукция (категория «Б»); продукция nanoиндустрии категории «В» – услуги (товары, не содержащие нанокomпоненты), при оказании (производстве) которых используются нанотехнологии и (или) нанокomпоненты (продукция nanoиндустрии категории «А») товары (работы /услуги), производство (выполнение/оказание) которых осуществляют с применением нанотехнологий или продукции категорий «А» и «Б»; специальное оборудование для нанотехнологий (категория «Г») [1].

[СТО МОН 2.0, п.3.1]

3.3

основное требование: Требование, установленное действующими документами по стандартизации, нормативными правовыми актами.

[СТО МОН 2.0, п.3.9]

3.4

«зеленое» требование: Требование, устанавливающее улучшенный показатель по сравнению с показателем, установленным основным требованием, или новый показатель энергоэффективности и/или ресурсосбережения, и/или охраны окружающей среды и здоровья человека и т.п.

[СТО МОН 2.0, п.3.10]

3.5

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

[ГОСТ Р 55704, статья 2.5]

3.6

осветительный прибор; ОП: Устройство, предназначенное для освещения и содержащее один или несколько электрических ИС и осветительную арматуру

[ГОСТ Р 55392, статья 2.1]

3.7

светодиод; СД: Полупроводниковый прибор с р-п переходом, испускающий некогерентное видимое излучение при пропускании через него электрического тока

[ГОСТ Р 54814, статья 3.22]

3.8

осветительный прибор со светодиодами, ОП СД: ОП, в котором в качестве ИС используются светодиодные лампы или модули

[ГОСТ Р 55392, статья 2.3]

3.9

коррелированная цветовая температура; КЦТ; Ткц, К: Температура излучателя Планка (черного тела), имеющего координаты цветности наиболее близкие к координатам цветности, соответствующим спектральному распределению рассматриваемого объекта

[ГОСТ Р 56228, статья 2.43]

3.10

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

[ГОСТ Р 55392, статья 2.27]

3.11

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.

[ГОСТ Р 55392, статья 2.28]

3.12

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.

[ГОСТ Р 55392, статья 4.29]

3.13 световой поток: Величина, характеризующая действие потока (мощности) излучения источника света (осветительного прибора) в соответствии с кривой спектральной чувствительности человеческого глаза.

3.14

световая отдача ОП: Величина, определяемая отношением светового потока ОП к потребляемой им электрической мощности

[ГОСТ Р 55392, статья 4.32]

3.15

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 уг-

лом 90° – для нижней полусферы, или между углом 90° и суммой условного защитного угла и угла 90° – для верхней полусферы.

[ГОСТ Р 55392, статья 4.40]

3.16

цветопередача: Общее понятие, характеризующее влияние спектрального состава ИС на зрительное восприятие цветных объектов, сознательно или бессознательно сравниваемое с восприятием тех же объектов, освещенных стандартным источником света

[ГОСТ Р 56228, статья 2.44]

3.17

индекс цветопередачи R_a ; ИЦ: Мера соответствия зрительных восприятий цветного объекта, освещенного исследуемым и стандартными источниками света при определенных условиях наблюдения (с учетом хроматической адаптации наблюдателя)

[ГОСТ Р 56228, статья 2.45]

3.18 **диммирование:** Регулирование светового потока ОП или ИС.

3.19 **коэффициент пульсации ОП, K_p , %:** Критерий оценки относительной глубины колебаний во времени светового потока ОП при питании его переменным током

3.20 **гониометр:** Прибор для измерения углов, состоящий из поворотного устройства и устройства для отсчета углов

3.21

гониофотометр: Прибор для измерения пространственного распределения силы света ОП или источника света (ИС), состоящий из поворотного устройства и фотоприемника

[ГОСТ Р 54350, п.3.3]

3.22

гониофотометр ближней зоны: Гониофотометр, в котором в качестве фотоприемника используют цифровой яркомер, позволяющий

получать распределения силы света ОП или ИС по измерениям распределения яркости в ближней зоне

[ГОСТ Р 54350, п.3.5]

3.23

цифровой яркомер: Измерительный оптико-электронный прибор с ПЗС матрицей для получения распределения яркости на изображении измеряемого поля

[ГОСТ Р 54350, п.3.6]

3.24

фотоэлектрический яркомер: Прибор для измерения яркости измеряемого поля на основе преобразования видимого излучения в электрический ток

[ГОСТ Р 54350, п.3.7]

4 Общие требования

4.1 ОП изготавливают в соответствии с требованиями настоящего стандарта по технологической документации, утвержденной в установленном порядке.

4.2 Доля светового потока ОП в нижнюю полусферу – не менее 80 %.

4.3 Индекс цветопередачи, %, не менее:

80 – для ОП, применяемых в производственных помещениях, складских комплексах, функционально-декоративном освещении;

90 – для ОП, применяемых в образовательных (школьных и дошкольных) и медицинских учреждениях, офисах и помещениях общего назначения.

4.4 Габаритная яркость, кд/м², не более:

2000 – для ОП, применяемых в образовательных (школьных и дошкольных) и медицинских учреждениях, производственных помещениях, офисах и помещениях общего назначения;

СТО МОН 2.3–2016

4000 - для ОП, применяемых в складских помещениях.

4.5 Неравномерность распределения яркости по светящей поверхности, не более:

5:1 – для ОП, применяемых в образовательных (школьных и дошкольных) и медицинских учреждениях, производственных помещениях;

10:1 – для ОП, применяемых в офисах и помещениях общего назначения.

4.6 Коррелированная цветовая температура, К, не более:

4000 – для ОП, применяемых в образовательных (школьных и дошкольных) и медицинских учреждениях, офисах и помещениях общего назначения;

5000 – для ОП, применяемых в производственных помещениях и складских комплексах;

6500 – для ОП, применяемых в функционально-декоративном освещении.

5 «Зеленые» требования

Сравнение «зеленых» требований к ОП, установленных в настоящем стандарте с требованиями, установленными в действующих национальных стандартах, сводах правил, нормативных правовых документах, приведено в приложении А.

5.1 ОП должны соответствовать требованиям безопасности, установленным ГОСТ Р МЭК 60598-1.

5.2 Световая отдача ОП, лм/Вт, не менее:

90 – для ОП, применяемых в образовательных (школьных и дошкольных) и медицинских учреждениях, офисах и помещениях общего назначения;

100 – для ОП, применяемых в производственных помещениях, складских комплексах и уличном и функционально-декоративном освещении.

5.3 Коэффициент мощности должен быть не менее:

0,5 – для ОП с потребляемой мощностью не более 5 Вт;

0,9 – для ОП с потребляемой мощностью от 5 до 25 Вт включительно;

0,95 – для ОП с потребляемой мощностью более 25 Вт.

5.4 Коэффициент пульсации ОП, %, не более:

2 – для ОП, применяемых в складских комплексах и уличном и функционально-декоративном освещении;

1 – для ОП, применяемых в образовательных (школьных и дошкольных) и медицинских учреждениях, офисах и помещениях общего назначения, производственных помещениях.

5.5 Наличие внешнего блока питания (драйвера) для диммирования ОП.

5.6 Отсутствие ртути содержащих веществ в ОП.

5.7 Применяемые при производстве ОП компоненты должна обладать низким уровнем потенциальной опасности, обусловленной возможным влиянием наноматериалов на здоровье человека и среду обитания, соответствии с классифицированием нанотехнологий и продукции наноиндустрии [1].

5.8 На маркировке или неудаляемой с корпуса ОП этикетке должны быть указаны заявленные номинальные значения всех параметров, имеющих отношение к энергоэффективности.

6 Методы контроля

6.1 Определение световой отдачи

6.1.1 Световую отдачу ОП, лм/Вт, рассчитывают по формуле:

$$\eta_{\text{ОП}} = \frac{\Phi_{\text{ОП}}}{P_{\text{ОП}}}, \quad (1)$$

где $\Phi_{\text{ОП}}$ – световой поток ОП, лм;

$P_{\text{ОП}}$ – активная электрическая мощность, потребляемая ОП, Вт.

Световой поток ОП определяют гониофотометром по 6.1.2 или 6.1.3 или с использованием фотометрического шара по 6.1.4. Потребляемую мощность ОП измеряют по 6.1.5.

6.1.2 Определение светового потока по распределению силы света

6.1.2.1 По результатам измерения распределения силы света на гониофотометре световой поток ОП, Φ , излучающего по всему пространству, определяют в системе фотометрирования C, γ по формуле

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

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

Для ОП с круглосимметричным светораспределением используют формулу:

$$\Phi = 2\pi \int_{\gamma=0}^{\pi} I(\gamma) \sin \gamma d\gamma. \quad (3)$$

6.1.2.2 Расчет значения светового потока Φ по формулам (2) и (3) проводят одним из известных методов численного интегрирования.

6.1.3 Определение светового потока по распределению освещенности на сферической поверхности

6.1.3.1 Измерение распределения освещенности на условной сферической поверхности проводят гониофотометром.

6.1.3.2 Измерение освещенности на сферической поверхности проводят по той же измерительной сетке углов, которую применяют

при измерении распределения силы света для системы фотометрирования C, γ (рисунок 1).

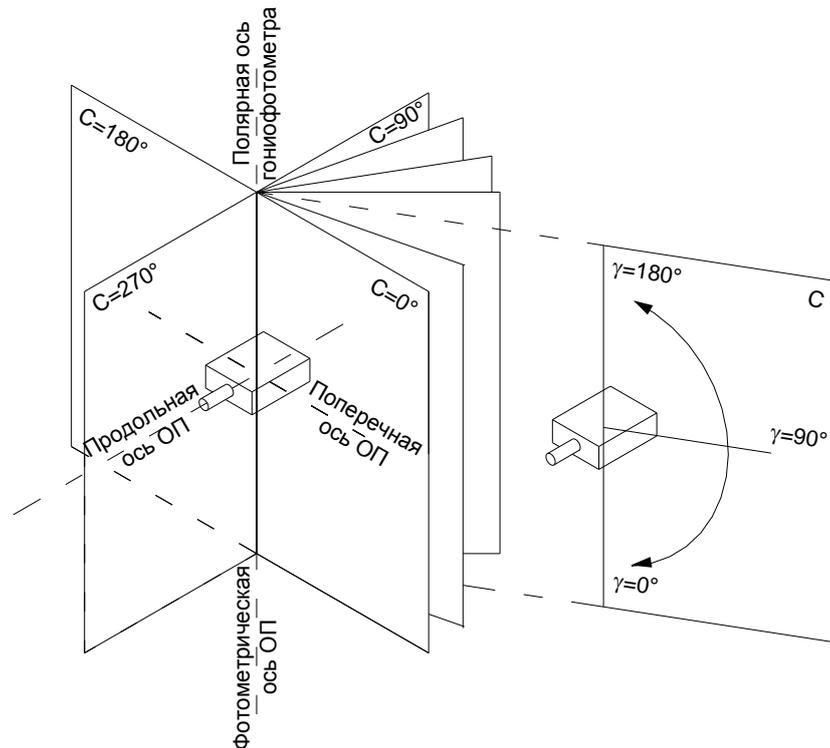


Рисунок 1 – Система фотометрирования C, γ

6.1.4. По результатам измерения распределения освещенности световой поток ОП, излучающего по всему пространству, определяют по формуле:

$$\Phi = R^2 \int_{C=0}^{2\pi} \int_{\gamma=0}^{\pi} E(C, \gamma) \sin \gamma d\gamma dC, \quad (4)$$

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 γ .

СТО МОН 2.3–2016

Расчет значения светового потока Φ по формуле (4) проводят аналогично 6.1.2.2.

Определение светового потока ОП на гониофотометре ближней зоны через измерение освещенности на условной сферической поверхности осуществляется автоматически программно-аппаратным комплексом.

6.1.5 Измерение светового потока в фотометрическом шаре

6.1.5.1 Измерение проводят по ГОСТ Р 55702 при выполнении следующих дополнительных требований:

- общая площадь поверхности ОП не должна превышать 2 % площади внутренней поверхности шара, а для протяженных ОП отношение максимального габаритного размера ОП к диаметру шара должно быть не более 4:1 для обычных ОП и 2:1 – для протяженных ОП.

Примечание – К протяженным относят ОП, максимальный линейный размер которых значительно больше (не менее чем в 8 раз) других размеров;

- 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 ОП или лампе был в два раза больше диаметра измерительного окна;

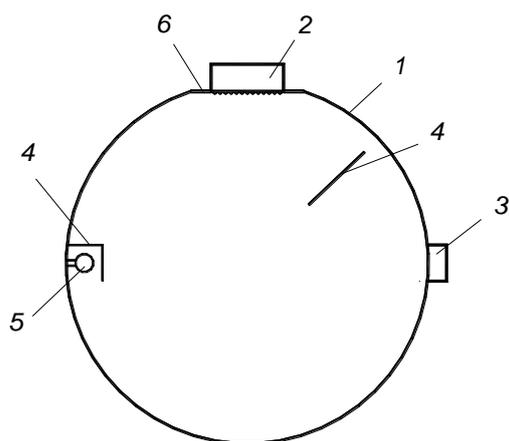
- светильник с люминесцентными лампами (или лампами-ретрофитами на основе светодиодных ИС) должен быть расположен в шаре таким образом, чтобы его главная продольная плоскость была параллельна плоскости измерительного окна;

- напольный светильник должен быть расположен в шаре таким образом, чтобы его светящаяся часть находилась в центре шара.

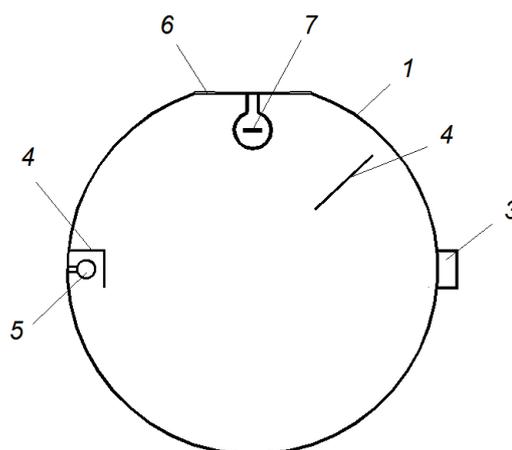
Оценку селективности и равномерности окраски шара проводят по ГОСТ Р 55702.

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

Для калибровки такой установки следует использовать эталонные ИС (например, галогенные лампы накаливания с зеркальным отражателем или СД модули или лампы) с плоским выходным отверстием, которые устанавливают по аналогичной схеме с измеряемым ОП. 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 6.1.4.1.



а – для ОП



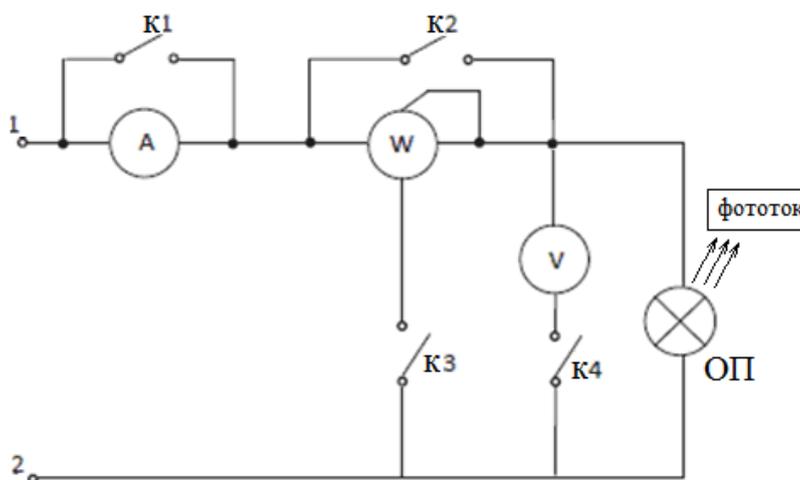
б – для измерительной лампы

1 – фотометрический шар; 2 – измеряемый ОП; 3 – фотоприемник;

4– экран; 5 – вспомогательная лампа; 6 – крышка зазора; 7 – измерительная лампа

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

6.1.6 Потребляемую мощность ОП измеряют по схеме, указанной на рисунке 3.



1, 2 – выводы для подключения системы питания; V – вольтметр для измерения

напряжения питания; A – амперметр для измерения тока; W – ваттметр для измерения активной мощности; K1, K2, K3, K4 – выключатели

Рисунок 3 – Электрическая схема измерения потребляемой мощности ОП СД

При отключенных амперметре A (выключатель K1 замкнут), ваттметре W (выключатель K2 замкнут, а K3 разомкнут) и включенном вольтметре V (выключатель K4 замкнут) устанавливают номинальное значение напряжения и фиксируют показание прибора, измеряющего фототок приемника излучения.

Включают ваттметр W и изменением напряжения питания (регулятор не показан на схеме) восстанавливают изменившийся фототок и

по ваттметру определяют мощность, затем ваттметр W отключают. Из полученного значения мощности вычитают мощность P_w .

Окончательное значение активной мощности, потребляемой ОП, вычисляют по формуле:

$$P_{ОП} = P_w - \frac{U_b^2}{R_w}, \quad (5)$$

где $P_{ОП}$ – значение мощности, потребляемой ОП, Вт;

P_w – мощность, измеренная ваттметром, Вт;

U_b – рабочее напряжение ОП, В;

R_w – сопротивление параллельной цепи ваттметра, Ом

В случае отклонения этого показания на 1 % измерение повторяют.

6.2 Определение доли светового потока в нижнюю полусферу

Долю светового потока ОП в нижнюю полусферу $\Delta\Phi_{НП}$, %, определяют по формуле:

$$\Delta\Phi = \frac{\Phi_{НП}}{\Phi} \cdot 100, \quad (6)$$

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

Φ – полный световой поток ОП, лм.

Значения величин $\Phi_{НП}$ и Φ определяют по результатам измерения распределения силы света ОП в соответствии с 6.1.2 по формуле (2) или (3), при этом верхний предел интегралов по переменной при расчете Φ должен быть равен $\pi/2$.

6.3 Определение коррелированной цветовой температуры

6.3.1 При определении коррелированной цветовой температуры (КЦТ) проводят измерения относительного распределения спектральной плотности энергетической величины для определения координат цветности. Для измерения распределения спектральной плотности

СТО МОН 2.3–2016

используют спектрорадиометры, имеющие отсчет показаний непосредственно в единицах относительной спектральной плотности энергетической величины.

6.3.2 Относительное распределение спектральной плотности энергетической величины $p(\lambda)$ определяют отношением показаний прибора, измеряющего фототоки, обусловленные излучением измеряемого ИС $i(\lambda)$ и рабочего эталона $i_0(\lambda)$ для каждой измеряемой длины волны λ :

$$p(\lambda) = p_0(\lambda) \frac{i(\lambda)}{i_0(\lambda)}, \quad (6)$$

где $p_0(\lambda)$ - относительное распределение спектральной плотности энергетической величины рабочего эталона, отн. ед./нм.

При измерении ИС, имеющих сплошной спектр излучения, относительное распределение спектральной плотности энергетической величины измеряемого ИС, $p(\lambda)$, отн. ед./нм, рассчитывают по формуле:

$$p(\lambda) = K(\lambda) i(\lambda), \quad (7)$$

где $i(\lambda)$ - показание прибора, измеряющего фототок приемного устройства в делениях;

$K(\lambda)$ - градуировочный коэффициент, вычисляемый по формуле:

$$K(\lambda) = \frac{p_0(\lambda)}{i_0(\lambda)}, \quad (8)$$

где $p_0(\lambda)$ - относительное распределение спектральной плотности энергетической освещенности рабочего эталона лампы накаливания, отн. ед./нм;

$i_0(\lambda)$ - значение фототока приемного устройства при освещении его рабочим эталонном, деление.

Измерения ИС, имеющих линейчатый или смешанный спектр излучения, проводят ступенчатым методом, разделяя область спектра на интервалы – ступени $\Delta\lambda$.

Относительное распределение спектральной плотности энергетической величины $p_{\Delta\lambda}$ в интервале $\Delta\lambda$ определяют на основании показаний прибора, измеряющего фототок $i(\lambda)$, и рассчитывают по формуле:

$$p_{\Delta\lambda}(\lambda) = i(\lambda)C(\lambda)\Delta\lambda = i(\lambda)C(\lambda)D(\lambda)l_{\text{вых}}, \quad (9)$$

где λ - длина волны, соответствующая середине выделяемого спектрального интервала, нм;

$D\lambda$ - обратная линейная дисперсия, нм/мм;

$l_{\text{вых}}$ - ширина выходной щели, мм;

$C(\lambda)$ - градуировочный коэффициент, рассчитанный по формуле:

$$C(\lambda) = \frac{p_0(\lambda) + p_{\lambda,0}(\lambda)\Delta\lambda}{i_0(\lambda)}, \quad (10)$$

где $p_0(\lambda)$ - относительное распределение спектральной плотности энергетической величины линии рабочего эталона разрядной лампы, отн. ед.;

$p_{\lambda,0}(\lambda)$ - относительное распределение спектральной плотности энергетической величины непрерывного излучения рабочего эталона разрядной лампы, отн. ед./нм;

$\Delta\lambda$ - спектральный интервал, нм, пропускаемый спектральным прибором, рассчитываемый по формуле:

$$\Delta\lambda = l_{\text{вых}}D(\lambda), \quad (11)$$

где $l_{\text{вых}}$ - ширина раскрытия выходной щели спектрального прибора, мм;

СТО МОН 2.3–2016

$D(\lambda)$ - обратная линейная дисперсия, нм/мм.

Спектр представляют на графике в виде соприкасающихся прямоугольников шириной $\Delta\lambda$.

6.3.3 Результаты спектральных измерений оформляют в виде таблицы значений относительного распределения спектральной плотности энергетической величины ИС, приведенных к значению 100 в максимуме или другой удобной точке.

Результаты приводят к равному спектральному интервалу. Спектральные линии относят к тому же спектральному интервалу.

Определяют координаты цвета и цветности согласно формулам:

$$X = k \int_{\lambda} S(\lambda) \beta(\lambda) \bar{x}(\lambda) d\lambda; \quad (12)$$

$$Y = k \int_{\lambda} S(\lambda) \beta(\lambda) \bar{y}(\lambda) d\lambda; \quad (13)$$

$$Z = k \int_{\lambda} S(\lambda) \beta(\lambda) \bar{z}(\lambda) d\lambda; \quad (14)$$

$$x = \frac{X}{X + Y + Z}; \quad (15)$$

$$y = \frac{Y}{X + Y + Z}; \quad (16)$$

где $\bar{x}, \bar{y}, \bar{z}$ - функции сложения цветов;

$S(\lambda)$ – распределение спектральной плотности энергетической освещенности или энергетической яркости в диапазоне длин волн 380–780 нм ИС;

k - нормирующий коэффициент, определяемый по формуле:

$$k = \frac{100}{\int_{\lambda} S(\lambda) \bar{y}(\lambda) d\lambda}, \quad (17)$$

На график цветностей МКО 1931 г. с нанесенными четырехугольниками допустимых отклонений КЦТ (рисунок 4) определяют, в какой из них попадает точка с найденными координатами цветности.

Значение КЦТ измеряемого ИС определяют по номинальному значению КЦТ соответствующего четырехугольника.

Относительная погрешность определения КЦТ не более $\pm 1,5\%$.

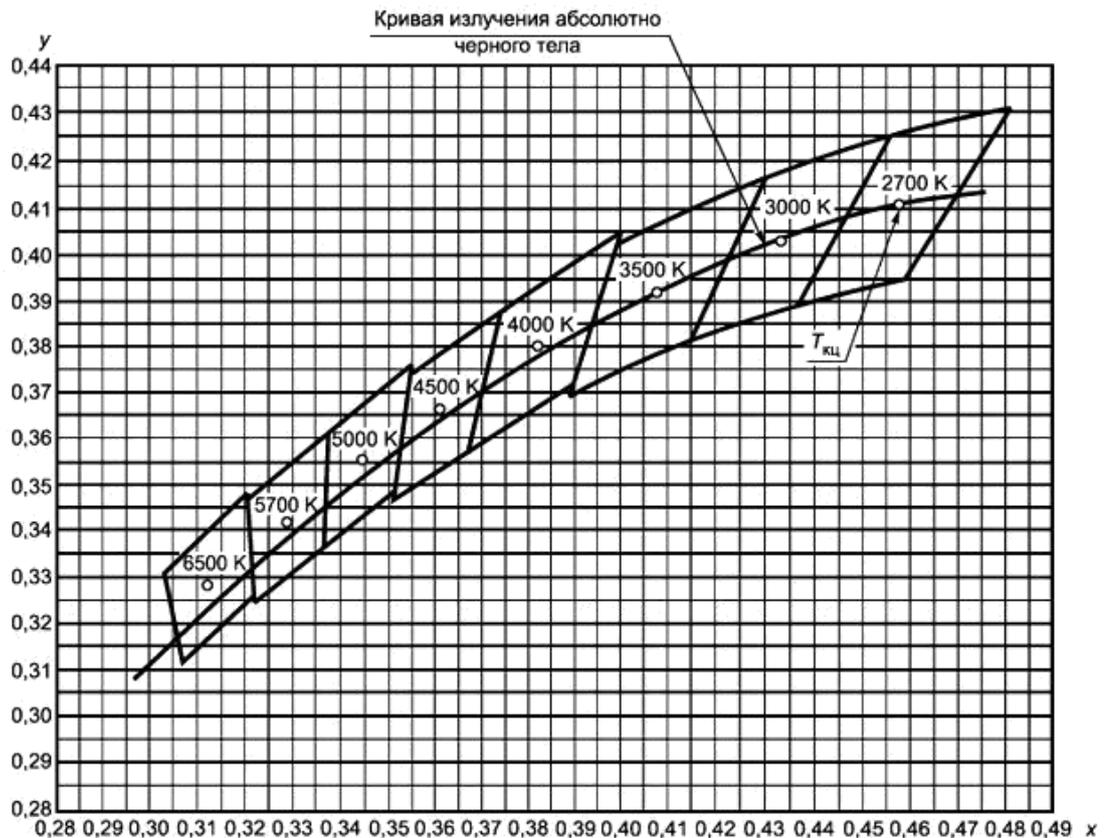


Рисунок 4 – График цветностей МКО 1931 г. (фрагмент для диапазона цветовых температур 2500-7100 К)

6.4 Определение индекса цветопередачи

6.4.1 Измеряют относительное спектральное распределение энергии источника излучения $S(\lambda)$. Рассчитывают координаты цвета X , Y , Z и координаты цветности x , y , z по формулам:

$$X = k \int_{\lambda} S(\lambda) \beta(\lambda) \bar{x}(\lambda) d\lambda, \quad (18)$$

$$Y = k \int_{\lambda} S(\lambda) \beta(\lambda) \bar{y}(\lambda) d\lambda, \quad (19)$$

$$Z = k \int_{\lambda} S(\lambda) \beta(\lambda) \bar{z}(\lambda) d\lambda, \quad (20)$$

$$x = \frac{X}{X + Y + Z}, \quad (21)$$

$$y = \frac{Y}{X + Y + Z}, \quad (22)$$

где $\bar{x}, \bar{y}, \bar{z}$ - функции сложения цветов;

k - нормирующий коэффициент, определяемый по формуле:

$$k = \frac{100}{\int_{\lambda} S(\lambda) \bar{y}(\lambda) d\lambda} \quad (23)$$

Все координаты должны быть представлены значениями с четырьмя десятичными знаками. Координаты X, Y, Z и x, y, z должны быть преобразованы в координаты u, v равноконтрастного цветового графика МКО 1960 г. по формулам:

$$u = 4X / (X + 15Y + 3Z), \quad (24)$$

$$v = 6Y / (X + 15Y + 3Z), \quad (25)$$

$$u = 4x / (-2x + 12y + 3), \quad (26)$$

$$v = 6y / (-2x + 12y + 3). \quad (27)$$

6.4.2 Координаты цвета с учетом цветового смещения $u'_{k,i}$ и $v'_{k,i}$, получаемого вследствие разницы между исследуемым и эталонным излучателями, в результате различной цветовой адаптации при освещении исследуемым и эталонным излучателями рассчитываются по формулам:

$$u'_{k,i} = \frac{10,872 + 0,404 \frac{c_r}{c_k} c_{k,i} - 4 \frac{d_r}{d_k} d_{k,i}}{16,518 + 1,481 \frac{c_r}{c_k} c_{k,i} - \frac{d_r}{d_k} d_{k,i}}, \quad (28)$$

$$v'_{k,i} = \frac{5,520}{16,518 + 1,481 \frac{c_r}{c_k} c_{k,i} - \frac{d_r}{d_k} d_{k,i}}, \quad (29)$$

где i - номер образца цвета, функции c и d рассчитывают для исследуемого источника излучения и для образцов цвета, освещаемых этим источником излучения, по формулам:

$$c = \frac{1}{v} (4 - u - 10v), \quad (30)$$

$$d = \frac{1}{v} (1,708v + 0,404 - 1,481u). \quad (31)$$

Таким образом, $u'_k = u_r$ и $v'_k = v_r$.

Полученные координаты цвета (u , v) преобразуют в координаты равноконтрастного цветового пространства по формулам:

$$W_{r,i}^* = 25(Y_{r,i})^{1/3} - 17, \quad (32)$$

$$U_{r,i}^* = 13W_{r,i}^* (u_{r,i} - u_r), \quad (33)$$

$$V_{r,i}^* = 13W_{r,i}^* (v_{r,i} - v_r), \quad (34)$$

$$W_{k,i}^* = 25(Y_{k,i})^{1/3} - 17, \quad (35)$$

$$U_{k,i}^* = 13W_{k,i}^* (u'_{k,i} - u_r), \quad (36)$$

$$V_{k,i}^* = 13W_{k,i}^* (v'_{k,i} - v_r) \quad (37)$$

Разница ΔE_i между воспринимаемым цветом i -го образца цвета при освещении исследуемым и эталонным источниками излучения определяют по формуле:

$$\Delta E_i = \sqrt{(U_{r,i}^* - U_{k,i}^*)^2 + (V_{r,i}^* - V_{k,i}^*)^2 + (W_{r,i}^* - W_{k,i}^*)^2} = \sqrt{(\Delta U_i^*)^2 + (\Delta V_i^*)^2 + (\Delta W_i^*)^2}. \quad (38)$$

Специальный индекс цветопередачи для каждого образца цвета рассчитывается по формуле:

$$R_i = 100 - 4,6\Delta E_i \quad (39)$$

Результат округляется до ближайшего целого числа.

Индекс цветопередачи рассчитывают по формуле:

$$R = \frac{1}{8} \sum_{i=1}^8 R_i \quad (40)$$

6.5 Определение габаритной яркости и неравномерности распределения яркости по светящей поверхности ОП

6.5.1 Измерение габаритной яркости и неравномерности яркости ОП проводят цифровым яркомером по 6.5.2 или фотоэлектрическим яркомером по 6.5.3.

Габаритную яркость и неравномерность яркости определяют для основных плоскостей симметрии ОП в направлениях, лежащих в зоне ограничения яркости и соответствующих меридиональным углам γ (система фотометрирования C, γ согласно рисунку 1) с интервалом 15° .

6.5.2 При измерении цифровым яркомером расстояние от яркомера до ОП выбирают таким, чтобы проекция всей светящей поверхности ОП в измеряемом направлении вписывалась в поле зрения яркомера и заполняла как можно большую его площадь. Для указанного расстояния и направления фиксируют яркостное изображение проекции светящей поверхности ОП. С помощью компьютерной программы на полученном изображении выделяют всю светящую часть ОП и определяют ее среднюю яркость, которую принимают за габаритную яркость ОП \bar{L} в данном направлении.

Для определения максимальной яркости ОП на полученном изображении выделяют область с максимальной яркостью. Размеры этой области выбирают такими, при которых площадь соответствующего участка проекции светящей поверхности ОП лежит в пределах от

450 до 550 мм². Среднюю яркость этой области принимают за максимальную яркость ОП L_{\max} . Значение неравномерности яркости в данном направлении определяют отношением L_{\max}/\bar{L} .

6.5.3 При измерении габаритной яркости с выбранным угловым размером поля измерения фотоэлектрический яркомер устанавливают на таком расстоянии от ОП, чтобы поле измерения вписывалось в проекцию светящей поверхности ОП в измеряемом направлении. Распределение яркости по ОП измеряют перемещением поля измерения по проекции светящей поверхности ОП, при этом каждое последующее поле должно примыкать к предыдущему. Результаты измерений яркости для каждого положения поля измерения усредняют для получения габаритной яркости \bar{L} по формуле:

$$\bar{L} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n L_i \quad (41)$$

где n – число положений поля измерения;

L_i – яркость для i -го положения поля измерения.

Число n выбирают в зависимости от площади и формы проекции светящей поверхности ОП и размера поля измерения.

Для определения максимальной яркости на проекции светящей поверхности ОП выбирают область с максимальной яркостью. Яркомер с выбранным угловым размером поля измерения устанавливают на таком расстоянии от ОП, при котором площадь участка, выделяемого полем измерения яркомера на проекции светящей поверхности ОП, лежит в пределах от 450 до 550 мм².

Максимальную яркость L_{\max} определяют перемещением измерительного поля яркомера в область с максимальной яркостью. Значение неравномерности яркости определяют как отношение L_{\max}/\bar{L} .

6.5.4 Габаритную яркость ОП \bar{L} , кд/м², в направлении, определяемом углами C и γ , рассчитывают по формуле:

$$\bar{L} = \frac{I}{A}, \quad (42)$$

где I – значение силы света в направлении C, γ , кд;

A – площадь проекции светящей поверхности ОП на плоскость, перпендикулярную к направлению измерения C, γ , м².

6.5.5 Для ОП, измеряемого с лампой, значение светового потока которой отличается от номинального, значение габаритной яркости пересчитывают с учетом номинального значения светового потока лампы по формуле:

$$\bar{L}_{НОМ} = \bar{L} \frac{\Phi_{НОМ}}{\Phi_{л}}, \quad (43)$$

где \bar{L} – значение габаритной яркости для измерительной лампы, кд/м²;

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

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

6.6 Определение коэффициента мощности ОП

Коэффициент мощности ОП измеряют универсальными ваттметрами или измерителями коэффициента мощности.

6.7 Определение коэффициента пульсации освещенности ОП

6.7.1 Коэффициент пульсации светового потока ОП определяют измерением пульсации освещенности, создаваемой этим ОП.

6.7.2 Для измерения коэффициента пульсации освещенности используют приборы с измерительными преобразователями излучения с пределом допустимой погрешности средств измерений не более $\pm 10\%$ с учетом погрешности спектральной коррекции, определяемой как отклонение от относительной спектральной чувствительности измери-

тельного преобразователя излучения от относительной спектральной световой эффективности монохроматического излучения для дневного зрения $V(\lambda)$, погрешности калибровки абсолютной чувствительности и погрешности, вызванной нелинейностью световой характеристики.

Линейность характеристик измерительного преобразователя излучения прибора для измерения коэффициента пульсации должна быть определена при помощи образцовых светоизмерительных ламп с погрешностью не более $\pm 5\%$.

Допускается измерение коэффициента пульсации освещенности с помощью измерительного преобразователя излучения и осциллографа.

Приборы для измерения коэффициента пульсации должны быть проверены и иметь действующие свидетельства о поверке средств измерений. Поверка приборов осуществляется органами стандартизации и метрологии.

6.7.3 Допускается измерять коэффициент пульсации без предварительной подготовки ОП с обязательным фиксированием данного факта при оформлении результатов измерений.

Измерения должны проводиться после стабилизации светового потока ОП.

Измерение коэффициента пульсации освещенности проводят прямым методом измерения коэффициента пульсации освещенности на рабочей поверхности с помощью приборов для измерения коэффициента пульсации освещенности.

При измерениях коэффициента пульсации освещенности необходимо соблюдать следующие требования: на измеряемую поверхность не должна падать тень от прибора и человека, проводящего измерения.

Коэффициент пульсации освещенности определяют как среднеарифметическое трех измерений, проведенных в течение 5 мин.

При проведении измерений с помощью измерительного преобразователя излучения и осциллографа коэффициент пульсации рассчитывают по формуле:

$$K_{\Pi} = \frac{E_{\text{макс}} - E_{\text{мин}}}{2E_{\text{ср}}}, \quad (44)$$

где $E_{\text{ср}} = \frac{1}{T} \int_0^T E(t) dt$ или S/T ;

$E_{\text{макс}}$, $E_{\text{мин}}$ – максимальные и минимальные значения показания по осциллограмме, приведенной на рисунке 5;

S – площадь согласно рисунку 5;

T – период колебаний в соответствии с рисунком 5.

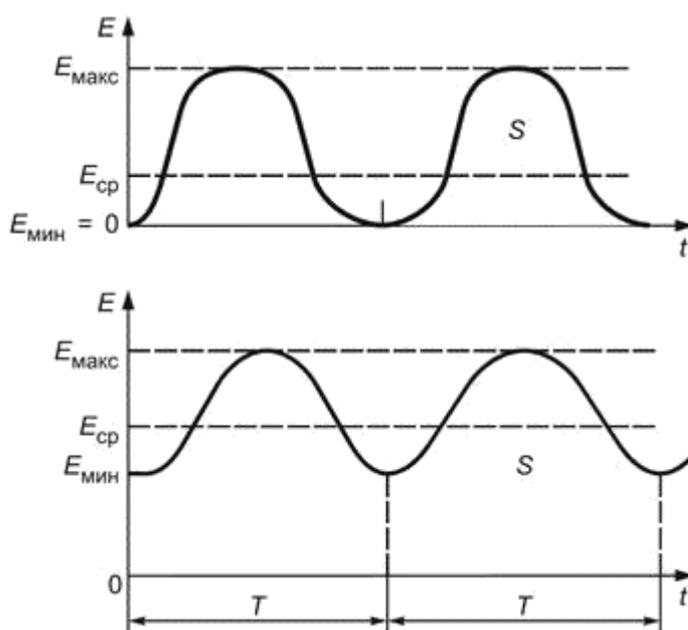


Рисунок 5 – К определению коэффициента пульсации по осциллограмме

Приложение А
(справочное)

Сравнение «зеленых» требований к ОП, установленных в настоящем стандарте, с требованиями, установленными в действующих национальных стандартах, сводах правил, нормативных правовых документах

А.1 Сравнения «зеленых» требований к ОП, установленных в настоящем стандарте, с требованиями, установленными в действующих национальных стандартах, сводах правил, нормативных правовых документах, приведены в таблице А.1.

Т а б л и ц а А . 1

Наименование показателя	Значение показателя в соответствии с	
	действующими нормативными документами	настоящим стандартом
1. Световая отдача ОП, лм/Вт, не менее: - для ОП, применяемых в образовательных (школьных и дошкольных) и медицинских учреждениях, офисах и помещениях общего назначения; - для ОП, применяемых в производственных помещениях, складских комплексах и уличном и функционально-декоративном освещении.	85 По ГОСТ Р 54350	90
	85 По ГОСТ Р 54350	100
2. Коэффициент мощности, не менее: - для ОП с потребляемой мощностью не более 8 Вт - для ОП с потребляемой мощностью от 8 до 20 Вт включительно - для ОП с потребляемой мощностью более 20 Вт	0,70 По ГОСТ Р 54350	0,75
	0,85	0,90
	0,90	0,95

Окончание таблицы А.1

Наименование показателя	Значение показателя в соответствии с	
	действующими нормативными документами	настоящим стандартом
3. Коэффициент пульсации ОП, %, не более: - для ОП, применяемых в складских комплексах и уличном и функционально-декоративном освещении; - для ОП, применяемых в образовательных (школьных и дошкольных) и медицинских учреждениях, офисах и помещениях общего назначения, производственных помещениях.	10 [2-3]	2
4. Наличие внешнего блока питания для диммирования ОП.	—	+
5. Отсутствие ртутисодержащих веществ в ОП.	—	+
6. Наличие документа, подтверждающего низкий уровень потенциальной опасности компонентов ОП, обусловленной возможным влиянием наноматериалов на здоровье человека и среду обитания, соответствии с классифицированием нанотехнологий и продукции nanoиндустрии [1].	—	+

Библиография

- [1] МР 1.2.0016-10 Методика классифицирования нанотехнологий и продукции наноиндустрии по степени их потенциальной опасности
- [2] СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий
- [3] СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*

ОКС 29.140.40

ОКП 34 6100

Ключевые слова: «зеленые» стандарты в наноиндустрии, «зеленая» нанотехнологическая продукция, осветительные приборы для объектов недвижимости, оценка соответствия, требования к «зеленой» продукции, методы контроля
