

Несжмаков П.І., д-р техн. наук, проф

¹ Національний науковий центр «Інститут метрології», вул. Мироносицька, 42, м. Харків, 61002, Україна, pavel.neyehzmaikov@metrology.kharkov.ua

Пітяков О.С., асп.

Аспірат Харківського національного університету міського господарства ім. О.М.Бекетова; директор ВСП Полтавський політехнічний фаховий коледж НТУ «ХПІ» вул. Пушкіна, 83А, м. Полтава, Україна, 36039, opitiakov@polytechnic.poltava.ua

Шпак С.В.

Державне підприємство «Полтавський регіональний науково-технічний центр стандартизації, метрології та сертифікації», вул. Генерала Духова, 16, м. Полтава, 36014, Україна, ndcvel.to@gmail.com

Кислиця С.Г., канд. техн. наук, доц., Кожушко Г.М. д-р. техн. наук, проф.

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», Першотравневий проспект, 24, м. Полтава, 36011, Україна, kozhuskोगm@gmail.com

ФОТОБІОЛОГІЧНА БЕЗПЕЧНІСТЬ СИНЬОГО СВІТЛА ПРОЕКТОРІВ ЗОБРАЖЕНЬ ЗІ СВІТЛОДІОДАМИ

Загальні вимоги до класифікації та методів оцінювання фотобіологічної безпечності ламп та лампових систем встановлені в [1]. Для світлодіодних ламп та лампових систем, що використовуються для загального освітлення, пояснення та настанови щодо оцінювання синього світла надаються в [2]. Що стосується проєкторів, які класифікуються як лампові системи, то особливості оцінювання їх фотобіологічної безпечності встановлені в [3].

Проєктор, згідно з [3] – це оптична система, яка використовує відбиття і/або заломлення світла для збільшення сили світла в обмеженому тілесному куті. Світло, що випромінюється в обмеженому тілесному куті, зазвичай називають «променем». Промені проєкторів мають високу яскравість, що може спричинити при прямому спогляданні в об'єктив з малої відстані небезпеку для сітківки ока. Відстань, на якій нормуються значення енергетичної яскравості проєкторів та виконуються вимірювання становить 1 м.

Оцінка ризику небезпеки синього світла проєкторів базується на вимірюванні енергетичної яскравості зваженої L_B , зваженої за функцією небезпеки синього світла в ефективних полях зору, зазначених в стандарті [3]. Мінімальне значення 1,7 мрад встановлене для часу експозиції 0,25 с (межа між групами ризику RG2/RG3), 11 мрад – для часу 100 с (межа між групами ризику RG1/RG2), 110 мрад – для часу 10000 с (межа між групами ризику RG0/RG1). Час експозиції та граничні значення енергетичної яскравості, зваженої за функцією небезпеки синього світла, для різних груп ризику наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Граничні значення часу експозиції, енергетичної яскравості та енергетичної освітленості для різних груп ризику

Час експозиції, с	Максимальна енергетична яскравість L_B , Вт/м ² ср	Максимальна енергетична освітленість, E_B , Вт/м ²	Група ризику
$t \geq 10000$	100	0,01	RG0 (ризик відсутній)
$100 \leq t < 10000$	10^4	1,0	RG1 (незначний ризик)
$0.25 \leq t < 100$	$4 \cdot 10^6$	400	RG2 (середній ризик)
$t < 0.25$	$>4 \cdot 10^6$	>400	RG3 (значний ризик)

Параметри світлодіодних проєкторів вимірювали за допомогою комплексу випробувального обладнання для оцінювання ризиків фотобіологічної небезпеки світла OST 300.

Спектрорадіометрична система комплексу містить монохроматори, фотоелектричний детектор, систему вимірювання спектральної густини випромінювання та розмірів джерел світла, а також імітатор людського ока в полі зору

1,7 мрад, 11 мрад та 110 мрад. Світловий потік, що випромінює проектор, вимірювали за допомогою гоніофотометра GO 2000.

Було досліджено рівні фотобіологічної небезпеки проекторів зі світлодіодними джерелами світла (RGB світлодіод) малої потужності, призначені для використання в установах, навчальних закладах, побутових умовах, та ін. Світловий потік джерела світла становить близько 50 лм, спектр випромінювання наведено на рис. 1, корельована колірна температура біля 6500 К. Результати вимірювання світлотехнічних параметрів проектора за яким оцінюється небезпека синього світла наведено в таблиці 2.

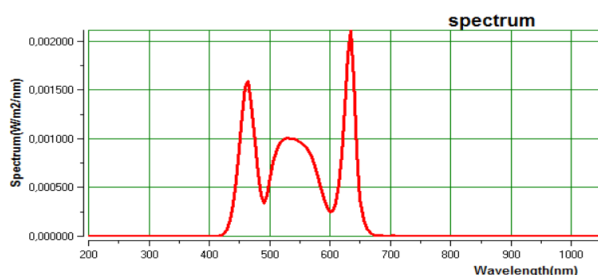


Рисунок 1 – Спектральний розподіл густини випромінювання джерела світла проектора

Таблиця 2 – Параметри проектора на різних відстанях від об'єктива

Відстань вимірювання, м	Енергет. яскравість L_B , Вт/м ² ·ср	Яскравість L_V , кд/м ²	Енергет. освітл. E_B , Вт/м ²	Освітленість E , лк	Макс. Час експозиції, с	Група ризику
1	$2,896 \cdot 10^3$	$3,633 \cdot 10^6$	0,158	198	345	RG1
0,5	$1,149 \cdot 10^4$	$1,427 \cdot 10^7$	0,607	753	87	RG2
0,2	$4,789 \cdot 10^4$	$5,826 \cdot 10^7$	3,424	4166	21	RG2

Із отриманих результатів видно, що на відстані 1 м (відстань для якої нормується рівень фотобіологічної безпечності синього світла) даний тип проекторів відноситься до групи RG1 (незначний ризик). Час максимальної експозиції для цієї групи ризику має не перевищувати 10000 с (близько 2,8 год). Для даного проектора він складає 345 с. При зменшенні відстані до 0,5 м і 0,2 м ризик підвищується до RG2.

Були проведені випробування 3-х проекторів. Всі вони відносяться до групи ризику RG1 (на відстані 1 м), а при зменшенні відстані до 0,5 – 0,6 м ризик зростає до RG2. В доповіді наведено результати вимірювань світлотехнічних параметрів проектора в економічному режимі. За результатами досліджень зроблено висновки та рекомендації.

Література

1. IEC 62471 (2006) Photobiological Safety of Lamps and Lamp Systems.
2. IEC/TR 62778:2014 Application of IEC 62471 for the assessment of blue light hazard to light sources and luminaires.
3. IEC 62471-5 (2014) Photobiological Safety of Lamps and Lamp Systems – Part 5 Image Projectors, 76/504/CDV.

ФОТОБИОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СИНЕГО СВЕТА ПРОЕКТОРОВ ИЗОБРАЖЕНИЙ СО СВЕТОДИОДАМИ

П.И. Неержмаков, А.С. Питяков, С.В. Шпак, С.Г. Кислица, Г.М. Кожушко

PHOTOBIOLOGICAL SAFETY OF BLUE LIGHT IMAGE PROJECTORS WITH LED

P. Neyezhnikov, O. Pitiakov, S. Shpak, S. Kyslytsia, G. Kozhushko