



НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

СВІТИЛЬНИКИ ЗІ СВІТЛОДІЮДНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ СВІТЛА

Загальні технічні умови

ДСТУ 8546:2015

Видання офіційне

Київ
ДП «УкрНДНЦ»
2017

ПЕРЕДМОВА

1 РОЗРОБЛЕНО: Вищий навчальний заклад Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі», Технічний комітет стандартизації «Лампи та відповідне обладнання» (ТК 137)

РОЗРОБНИКИ: Л. Дугніст, Г. Кожушко (науковий керівник), В. Ткаченко

2 ПРИЙНЯТО ТА НАДАНО ЧИННОСТІ: наказ ДП «УкрНДНЦ» від 18 грудня 2015 р. № 194 з 2017–01–01

3 УВЕДЕНО ВПЕРШЕ

Право власності на цей національний стандарт належить державі.
Заборонено повністю чи частково видавати, відтворювати
задля розповсюдження і розповсюджувати як офіційне видання
цей національний стандарт або його частини на будь-яких носіях інформації
без дозволу ДП «УкрНДНЦ» чи уповноваженої ним особи

ДП «УкрНДНЦ», 2017

ЗМІСТ

Вступ	IV
1 Сфера застосування	1
2 Нормативні посилання	1
3 Терміни та визначення понять	3
4 Класифікація	3
5 Надання інформації про виріб	5
6 Технічні вимоги	6
6.1 Загальні вимоги	6
6.2 Електротехнічні вимоги	6
6.3 Вимоги до світлових та колірних характеристик	6
6.4 Вимоги до конструкції	11
6.5 Вимоги до ресурсних характеристик	12
6.6 Вимоги щодо збереження чистоти довкілля, утилізування	12
6.7 Вимоги до пакування, зберігання і транспортування	13
6.8 Комплектність	13
7 Правила приймання	13
8 Методи випробувань	13
8.1 Вимоги до електровимірювальної апаратури	13
8.2 Загальні умови проведення випробувань	14
8.3 Перевіряння вимог до світлотехнічних та колірних характеристик	14
8.4 Перевіряння електротехнічних вимог	25
8.5 Перевіряння вимог до конструкції	25
8.6 Перевіряння строку служби та надійності	25
8.7 Оцінювання безпечності випромінювання	26
8.8 Випробування освітлювальних приладів на вплив кліматичних і механічних чинників зовнішнього середовища	26
8.9 Перевіряння маркування	26
9 Пакування, транспортування і зберігання	27
10 Гарантії виробника	27
Додаток А Пояснення щодо вибору системи познач та нормування значень колірних параметрів світлодіодних джерел білого світла	27
Додаток Б Порядок побудови поясових і чотиригранних тілесних кутів та їхні значення	30
Додаток В Пояснення щодо ресурсних випробувань	31
Бібліографія	33

ВСТУП :

Цей стандарт установлює вимоги до світильників зі світлодіодними джерелами (далі — світильники) для загального внутрішнього та зовнішнього освітлення, зокрема вимоги до електричних, світлових, колірних та ресурсних характеристик, вимоги до конструкції, особливості надання інформації про світильник, а також методики оцінювання відповідності встановленим вимогам.

Стандарт містить вимоги, які відповідають чинному законодавству України.

Технічний комітет, відповідальний за цей стандарт, — ТК 137 «Лампи та відповідне обладнання».

Стандарт розроблено з урахуванням рекомендацій міжнародних стандартів на світлодіодні світильники, світлодіодні джерела світла та методики вимірювань їхніх параметрів.

Загальні вимоги та вимоги щодо безпеки до світильників зі світлодіодними джерелами світла відповідають чинним в Україні національним та міждержавним стандартам, на які є відповідні посилання.

Копії нормативних документів, на які є посилання в цьому стандарті, можна отримати в Національному фонді нормативних документів.

НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

**СВІТИЛЬНИКИ ЗІ СВІТЛОДІОДНИМИ
ДЖЕРЕЛАМИ СВІТЛА**

Загальні технічні умови

**СВЕТИЛЬНИКИ СО СВЕТОДИОДНЫМИ
ИСТОЧНИКАМИ СВЕТА**

Общие технические условия

LUMINAIRES WITH LED LIGHT SOURCE

General specifications

Чинний від 2017-01-01

1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

Цей стандарт поширюється на світлодіодні світильники загального внутрішнього та зовнішнього освітлень, призначених для функціонування у централізованих мережах змінної напруги до 250 В частотою 50 Гц або 60 Гц.

Стандарт не поширюється на світильники для таких спеціальних призначень та/або об'єктів використання, як:

- транспортні засоби;
- копальні та шахти;
- установки фотохімічних, фотобіологічних і фототерапевтичних процесів;
- опромінювання рослин на закритих ґрунтах;
- засоби сигналізації;
- музейно-виставкове та архітектурно-декоративне освітлення;
- освітлення спортивних споруд;
- сценічне освітлення та освітлення під час фото-, кіно- й телезйомок тощо, а також на проєктори (екранні й технологічні), прожектори та на світильники з автономними джерелами живлення;
- світильники кольорового світла, а також світильники з органічними світлодіодними джерелами.

Проте деякі окремі положення й методики цього стандарту можна використовувати стосовно світильників спеціальних призначень.

2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

У наведених нижче нормативних документах зазначено положення, які через посилання в цьому тексті становлять положення цього стандарту. У разі датованих посилань застосовують тільки наведені видання. У разі недатованих посилань треба користуватись останнім виданням нормативних документів (разом зі змінами).

ДСТУ ГОСТ 2.601:2006 Єдина система конструкторської документації. Експлуатаційні документи

ДСТУ ГОСТ 8.207:2008 Государственная система обеспечения единства измерений. Прямые измерения с многократными наблюдениями. Методы обработки результатов наблюдений. Основные положения (Державна система забезпечення єдності вимірювань. Прямі вимірювання з багаторазовими спостереженнями. Методи оброблення результатів спостережень. Основні положення)

- ДСТУ IEC 60050-845:2012 Міжнародний словник електротехнічних термінів. Частина 845. Світлотехніка
- ДСТУ IEC 60081:2007 Лампи люмінесцентні двоцокові. Вимоги до робочих характеристик
- ДСТУ IEC 60598-1:2014 Світильники. Частина 1. Загальні вимоги й випробування
- ДСТУ IEC 60598-2-1:2002 Світильники. Частина 2. Окремі вимоги. Розділ 1. Світильники стаціонарні загального призначення
- ДСТУ EN 60598-2-2:2007 Світильники. Частина 2-2. Додаткові вимоги. Світильники вмонтовані
- ДСТУ EN 60598-2-3:2014 Світильники. Частина 2-3. Додаткові вимоги. Світильники для освітлення вулиць і доріг
- ДСТУ EN 60598-2-4-2002 Світильники. Частина 2. Окремі вимоги. Розділ 4. Світильники переносні загального призначення
- ДСТУ IEC 60838-2-2:2009 Патрони лампові. Частина 2-2. Додаткові вимоги. З'єднувачі для світлодіодних модулів
- ДСТУ EN 60598-2-3:2014 Світильники. Частина 2-3. Додаткові вимоги. Світильники для освітлення вулиць і доріг
- ДСТУ IEC 61000-3-2:2015 Електромагнітна сумісність. Частина 3-2. Норми. Норми на емісію гармонік струму (для сили вхідного струму обладнання не більше 16 А на фазу)
- ДСТУ EN 61000-3-3:2012 Електромагнітна сумісність. Частина 3-3. Норми на рівні флуктуацій напруги та флікера в низьковольтних системах електроживлення для устаткування з номінальною силою струму до 16 А на фазу, не призначеного для підключення за певних умов
- ДСТУ IEC 61140:2005 Захист проти ураження електричним струмом. Загальні аспекти щодо установок та обладнання
- ДСТУ IEC/TR 61341:2008 Лампи рефлекторні. Метод вимірювання осьових сил світла та кута випромінювання
- ДСТУ IEC 61547-2001 Електромагнітна сумісність. Обладнання для загального освітлення. Вимоги до завадозахищеності
- ДСТУ EN 62471:2014 Безпечність ламп і лампових систем фотобіологічна
- ДСТУ IEC/TR 62471-2:2014 Безпечність ламп і лампових систем фотобіологічна. Частина 2. Настанови щодо вимог до конструкцій стосовно безпечності нелазерних оптичних систем
- ДСТУ-П IEC/TS 62504:2012 Загальне освітлення. Світловипромінювальні діоди та модулі світловипромінювальних діодів. Словник термінів
- ДСТУ EN 62560:2014 Лампи світлодіодні загального освітлення на напругу живлення понад 50 В, поєднані з допоміжними пристроями. Вимоги щодо безпеки
- ДСТУ IEC/PAS 62612:2012 Лампи світлодіодні загального освітлення, поєднані з допоміжними пристроями. Вимоги до характеристик
- ДСТУ-П IEC/PAS 62663-1:2015 Лампи світлодіодні не поєднані з допоміжними пристроями. Частина 1. Вимоги щодо безпеки
- ДСТУ-П IEC/PAS 62663-2:2014 Лампи світлодіодні не поєднані з допоміжними пристроями. Частина 2. Вимоги щодо характеристик
- ДСТУ-П IEC/PAS 62717:2014 Модулі світлодіодні загального освітлення. Вимоги до характеристик
- ДСТУ-П IEC/PAS 62722-1:2014 Характеристики світильників функційні. Частина 1. Загальні вимоги
- ДСТУ-П IEC/PAS 62722-2-1:2014 Характеристики світильників функційні. Частина 2-1. Особливі вимоги до світильників зі світловипромінювальними діодами
- ДСТУ-П IEC/PAS 62778:2015 Застосування положень ДСТУ IEC 62471 до джерел світла та світильників стосовно оцінювань небезпечності синього світла
- ГОСТ 12.2.007.0-75 Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности (Система стандартів безпеки праці. Вироби електротехнічні. Загальні вимоги щодо безпеки)
- ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования (ССБП. Пожежна безпека. Загальні вимоги)
- ГОСТ 7376-89 Картон гофрированный. Общие технические условия (Картон гофрований. Загальні технічні умови)
- ГОСТ 10354-82 Пленка полиэтиленовая. Технические условия (Плівка поліетиленова. Технічні умови)
- ГОСТ 10771-82 Лампы накаливания светоизмерительные рабочие. Технические условия (Лампи розжарювання світловимірювальні робочі. Технічні умови)
- ГОСТ 14192-96 Маркировка грузов (Маркування вантажів)

ГОСТ 14254–96 (МЭК 529–89) Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (код IP) (Ступені захисту, забезпечувані оболонками (код IP))

ГОСТ 15150–69 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды (Машини, прилади та інші технічні вироби. Виконання для різних кліматичних районів. Категорії, умови експлуатування, зберігання й транспортування в частині впливу кліматичних чинників зовнішнього середовища)

ГОСТ 16703–79 Приборы и комплексы световые. Термины и определения (Прилади й комплекси світлові. Терміни та визначення)

ГОСТ 16962.1–89 (МЭК 68-2-1–74) Изделия электротехнические. Методы испытаний на стойкость к климатическим внешним воздействующим факторам (Вироби електротехнічні. Методи випробувань на стійкість до кліматичних зовнішніх чинників)

ГОСТ 16962.2–90 Изделия электротехнические. Методы испытаний на стойкость к механическим внешним воздействующим факторам (Вироби електротехнічні. Методи випробувань на стійкість до механічних зовнішніх чинників)

ГОСТ 17516.1–90 Изделия электротехнические. Общие требования в части стойкости к механическим внешним воздействующим факторам (Вироби електротехнічні. Загальні вимоги в частині стійкості до механічних зовнішніх впливних чинників)

ГОСТ 17616–82 Лампы электрические. Методы измерения электрических и световых параметров (Лампи електричні. Методи вимірювання електричних і світлових параметрів)

ГОСТ 17677–82 (МЭК 598-1–86, МЭК 598-2-1–79, МЭК 598-2-2–79, МЭК 598-2-4–79, МЭК 598-2-19–81) Светильники. Общие технические условия (Світильники. Загальні технічні умови)

ГОСТ 20477–86 Лента полиэтиленовая с липким слоем. Технические условия (Стрічка поліетиленова з липким шаром. Технічні умови)

ГОСТ 21130–75 Изделия электротехнические. Зажимы заземляющие и знаки заземления. Конструкция и размеры (Вироби електротехнічні. Затискачі заземлювальні й знаки заземлення. Конструкція та розміри)

ГОСТ 23170–78 Упаковка для изделий машиностроения. Общие требования (Упаковка для виробів машинобудування. Загальні вимоги)

ГОСТ 23198–94 Лампы электрические. Методы измерения спектральных и цветовых характеристик (Лампи електричні. Методи вимірювання спектральних і колірних характеристик)

ГОСТ 23216–78 Изделия электротехнические. Хранение, транспортирование, временная противокоррозионная защита, упаковка. Общие требования и методы испытаний (Вироби електротехнічні. Зберігання, транспортування, тимчасовий протикорозійний захист, упаковка. Загальні вимоги та методи випробувань)

ГОСТ 30631–99 (МЭК 721-3-3–94) Общие требования к машинам, приборам и другим техническим изделиям в части стойкости к механическим внешним воздействующим факторам при эксплуатации (Загальні вимоги до машин, приладів та інших технічних виробів у частині стійкості до механічних зовнішніх чинників під час експлуатування)

ДНАОП 0.00-1.32–01 Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок.

3 ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

У цьому стандарті застосовують терміни та визначення понять згідно з ДСТУ IEC 60050-845:2012 (Міжнародний словник електротехнічних термінів, далі скорочено — МСЕТ). Окремі терміни наводять згідно з ГОСТ 16703, ГОСТ 17677–82, а терміни щодо світловипромінювальних діодів, ламп і світильників з СВД — згідно з ДСТУ-П IEC/TS 62504, ДСТУ-П IEC/PAS 62722-2-1, ДСТУ-П IEC/PAS 62778.

4 КЛАСИФІКАЦІЯ

Класифікація світильників — згідно з ДСТУ IEC 60598-1, розділ 2 з такими доповненнями.

4.1 Світильники за світлотехнічними характеристиками класифікують згідно з ГОСТ 17677 із такими змінами та доповненнями.

4.1.1 Класифікація за типами кривих сили світла (КСС) в одній або кількох характерних меридіанних площинах у нижній та/або верхній напівсферах — відповідно до рисунка 1 і таблиці 1.

Таблиця 1 — Типи КСС світильників

Типи КСС		Зони напрямків максимальної сили світла*	K_{Φ}
позначення	назва		
К	Концентрована	$0^{\circ}—15^{\circ}$	$K_{\Phi} \geq 3$
Г	Глибока	$0^{\circ}—30^{\circ}$	$2 \leq K_{\Phi} < 3$
Д	Косинусна	$0^{\circ}—35^{\circ}$	$1,3 \leq K_{\Phi} < 2$
Л	Напівширока	$35^{\circ}—55^{\circ}$	$1,5 \leq K_{\Phi} < 1,9$
Ш	Широка	$55^{\circ}—85^{\circ}$	$1,9 \leq K_{\Phi} < 2,3$
М	Рівномірна	$0^{\circ}—180^{\circ}$	$K_{\Phi} \leq 1,3$ за $I_{\min} > 0,7 I_{\max}$
С	Синусна	$70^{\circ}—90^{\circ}$	$K_{\Phi} > 1,3$ за $I_{\text{ос}} < 0,7 I_{\max}$

* Щодо нижньої напівсфери відлік значень кутів здійснюють від напрямку вниз, щодо верхньої — від напрямку вгору.

Примітка. Символами відповідно позначають:

$I_{\text{ос}}$ — значення сили світла в напрямку оптичної осі світильника;
 I_{\max} та I_{\min} — максимальне і мінімальне значення сили світла;
 K_{Φ} — коефіцієнт форми КСС.

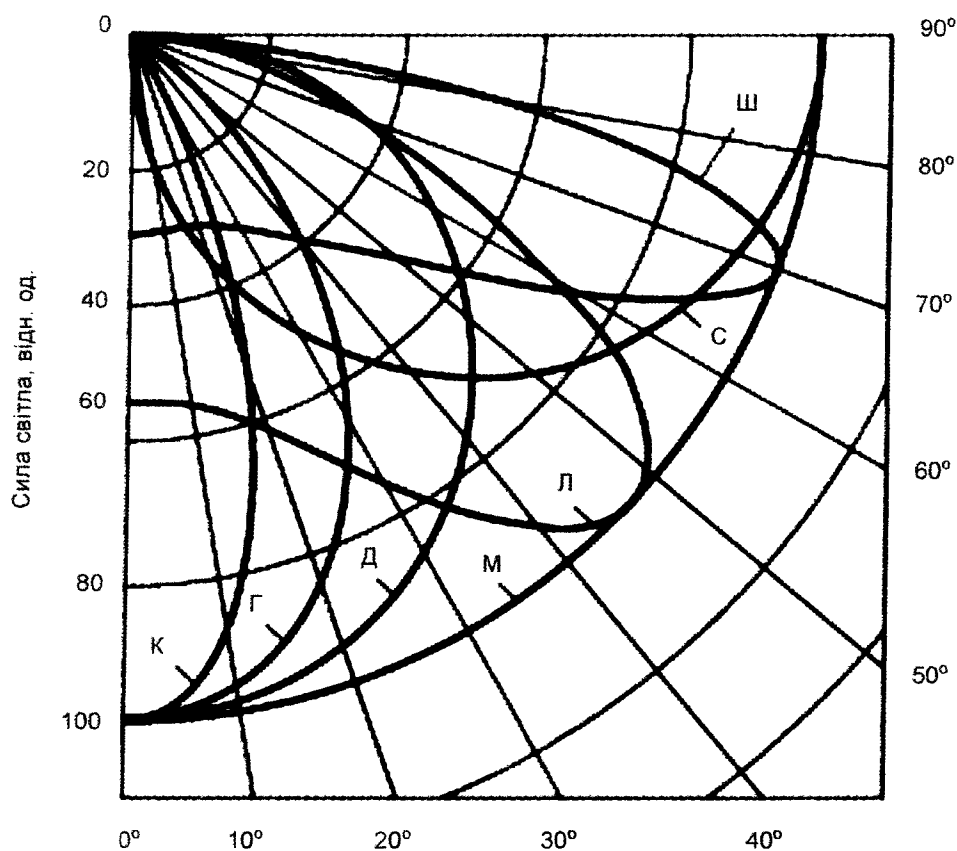
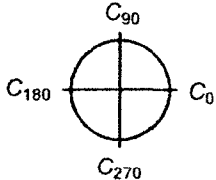
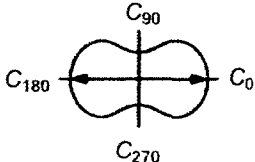
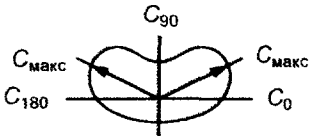
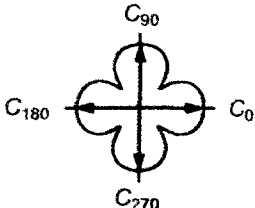
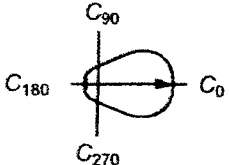


Рисунок 1 — Типи КСС

4.1.2 Світильники зовнішнього освітлення додатково класифікують за типом умовної екваторіальної кривої сили світла відповідно до таблиці 2 й типом світлорозподілу в зоні засліплювання відповідно до таблиці 3.

Таблиця 2 — Типи умовних екваторіальних КСС

Тип умовної екваторіальної КСС	Характеристика умовної екваторіальної КСС	Вигляд умовної екваторіальної КСС
Круглосиметрична	Коло	
Осьова	Крива з двома осями симетрії та з двома симетричними максимумами, розташованими на одній з цих осей	
Бічна	Крива з однією віссю симетрії та з двома симетричними максимумами, розташованими під кутами до осі симетрії	
Багатопелюсткова	Крива з трьома чи з більшою кількістю рівномірно розташованих максимумів (показано криву з чотирма максимумами)	
Асиметрична	Крива з однією віссю симетрії та з одним максимумом, розташованим на цій осі	

Таблиця 3 — Типи світлорозподілу в зоні засліплювання та рівні обмеження значень сили світла

Тип світлорозподілу в зоні засліплювання	Граничні значення сили світла, кд/1000 лм, стосовно кута	
	80°	90°
Цілком обмежений	100	0
Обмежений		25
Напівобмежений	200	50
Необмежений	Не нормують	

4.2 Світильники за ступенем захисту від впливу навколишнього середовища (код IP) класифікують згідно з ГОСТ 14254.

4.3 Класифікація за групами ризиків фотобіологічної безпеки випромінювання — згідно з ДСТУ-П ІЕС/TR 62471-2.

5 НАДАННЯ ІНФОРМАЦІЇ ПРО ВИРІБ

5.1 Маркування

Маркують згідно з ДСТУ ІЕС 60598-1 із такими доповненнями.

5.1.1 Умовне позначення світильника має містити таку інформацію:

- назву або позначення серії (сімейства) світильника;
- тип джерела світла СВД (LED);
- потужність;
- код колірності або колірну температуру.

5.2 Додаткова інформація щодо характеристик призначення — згідно з ДСТУ ІЕС 62722-2-1.

6 ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ

6.1 Загальні вимоги

Світлодіодні світильники виготовляють згідно з вимогами цього стандарту, стандартів або технічних умов на світильники конкретних типів або груп.

Компоненти (складники) світильників мають відповідати вимогам стандартів на них.

У стандартах або технічних умовах на світильники конкретних типів чи груп установлюють:

- електротехнічні вимоги;
- вимоги до світлотехнічних та колірних характеристик;
- клас захисту від ураження електричним струмом;
- кліматичне виконання та категорію розміщення;
- ступінь захисту від проникання пилу, вологи й твердих частинок;
- групу механічного виконання;
- вимоги до ресурсних характеристик і надійності;
- вимоги до фотобіологічної безпеки та попередження забруднення довкілля;
- габаритні, встановлювальні та приєднувальні розміри;
- масу.

6.2 Електротехнічні вимоги

Електротехнічні вимоги світильників згідно з ДСТУ ІЕС 60598-1, розділи 7, 8, 10, 11 та ДСТУ-П ІЕС/PAS 62722-2-1, розділ 7 з такими доповненнями.

Коефіцієнт потужності світлодіодних світильників має бути не менше ніж:

0,8 — для світильників потужністю до 25 Вт;

0,9 — для світильників потужністю більше ніж 25 Вт.

Вимоги електромагнітної сумісності згідно з ДСТУ ІЕС 61000-3-2, ДСТУ EN 61000-3-3, ДСТУ CISPR 15, ДСТУ ІЕС 61547.

6.3 Вимоги до світлотехнічних та колірних характеристик

Світлотехнічні параметри мають відповідати ГОСТ 17677, розділ 3 та ДСТУ-П ІЕС/PAS 62722-2-1, розділи 4, 8, 9 із такими доповненнями.

6.3.1 Початкові значення номінальної світлової віддачі світильника η (без оптичних і екранувальних елементів) для різних корельованих колірних температур (ККТ) мають бути не меншими, ніж подані в таблиці 4.

Таблиця 4 — Мінімальні значення світлової віддачі світильників

Діапазони номінальних значень ККТ, К	Допустимі значення ККТ, К	Мінімальні значення η , лм·Вт ⁻¹
2700	2500—2800	70
3000	2850—3250	
3500	3250—3750	
4000	3750—4250	80
4500	4250—4750	
5000	4750—5350	
5700	5350—6000	90
6500	6000—7000	

6.3.2 Початкове значення світлового потоку кожного світильника не повинно бути менше ніж 90 % його номінального значення.

Спад світлового потоку світлодіодного світильника не повинен бути більше ніж 15 % до часу його стабілізації.

6.3.3 ККД світильників із відокремлюваними (замінюваними) джерелами світла залежно від споживаної потужності мають бути не меншими за наведені в таблиці 5.

Таблиця 5 — Мінімальні значення ККД світильників

Діапазони номінальних значень потужності, Вт	Мінімальні значення ККД, %
5—10	70
10—25	75
Більше ніж 25	80

6.3.4 Значення максимуму сили світла кожного світильника має бути не менше ніж 75 % відповідного нормованого значення (для світильників, у яких сила світла нормується).

6.3.5 Значення кута (розходження) пучка (в разі світлорозподілу з круговою симетрією) та значення визначальних кутів пучка (в разі симетричного та несиметричного світлорозподілів) не повинні відрізнятися більше ніж на 25 % від відповідних нормованих значень.

6.3.6 Значення коефіцієнтів пульсації світлових потоків світильників K_n не повинні бути більше ніж 10 %.

Для освітлення приміщень, де виконують роботи з моніторами комп'ютерів та іншими екранами спостереження, значення коефіцієнтів пульсації світлових потоків світильників K_n не повинні бути більше ніж 5 %.

Стосовно освітлення громадських приміщень з періодичним (тимчасовим) нетривалим перебуванням людей, а також підсобних виробничих приміщень значення коефіцієнтів пульсації світлових потоків світильників не регламентують.

6.3.7 Колірні характеристики

6.3.7.1 Початкові значення координат колірності світильників x, y мають бути в межах полів допусків (чотирикутників), які зображають на колірній діаграмі (x, y) CIE* 1931 р., з координатами центрів і вершин кутів, значення яких подано в таблиці 6.

Ілюстрацію полів допусків значень координат колірності та пояснення щодо їх застосування див. відповідно в додатку А.

6.3.7.2 Значення корельованої колірної температури (ККТ) мають бути в межах допусків цього параметра, див. таблицю 6.

Таблиця 6 — Значення ККТ та координат колірності x, y

Значення ККТ, К		Координати елементів полів допусків значень координат колірності x, y			
номінальні	нормовані разом з допусками	центрів		вершин кутів	
		x, y		x, y	
2700	2725 ± 145	0,4578	0,4101	0,4813 0,4562 0,4373 0,4593	0,4319 0,4260 0,3893 0,3944
3000	3045 ± 175	0,4338	0,4030	0,4562 0,4299 0,4147 0,4373	0,4260 0,4165 0,3814 0,3893
3500	3465 ± 245	0,4073	0,3917	0,4299 0,3996 0,3889 0,4147	0,4165 0,4015 0,3690 0,3814

* CIE (fr) — Commission internationale de l'éclairage (МКО — Міжнародна комісія з освітлення).

Кінець таблиці 6

Значення ККТ, К		Координати елементів полів допусків значень координат колірності x, y	
номінальні	нормовані разом з допусками	центрів	вершин кутів
		x, y	x, y
4000	3985 ± 275	0,3818 0,3797	0,4006 0,4044 0,3736 0,3874 0,3670 0,3578 0,3898 0,3716
4500	4503 ± 243	0,3611 0,3658	0,3796 0,3874 0,3548 0,3736 0,3512 0,3465 0,3670 0,3578
5000	5028 ± 283	0,3447 0,3553	0,3551 0,3760 0,3376 0,3616 0,3366 0,3369 0,3515 0,3487
5700	5665 ± 355	0,3287 0,3417	0,3376 0,3616 0,3207 0,3462 0,3222 0,3243 0,3366 0,3369
6500	6530 ± 510	0,3123 0,3282	0,3205 0,3481 0,3028 0,3304 0,3068 0,3113 0,3221 0,3261

Пояснення щодо вибору системи номінальних та нормативних значень ККТ подано в додатку А.

6.3.7.3 За узгодженням із користувачем (покупцем) світильників можна застосовувати менші поля допусків значень координат колірності x, y , але за тих самих номінальних значень ККТ та значень координат центрів полів допусків.

Щодо порядку встановлення таких полів допусків див. А.5.

6.3.7.4 Поля допусків координат колірності також можуть базуватися на еліпсах Мак-Адама (розділ D.2 ДСТУ ІЕС 60081). Пояснення щодо застосування поля допусків у вигляді чотирикутників та еліпсів Мак-Адама наведено в А.3.

6.3.7.5 Якість кольоропередання світильників залежно від призначень регламентують установленням мінімальних значень загальних індексів кольоропередання R_a . Для світильників офісного й побутового освітлення R_a має бути не менше ніж 80.

При цьому значення $R_{a\text{ср}}$ — середнє від початкових значень R_a , обчислених за даними спектральних розподілів окремих світильників має бути не меншим встановленого мінімального значення $R_{a\text{мін}}$ загального ІКП, а початкове значення R_a кожного світильника має бути не менше ніж $(R_{a\text{ср}} - 3)$.

6.3.8 Додаткові світлотехнічні вимоги до світильників внутрішнього освітлення виробничих, громадських і житлових будівель

Світлодіодні світильники для внутрішнього освітлення мають зберігати в процесі й після впливу температури навколишнього повітря 40 °С світлові й колірні параметри.

За вказаної температури світловий потік світильників має становити не менше ніж 70 %, а значення ККТ не повинно відрізнятися більше ніж на 500 К від відповідних номінальних значень.

Після впливу зазначених температур значення світлового потоку й ККТ не повинні відрізнятися більше ніж на 5 % від номінальних значень.

6.3.8.1 Вимоги до світильників загального освітлення виробничих, громадських і житлових будівель

6.3.8.1.1 Клас світлорозподілу й тип кривої сили світла світильників загального освітлення виробничих і громадських будівель, а також клас світлорозподілу світильників загального освітлення для житлових приміщень мають відповідати ГОСТ 17677 та 4.1 цього стандарту. Тип кривої сили світла світильників для житлових приміщень не нормують. Клас світлорозподілу світильників для житлових приміщень установлюють візуально.

Для світильників зі спеціальним світлорозподілом у стандартах і технічних умовах на світильники конкретних типів або груп має бути наведено одну або кілька характерних кривих сили світла із зазначенням відповідних меридіональних площин.

6.3.8.1.2 Значення захисного (умовного захисного) кута по обмеженню яскравості, зони обмеження яскравості в нижній півсфері й габаритної яскравості для підвісних, стельових та вбудованих світлодіодних світильників загального освітлення приміщень громадських будівель мають відповідати вказаним у таблиці 7.

Таблиця 7 — Світлотехнічні вимоги до світильників загального освітлення приміщень громадських будівель

Захисний (умовний захисний) кут у поперечній і поздовжній площинах, не менше ніж	Зона обмеження яскравості, градуси	Габаритна яскравість, кд/м ² , не більше ніж, для класу світлорозподілу		
		П	Н	Р, В
30	60—90	3500	4500	5000

6.3.8.1.3 Значення світлової віддачі світильників зі світлодіодами для загального освітлення виробничих і громадських будинків мають відповідати вказаним у таблиці 8.

Примітка. Світлову віддачу наведено для ККТ 2700—3500 К. Світлова віддача світильників (без оптичних екранувальних елементів) для інших діапазонів ККТ відповідно до таблиці 4, а з вторинною оптикою та розсіювачами допускають зниження на 10 % для світильників із призматичними розсіювачами та вторинною оптикою та на 20 % із матованими розсіювачами.

Таблиця 8 — Значення світлової віддачі світильників загального освітлення виробничих і громадських будівель

Сфера застосування світильників	Клас світлорозподілу	Світлова віддача світильника, лм/Вт, не менше ніж			
		з розсіювачем		з вторинною оптикою	без оптичних і екранувальних елементів
		призматичним	матованим		
Приміщення громадських будинків	П	65	55	60	—
	Н				
	Р	60	50		
Приміщення виробничих будівель	П	65	55	65	70
	Н, В	60		60	65
	Р				

6.3.8.1.4 Значення захисного (умовного захисного) кута, зони обмеження яскравості настінних і підлогових світильників загального освітлення мають відповідати значенням відповідно до таблиці 8.

Значення габаритної яскравості світильників установлюють у стандартах або технічних умовах на світильники конкретних типів або груп.

6.3.8.1.5 Значення габаритної яскравості підвісних і стельових світлодіодних світильників загального освітлення житлових приміщень у зоні обмеження яскравості 60°—90° мають бути не більше ніж 5000 кд/м².

6.3.8.1.6 Значення захисного (умовного захисного) кута, зони обмеження яскравості в нижній півсфері і габаритної яскравості настінних і підлогових світлодіодних світильників загального освітлення житлових приміщень повинні відповідати вказаним у таблицях 9 та 10.

Таблиця 9 — Світлотехнічні вимоги до настінних і підлогових світильників загального освітлення житлових приміщень

Вид світильника	Відстань від світлового центру до підлоги, м	Захисний (умовний захисний) кут у поперечній і поздовжній площинах, не менше ніж, градуси		Зона обмеження яскравості
		у нижній напівсфері	у верхній напівсфері	
Настінний	До 1,8 включ.	30	30*	60*—120*
	Більше ніж 1,8		—	60*—90*

Кінець таблиці 9

Вид світильника	Відстань від світлового центру до підлоги, м	Захисний (умовний захисний) кут у поперечній і поздовжній площинах, не менше ніж, градуси		Зона обмеження яскравості
		у нижній напівсфері	у верхній напівсфері	
Підлоговий	До 1,0 включ.	10*	40*	80*—130*
	Від 1,0 до 1,3 включ.	20*	30*	70*—120*
	Від 3 до 1,6 включ.	30*	20*	60*—110*
	Від 1,6		10*	60*—90*
* Вказують в експлуатаційних документах згідно з ДСТУ ГОСТ 2.601 на світильники для житлових приміщень, у стандартах та технічних умовах на світильники — для громадських будівель конкретних типів або груп.				

Таблиця 10 — Максимальне значення габаритної яскравості світильників загального освітлення житлових приміщень

Клас світлорозподілу	Габаритна яскравість, кд/м ² , не більше ніж
П	3500
Н	3000
Р	2500

6.3.8.1.7 У технічних умовах на світильники конкретних типів або груп для загального освітлення виробничих, громадських і житлових будівель залежно від їх призначення має бути вказано (крім вимог згідно з ДСТУ-П ІЕС/PAS 62722-2-1) такі світлотехнічні параметри:

- клас світлорозподілу;
- тип кривої сили світла (крім світильників для житлових приміщень);
- захисні кути (світильників для виробничих, громадських і житлових будівель);
- зона обмеження яскравості та габаритна яскравість у цій зоні (світильників для громадських будівель).

6.3.8.2 Вимоги до світильників місцевого та комбінованого освітлення громадських і житлових приміщень

6.3.8.2.1 Клас світлорозподілу і тип кривої сили світла світильників місцевого та комбінованого освітлення виробничих і громадських будівель, а також клас світлорозподілу світильників місцевого та комбінованого освітлення для житлових приміщень мають відповідати ГОСТ 17677 та 4.1 цього стандарту. Тип кривої сили світла світильників для житлових приміщень не нормують.

6.3.8.2.2 Світильники місцевого освітлення для виробничих приміщень повинні мати відбивач із непрозорого матеріалу, що забезпечує захисний кут не менше ніж 30°.

6.3.8.2.3 Значення габаритної яскравості світильників місцевого та комбінованого освітлення громадських і житлових будівель у зоні обмеження яскравості має бути не більше ніж 2000 кд/м², зазначеної в таблиці 11.

Таблиця 11 — Світлотехнічні вимоги до світильників місцевого та комбінованого освітлення громадських і житлових приміщень

Відстань від світлового центру світильника до робочої поверхні, м	Зона обмеження яскравості	Захисний (умовний захисний) кут, не менше ніж	
		у нижній напівсфері	у верхній напівсфері
До 1,1 включ.	85*—125*	5	35
Від 1,1 до 1,2 включ.	75*—110*	15	20
Від 1,2 до 1,3 включ.	65*—95*	25	5
Більше ніж 1,3	60*—90*	30	—
* Вказують в експлуатаційних документах згідно з ДСТУ ГОСТ 2.601 на світильники для житлових приміщень, у технічних умовах — на світильники конкретних типів або груп для громадських приміщень.			

6.3.8.2.4 Значення захисного кута нічників у верхній півсфері має дорівнювати 90° за допустимого значення габаритної яскравості 500 кд/м².

6.3.8.2.5 Світлову віддачу й коефіцієнт світлової віддачі світильників зі світлодіодами для місцевого та комбінованого освітлення виробничих, громадських та житлових будинків не нормують.

6.3.8.2.6 Значення освітленості робочої поверхні має бути не менше ніж 300 лк. Відношення максимальної освітленості до мінімальної в межах освітлюваної поверхні має бути не більше ніж три.

Розміри освітлюваної поверхні, висота установки світильників місцевого або комбінованого освітлення для виробничих, громадських і житлових будівель і створювані ними рівні освітленості має бути вказано в технічних умовах на світильники конкретних типів або груп.

6.3.8.2.7 У технічних умовах на світильники конкретних типів або груп місцевого й комбінованого освітлення виробничих, громадських і житлових будівель залежно від їх призначення має бути вказано (крім вимог згідно з ДСТУ-П IEC/PAS 62722-2-1) такі світлотехнічні параметри:

- клас світлорозподілу;
- тип кривої сили світла (крім світильників для житлових приміщень);
- освітленість робочої поверхні;
- захисні кути;
- габаритна яскравість і зона обмеження яскравості (крім світильників для виробничих будівель).

6.3.9 Світлотехнічні вимоги до світильників зовнішнього освітлення

6.3.9.1 Світильники для зовнішнього освітлення мають зберігати під час і після впливу температури навколишнього повітря від мінус 40 °C до плюс 40 °C колірні й світлові параметри.

За вказаних температур світловий потік світильників має становити не менше ніж 70 %, а значення ККТ не повинно відрізнятися більше ніж на 500 К від відповідних номінальних значень.

Після взаємодії зазначених температур значення світлового потоку й ККТ не повинні відрізнятися більше ніж на 5 % від номінальних значень.

6.3.9.2 Клас світлорозподілу й тип кривої сили світла в характерних меридіанних площинах мають відповідати ГОСТ 17677 та розділу 4.1 цього стандарту, а тип умовної екваторіальної кривої сили світла в екваторіальній площині — вказаній у таблиці 2 цього стандарту.

6.3.9.3 Значення максимальної сили світла світильників зовнішнього освітлення залежно від типу світлорозподілу в зоні засліплення для будь-якої меридіанної площини, приведені до світлового потоку світильника 1000 лм, не повинні бути більшими, ніж зазначені в таблиці 3, при цьому абсолютне значення сили світла не повинно перевищувати 1000 кд.

6.3.9.4 Для світильників, світлорозподіл яких не може бути охарактеризовано кривими сили світла, наприклад світлових стовпчиків, світлових колон, у стандартах або технічних умовах на світильники конкретних типів або груп має бути зазначено клас світлорозподілу згідно з ГОСТ 17677.

6.3.9.5 У технічних умовах на світильники конкретних типів або груп залежно від їх призначення має бути вказано (крім вимог згідно з ДСТУ-П IEC/PAS 62722-2-1) такі світлотехнічні параметри:

- клас світлорозподілу;
- тип кривої сили світла в характерних меридіональних площинах;
- тип умовної екваторіальної кривої сили світла;
- тип світлорозподілу в зоні засліплення;
- максимальна сила світла в зоні засліплення.

6.4 Вимоги до конструкції

Конструктивні вимоги до світильників, їх частин, компонентів і матеріалів — згідно з ДСТУ IEC 60598-1, розділи 4 (крім 4.13, 4.19, 4.21, 4.24), 5, 12 (крім 12.2, 12.6, 12.7), 13, 14, 15, ДСТУ IEC 60598-2-1, ДСТУ EN 60598-2-2, ДСТУ EN 60598-2-3, ДСТУ EN 60598-2-4 щодо світильників для освітлення вулиць і доріг із такими доповненнями.

6.4.1 Конструкція світильника має забезпечувати:

- зручність монтування та під'єднання до мережі;
- легке знімання або відкидання частин, що підлягають чищенню, обслуговуванню або заміні під час експлуатування, без зниження безпеки;
- надійне кріплення знімних частин, що унеможливило їх самовільне послаблення та випадання під час експлуатування.

6.4.2 Світильники мають відповідати загальним вимогам щодо безпеки ДСТУ IEC 60598-1, ДСТУ IEC 60598-2-1, ДСТУ EN 60598-2-2, ДСТУ EN 60598-2-3, ДСТУ EN 60598-2-4.

6.4.3 Основні компоненти світильників і самі світильники мають відповідати загальним вимогам щодо безпеки згідно з НД на зазначені вище компоненти, а саме:

- світлодіодні лампи, поєднані з допоміжними пристроями — згідно з ДСТУ EN 62560; світлодіодні лампи, не поєднані з допоміжними пристроями, — згідно з ДСТУ-П IEC/PAS 62663-1;

- електричні допоміжні пристрої — згідно з ДСТУ ІЕС 61347-2-13;
- приєднувачі (адаптери) — згідно з ДСТУ ІЕС 60838-2-2.

6.4.4 Максимальна температура нагрівання корпусу-радіатора світильника має бути не більше ніж 60 °С.

Інформацію про місце вимірювання температури нагрівання для випробувань світильників має зазначити виробник або постачальник.

6.4.5 Гумові деталі світильника мають бути стійкі до впливу навколишнього середовища відповідно до умов їх експлуатації.

6.4.6 Вимоги до захисту від впливу кліматичних і механічних чинників зовнішнього середовища

Світильники мають зберігати свої параметри під час і після впливу кліматичних і механічних чинників зовнішнього середовища.

6.4.7 Світильники мають відповідати вимогам ДСТУ ІЕС 60598-1 (4.13) та ДСТУ ІЕС 60598-2-1, ДСТУ EN 60598-2-2, ДСТУ EN 60598-2-3, ДСТУ EN 60598-2-4 у частині впливу механічних чинників зовнішнього середовища.

6.4.8 Світильники мають відповідати вимогам ДСТУ ІЕС 60598-1, розділ 9, ДСТУ ІЕС 60598-2-1, ДСТУ EN 60598-2-2, ДСТУ EN 60598-2-3, ДСТУ EN 60598-2-4 у частині захисту від пилу, твердих частинок і вологи та вологостійкості з таким доповненням.

Ступінь захисту вказують у стандартах або технічних умовах на конкретні типи або групи залежно від умов експлуатування, для яких їх призначено.

6.4.9 Вимоги безпеки щодо оптичного випромінювання світлодіодних світильників мають відповідати ДСТУ ІЕС/TR 62471-2.

6.5 Вимоги до ресурсних характеристик

Вимоги до ресурсних характеристик та надійності — згідно з ДСТУ-П ІЕС/PAS 62722-2-1 та ДСТУ-П ІЕС/PAS 62717.

6.5.1 У стандартах і ТУ на світильники, оснащені відокремлюваними світлодіодними джерелами (лампами, модулями тощо), значення строків служби світильників мають надаватися в роках, як це зазвичай робиться стосовно електротехнічних виробів.

Строки служби таких світильників мають бути не менше ніж 12 років (з урахуванням тривалостей перебування світильників як у ввімкненому, так і вимкненому стані).

6.5.2 У світильниках, оснащених невідокремлюваними джерелами світла (СВД-модулями), номінальні значення строків служби треба встановлювати в годинах (або в тисячах годин) функціонування світильників.

У цьому стандарті за основу беруть номінальне значення строку служби модулів СВД $L_x = 24\,000$ год, на момент досягнення якого світильники мають зберігати світловий потік на рівні не менше ніж $x = 70\%$ його початкового номінального значення. Експериментальне підтвердження збереження світлового потоку має бути не менше ніж до 25 % задекларованого строку служби з подальшою екстраполяцією збереження світлового потоку до вказаного значення строку служби.

6.5.3 Виробник світильників може встановлювати (декларувати) більше номінальне значення строку служби L_{70} (а також інші значення x , а саме 50 %; 60 %; 80 % та 90 %), але й тоді випробування для підтвердження збереження світлового потоку потрібно проводити протягом не менше ніж 25 % задекларованого значення строку служби.

При цьому категорії збереження світлового потоку треба позначати кодами: 5, 6, 7, 8 та 9.

6.5.4 Вимоги до надійності за циклічних температурних випробувань, випробувань на вмикання/вимикання та форсованому функціонуванні — згідно з ДСТУ ІЕС/PAS 62722-2-1 та ДСТУ-П ІЕС/PAS 62717.


6.5.5 Вимоги фотобіологічної безпеки та класифікація світильників за групами ризику небезпечності синього світла — згідно з ДСТУ EN 62471, ДСТУ ІЕС 62471-2 та ДСТУ ІЕС/TR 62778.

6.6 Вимоги щодо збереження чистоти довкілля, утилізування

6.6.1 Згідно з ДСТУ-П ІЕС/PAS 62722-1 виробник світильників мусить забезпечувати, щоб матеріали в конструкціях цих виробів та їхніх компонентах не використовували з порушеннями норм чинного НД щодо обмеження вмісту специфічних речовин, небезпечних (шкідливих) для користувачів і навколишнього середовища.

Вміст небезпечних речовин у світильниках має відповідати технічному регламенту обмеження використання небезпечних речовин в електротехнічному та електричному обладнанні [7].

6.6.2 Для сприяння утилізуванню світильників на кінець строку служби або виходу їх із ладу виробник має забезпечувати користувачів інструкціями щодо демонтування світильників і розділення матеріалів за їх видами.

Маркування на етикетці транспортної тари має містити знак  згідно з [6] щодо унеможливлення викидання світильників, які вичерпали свій ресурс або вийшли з ладу, до сміттєзбиральних контейнерів.

6.7 Вимоги до пакування, зберігання і транспортування

6.7.1 Пакування світильників має відповідати вимогам ГОСТ 23216 та відповідних стандартів і ТУ на конкретні світильники чи групи світильників.

Кожний світильник має вкладатися в індивідуальну упаковку відповідних розмірів з тришарового картону згідно з ГОСТ 7376, скріпленого по швах клейкою стрічкою згідно з ГОСТ 20477 або подібною.

Примітка. За узгодженням з покупцем (користувачем) світильник перед вкладанням у картонну упаковку можна поміщати в чохол з поліетиленової плівки згідно з ГОСТ 10354.

Індивідуальна упаковка повинна унеможливити пошкодження світильника.

6.7.2 Для покращення умов транспортування й зберігання та за узгодженням з покупцем (користувачем) може застосовуватися групова транспортна тара з тришарового картону згідно з ГОСТ 7376 з узгодженою кількістю індивідуально упакованих світильників.

6.7.3 Маркування транспортної тари — індивідуальної упаковки або групової тари — має виконуватися згідно з ГОСТ 14192 з нанесенням маніпуляційних знаків «Верх», «Крихке. Обережно!», «Оберегати від вологи» тощо.

На індивідуальну упаковку та групову тару (в разі застосування) треба наклеювати етикетку згідно з ДСТУ ГОСТ 2.601, на якій містяться позначки, знаки та інформація згідно з ДСТУ-П ІЕС/PAS 62722-2-1, а також:

- адреса й інші реквізити виробника та/або відповідального продавця;
- кількість світильників (у разі групової тари);
- штамп служби технічного контролю.

Дозволено перелічені вище дані наносити типографським способом на одну з бічних стінок індивідуальної упаковки або групової тари, а також дублювання написів і знаків на інших стінках групової тари (крім дати виготовлення й штампу служби технічного контролю).

6.7.4 Перевозити світильники можна будь-якими сучасними транспортними засобами.

У стандартах і ТУ на світильники умови їх транспортування треба встановлювати:

- залежно від впливу кліматичних чинників — відповідна група згідно з ГОСТ 15150;
- залежно від впливу механічних чинників — відповідна група згідно з ГОСТ 23170.

6.7.5 Умови зберігання світильників треба встановлювати згідно з вимогами ГОСТ 23216.

6.8 Комплектність

У комплект світильника входить паспорт, інструкція з експлуатування та інші експлуатаційні документи згідно з ГОСТ 2.601.

Склад експлуатаційних документів, що входять у постачання світильників, а також наявність упаковки і додаткових елементів вказують у стандартах або технічних умовах на світильники конкретних типів або груп.

7 ПРАВИЛА ПРИЙМАННЯ

7.1 Для перевірення відповідності світильників вимогам цього стандарту виробник проводить приймально-здавальні, періодичні й типові випробування.

Види, обсяг, послідовність і періодичність випробувань вказують у стандартах чи технічних умовах на світильники конкретних типів або груп.

7.2 Плани контролю вказують у стандартах чи технічних умовах на світильники конкретних типів або груп.

Мінімальні обсяги вибірок для типових випробувань — згідно з ДСТУ-П ІЕС/PAS 62722-2-1.

8 МЕТОДИ ВИПРОБУВАНЬ

8.1 Вимоги до електровиміральної апаратури

8.1.1 Для живлення вимірювальних схем застосовують джерела змінного струму частотою 50 Гц і/або постійного струму.

Система живлення змінним струмом має складатися з джерела стабілізованої синусоїдної напруги й регульованих пристроїв для плавного регулювання.

Якщо значення й форма напруги можуть вплинути на результати вимірювань, то коливання напруги має бути не більше ніж 0,5 %, а ефективне значення напруги вищих гармонік має бути не більше ніж 3 % ефективного значення напруги основної гармоніки.

8.1.2 Електровимірювальні прилади мають відповідати вимогам ГОСТ 22261.

Клас точності застосовуваних під час випробовувань електровимірювальних приладів має бути:

— не нижче ніж 1,0 — для вимірювання опору й електричної міцності ізоляції;

— не нижче ніж 0,5 — для всіх інших випадків.

Вимірювальні прилади не повинні бути чутливими до відхилів вимірюваних величин від синусоїдної форми й мають показувати діючі значення вимірюваних електричних величин.

Дозволено в разі прийнятно-здавальних та періодичних випробувань застосовувати мегометри класу точності не нижче ніж 2,5, а для перевірки електричної міцності ізоляції електровимірювальних приладів — класу точності 4.

Під час проведення вимірювань треба надавати перевагу цифровим електровимірювальним приладам. Допустимо використовувати аналогові електровимірювальні прилади з межами вимірювань, що забезпечують відлік вимірюваної величини в другій половині шкали.

8.1.3 Усі вживані засоби вимірювань мають бути в справному стані й мати чинні свідоцтва про повірку або калібрування.

8.2 Загальні умови проведення випробувань

8.2.1 Випробування світильників проводять у приміщенні з нормальними кліматичними умовами згідно з ГОСТ 16962.1, якщо іншого не зазначено в методиці випробувань.

Наявність вібрацій у приміщенні не дозволено.

8.2.2 Випробуванням піддають повністю зібрані світильники, якщо іншого не зазначено в методиці випробування.

Положення світильників під час випробувань має відповідати зазначеному в стандартах або технічних умовах на світильники конкретних типів чи груп.

Загальні умови випробувань СВД світильників — згідно з ДСТУ-П IEC/PAS 62722-2-1.

8.3 Перевіряння вимог до світлотехнічних та колірних характеристик

Перевіряння світлотехнічних вимог — згідно з ГОСТ 17677 та ДСТУ-IEC/PAS 62722-2-1 з такими доповненнями.

8.3.1 Загальні положення

8.3.1.1 Відтворюваність вимірювань не повинна перевищувати зазначеної в таблиці 12.

Таблиця 12 — Вимоги до відтворюваності вимірювань світлотехнічних та колірних параметрів

Вимірюваний параметр	Відтворюваність вимірювань, %
Сила світла	± 8
Освітленість	
Світловий потік	
Габаритна яскравість	± 10
Світлова віддача	± 8
Корельована колірна температура	± 10

8.3.1.2 Вимірювання розподілу сили світла на розподільному фотометрі або гоніофотометрі (далі — ГФМ) проводять у приміщенні, стіни, підлога і стеля якого мають матове чорне покриття. Допустимо використовувати екрани, діафрагми й тубуси як засоби захисту від засвічування поверхонь приміщення, які відбивають світло. Крім того, потрібно вжити заходів щодо запобігання впливу стороннього світла й обмеження впливу відбитого світла від вимірювального обладнання.

8.3.1.3 Світлові характеристики світильників вимірюють на вимірювальних установках (гоніофотометрі або фотометричній кулі), оснащених фотометрами (фотометричними головками з вимірювачами струму, люксметрами, яскравомірами, цифровими камерами), спектральні характеристики яких кориговані під відносну спектральну світлову ефективність випромінювання для стандартного фотометричного спостерігача МКО — $V(\lambda)$ (ГОСТ 8.332). Складники відносних похибок засобів вимірювань наведено в таблиці 13 для довірчої ймовірності 0,95 згідно з ГОСТ 8.207 і рекомендаціями МКО [1]—[3].

Таблиця 13 — Вимоги до точності вимірювань світлотехнічних параметрів

Назва складників відносних похибок	Позначення	Значення відносної похибки, %	
		фотометричної головки	яскравоміра, цифрової камери-яскравоміра
Якість корекції під $V(\lambda)$ щодо джерела типу А, не більше ніж	f_1	4,5	5,0
Похибка в разі переходу від джерела типу А до джерел з іншим спектральним складом випромінювання, не більше ніж	$f_1(z)$	3,0	4,0
Просторова (косинусна) похибка люксметра, не більше ніж	f_2	2,0	2,0
Похибка нелінійності, не більше ніж	f_3	0,2	0,2
Похибка температурної залежності, не більше ніж	f_5	0,3/°C	0,3 %/°C
Похибка модуляції світла, не більше ніж	f_6	0,5	0,5
Похибка поляризації, не більше ніж	f_7	—	0,6
Похибка установки фотометричної головки фотометра або фокусування яскравоміра, не більше ніж	f_8	0,15	0,2
Межі сумарної похибки	f_z	3—7	5—10

Примітка. Функцію f_1 , %, яка визначає якість корекції відносної спектральної чутливості фотометра під функцію $V(\lambda)$, обчислюють за формулою:

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

де

$$s_{\text{відн}}(\lambda) = s_{\text{відн}}(\lambda) \frac{\int s_d(\lambda) V(\lambda) d\lambda}{\int s_d(\lambda) s_{\text{відн}}(\lambda) d\lambda}, \quad (2)$$

де $s_{\text{відн}}(\lambda)$ — відносна спектральна чутливість приймача випромінювання;

$s_d(\lambda)$ — відносний спектральний розподіл джерела типу А.

Функцію $f_1(z)$, %, обчислюють за формулою:

$$f_1(z) = \left(1 - \frac{\int s_{\text{св}}(\lambda) s_{\text{відн}}(\lambda) d\lambda}{\int s_d(\lambda) s_{\text{відн}}(\lambda) d\lambda} \cdot \frac{\int s_d(\lambda) V(\lambda) d\lambda}{\int s_d(\lambda) s_{\text{відн}}(\lambda) d\lambda} \right) 100, \quad (3)$$

де $s_{\text{св}}(\lambda)$ — відносний спектральний розподіл випромінювання світильника.

8.3.1.4 Вимірювання кольорних характеристик для нерозбірних освітлювальних приладів зі світлодіодами виконують за допомогою спектрометрів або спектроколориметрів, характеристики яких мають відповідати зазначеним у таблиці 14.

Таблиця 14 — Вимоги до засобів вимірювання спектральних та кольорних характеристик

Назва характеристики	Значення
Спектральний діапазон, нм	350—830
Похибка калібрування по довжинах хвиль, нм, не більше ніж	± 0,3
Крок сканування, нм, не більше ніж	5

Кінець таблиці 14 :

Назва характеристики	Значення
Похибка калібрування за відносним спектральним розподілом випромінювання, %, не більше ніж	± 5
Похибка визначення координат колірності Δx і Δy , не більше ніж	$\pm 0,005$
Похибка визначення корельованої колірної температури, %, не більше ніж	± 10
Примітка. Для обчислення координат колірності в системах діаграм МКО 1931, 1960 та 1976 і визначення корельованої колірної температури рекомендовано використовувати вимірювальне обладнання з програмним забезпеченням.	

8.3.2 Вимірювання розподілу сили світла

8.3.2.1 Для характеризування світлорозподілів світильників напрямленого світла знаходять абсолютні (або відносні) значення сили світла в певних меридіанних площинах залежно від значення меридіанного кута.

Під час вимірювань застосовують загальноприйняту в геометрії систему сферичних координат (R, φ, ϑ) , де R — радіус розгляданої сфери, φ та ϑ — відповідно азимутний та меридіанний кути. Роль радіуса R у цих вимірюваннях грає відстань вимірювань, значення якої під час вимірювань має бути сталою.

Відстанню вимірювань d є відстань між центром вихідного отвору світильника (тобто його світловим центром) та центром вхідної апаратури (вхідного отвору) фотоприймача.

8.3.2.2 Симетричність/несиметричність конфігурації просторового світлорозподілу в азимутальній площині може приблизно визначатися формою світлової плями, утвореної світильником на білому матовому екрані, розташованому на достатній (залежно від розмірів вихідного отвору світильника) відстані від нього. У цей спосіб можна також визначати кількість та розташування меридіанних площин, в яких мають проводитися вимірювання сили світла. Приблизне розташування азимутальних осей симетрії та/або визначальних меридіанних площин позначають маркером на корпусі світильника.

8.3.2.3 Силу світла вимірюють розподільним фотометром або гоніофотометром. Гоніофотометр має забезпечувати вимірювання сили світла світильників згідно з рекомендаціями МКО [4].

8.3.2.4 Принципом вимірювань за допомогою ГФМ є вимірювання на поверхні уявної сфери тієї частини променевого потоку джерела (світловий центр якого збігається з центром сфери), що потрапляє на активну поверхню фотоприймача. Чим меншими будуть зазначена вище частина променевого потоку й активна поверхня приймача, значеннями яких можна нехтувати порівняно зі значенням відстані d вимірювань, тим точнішими будуть результати останніх. За таких умов освітленість E на активній поверхні фотоприймача буде достатньо задовольняти закон обернених квадратів $E = \frac{I}{d^2}$, (де I — сила світла в напрямку оптичності осі приймача), й такі вимірювання називаються вимірюваннями за умов «далекої зони». Але чутливість фотоприймача зменшуватиметься також пропорційно d^{-2} .

8.3.2.5 Є ГФМ різних конструкцій. Наприклад, ГФМ «близької зони», значення відстаней d вимірювань яких становить 2—3 м, можуть мати конструкцію, в якій світловий центр світильника розташовується в центрі сфери. Світильник може обертатися навколо власної оптичної осі зі змінням азимутального кута φ на 360° , а активна поверхня фотоприймача може обертатися навколо осі відліку кутів φ зі змінням значень меридіанних кутів ϑ на 360° .

Для перетворення описаного вище ГФМ на прилад вимірювань за умов «далекої зони» його забезпечують двома відповідно розташованими плоскими дзеркалами, відбиваючись від яких, промені від джерела світла знову ж таки потрапляють на активну поверхню приймача, але відстань d вимірювання, яка тепер є ломаною лінією, може бути збільшено в кілька разів.

8.3.2.6 Є необхідним оцінити можливість використання ГФМ «близької зони» для вимірювань сил світла світильників зі світлодіодними джерелами.

Використання ГФМ «близької зони» є можливим, якщо відношення мінімального значення d_{\min} відстані вимірювань до максимального значення d_{\max} довжини активної (тієї, що світить) частини світильника є не менше ніж п'ять.

Примітка. У випадках, коли відношення значення відстані d вимірювань до значень d_{\max} менше ніж п'ять, треба використовувати ГФМ із дзеркалами. При цьому одне з дзеркал обертається навколо осі відліку кутів φ ; промені світла в напрямку вимірювань відбиваються спочатку від цього, потім — від другого дзеркала й потрапляють на фотоприймач.

8.3.2.7 Вимірювання за допомогою ГФМ мають проводитися згідно з інструкцією з використання цього приладу, але умови й загальна процедура вимірювань мають бути такими, як зазначено в подальших пунктах.

8.3.2.8 Має бути виготовлено спеціальні пристрої для належного кріплення в ГФМ випробуваних світильників усіх конструкцій.

8.3.2.9 Як фотоприймач у ГФМ використовують фотометричну головку (з конусним коригуванням її чутливості) в сукупності з приладом, що вимірює фотострум. Для градування фотометричної головки за значенням сили світла еталонну лампу (згідно з ГОСТ 10771) з відомим абсолютним значенням $I_{\text{ет}}$ сили світла в певному напрямку встановлюють у ГФМ так, щоб світловий центр лампи збігався з центром обертання фотометричної головки, а оптична вісь останньої збігалася з напрямком, у якому сила світла еталонної лампи має відоме (паспортне) значення.

Значення градувального коефіцієнта K (яке потім заносять до протоколу випробувань) обчислюють за формулою:

$$K = \frac{I_{\text{ет}}}{N_{\text{ет}}}, \quad (4)$$

де $N_{\text{ет}}$ — кількість поділок шкали приладу вимірювань фотоструму.

8.3.2.10 Еталонну лампу в ГФМ замінюють випробуваним світильником, який за допомогою пристроїв кріпиться так, щоб оптична вісь світильника збігалася з віссю його азимутального обертання в ГФМ.

Приблизно встановлюють азимутальний кут φ розташування меридіанної площини, в якій мають проводити вимірювання (використовуючи позначки приблизного їх розташування, див. 8.3.2.2). Остаточне розташування таких площин та їх кількість залежно від виду конфігурацій світлорозподілу в екваторіальній площині (круглосиметрична, симетрична, несиметрична) здійснюють за допомогою взаємних переміщень світильника та фотоприймача зі спостереженням за показами приладу, який вимірює фотострум.

8.3.2.11 Після цього покази приладу, що вимірює фотострум (у вигляді кількості $N_{k,x}$ поділок шкали цього приладу), за значення ϑ_k кожного відповідного k -го меридіанного кута через кожні 15° . Кількість вимірювань в одній меридіанній площині згідно з ДСТУ ІЕС/TR 61341 має становити $180^\circ : 15^\circ + 1 = 13$ (де «+1» означає вимірювання за значення кута $\vartheta = 0^\circ$).

8.3.2.12 Абсолютні значення $I_{k,x}$ сили світла випробовуваного світильника в кожному напрямку під кутом ϑ обчислюють за формулою:

$$I_{k,x} = K \cdot N_{k,x}, \quad (5)$$

де K — значення градувального коефіцієнта згідно з формулою (5).

Усі проміжні й остаточні результати вимірювань заносять до протоколу випробувань.

8.3.3 Вимірювання максимального значення сили світла

8.3.3.1 Важливо оцінити, за яких умов осьове значення сили світла світильника можна вважати максимальним її значенням. Це здійснюють із застосуванням підходів згідно з ДСТУ ІЕС/TR 61341.

8.3.3.2 Після знаходження (згідно з процедурою, описаною в 8.3.2) значень сили світла у відповідних меридіанних площинах будують графік залежності сили світла від значень кутів ϑ (у діапазоні останніх від мінус 90° до 90°) у прямокутній системі координат так, як схематично показано на рисунку 2. На осі ординат відкладають абсолютні значення сили світла I , в канделах.



Рисунок 2 — Схематичні зображення залежності $I = f(\vartheta)$

8.3.3.3 Для світильників із круглосиметричними конфігураціями світлорозподілів та за наявності одного максимуму в світлорозподілі або в разі більше ніж одного максимуму сили світла з кутами між напрямками максимумів менше ніж 10° вважають, що значення осьової сили I_{oc} світла (яке заносять до протоколу випробувань) є максимальним.

Якщо осьова сила світла I_{oc} пучка менше ніж 50° максимального значення I_{max} , до протоколу випробувань заносять зображення графіка залежності $I = f(\vartheta)$.

8.3.3.4 Для світильників із двома осями симетрії в азимутальній площині вимірювання та побудови графіка залежності $I = f(\vartheta)$ треба здійснювати в кожній з двох визначальних меридіанних площин. За умови внесення до протоколу значень I_{oc} має бути таким самим, як і в попередньому пункті.

Примітка. У разі таких конфігурацій пучків може бути необхідним обертати світильник навколо його оптичної осі для визначення розташувань великої та малої осей конфігурації.

8.3.3.5 Щодо світильників із несиметричними (нерівномірними) конфігураціями вимірювання (та побудову графіків) треба здійснювати щонайменше в шести меридіанних площинах за однаковими інтервалами значень кутів $\Delta\varphi = 30^\circ$ для подальшої побудови просторового світлорозподілу.

Примітка. Загальна кількість вимірювань у цьому разі становитиме: 15 точок на площині \times 6 площин $-$ 5 точок $=$ 73. Мінус 5 точок означає одні й ті самі середні (осьові) точки вимірювань.

8.3.4 Вимірювання кутів (розходження) пучка

Для знаходження значення кута пучка у відповідній меридіанній площині треба застосовувати описану нижче процедуру з використанням графіка залежності $I = f(\vartheta)$, подібного зображеному на рисунку 2:

а) на осі абсцис міститься точка, якій відповідає максимальне значення I_{max} сили світла;
б) містяться точки, що відповідають значенням $0,5 I_{max}$ у точках ⑤;
в) відстань між двома останніми точками ділиться навпіл; одержана на осі абсцис точка визначатиме розташування оптичної осі пучка, а її ордината й точка ④ — значення I_{oc} осьової сили пучка, яке заносять до протоколу випробувань;

г) на осі абсцис знаходять значення ϑ_1 та ϑ_2 азимутальних кутів, які відповідають значенню $0,5 \cdot I_{oc}$;
д) різниця між значеннями ϑ_2 та ϑ_1 (між точками ⑥) дасть значення кута пучка у розгляданій меридіанній площині, яке має заноситися до протоколу випробувань.

8.3.5 Визначання класу світлорозподілу

Клас світлорозподілу визначають згідно з ГОСТ 17677 із такими доповненнями.

Клас світлорозподілу освітлювального приладу визначають за часткою світлового потоку в нижню півсферу $\Delta\Phi_n$, %, за формулою:

$$\Delta\Phi_n = \Phi_n \cdot 100/\Phi, \quad (6)$$

де Φ_n — світловий потік світильника, що випромінюється в нижню півсферу, лм;

Φ — повний світловий потік світильника, лм.

Значення величин Φ_n і Φ визначають за результатами вимірювання розподілу сили світла світильника.

Клас світлорозподілу світильника визначають згідно з ГОСТ 17677, таблиця 1.

8.3.6 Визначання типу кривої сили світла в меридіанній площині

8.3.6.1 Тип кривої сили світла в меридіанній площині визначають за методикою ГОСТ 17677 з таким доповненням. Тип кривої сили світла визначають за значенням коефіцієнта форми K_Φ і зони напрямку максимальної сили світла відповідно до таблиці 1 цього стандарту.

8.3.6.2 Визначання типу світлорозподілу в зоні засліплюваності

Засліплюваність утилітарних світильників зовнішнього освітлення перевіряють порівнянням значень сили світла світильників, кд/1000 лм, виміряних відповідно до 8.3.2, для меридіональних кутів ϑ , що дорівнюють 80° і 90° , по всіх меридіанних площинах, зі значеннями граничної сили світла світильника за таблицею 3 цього стандарту.

8.3.7 Вимірювання світлового потоку

8.3.7.1 Метод із гоніофотометром. Вимірювання проводять за методикою відповідно до рекомендацій МКО [5], описаною в 8.3.2. Цей спосіб не потребує використання еталонів світлового потоку, але потребує значно більше часу на вимірювання параметра кожного виробу.

8.3.7.1.1 Теоретично повний світловий потік Φ джерела пов'язано з функцією $I(\vartheta, \varphi)$ просторового розподілу сили світла формулою:

$$\Phi = \int_{\varphi=0}^{2\pi} \int_{\vartheta=0}^{\pi} I(\vartheta, \varphi) \cdot \sin \vartheta \cdot d\vartheta \cdot d\varphi. \quad (7)$$

Проте на практиці не можливо визначити функцію залежності сили світла від напрямків $I(\vartheta, \varphi)$. Крім того, не можливо знайти значення I в кожній точці (R, ϑ, φ) на поверхні уявної сфери з радіусом R , можна лише знайти вимірюваннями їх усередині значення в певному напрямку.

Тому інтегрування в формулі (7) має бути замінено підсумуванням значень світлових потоків (через окремі зони уявної сфери, радіус якої дорівнює відстані d вимірювань), обчислених за знайдених вимірюваннями значень сили світла I , усереднених у цих зонах.

8.3.7.1.2 Зонами вимірювань у випадках несиметричних конфігурацій світлорозподілів мають бути зони, які «вирізаються» на поверхні уявної сфери так званими чотиригранними тілесними кутами, які обмежують чотири площини, що попарно перетинаються на певних радіусах уявної сфери.

Порядок побудови поясових тілесних кутів та чотиригранних тілесних кутів як частин поясових пояснено в додатку Б.

8.3.7.1.3 Значення повного світлового потоку Φ світильника з несиметричною конфігурацією світлорозподілу треба обчислювати в два етапи:

а) спочатку обчислюють значення Φ_i світлових потоків у межах кожного i -го поясового тілесного кута за формулою:

$$\Phi_i = \sum_{k=1}^m I_{i,k} \cdot \Omega_{i,k}, \quad (8)$$

де $I_{i,k}$ — знайдене вимірюваннями значення сили світла в межах k -го чотиригранного кута як частини i -го поясового кута;

$\Omega_{i,k}$ — значення вказаного вище чотиригранного тілесного кута;

m — кількість чотиригранних кутів, за якими проводять підсумовування.

б) Остаточне значення Φ_x повного світлового потоку випробовуваного світильника обчислюють за формулою:

$$\Phi_x = \sum_{i=1}^{n+1} \Phi_i = \sum_{i=1}^{n+1} \sum_{k=1}^m I_{i,k} \cdot \Omega_{i,k}, \quad (9)$$

де $n + 1$ — кількість поясових тілесних кутів, за якими проводять підсумовування.

У цьому стандарті встановлено інтервали вимірювань як за кутами φ , так і за кутами ϑ , зі значеннями $\Delta\varphi = \Delta\vartheta = 5^\circ$. Це означає, що в кожному i -му поясовому тілесному куті вимірювання треба проводити в точках кількістю $m = 360^\circ : 5^\circ = 72$, які належать до 72 меридіанних площин.

При цьому в світильниках напрямленого світла вимірювання на кожній меридіанній площині формально треба проводити в точках кількістю $n = 90^\circ : 5^\circ = 18$ (див. рисунок Б.1), а в світильниках ненаправленого світла — в точках кількістю $n = 180^\circ : 5^\circ = 36$. Проте підсумовування в формулі (9) треба проводити за кількістю $n + 1$ точок вимірювання з урахуванням точки з $\vartheta = 0^\circ$.

Тобто загальну кількість точок вимірювань визначають приблизно як $m \cdot n = 72 \cdot 36$, тому треба надавати перевагу ГФМ з автоматичними системами вимірювань.

При цьому частина значень I_{ik} сили світла в точках поблизу кута $\vartheta = 180^\circ$ щодо світильників ненаправленого світла завжди дорівнюватиме нулю, а щодо світильників напрямленого світла — лише у випадках окремих видів світлорозподілів у меридіанних площинах.

8.3.7.1.4 Треба зазначити, що за $k = 1$ ($\vartheta = 0$) (див. перший рядок лівої частини таблиці Б.1) поясовий тілесний кут вироджується в конічний з достатньо малим значенням $\Omega_{i,1} = 0,0060$ (а чотиригранні його кути вироджуються в тригранні ще значно менших розмірів). Тому для знаходження значення Φ_1 достатньо значення $I(0)$ помножити на значення $\Omega_{i,1}$ цього конічного кута, тобто

$$\Phi_1 = I(0) \cdot 0,0060,$$

де $I(0)$ — значення сили світла в напрямку кута $\vartheta = 0$.

З урахуванням зазначеного вище формула (9) набуває вигляду:

$$\Phi_x = \Phi_1 + \sum_{i=2}^{n+1} \Phi_i = \Phi_1 + \sum_{i=2}^{n+1} \sum_{k=1}^m I_{i,k} \cdot \Omega_{i,k}, \quad (10)$$

де $\Omega_{i,k}$ — значення відповідного чотиригранного тілесного кута, яке стосовно кожного i -го поясового кута дорівнює $\Omega_i : 72$, а Ω_i — значення i -го поясового тілесного кута.

8.3.7.1.5 Якщо за попередніми вимірюваннями було виявлено, що просторовий розподіл випробовуваного світильника має симетричну конфігурацію (з двома осями симетрії), буде достатнім провести вимірювання лише в одній чверті азимутальної площини, тобто в діапазоні кутів φ від 0° до 90° або в точках кількістю $m = 72 : 4 + 1 = 19$. Але при цьому значення кутів Ω_{i1} та Ω_{i19} (щодо кожного поясового тілесного кута) має бути поділено на 2.

8.3.7.1.6 Якщо за попередніми вимірюваннями виявлено, що просторовий розподіл випробуваного світильника має круглосиметричну конфігурацію, значення Φ_x його повного світлового потоку можна обчислювати за формулою (11), а результат суми множать на 4:

$$\Phi_x = \sum_{i=1}^n I_i \cdot \Omega_i, \quad (11)$$

де I_i — значення сили в напрямку кута J_i знайдене вимірюваннями за будь-якого значення кута φ_k ; Ω_i — значення i -го поясового тілесного кута (таблиця Б.1).

8.3.7.2 Метод із фотометричною кулею

Вимірювання проводять згідно з ГОСТ 17616 у разі виконання таких додаткових вимог:

— загальна площа поверхні освітлювального приладу не повинна бути більше ніж 2 % площі внутрішньої поверхні кулі, а для протяжних освітлювальних приладів відношення максимального габаритного розміру освітлювального приладу до діаметра кулі має бути не більше ніж 2 : 3;

— екран, що закриває приймач випромінювання, має міститися від нього на відстані від 1/3 до 1/2 радіуса внутрішньої поверхні фотометричної кулі;

— розміри екрана мають бути такими, щоб розмір тіні від екрана на стінці кулі за ввімкненого світильника або лампи був у два рази більшим за діаметр вимірювального вікна;

— світильник має бути розташований в кулі так, щоб його головна поздовжня площина була паралельна площині вимірювального вікна;

— підлоговий світильник має бути розташований в кулі так, щоб його частина, що світиться, містилася в центрі кулі.

Оцінку селективності та рівномірності покриття кулі проводять згідно з ГОСТ 17616.

8.3.7.3 Для світильника з плоским вихідним отвором допустимо проводити вимірювання світлового потоку через вікно в фотометричній кулі. Діаметр вікна не має бути вище ніж 1/3 діаметра кулі.

Під час вимірювання освітлювальний прилад встановлюють із зовнішнього боку кулі так, щоб площа вихідного отвору світильника була розташована нарівні з площиною вікна кулі (рисунок 3а). Проміжок між краєм вікна кулі й освітлювальним приладом має бути перекрито кришкою з матеріалу, в якого характеристики відбивання світла близькі до характеристик відбивання внутрішньої поверхні кулі. Якщо немає відповідних еталонів зі світлодіодних світильників, дозволено використовувати традиційні еталонні лампи розжарювання, при цьому їх розташування в кулі (рисунок 3б) має бути таким, за якого виконуються вимоги щодо екранування приймального вікна від прямого світла еталонної лампи.

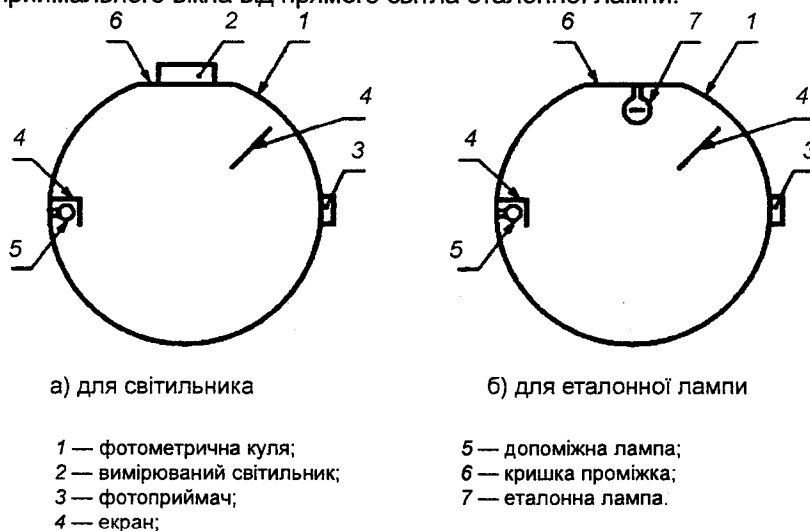


Рисунок 3 — Схема вимірювання світлового потоку світильника з плоским вихідним отвором у фотометричній кулі

8.3.8 Визначання захисних кутів

8.3.8.1 Значення захисного кута світильника треба обчислювати за формулою:

$$\gamma = \arctg \frac{h}{l}, \quad (12)$$

де h та l — значення розмірів, показаних на рисунку 4.

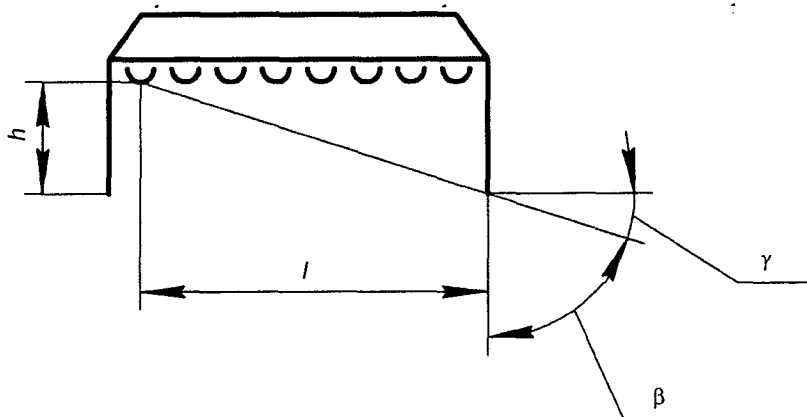


Рисунок 4 — Визначання захисного кута світлодіодного світильника вимірюванням конструктивних параметрів

8.3.8.2 Значення (з точністю до 1 мм) розмірів h та l знаходять вимірюваннями за допомогою стандартних вимірювальних пристроїв (штангенциркуль, лінійка, глибиномір тощо).

Примітка. У разі неможливості (через особливості конструкції світильника) вимірювань розмірів h та l допустимо визначати відповідність значень цих розмірів за спеціально виготовленими калібрами та/або шаблонами.

8.3.9 Визначання габаритної яскравості світильника

8.3.9.1 Габаритну яскравість визначають для основних площин симетрії світильника і меридіональних кутів у зоні обмеження яскравості згідно з ГОСТ 17677.

Примітка. Під час використання гоніофотометра ближньої зони габаритну яскравість визначають автоматично по всіх напрямках вимірювання сили світла.

8.3.9.2 Вимірювання можна проводити цифровою камерою-яскравоміром у напрямку, визначеному кутами, з відстані, за якої зображення поверхні світильника, що світиться, повністю вписується в кадрове вікно й заповнює якомога більшу його частину.

Значення габаритної яскравості світильника L_A визначають виділенням площі максимальних розмірів (усередині зображення частини світильника, яка світиться) і подальшою реєстрацією значення середньої яскравості цього майданчика, яке приймають за L_A .

8.3.10 Вимірювання розподілу освітленості

Залежно від призначеності світильника і його конструктивних особливостей вимірювання розподілу освітленості виконують на вимірювальному столі або в натурних умовах.

8.3.10.1 Вимірювання на вимірювальному столі

8.3.10.1.1 Вимірювання освітленості, створюваної світильниками місцевого або комбінованого освітлення на горизонтальній поверхні, виконують на вимірювальному столі з нанесеними на ньому полярною координатною сіткою, контрольними колами та прямокутниками.

8.3.10.1.2 Установка має забезпечувати кріплення в робочому положенні підвісних і настінних світильників, призначених для створення освітленості на горизонтальній поверхні.

Освітленість вимірюють за допомогою люксметра на вимірювальному столі в контрольній площі і по її периметру через 30° або 150 мм. Розміри контрольних прямокутників мають відповідати розмірам, зазначеним у технічних умовах на світильники конкретних типів або груп.

8.3.10.1.3 Настільні, настінні, підвісні й вбудовані круглосиметричні світильники встановлюють так, щоб проекція меридіанної площини — площини симетрії світильника — збігалася з діаметром контрольного кола. Проекція світлового центру повинна міститися на межі кола, а основа світильника — поза зазначеним колом.

Основа настільних світильників із центральною стійкою має примикати до межі кола, при цьому розташування світлового центру не нормують. Проекцію світлового центру має бути зафіксовано в протоколі.

8.3.10.1.4 Підлоговий круглосиметричний світильник має бути встановлено біля вимірювального столу так, щоб проекція меридіанної площини — площини симетрії світильника — збігалася з діаметром контрольного кола, а проекція світлового центру перебувала на межі кола. Основа світильника має бути поза колом.

8.3.10.1.5 Симетричні світильники встановлюють так, щоб проекція головної поперечної площини збігалася з малою віссю симетрії контрольного прямокутника, відповідного світильника цього типу або групи, а основа світильника перебувала поза контрольним прямокутником.

Розміри контрольних прямокутників мають відповідати розмірам, зазначеним у стандартах або технічних умовах на світильники конкретних типів або груп.

8.3.10.1.6 Висота світлового центру світильника до поверхні вимірювального столу має відповідати зазначеній у технічних умовах на світильники конкретних типів або груп.

8.3.10.1.7 У разі вимірювання світильників зі світлодіодними лампами, світловий потік яких відрізняється від номінального, необхідно виміряну люксометром освітленість привести до номінального світлового потоку ламп, використовуючи формулу:

$$E_{\text{ном}} = E \frac{\Phi_{\text{ном}}}{\Phi_{\text{л}}}, \quad (13)$$

де $E_{\text{ном}}$ — значення освітленості для лампи з номінальним світловим потоком, лк;

E — значення освітленості для вимірювальної лампи, лк;

$\Phi_{\text{ном}}$ — номінальний світловий потік лампи, лм;

$\Phi_{\text{л}}$ — світловий потік вимірювальної лампи, лм.

8.3.10.2 Вимірювання в натурних умовах

8.3.10.2.1 Для світильників, які через габаритні розміри і/або масу не можна встановити на гоніофотометрі, вимірювання розподілу освітленості проводять безпосередньо на поверхні підлоги в приміщенні або поза будівлею. Світильники під час вимірювання встановлюють у робоче положення.

8.3.10.2.2 Перед вимірюванням попередньо на поверхні вимірювання виконують розмітку полярної сітки вимірювальних точок відповідно з сіткою кутів у системі фотометрування (рисунок 5а)). Проекція світлового центру світильника має бути в центрі сітки. Радіуси концентричних кіл сітки r_{γ} , м, визначають за формулою:

$$r_{\gamma} = h \operatorname{tg} \gamma, \quad (14)$$

де h — висота світлового центру світильника над горизонтальною площиною вимірювання, м;

γ — меридіональний кут, відлічуваний від вертикалі, ... °.

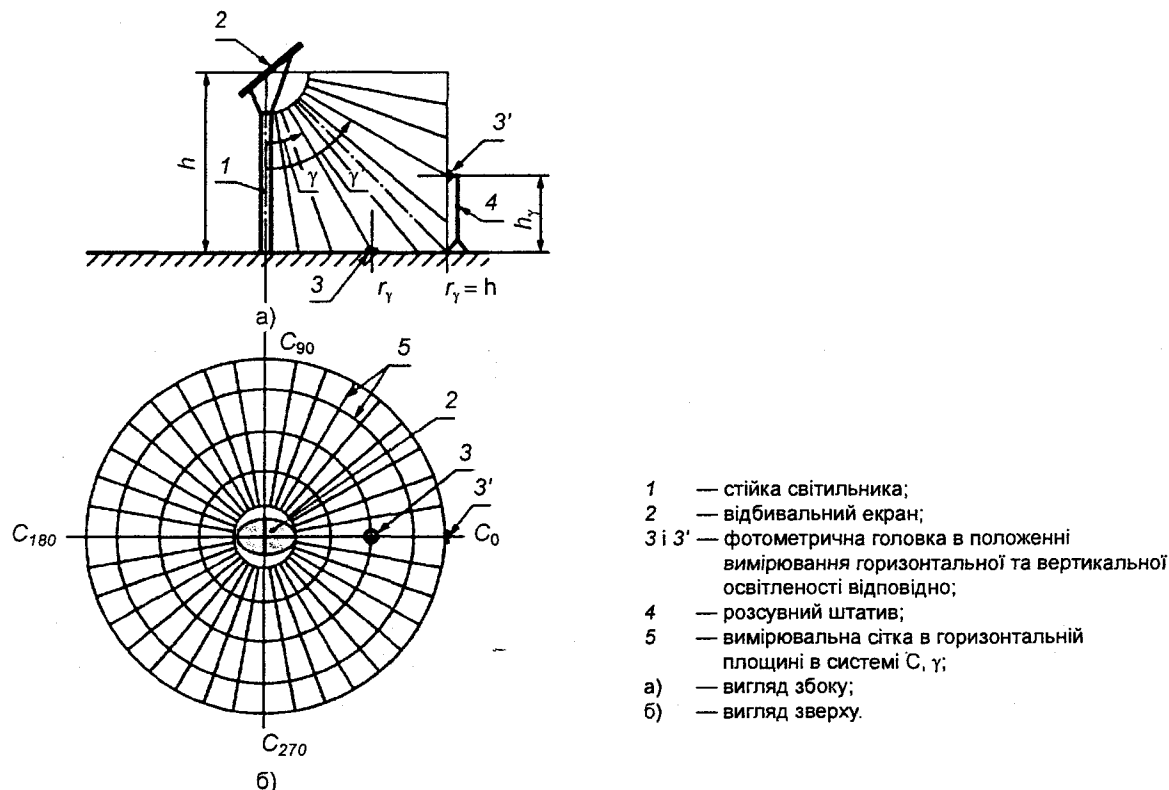


Рисунок 5 — Схема вимірювання розподілу освітленості в натурних умовах

8.3.10.2.3 Промені сітки визначають як проекції площин C на площину виміру. За початок сітки беруть площину C° . Для унеможливлення зростальної косинусної похибки в разі видалення від центру сітки обмежують радіусом, який дорівнює висоті світлового центру h , що відповідає меридіанному куту $\gamma = 45^\circ$.

Для кутів більше ніж 45° проводять вимірювання вертикальної освітленості на внутрішній поверхні умовного вертикального циліндра радіусом, що дорівнює h , на різних висотах h_γ (рисунок 5б)). Для вимірювання вертикальної освітленості фотометричну головку встановлюють на штативі, що дозволяє варіювати висоту розташування головки над горизонтальною площиною. При цьому площину приймальної поверхні фотометричної головки розташовують вертикально й перпендикулярно до радіуса вимірювальної сітки.

Вимірювання проводять по сітці площин C на висотах h_γ , м, визначають за формулою:

$$h_\gamma = h(1 - \operatorname{ctg} \gamma), \quad (15)$$

де h — висота світлового центру світильника над горизонтальною площиною вимірювання, м;
 γ — меридіанний кут, який відлічують від вертикалі, градус.

8.3.10.2.4 Отримані дані вимірювань горизонтальної $E_r(C, \gamma)$ і вертикальної $E_r(C, \gamma)$ освітленості використовують для побудови розподілу кривих рівної освітленості (ізолюкс) і для розрахунку розподілу сили світла світильника за формулами:

$$I(C, \gamma) = \frac{E_r(C, \gamma) h^2}{\cos^3 \gamma} \quad \text{за } \gamma \leq 45^\circ, \quad (16)$$

$$I(C, \gamma) = \frac{E_r(C, \gamma) h^2}{\sin^3 \gamma} \quad \text{за } \gamma > 45^\circ. \quad (17)$$

8.3.10.3 Визначання коефіцієнта корисної дії світильника для світильників із непокєднаними модулями

8.3.10.3.1 ККД, $\eta_{\text{св}}$, %, визначають як відношення світлового потоку світильника $\Phi_{\text{св}}$, лм, до суми світлових потоків всіх ламп (модулів) $\Sigma \Phi_{\text{л}}$, лм, виміряних поза світильником:

$$\eta_{\text{св}} = \frac{\Phi_{\text{св}}}{\sum \Phi_{\text{св}}} 100. \quad (18)$$

8.3.10.3.2 Світловий потік ламп Φ_0 визначають за методикою, наведеною в стандартах або технічних умовах на світлодіодні лампи або модулі конкретних типів.

8.3.10.3.3 Світловий потік світильника $\Phi_{\text{св}}$ визначають згідно з 8.3.7.

8.3.11 Визначання світлової віддачі та коефіцієнта світлової віддачі світлодіодного світильника

8.3.11.1 Світлову віддачу світлодіодних світильників $\eta_{\text{св}}$, лм/Вт, обчислюють за формулою:

$$\eta_{\text{св}} = \frac{\Phi_{\text{св}}}{P_{\text{св}}}, \quad (19)$$

де $\Phi_{\text{св}}$ — світловий потік світильника;

$P_{\text{св}}$ — електрична потужність, споживана світильником, Вт.

8.3.11.2 Коефіцієнт світлової віддачі визначають відношенням світлової віддачі світильника до світлової віддачі світлодіодів одного типу, які містяться в ньому, зазначеної виробником у технічних умовах або каталозі.

8.3.12 Визначання спаду й часу стабілізації світлового потоку світлодіодного світильника

Спад і час стабілізації світлового потоку освітлювального приладу визначають реєструванням значень величини, пропорційної світловому потоку (наприклад, освітленості приймача).

Для визначення початкового значення світлового потоку проводять вимірювання реєстрованої величини n_0 у перші 20 с після увімкнення освітлювального приладу.

Далі через інтервали часу, що не перевищують 15 хв, проводять вимірювання реєстрованої величини. Стан стабілізації вважають досягнутим, коли вперше від початку випробування для трьох послідовних значень реєстрованої величини різниця між максимальним $n_{\text{макс}}$ і мінімальним $n_{\text{мін}}$ значеннями не перевищує 1 %, тобто виконується умова:

$$\frac{n_{\text{макс}} - n_{\text{мін}}}{n_{\text{ср}}} 100 \% \leq 1\%, \quad (20)$$

де $n_{\text{ср}}$ — середньоарифметичне трьох значень.

Час стабілізації $t_{\text{стаб}}$ визначають як період від увімкнення освітлювального приладу до моменту фіксації першого за часом з трьох зазначених значень, яке приймають за значення реєстрованої величини в стані стабілізації $n_{\text{стаб}}$.

Спад світлового потоку, %, визначають за формулою:

$$\delta\Phi = \frac{n_0 - n_{\text{стаб}}}{n_0} 100. \quad (21)$$

8.3.13 Визначання коефіцієнта пульсацій

8.3.13.1 Значення коефіцієнта пульсацій K_n визначають за формулою:

$$K_n = \frac{\Phi_{\text{макс}} - \Phi_{\text{мін}}}{\Phi_{\text{макс}} + \Phi_{\text{мін}}}, \quad (22)$$

де $\Phi_{\text{мін}}$ та $\Phi_{\text{макс}}$ — відповідно мінімальне та максимальне значення повного світлового потоку світильника. Значення $\Phi_{\text{мін}}$ та $\Phi_{\text{макс}}$ знаходять вимірюваннями за допомогою приладу, який має назву «люксметр-пульсометр».

8.3.14 Визначання координат колірності світильника

Координати колірності x , y визначають автоматизованим спектроколориметром або розраховують на основі вимірювань спектральної густини випромінювання згідно з [3].

8.3.15 Визначання корельованої колірної температури світильника

ККТ визначають за допомогою автоматизованого спектроколориметра або розраховують за координатами колірності, отриманими на основі вимірювань спектральної густини випромінювання згідно з [3]. На графіку колірності МКО 1931 р. з нанесеними чотирикутниками припустимих відхилів ККТ за рекомендаціями МКО [6] (рисунок А.1) визначають, в який із них попадає точка зі знайденими координатами колірності. Значення ККТ випробуваного світильника визначають за номінальним значенням ККТ, яке відповідає одному з чотирикутників, у який потрапила розрахована точка координат колірності X , Y .

Якщо розраховані координати колірності не попадають у відповідний чотирикутник, то вважають, що світильник не витримав випробувань.

8.3.16 Визначання загального індексу кольоропередання R_a

R_a визначають автоматизованим спектроколориметром або обчислюють на основі вимірювань спектральної густини випромінювання [3] відповідно до методики згідно з ГОСТ 23198.

8.3.17 Випробування світлодіодного світильника на стійкість світлових і колірних параметрів до температурних впливів

8.3.17.1 Стійкість визначають щодо змін світлового потоку і ККТ світлодіодного світильника за впливу і після впливу температури навколишнього повітря.

8.3.17.2 Випробування проводять у кліматичній камері, яку має бути обладнано оптичним пристроєм, наприклад волоконним світловодом, для виведення світла від світильника до фотометричної головки й спектрометра. Світильник установлюють у камері в робоче положення.

Для скорочення тривалості випробувань дозволено проводити випробування в двох окремих камерах тепла й холоду з переміщенням світильника за нормальної температури з однієї камери в іншу.

Під час випробувань зміну світлового потоку світильника визначають за зміною значення пропорційної величини, наприклад освітленості приймача (покази n_0 , n_1 тощо), розташованого поза камерою й освітленого за допомогою вказаного світильника. Зміну ККТ (покази $T_{\text{кол}, 0}$, $T_{\text{кол}, 1}$, $T_{\text{кол}, 2}$ тощо) вимірюють спектрометром або спектроколориметром.

8.3.17.3 Порядок проведення випробувань

Світильник поміщають у камеру, встановлюють температуру навколишнього повітря 25 °С, вмикають світильник, витримують його за цієї температури протягом 3 год, потім знімають покази n_0 і $T_{\text{кол}, 0}$.

Не вмикаючи світильник, у камері встановлюють температуру навколишнього повітря 40 °С, світильник витримують за цієї температури протягом 3 год, потім знімають покази n_1 і $T_{\text{кол}, 1}$.

Не вмикаючи світильник, у камері встановлюють температуру навколишнього повітря 25 °С, світильник витримують за цієї температури протягом 3 год, потім знімають покази n_2 і $T_{\text{кол}, 2}$.

Світильник вмикають, у камері встановлюють температуру навколишнього повітря мінус 40 °С, світильник витримують за цієї температури протягом 3 год, потім знімають покази n_3 і $T_{\text{кол}, 3}$.

Не вмикаючи світильник, у камері знижують температуру навколишнього повітря до 25 °С, світильник витримують за цієї температури протягом 3 год, потім знімають покази n_4 і $T_{\text{кол}, 4}$.

Результати вимірювань заносять у таблицю.

Таблиця 15 — Таблиця для реєстрації результатів вимірювань

Температура в камері, °C	Результати вимірювань	
	світловий потік, відносні одиниці	корельована колірна температура, K
+ 25	n_0	$T_{\text{кол}, 0}$
+ 40	n_1	$T_{\text{кол}, 1}$
+ 25	n_2	$T_{\text{кол}, 2}$
– 40	n_3	$T_{\text{кол}, 3}$
+ 25	n_4	$T_{\text{кол}, 4}$

8.4 Перевірення електротехнічних вимог

Електротехнічні вимоги перевіряють згідно з ДСТУ ІЕС 60598-1 із такими доповненнями.

8.4.1 Опір ізоляції світильника вимірюють без світлодіодних модулів, якщо конструкція світильника це дозволяє, в іншому разі — з використанням заходів, що запобігають ушкодженню світлодіодів. Ці заходи має бути зазначено в стандартах або технічних умовах на світильники конкретних типів або груп.

8.4.2 Коефіцієнт потужності вимірюють універсальними ватметрами або вимірювачами коефіцієнта потужності.

8.4.3 Випробування світильників на відповідність вимогам електромагнітної сумісності згідно з ДСТУ CISPR 15, ДСТУ ІЕС 60598-2-1, ДСТУ EN 60598-2-2, ДСТУ EN 60598-2-3, ДСТУ EN 60598-2-4.

8.5 Перевірення вимог до конструкції

Перевірення вимог до конструкції згідно з ДСТУ ІЕС 60598-1, розділи 4 (крім 4.13, 4.19, 4.21, 4.24), 5, 12 (крім 12.2, 12.6, 12.7), 13, 14, 15 із такими доповненнями.

Перевірення габаритних і настановних розмірів проводять вимірювальним інструментом і порівнюють із кресленнями.

Масу світильників перевіряють зважуванням на вагах із похибкою не більше ніж 0,5 %.

8.6 Перевірення строку служби та надійності

Перевірення строку служби та надійності світильників — згідно з ДСТУ-П ІЕС/PAS 62722-2-1, розділ 10 та ДСТУ-П ІЕС/PAS 62717, розділ 10.

8.6.1 Строк служби світильників з поєднаними модулями визначають строком служби СВД-модулів. Корисний строк служби світильників, поєднаних із СВД-модулями, оцінюють збереженням протягом встановленого терміну світлового потоку модулів. Методика оцінювання строку служби СВД-модулів — згідно з ДСТУ-П ІЕС/PAS 62717.

Примітка. Якщо світильник оснащено замінюваними СВД-модулями, або СВД-лампами, то строк служби світильника не можна пов'язувати зі строком служби модуля або лампи й визначати як для світильників із традиційними джерелами світла.

8.6.2 Збережені значення світлових потоків

9.6.2.1 Збережені значення світлових потоків треба визначати на вибірках світильників кожного типу згідно з ДСТУ-П ІЕС/PAS 62722-2-1 протягом терміну, який становить не менше ніж 25 % значення задекларованого строку служби.

8.6.2.2 Знаходження світлових потоків треба здійснювати вимірюваннями після кожних 1000 год випробувань відповідно до 8.3.7.

Відносні прогнозовані значення світлових потоків (залежно від значень L_x та x , декларованих виробником світильників) треба визначати подібно тому, як показано в розділі В.

8.6.2.3 Відносне значення $\varphi_i(t)$ світлового потоку кожного світильника обчислюють за формулою:

$$\varphi_i(t) = \frac{\Phi_i(t)}{\Phi_{0i}}, \quad (23)$$

де Φ_{0i} — початкове абсолютне значення світлового потоку i -го світильника.

8.6.2.4 За результатами зазначених вище випробувань та обчислень доходять висновку, чи зможуть світильники певного типу в процесі подальшого функціонування досягти строку служби з декларованим номінальним значенням L_x .

8.6.3 Під час випробовувань на збереження значень світлових потоків світильників протягом 6000 год (і більше) відсоткове значення світлового потоку кожного світильника, обчислене за результатами вимірювань, має бути не меншим за відповідне значення, подане в додатку Г.

8.6.4 Випробування на надійність

Перевіряння на циклічні температурні випробування, вмикання/вимикання напруги живлення та форсовані випробування — згідно з ДСТУ-П IEC/PAS 62717. Вимоги до випробувань світлодіодних модулів застосовують до світильників.

Випробування на надійність треба проводити лише для світильників, у яких використовують модулі, що не відповідають вимогам ДСТУ-П IEC/PAS 62717.

8.6.4.1 Циклічні температурні випробування

Для перевіряння відповідності вимогам світильники треба розташовувати у випробній камері тепла, в якій температура може змінюватися від мінус 10 °C до 50 °C* протягом 4-годинного періоду. Випробування тривають протягом 250 таких періодів (1 000 год.) 4-годинний цикл складається з одногодинних витримувач за граничних значень температури та змінень температури (протягом 1 год зі швидкістю 1 °C · хв⁻¹) між цими значеннями. Світильник треба вмикати за номінального значення напруги живлення та вимикати кожні 17 хв в автоматичному режимі.

Після завершення випробувань світильники повинні мати світлові потоки на рівні заявленого коду збереження світлового потоку.

8.6.4.2 Випробування на вмикання/вимикання

Світильник треба вмикати (за номінального значення напруги живлення) та вимикати по чергово на 30 с. Цикл треба повторювати таку кількість разів, яка дорівнює половині номінального значення строку служби (наприклад, якщо номінальне значення строку служби становить 24 000 год, має бути 12 000 циклів).

8.6.4.3 Випробування на форсоване функціонування

Світильники мають функціонувати в камері тепла безперервно без вимикань за номінальної напруги та за значення температури на 10 °C більшої, ніж максимальне рекомендоване значення $t_{p, \text{макс}}$, протягом часу, який становить 25 % номінального значення строку служби (за максимального значення 6000 год). На кінець цих випробувань та охолодження до кімнатної температури всі модулі світильників мають функціонувати не менше ніж 15 хв.

8.7 Оцінювання безпечності випромінювання

Безпечність випромінювання світлодіодних світильників треба оцінювати згідно з ДСТУ IEC/TR 62471-2 та ДСТУ IEC/TR 62778.

8.8 Випробування освітлювальних приладів на вплив кліматичних і механічних чинників зовнішнього середовища

8.8.1 Випробування світильників на вплив кліматичних чинників зовнішнього середовища проводять згідно з ГОСТ 16962.1.

8.8.2 Випробування світильників у частині стійкості до механічних зовнішніх чинників проводять згідно з ГОСТ 16962.2.

8.8.3 Випробування світильників на механічну міцність проводять згідно з ДСТУ IEC 60598-1, 4.13.

8.8.4 Випробування світильників на відповідність ступеня захисту від проникнення твердих частин, пилу й вологи проводять згідно з ДСТУ IEC 60598-1, розділ 9.

8.8.5 Методи випробувань на стійкість до кліматичних і механічних зовнішніх чинників має бути наведено в стандартах або технічних умовах на світильники конкретних типів чи груп.

8.9 Перевіряння маркування

Перевіряють наявність та правильність маркування зовнішнім огляданням і звіряють з технічною документацією.

Міцність нанесення маркування перевіряють згідно з 3.4 ДСТУ IEC 60598-1.

* Якщо в документації виробник декларує інший діапазон значень температури, то треба застосовувати декларовані значення.

9 ПАКУВАННЯ, ТРАНСПОРТУВАННЯ І ЗБЕРІГАННЯ

9.1 Пакування світильників — згідно з ГОСТ 23216.

9.2 Умови транспортування й зберігання світильників у частині впливу механічних чинників зовнішнього середовища — згідно з ГОСТ 23216.

9.3 Умови транспортування та зберігання світильників у частині впливу кліматичних чинників зовнішнього середовища — згідно з ГОСТ 15150.

9.4 Умови транспортування та зберігання світильників у частині впливу механічних і кліматичних чинників зовнішнього середовища має бути наведено в стандартах або технічних умовах на світильники конкретних типів чи груп.

10 ГАРАНТІЇ ВИРОБНИКА

Виробник гарантує відповідність світильників вимогам цього стандарту за умови дотримання правил транспортування, зберігання, монтажу та експлуатування.

Гарантійний термін експлуатування вказують у стандартах або технічних умовах на світильники конкретних типів чи груп.

ДОДАТОК А (обов'язковий)

ПОЯСНЕННЯ ЩОДО ВИБОРУ СИСТЕМИ ПОЗНАК ТА НОРМУВАННЯ ЗНАЧЕНЬ КОЛІРНИХ ПАРАМЕТРІВ СВІТЛОДІОДНИХ ДЖЕРЕЛ БІЛОГО СВІТЛА

А.1 Загальні відомості

А.1.2 Система познач та нормування значень колірних параметрів світлодіодних джерел у нормативних документах ІЕС базується, як і система щодо люмінесцентних ламп, на шести встановлених номінальних значеннях корельованої колірної температури (2700 К, 3000 К, 3500 К, 4100 К, 5000 К та 6500 К), а поля допусків значень координат колірності базуються на відповідних еліпсах Мак-Адама.

А.1.3 Розташування еліпсів Мак-Адама визначають значеннями координат їхніх центрів і різними значеннями кутів θ нахилу їх великих осей до осі x на колірній діаграмі (x, y) CIE 1931 p., а розміри — значеннями довжин їхніх півосей a та b , які також є різними в різних еліпсів.

А.2 Система, встановлена в цьому стандарті

А.2.1 Деякі країни та провідні виробники світлодіодних виробів застосовують координати колірності x, y у вигляді чотирикутників, значення координат центрів та вершин кутів яких подано в таблиці 6.

А.2.2 Ілюстрацію системи допусків разом з еліпсами Мак-Адама подано на рисунку А.1.

Як видно з рисунка А.1, допуски нормованих значень ККТ є такими, що значення цього параметра охоплюють безперервно весь їх діапазон від 2580 К до 7040 К. При цьому суміжні чотирикутники полів допусків значень координат колірності x, y розташовують впритул так, що утворюється суцільна смуга значень цих параметрів поблизу (вище або нижче) лінії АЧТ.

Тим часом еліпси Мак-Адама в одному випадку накладаються один на один, а в інших випадках є суттєві зони, не охоплювані значеннями координат колірності.

А.2.3 Варто також зазначити, що центри чотирикутників установлених полів допусків значень координат x, y є лише номінальними, оскільки не є точками перетину діагоналей чотирикутників. Крім того, центри чотирикутників (дуже повільно — на 0; 1; 2 та 3 тисячних одиниці x та y) зі зростанням значення ККТ зміщуються вгору від лінії АЧТ так, що центр чотирикутника за номінальним значенням ККТ 6500 К збігається з точкою зі значеннями координат, які відповідають стандартному випромінюванню денного світла (D65).

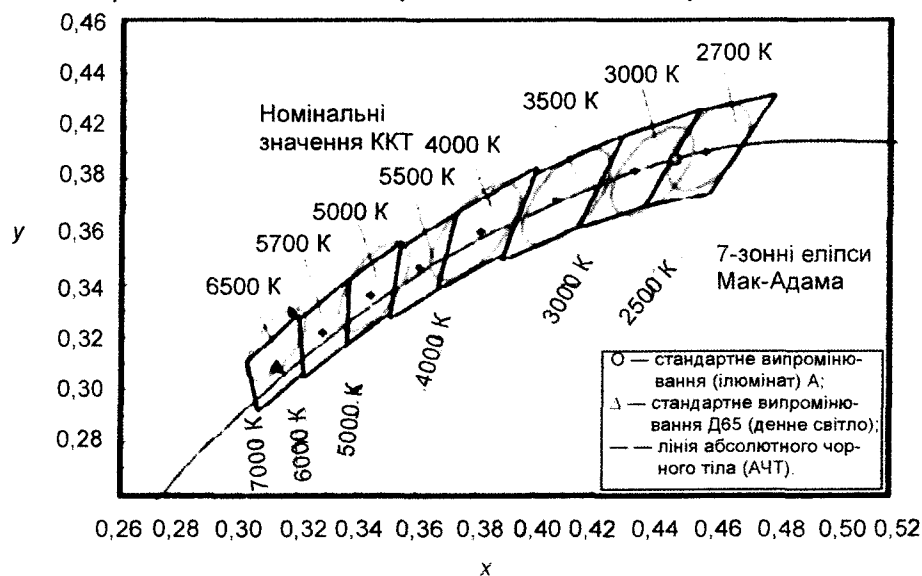


Рисунок А.1 — Графічне подання на колірній діаграмі (x, y) CIE 1931 р.

А.2.4 Проте головним є те, що поля допусків у вигляді чотирикутників вважають еквівалентними за розмірами відповідним семиступеневим (семизонним) еліпсам Мак-Адама. При цьому також вважають, що такої точності вимог до колірних характеристик світильників, призначених для загального освітлення, зазвичай є цілком достатньо.

Щодо побудови чотирикутників полів допусків, менших ніж семиступеневі, див. розділ А.5.

А.3 Переваги системи допусків у формі чотирикутників перед системою з еліпсами Мак-Адама
Такими причинами є таке.

А.3.1 Графічно побудувати еліпси значно складніше (тим більше — з різними значеннями кутів θ), ніж чотирикутники. Наприклад, на рисунках додатка D в ДСТУ ІЕС 60081 чітко видно, що зображені на них еліпси не є точно симетричними відносно їхніх центрів.

А.3.2 У процесі виробництва первинних світлодіодних джерел світла за сучасними технологіями виникають природні розкиди значень вихідних параметрів. Тому виробники первинних світлодіодних джерел проводять сортування (бінування) виробів за різними ознаками. Зокрема за ознаками колірності сортування базується на основі координатної сітки кольорів світла, побудованій на лініях, паралельних лінії АЧТ (лінії Планка), та лініях зі сталими значеннями ККТ (ізотермах Джадда).

Окремі пакети (біни) виробів мають значення x , y , обмежені полями допусків (див. ДСТУ-П ІЕС/ PAS 62707), у вигляді чотирикутників та по суті є частинами відповідних чотирикутників, зображених на рисунку А.1.

А.4 Застосування чотирикутників

А.4.1 У разі відсутності автоматизованої (програмованої) системи контролю відповідності вимогам за значеннями координат колірності x , y треба:

а) побудувати відповідний (за значеннями координат колірності x , y) фрагмент колірної діаграми в масштабі $1 \text{ мм} = 0,0001$ одиниці значення координат x або y ;

б) позначити на ньому точки, що представляють значення координат вершин кутів відповідного чотирикутника відповідно до колонки 4 таблиці 6 та, з'єднавши прямими суміжні вершини кутів, накреслити потрібний чотирикутник;

в) світильник має вважатися таким, що відповідає вимогам за значеннями координат колірності, якщо знайдені вимірюваннями значення цих параметрів потраплятимуть у поле допусків, обмежене чотирикутником.

А.4.2 Можна застосовувати аналітичний спосіб оцінювання.

Для цього складають рівняння прямої, що проходить через дві певні точки для кожної зі сторін кожного з чотирикутників (якими охоплюються можливі значення координат колірності світильників), за формулою аналітичної геометрії як рівняння:

$$\frac{y - y_i}{y_{i+1} - y_i} = \frac{x - x_i}{x_{i+1} - x_i}, \quad (\text{A.1})$$

де i — номер значення відповідної координати x або y в стовпчиках їхніх значень у колонці 4 таблиці 6; $i = 1$ при вершині правого верхнього кута чотирикутника й далі — проти руху годинникової стрілки.

Після математичних перетворень формули знаходять рівняння сторін потрібних чотирикутників у вигляді:

$$y = ax + b. \quad (\text{A.2})$$

A.4.3 Під час оцінювання знайдені вимірюваннями значення x' підставляють у рівняння (A.2) та обчислюють значення його правої частини $ax' + b = M$, і знайдене вимірюваннями значення y' порівнюють зі значенням M .

Точка з координатами (x', y') буде в межах чотирикутника, якщо:

- $y' \geq M$ — стосовно його верхньої та лівої сторін;
- $y' \leq M$ — стосовно його правої та нижньої сторін.

A.4.4 Приклад застосування формули (A.1) стосовно верхньої сторони чотирикутника, що відповідає номінальному значенню ККТ 2700 К:

а) формулу (A.1) використовують щодо точок $(x_1 = 0,4813; y_1 = 0,4319)$ та $(x_2 = 0,4569; y_2 = 0,4260)$:

$$\frac{y - y_i}{y_2 - y_i} = \frac{x - x_1}{x_2 - x_1},$$

б) підставляють значення координат (x_1, y_1) та (x_2, y_2) :

$$\frac{y - 0,4319}{0,4260 - 0,4319} = \frac{x - 0,4813}{0,4569 - 0,4813},$$

в) після перетворення останнього виразу шукане у вигляді $y = ax + b$ рівняння виявляється таким:

$$y = 0,2351 \cdot x + 0,3187.$$

A.5 Побудова чотирикутників менших ступенів

A.5.1 Деякі виробники первинних світлодіодних джерел повідомляють, що проводять сортування своїх виробів за полями допусків значень x , у так, що, наприклад, чотирикутник 7-го ступеня, який відповідає номінальному значенню ККТ 2700 К, охоплюється 16 пакетами (бінами) виробів. Тобто впродовж кожної сторони розгляданого чотирикутника розташовуються по 4 менших однакових чотирикутники (у кількості $4 \cdot (4 - 1) = 12$), які відповідають окремим сортувальним пакетам виробів.

A.5.2 Значення координат вершин кутів чотирикутника n -го ступеня можна знайти за допомогою формул аналітичної геометрії щодо координат (x'_i, y'_i) точки, яка ділить i -ту діагональ семиступеневого чотирикутника на відрізки з відношенням λ , починаючи з центра чотирикутника з координатами (x_0', y_0') , а саме:

$$\begin{aligned} x'_i &= \frac{x_0 + \lambda \cdot x_i}{1 + \lambda} = \frac{n \cdot x_0 + (7 - n) \cdot x_i}{7}; \\ y'_i &= \frac{y_0 + \lambda \cdot y_i}{1 + \lambda} = \frac{n \cdot y_0 + (7 - n) \cdot y_i}{7}, \end{aligned} \quad (\text{A.3})$$

де i — номер вершини кута чотирикутника (див. A.4.3);

n — значення ступеня чотирикутника,

$$\lambda = \frac{7 - n}{n}.$$

А.5.3 Водочас деякі виробники інформують про виробництво первинних світлодіодних джерел з двоступеневими полями (чотирикутниками) допусків значень координат колірності x , y , які призначаються, зокрема, для еквівалентної заміни галогенних ламп розжарювання.

У ДСТУ-П ІЕС/PAS 62612 також передбачено світлодіодні лампи, значення x , y яких потрапляють у межі двоступеневого (двозонного) еліпса. Такі лампи за ознаками колірності згідно з зазначеним вище ДСТУ належать до найвищої категорії 1.

А.5.4 У ДСТУ-П ІЕС/PAS 62717 передбачено після допусків x , y в межах 3-, 5- та 7-ступеневих еліпсів і навіть дозволено потрапляння їх за межі 7-ступеневих еліпсів, а в ДСТУ-П ІЕС/PAS 62612 — також у межах 4-, 5-, 7-, 10- і навіть 12-зонних еліпсів із привласненням лампам за ознаками колірності відповідної категорії 2; 3; 4; 5 та 6.

А.5.5 У таблиці А.1 подано значення x' , y' координат кутів вершин 2-, 3-, 4-, 5- й 6-ступеневих чотирикутників, обчислені за допомогою формул А.3.

Таблиця А.1 — Значення координат вершин кутів чотирикутників ступенів менше ніж 7

Ступені	$x_1'; y_1'$	$x_2'; y_2'$	$x_3'; y_3'$	$x_4'; y_4'$
$n = 2$	0,4645; 0,4163	0,4573; 0,4146	0,4519; 0,4041	0,4582; 0,4056
$n = 3$	0,4679; 0,4194	0,4571; 0,4169	0,4490; 0,4012	0,4584; 0,4034
$n = 4$	0,4712; 0,4226	0,4569; 0,4192	0,4461; 0,3982	0,4586; 0,4011
$n = 5$	0,4746; 0,4257	0,4556; 0,4214	0,4432; 0,3952	0,4589; 0,3985
$n = 6$	0,4779; 0,4288	0,4564; 0,4237	0,4402; 0,3923	0,4591; 0,3966

Щодо застосування цих чотирикутників див. А.4 цього додатка.

ДОДАТОК Б (довідковий)

ПОРЯДОК ПОБУДОВИ ПОЯСОВИХ І ЧОТИРИГРАННИХ ТІЛЕСНИХ КУТІВ ТА ЇХНІ ЗНАЧЕННЯ

Для побудови поясових тілесних кутів у межах простору уявної сфери, радіус якої дорівнює відстані d вимірювань, дуга твірного півкола від $\vartheta = 0^\circ$ до $\vartheta = 180^\circ$ радіусами ділиться на i рівних частин $\Delta\vartheta_i$. На рисунку Б.1 показано* два таких сусідніх радіуси — OA_i та OA_{i+1} .

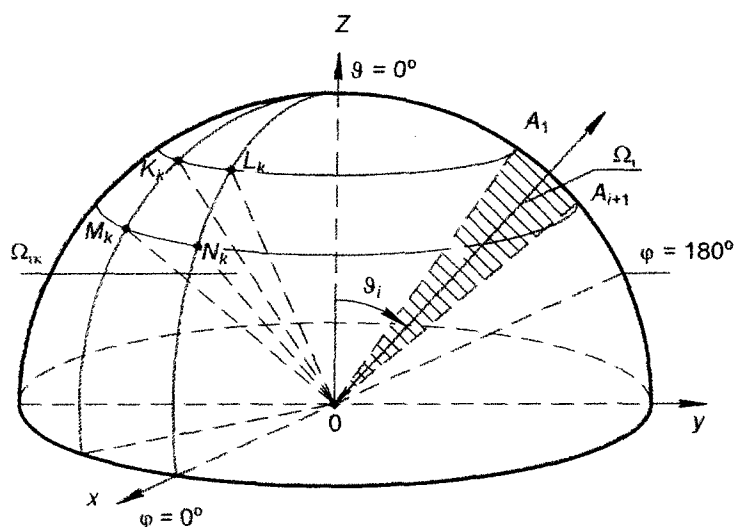


Рисунок Б.1 — Порядок побудови поясових і чотиригранних тілесних кутів

* Показано лише верхню половину уявної півсфери (від $\vartheta = 0^\circ$ до $\vartheta = 90^\circ$).

Кут ϑ_i між віссю Z і радіусом, який ділить дугу $A_i A_{i+1}$ пополам, визначає i -й розгляданий напрямок, у якому вимірюється сила світла I .

Просторове тіло, яке утворюється внаслідок обертання фігури $OA_i A_{i+1}$, є поясовий тілесний кут Ω_i . Значення поясових тілесних кутів Ω_i за значень $\Delta\vartheta$, що дорівнюють 5° , подано в таблиці Б.1.

Таблиця Б.1 — Значення Ω_i за $\Delta\vartheta = 5^\circ$

Значення $\Delta\vartheta_i$ та ϑ_i у кутових градусах

$\Delta\vartheta_i$	ϑ_i	Ω_i , ср.	$\Delta\vartheta_i$	ϑ_i
0—2,5	0	0,0060	177,5—180	180
2,5—7,5	5	0,0478	172,5—177,5	175
7,5—12,5	10	0,0957	167,5—172,5	170
12,5—17,5	15	0,1419	162,5—167,5	165
17,5—22,5	20	0,1845	157,5—162,5	160
22,5—27,5	25	0,2317	152,5—157,5	155
27,5—32,5	30	0,2741	147,5—152,5	150
32,5—37,5	35	0,3144	142,5—147,5	145
37,5—42,5	40	0,3523	137,5—142,5	140
42,5—47,5	45	0,3876	132,5—137,5	135
47,5—52,5	50	0,4199	127,5—132,5	130
52,5—57,5	55	0,4490	122,5—127,5	125
57,5—62,5	60	0,4747	117,5—122,5	120
62,5—67,5	65	0,4968	112,5—117,5	115
67,5—72,5	70	0,5150	107,5—112,5	110
72,5—77,5	75	0,5295	102,5—107,5	105
77,5—82,5	80	0,5398	97,5—102,5	100
82,5—87,5	85	0,5461	92,5—97,5	95
87,5—90,0	90	0,2738	87,5—92,5	90

Для побудови чотиригранних тілесних кутів як частин певного поясового тілесного кута останній ділиться сукупністю меридіанних площин, які одночасно ділять коло перетину розгляданої уявної сфери площиною XOY на k однакових частин (дуг). На рисунку Б.1 показано один з чотиригранних тілесних кутів Ω_{ik} , що вирізає на поверхні уявної сфери криволінійний чотирикутник $K_k L_k N_k M_k$, як частина описаного вище поясового тілесного кута Ω_i . Зазвичай $\Delta\varphi = \Delta\vartheta$.

Щоб знайти значення чотиригранних тілесних кутів Ω_{ik} за значень $\Delta\vartheta = 5^\circ$ у кожному з напрямків, визначених кутом ϑ_i треба кожне відповідне значення Ω_i поясових тілесних кутів у третій колонці таблиці Б.1 поділити відповідно на 72.

ДОДАТОК В (довідковий)

ПОЯСНЕННЯ ЩОДО РЕСУРСНИХ ВИПРОБУВАНЬ

В.1 Допускають, що деградацію напівпровідникових кристалів, які є основними функційними складниками первинних світловодних джерел, спричиняють теплові впливи під час проходження електричного струму через р-п-переходи між кристалами та вона відбувається, як і аналогічні явища, за експоненціальним законом.

У розглядуваному випадку цей закон представлено формулою:

$$\Phi(t) = \Phi_0 \cdot e^{-\lambda t}, \quad (\text{B.1})$$

де Φ_0 — початкове значення світлового потоку;
 $\Phi(t)$ — значення світлового потоку, збережене за час t тривалості випробувань;
 λ — стала збереження світлового потоку.

В.2 Цей самий закон, представлений через відповідні відносні величини φ_0 та $\varphi(t)$, має вигляд:

$$\varphi(t) = \varphi_0 \cdot e^{-\lambda t}, \quad (\text{B.2})$$

де $\varphi_0 = 1$, а $\varphi(t)$ має встановлене виробником значення x .

$$\text{Звідки} \quad x = 1,0 \cdot e^{-\lambda t}. \quad (\text{B.3})$$

Логарифмування цього виразу за основою e дає:

$$\ln x = \lambda - t.$$

Звідки знаходять вираз стосовно сталої λ :

$$\lambda = \frac{\ln x}{t}. \quad (\text{B.4})$$

З межевої умови, встановленої для збереження світлового потоку в процесі горіння $\varphi(t) = x = 0,7$ за $t = L_{70} = 24\,000$ год, випливає:

$$\lambda = \frac{\ln 0,7}{24\,000},$$

а оскільки $\ln 0,7 = \ln 7 - \ln 10$, то за допомогою таблиці значень натуральних логарифмів знаходять значення λ :

$$\lambda = \frac{\ln 10 - \ln 7}{24\,000} = \frac{2,3026 - 1,9459}{2,4103} \approx 1,48 \cdot 10^{-5} \left(\frac{1}{\text{год}} \right).$$

В.3 За формулою (B.2) і таблицею значень функції $f(y) = e^{-y}$ знаходять мінімально допустимі значення $\varphi(t)$ для тривалостей випробувань $t = 1; 2; \dots 6$ (тис. год) з округленням до першого знака після коми:

$$\varphi(1) = e^{-0,0148} = 0,9853 = 98,53 \%;$$

$$\varphi(2) = e^{-0,0296} = 0,9708 = 97,08 \%;$$

$$\varphi(3) = e^{-0,0444} = 0,9565 = 95,65 \%;$$

$$\varphi(4) = e^{-0,0592} = 0,9425 = 94,25 \%;$$

$$\varphi(5) = e^{-0,0740} = 0,9287 = 92,87 \%;$$

$$\varphi(6) = e^{-0,0888} = 0,9150 = 91,50 \%.$$

В.4 Знаходячи вимірюваннями збережені абсолютні значення $\Phi_i(t)$ світлових потоків усіх світильників із вибірки (після кожної тисячі годин випробувань), обчислюючи їхні відносні значення за формулою

$\varphi_i(t) = \frac{\Phi_i(t)}{\Phi_{0i}}$ та зіставляючи ці значення з відповідними відносними значеннями, одержаними в В.3 прогнозованими значеннями, можна дійти висновку, чи можна очікувати, що випробувані світильники збережуть встановлене відсоткове значення x світлового потоку після досягнення номінального значення строку служби.

Вимірювання світлових потоків варто проводити через кожну тисячу годин, щоб можна було вжити своєчасних заходів у разі виникнення підозри щодо невідповідності на ранній стадії тривалості випробувань.

БІБЛІОГРАФІЯ

- 1 Рекомендації МКО 53:1982 Методи оцінки характеристик радіометрів і фотометрів (Methods of Characterizing the Performance of Radiometers and Photometers).
- 2 Рекомендації МКО 69:1987 Методи оцінки характеристик люксометрів і яскравомірів: робота, характеристики, специфікації (Methods of Characterizing Illuminance Meter and Luminance Meter: Performance, Characteristics, Specifications).
- 3 Рекомендації МКО 127:2007 Вимірювання параметрів СВД (Measurement of LEDs).
- 4 Рекомендації МКО 121:1996 Фотометрія і гоніофотометрія світильників (The Photometry and Goniophotometry of Luminaires).
- 5 Рекомендації МКО 84:1989 Вимірювання світлового потоку (Measurement of Luminous Flux).
- 6 Рекомендації МКО 15:2004 Колориметрія. — 3-тє вид. (Colorimetry, 3-rd ed.).
- 7 Технічний регламент обмеження використання деяких небезпечних речовин в електротехнічному та електронному обладнанні, затверджений Постановою Кабінету Міністрів України від 3 грудня 2008 р. № 1057.

Код УКНД 29.140.30

Ключові слова: класифікація, колірність, освітлення, світильник, світловий потік, світлови-
промінювальний діод, сила світла.
