

12. Manuela Franz, Franz P. Wenzl. Critical review on life cycle inventories and environmental assessments of LED-lamps. Critical review in environmental science and technology. 2017. Vol. 47. No 21. P. 2017-2078.
13. Shen Fang, Wenyi Yan, Honbin Cao, Qingbin Song, Yi Zhang, Zhi Sun. Evalution on end-of-life LEDs by understanding the criticality and recyclability for metals recycling. Journal of Cleaner Production. 2018. 182. P. 624-633.
14. Yong Choi, Hyeong-Jin Choi, Seung-Whee Rhee. Estimation on hazardous characteristics of the components from linear type of end-of-life light-emitting-diode lamps. Journal of Material Cycles and Waste Management. March 2020. P. 307-314.
15. Rafaela Zamprogno Rebello, Maria Tereza Weitzel Dias Carneiro Lima, Luciana Harue Yamane, Renato Ribeiro Siman. Characterization of end-of-life LED lamps for the recovery of precious metals and rare earth elements. Resources, Conservation and Recycling. 2019. 153. P. 104557.

УДК 628.98

ВИМІРЮВАЛЬНА ТЕХНОЛОГІЯ ІНТЕГРАЛЬНОГО ОСВІТЛЕННЯ

Назаренко Леонід Андрійович,
доктор технічних наук, професор
Фелоненко Дмитро Юрійович,
аспірант

Ляшенко Олена Миколаївна,
кандидат технічних наук, доцент

Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
E-mail: leonnaz@ukr.net

В наш час є велика кількість досягнень в розвитку нашого розуміння, як освітлення впливає на людину. Цьому сприяло відкриття нового фоторецептора в людській ретині. З технологічної точки зору, оригінальні електричні джерела світла, лампи розжарення, швидко зникають, в той же час як використання світлодіодів зростає стрімко і без границь. У вимірюваннях нова система фотометрії запропоновано для мезопічного бачення, і нові метрики введені для відчуття яскравості (світлоти) і кольорового передавання. В застосуваннях досліджені механізми впливу освітлювальних умов на людське самопочуття.

Незважаючи на численні спроби в експериментальному полі пошуків невізуального впливу світла на людину лише частково імплементована практика розвитку освітлювального продукту і світлового дизайну.

В наш час існують два фундаментальних підходи для опису і дослідження невізуального впливу.

Перший, запропонований проф. М. Реа [1], полягає в тому, що кількість циркадно-ефективного світла оцінюється в термінах циркадного світла (CLA 2.0). Подібно фотопічній освітленості, яка вимірюється в люксах, значення CLA 2.0 є спектрально зваженими миттєвими вимірюваннями опроміненості.

На відміну від фотопічної освітленості, яка має пік спектральної чутливості на довжині хвилі 555 нм, значення CLA 2.0 мають пік чутливості або на 460 нм, або 485 нм в залежності чи домінують короткі хвилі в «білому» спектрі світла. Відмітимо, що введена модель ніяким чином не прив'язана до Міжнародної системи одиниць (SI), що є суттєвим з точки зору можливості простежуваності вимірювань і міжнародних керівництв.

МКО запропонував вдосконалену стандартизовану метрологію [2,3], побудовану на концепції α -опік освітленості. Серцем підходу α -опік освітленості є функції спектральної

ефективності $S_{\alpha}(\lambda)$, як метод зважування. Подальші риси α -опік підходу є метод виразу їх в більш знайому величину α -опік EDI, яка описує величину денного світла (в фотопічних люксах), які потребуються для такої ж α -опік освітленості. α -опік EDI, таким чином, дозволяє інтуїтивне порівняння ефективної світлової інтенсивності з натуральним стимулом (денне світло) в відомих одиницях.

Таким чином, запропоновані метрики для використання в кількісному оцінюванні світла і паралельно відбувається розвиток методів вимірювання цих метрик.

Роботи, які проводяться на кафедрі «Світлотехніка і джерела світла» ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, пов'язані з удосконаленням гоніофотометричної системи GO-2000.

Оскільки така система дозволяє вимірювати спектральний розподіл потужності джерел світла, то в подальшому ця інформація використовується для розрахунку за допомогою α -опік Toolbox для імплементації CIE S026.

Серед актуальних робіт відмітимо, що дії спектрів запропонованого МКО підходу α -опік подані для поля зору в 10° в той же час в той же час як світловимірювальні засоби розроблені і калібровані для поля зору 2° . Тому ця проблема повинна бути вирішена.

Для вимірювань експозиції циркадного світла відповідно методології Rea був розвинений прилад Daysimeter, який калібрується в термінах циркадного світла, використовуючи спектральний відклик циркадної системи людини. В дійсності це є мініатюрний прилад, який дозволяє вимірювати в перпендикулярній площині освітленість ока, і може поміщуватись на окулярах. Розробці таких приладів присвячена стаття [4].

В Німеччині прийнятий стандарт DIN SPEC 5031-100-2015-08, який описує величини, меланопічно оцінене випромінювання і меланопічні світлові ефекти.

Емпірично доказано, що послідовні експозиції в яскраві дні і темні ночі покращують здоров'я і самопочуття людей. Інженерам -світлотехнікам необхідно визначити «яскраві дні» і «темні ночі» в термінах кількісних метрик. В цьому контексті надзвичайно важлива роль практично орієнтованих методів і засобів вимірювання невізуальних ефектів.

Список використаних джерел

1. Rea M., and Figuiero, M.G. (2016). Light as a circadian stimulus for architectural lighting, Ligh. Res. Technol. 50 (4). 497-510.
2. CIE 92018) CIE S026: 2018 : CIE System for Metrology of Optical Radiation for ipRGC Influence Responses to Light.
3. Л.А. Назаренко, Д.Ю. Фелоненко, О.М. Ляшенко. Метрики невізуального впливу світла. Ukrainian Metrological Journal, 2024, № 4, 36-42.
4. The Light- Dozimeter: A new device to help advance research on the non-visual responses to light. J.R. Stampfl and other Lighting Res. Technol, 2023, XX. 1-13.