

## СПОЖИВЧІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОСВІТЛЮВАЛЬНИХ ПРИЛАДІВ

**В. І. Ткаченко; І. В. Шурдук; В. Л. Россохань**

У публікації І. В. Ткаченка «Споживчі характеристики джерел світла» було розглянуто споживчі характеристики широко представлені на сучасних оптових і роздрібних ринках групи товарів, таких як штучні джерела світла – електричні лампи. Але лампи ніколи не використовуються самі по собі, а завжди – у відповідних пристроях, які мають загальну назву «світлові прилади» (СП) і за основною світлотехнічною функцією поділяються на освітлювальні прилади та світлосигнальні прилади. Останні зазвичай є невід’ємними частинами об’єктів або засобів, для яких вони призначені, і є предметом компетенції відповідних спеціалістів.

Метою статті є вивчення споживчих характеристик освітлювальних приладів (ОП), які, в свою чергу, за характером світлорозподілів поділяються на світильники, прожектори та проектори, а за розташуванням об’єктів освітлення – на освітлювальні прилади внутрішнього та зовнішнього освітлення. При цьому ОП, з одного боку, можуть розглядатися як прилади, призначені для використання з лампами відповідних категорій, описаних в [1], а з іншого – як прилади, призначені для освітлення тих чи інших об’єктів. Класифікація освітлювальних приладів за останньою ознакою надається в табл. 1.

*Таблиця 1*

**Класифікація ОП за їх призначенням**

Тип розташування об’єктів освітлення	Світильники	Прожектори	Проектори
Внутрішнє освітлення	- виробничі; - рудникові та шахтні; - для громадських будівель; - побутові; - для транспортних засобів	- студійні; - театральні; - для спортивних споруд; - для музеїв і виставок	- екранні; - технологічні
Зовнішнє освітлення	- для вулиць, доріг і площ; - для великих відкритих просторів; - для тунелів і пішохідних переходів; - для архітектурних і декоративних споруд; - для транспортних засобів; - для садів і парків	- загального призначення; - для транспортних засобів; - аеродромні; - кінознімальні; - зенітні	–

Для кращого уявлення про вищезазначені ОП подаємо їх визначення [2], розроблене на основі [3]:

10–01 світильник. Прилад, який перерозподіляє, фільтрує і перетворює світло, що випро-

мінюється однією чи кількома лампами, який містить усі необхідні частини для утримування та захисту ламп і, якщо треба, електричне коло з пристроями для приєднання до мережі живлення.

10–25 прожектор. Світловий прилад з відбивачем і/або із заломлювачем, призначеним (-и) для збільшення сили світла в границях обмеженого тілесного кута.

10–46 проекційний прожектор (проектор). Прожектор, що дає різноокреслений пучок світла, форма якого може змінюватися за допомогою діафрагм, жалюзі та силуетних масок.

Прикладами екранних проєкторів є проекційні кіноапарати, епіскопи, діаскопи, епідіаскопи, кодоскопи тощо, і основною спожив-

чою їх характеристикою є здатність надавати зображення певного об'єкта з регулюванням різкості передавання його деталей.

Прикладами технологічних проєкторів можуть служити пристрої контролю форми, розмірів і розташування спіралей у лампах розжарювання, пристрої створення світлових ефектів у шоуіндустрії тощо.

Визначальними споживчими характеристиками світильників і прожекторів є їх конкретні світлотехнічні функції (табл. 2).

Таблиця 2

### Світлотехнічні функції світильників і прожекторів

Світильники	Прожектори
Загального освітлення	Заливаючого освітлення
Місцевого освітлення	Акцентуючого освітлення
Комбінованого освітлення	Для пошуку та виявлення об'єктів
Декоративного освітлення	Для освітлення в напрямку руху транспортних засобів(фари)
Освітлення для орієнтування	
Експозиційного освітлення	

Повна світлотехнічна класифікація світлових приладів утворюється з урахуванням його класу за світлорозподілом і форми його кривої

сили світла (КСС). Згідно з чинним у країнах СНД державним стандартом [4], за світлорозподілом СП поділяються на класи (табл. 3).

Таблиця 3

### Класи СП за світлорозподілом

Клас СП за світлорозподілом		Частка світлового потоку, який спрямовується в нижню напівсферу від усього світлового потоку приладу, %
Позначення	Найменування	
П	Прямого світла	більше 80
Н	Переважно прямого світла	від 60 до 80 включно
Р	Розсіюваного світла	від 40 до 60 включно
В	Переважно відбиваного світла	від 20 до 40 включно
О	Відбиваного світла	не більше 20

При цьому оптичні системи СП поділяються на:

- 1) ті, що концентрують світловий потік у конусі;
- 2) ті, що концентрують світловий потік в'ялі;
- 3) ті, що концентрують світловий потік в об'ємі на деякій ділянці оптичної осі;
- 4) ті, що перерозподіляють світловий потік без значних концентрацій.

Концентрація світлових потоків у перших трьох видах оптичних систем здійснюється:

- а) засобами відбивання;
- б) засобами заломлення;
- в) комбіновано засобами відбивання та заломлення.

Перерозподіл світлових потоків в оптичних системах четвертого виду здійснюється:

- а) засобами дифузного відбивання;
- б) засобами спрямованого розсіювання;
- в) гранчастими елементами заломлення в СП.

У табл. 4 представлено типи КСС СП згідно з [4].

Зазвичай вказується, якій напівсфері або меридіанній площині притаманна ця форма КСС. У разі необхідності допускається вказувати форми КСС для обох (верхньої та нижньої) напівсфер і для кількох меридіанних площин.

Для можливості порівняння КСС СП, які мають різну потужності та кількість колірності ламп, ці криві зазвичай будують для умовної лампи, що має світловий потік, який дорівнює 1000 лм (для багатолампових СП 1000 лм – це сумарний потік усіх його ламп). Значення сили світла вищезгаданого СП одержують множенням значень, знайдених з такої КСС, на значення фактичного (в кілолюменах) світлового потоку ламп (-и) в СП.

У класифікації СП не вказується, якій на-

півсфері притаманна крива, якщо основною світлотехнічною характеристикою цього СП є його КСС у нижній напівсфері. Для круглосиметричних СП не вказується меридіанна площина, для якої дається КСС. Для світильників з трубчастими лампами, які мають дві площини симетрії, вказується тільки форма КСС у поперечній площині, якщо КСС у продольній площині є косинусною.

СП класифікуються лише за світорозподілом, якщо зазначення форми КСС є недоречним, наприклад, для світильників місцевого освітлення, світильників для житлових приміщень, декоративних світильників тощо.

СП з КСС, які не відповідають ознакам, зазначеним у табл. 4, вважаються світильниками зі спеціальним розподілом сили світла.

Таблиця 4

#### Типи кривих сили світла СП

Позначення	Найменування	Зони можливих напрямів максимальної сили світла
К	Концентрована	0–15°
Г	Глибока	0–30°, 180–150°
Д	Косинусна	0–35°, 180–145°
Л	Напівширока	35–55°, 145–125°
Ш	Широка	55–85°, 125–95°
М	Рівномірна	0–90°, 180–90°
С	Синусна	70–90°, 110–90°

Досить багату інформацію про споживчі властивості та характеристики СП можна одержати безпосередньо з позначення типу СП, а також за відповідними знаками, які передбачаються нормативно-технічними документами для позначення тих чи інших особливостей СП. Систему умовного позначення типів СП згідно з [4] представлено на рис. 1.

Додатково до умовного позначення допускається умовне найменування СП, наприклад, «Кристал», «Діамант», «Орфей» тощо, яке має розташовуватися після умовного позначення. Застосування умовного найменування без умовного позначення не допускається.

Отже, умовне позначення СП разом з інформацією про його призначення та способу установлення (С, П, В, Д, Б і К) для стаціонарних і способу використання (Н, Т, Р і Г) – для нестационарних СП надає (разом з позначенням і кількістю ламп) інформацію про основні електричні параметри СП – напругу живлення

та споживану ним потужність.

Важливим електричним параметром СП з розрядними лампами є також його коефіцієнт потужності ( $\cos\varphi$ ), який має набувати якомога більшого значення, для запобігання реактивним струмам, що виникають у мережах (колах) з реактивними елементами (ємності та індуктивності) через різницю фаз між струмом і напругою і безкорисно протікають у мережах змінної напруги від пристрою, що споживає електроенергію, до генератора та назад.

Нагадаємо, що коефіцієнт потужності визначається за формулою:

$$\cos\varphi = \frac{P}{IU},$$

де  $P$  – потужність (активна), споживча СП;  
 $I$  та  $U$  – відповідно діючі значення струму та напруги;  
 $\varphi$  – зсув фаз між ними.

X XX XX X XX XXX XX

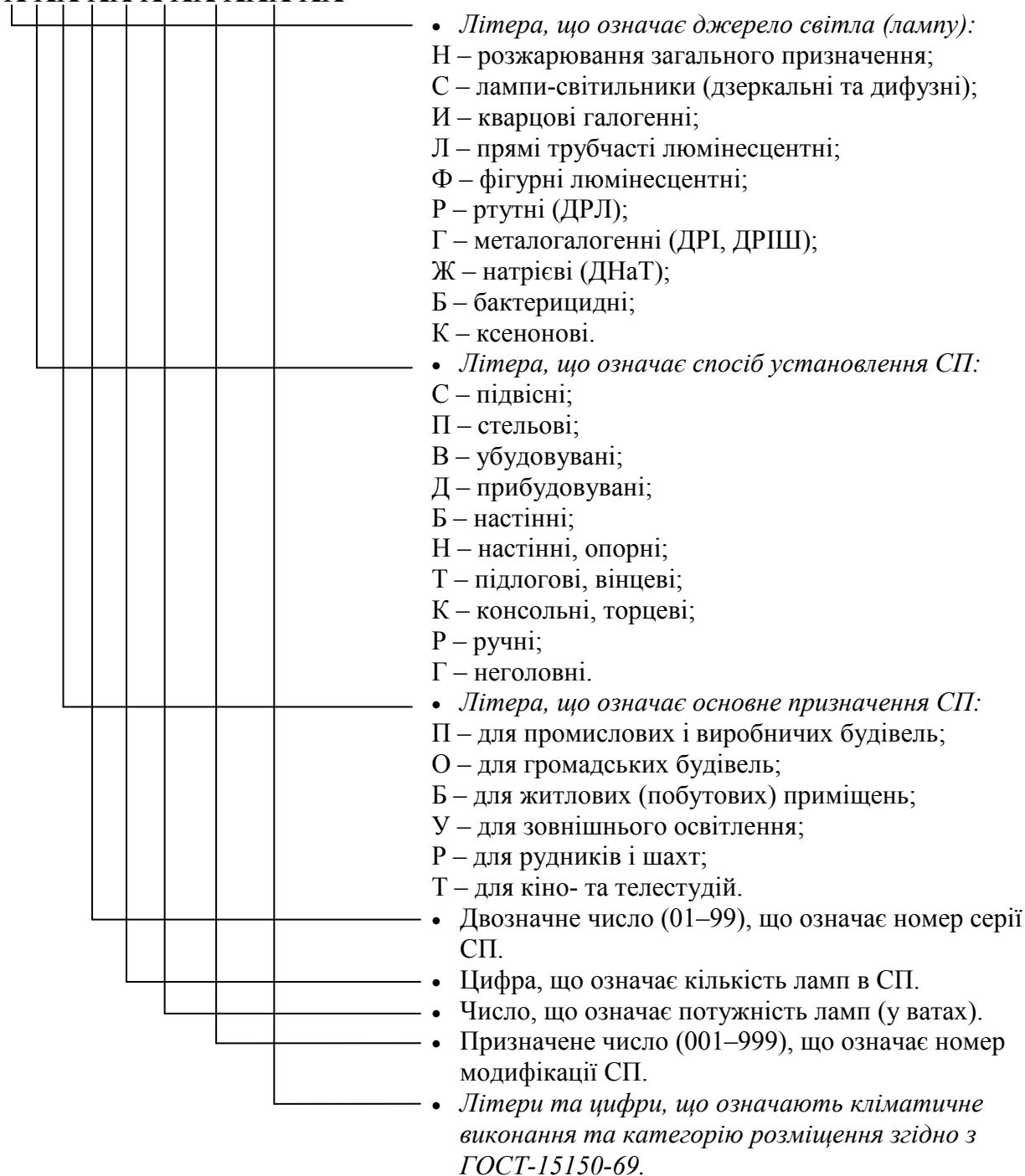


Рис. 1. Система умовних позначень СП

Згідно з вимогами міжнародних стандартів коефіцієнт потужності баластів для розрядних ламп як низького (люмінесцентних), так і високого тиску (ДРЛ, ДРІ, ДнаТ тощо) має бути не менше 0,85.

Проте в системах освітлення з люмінесцентними лампами коефіцієнт потужності

має бути не менше 0,92, що може досягатися використанням багатолампових світильників з пускорегулюючою апаратурою, яка складається з однакової кількості випереджаючих (ємнісних) і відстаючих (індуктивних) гілок і однакової кількості ламп у них, або груповою компенсацією реактивної потужності в комп-

лекті світильників.

Основними світловими характеристиками ОП є:

- а) уже згадуваний клас світлорозподілу та/або тип кривої сили світла;
- б) освітленість на робочій площині;
- в) кути екранування (захисні кути);
- г) коефіцієнт корисної дії;
- д) габаритна яскравість.

Додатковими світлотехнічними характеристиками ОП можуть також бути:

1. коефіцієнти відбивання елементів оптичної системи;
2. коефіцієнти пропускання захисного скла та заломлювання;
3. коефіцієнт посилення (у прожекторів);
4. коефіцієнт використання (у систем ОП);
5. густина світлового потоку тощо.

Слід зауважити, що основним міжнародним нормативно-технічним документом стосовно світильників є частина 1 [5] відповідної серії стандартів Міжнародної електротехнічної комісії\*. Проте, незважаючи на те, що аспектом (під назвою) цього стандарту є «Загальні вимоги та випробування», він не містить вимог до таких технічних характеристик, які можна було б вважати суто споживчими характеристиками. Його зміст у руслі сучасних тенденцій міжнародної стандартизації електротехнічних виробів взагалі та світлотехнічних зокрема, цілком присвячено вимогам безпеки та випробуванням світильників на відповідність цим вимогам.

Ці вимоги стосуються:

- маркування;
- конструкцій;
- зовнішніх і внутрішніх розводок (проводів);
- забезпечення заземлення;
- захисту від ураження електричним струмом;
- опору й електричної міцності ізоляції;
- стійкості до проникнення пилу, сторонніх частинок і води;
- шляхів відгону струмів і повітряних зазорів;

- теплостійкості, протипожежної стійкості та стійкості до поверхневих струмів;
- надійності контактних вузлів тощо.

І це є правильним і зрозумілим, тому що нікому ні у сфері виробництва, ні в громадських закладах, ні в побуті не потрібні прилади, які є небезпечними для життя та здоров'я користувачів, обслуговуючого персоналу, домашніх тварин і навколишнього середовища. Відповідність вимогам безпеки електротехнічних виробів має перевірятися як самими виробниками в процесі виготовлення, так і компетентними (акредитованими) установами в рамках сертифікаційних випробувань.

Те ж саме можна сказати і про зміст документів частини 2 цієї серії стандартів, аспектом яких є «Особливі вимоги». Стандарти частини 2 мають такі назви:

Частина 2–1 «Стаціонарні світильники загального освітлення».

Частина 2–2 «Убудовувані світильники».

Частина 2–3 «Світильники для освітлення вулиць і доріг».

Частина 2–4 «Переносні світильники загального освітлення».

Частина 2–5 «Заливаюче освітлення».

Частина 2–6 «Світильники з умонтованими трансформаторами для вольф-рамових ламп розжарювання».

Частина 2–7 «Переносні паркові світильники».

Частина 2–8 «Ручні світильники».

Частина 2–9 «Світильники для фото- та кінотоймок (для непрофесіоналів)».

Частина 2–10 «Портативні дитячі світильники».

Частина 2–11 «Світильники для акваріумів».

Частина 2–12 «Нічники для утримування в штепсельно-розеточних приєднувачах».

Частина 2–13 «Світильники, закріплювальні в ґрунті».

Частина 2–17 «Світильники для сценічного та (зовнішнього і внутрішнього) телевізійного та кінознімального освітлення».

Частина 2–18 «Світильники для плавальних басейнів і аналогічного використання».

Частина 2–19 «Пристосовувані світильники (вимоги безпеки)».

Частина 2–20 «Світлові гірлянди».

\* В українській документації прийнято застосовувати англійську аббревіатуру назви цієї організації – IEC (The international Electrotechnical Commission).

Частина 2–22 «Світильники аварійного освітлення».

Частина 2–23 «Наднизьковольтні системи освітлення з люмінесцентними лампами».

Частина 2–24 «Світильники з обмеженням температури поверхні».

Частина 2–25 «Світильники для сфери охорони здоров'я та санаторіїв».

На основі [5] і більшості стандартів його другої частини в Україні розроблено та введено відповідні національні стандарти.

Перелік назв стандартів другої частини [5] доповнює і дещо конкретизує (хоча і не є вичерпними) зміст другої колонки табл. 1 щодо об'єктів, згідно з якими світильники мають виконувати свою основну (споживчу) функцію.

Що ж стосується споживчих характеристик СП, то вони та вимоги до них мають установлюватися в документації виробника (технічні умови, каталоги виробів тощо) і відповідність виробів цим вимогам також має перевірятися в процесі виробництва.

Розглянемо докладніше світлові характеристики СП.

а) Перевірка відповідності класу розподілу та/або типу КСС здійснюється за рахунок вимірювань сили світла за різними напрямками з подальшою графічною побудовою її розподілу. Вимірювання проводяться за методикою [6] на розподільному фотометрі, в якому ОП може повертатися навколо заданої осі, що проходить через світловий центр ОП.

б) Освітленість на робочій площині контролюється за допомогою люксметра. При цьому для кожної категорії (виду, типу) СП має указуватися, що саме приймається за робочу площину, і відстань від неї до СП. Для внутрішнього освітлення, якщо не обумовлено інше, в країнах Західної Європи за робочу площину приймається горизонтальна площина, розташована на 0,85 м вище від підлоги (обмежена стінами приміщення), в США ця площина береться на висоті 0,76 м, а в Україні та Росії – на висоті 0,8 м від підлоги.

в) Кут екранування СП (у верхній або нижній напівсфері) – кут, який розташовується в розглядуваній меридіанній площині й утворюється горизонтальною площиною, що проходить через край вихідного отвору ОП, і прямою,

що проходить через дальній край світного тіла лампи.

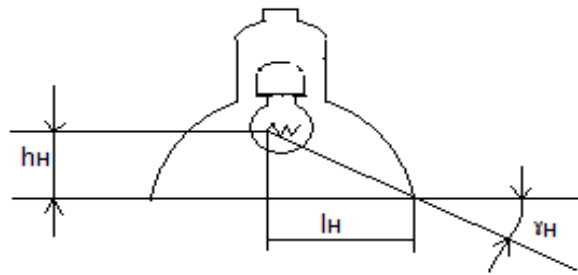


Рис. 2. Кут екранування

Приклад кута екранування в нижній півсфері для ОП з лампою розжарювання показано на рис. 2.

Кут  $\gamma_n$  екранування визначається вимірюванням з потрібною точністю відповідних відстаней і обчисленням за формулою:

$$\gamma_n = \arctg \frac{h_n}{l_n}, \quad (1)$$

де суть висоти  $h_n$  та відстані  $l_n$  продемонстровані на рис. 2.

2) Коефіцієнт корисної дії (ККД) ОП (термін 09–39 в [2] і [3]) – це відношення повного світлового потоку ОП, виміряного за нормованих умов використання з його власними лампами та пристроями, до суми світлових потоків окремих його ламп за нормованих умов з тими самими (пускорегулюючими, вимірювальними, тощо) приладами. Зазначені світлові потоки вимірюються у фотометричній кулі (куля Ульбрихта) за методикою [6], і ККД обчислюються за формулою:

$$\eta = \frac{\Phi_{оп}}{\sum_{i=1}^n \Phi_{ли}}, \quad (2)$$

де  $n$  – кількість ламп в ОП.

ККД є основним показником енергоекономічності ОП.

д) Габаритна яскравість ОП визначається формулою:

$$L_A = \frac{I_\alpha}{S_\alpha}, \quad (3)$$

де  $I_\alpha$  – максимальне значення сили світла за напрямком кута  $\alpha$ , КО;

$S_\alpha$  – площа проекції видимої світлової поверхні світильника на площину, перпендикулярну напрямку вимірювань, м<sup>2</sup>.

Вимірювання сили світла й обчислення габаритної яскравості залежно від складу оптичної системи ОП проводяться згідно з [6].

Що ж стосується додаткових світлотехнічних характеристик ОП, то:

1), 2) вищезазначені коефіцієнти відбивання та пропускання світла визначаються згідно з [6]. Зрозуміло, що ці коефіцієнти разом з ККД оцінюють втрати світлового потоку в ОП.

3) Коефіцієнт посилення  $K_{\text{пос.}}$  (термін 09–43) – це відношення максимальної сили світла  $I_{\text{макс}}$  ОП зазвичай, прожектора, до середньосферичної сили світла його ламп. При цьому середньосферична сила світла  $I_0$  (термін 09–27) – це середнє значення сили світла за всіма напрямками, яке дорівнює відношенню світлового потоку до (повного) тілесного кута, що становить  $4\pi$  ср.

Коефіцієнт посилення характеризує ефективність прожектора щодо перерозподілу світлового потоку в ньому.

4) Поняття «коефіцієнт використання світлового потоку» стосується освітлювальної установки (системи ОП) і характеризує правильність розташування ОП відносно базової поверхні, яка (термін 09–49) визначається як поверхня, для якої унормовується або на якій вимірюється освітленість. Розглядають також коефіцієнт використання світлового потоку ламп (термін 09–51), тобто відношення світлового потоку, який одержує базова поверхня, до суми потоків окремих ламп установки,

і коефіцієнт використання світлового потоку світильників (термін 09–53), тобто відношення світлового потоку, який одержує базова поверхня, до суми потоків окремих ОП системи.

5) Густина світлових потоків установлених ламп і ОП системи (відповідно терміни 09–47 і 09–48) – це відношення суми потоків окремих ламп установки (відповідно, окремих ОП системи) до площі підлоги приміщення. Разом із використанням цих параметрів розглядаються спрощені коефіцієнти використання світлового потоку ламп і ОП (відповідно терміни 09–52 і 09–54), що визначаються як відношення середньої освітленості на базовій площині до густини потоку установлених ламп (або для густини потоку системи ОП).

## ЛІТЕРАТУРА

1. Ткаченко В. І. Споживчі характеристики джерел світла / В. І. Ткаченко, В. Л. Россохань, Т. М. Оберемко // Науковий вісник ПУСКУ. – 2008. – № 19 (1). – С. 26–33.
2. Міжнародний словник електротехнічних термінів : ДСТУ ІЕС 60050-845:200X. – Гл. 845 : Світлотехніка (ІЕС 60050-845:1987, IDT) [на стадії введення]. – К. : Держспоживстандарт України.
3. International electrotechnical vocabulary : IEC 60050-845:1987. – Chapter 845 : lighting. – IEC. – Geneva, Switzerland, 1987.
4. Светильники. Общие технические условия : ГОСТ 17677-82. – М. : Госстандарт СССР, 1983.
5. Luminaires – Part 1 : General requirements and tests : Стандарт ІЕС 60598-1. – ІЕС. – Geneva, Switzerland.
6. Лампы электрические. Методы измерения электрических и световых параметров : ГОСТ 17616-82. – М. : Госстандарт СССР, 1983.