

Список використаних джерел

1. Економія електроенергії в освітлювальних установках. URL: <https://patriot-nrg.com/uk/content/ekonomiya-elektroenergiyi-v-osvitlyuvalnyh-ustanovkah> (дата звернення: 2.04.2025).
2. Як облаштувати будинок smart технологіями. URL: <https://teploradost.com.ua/ua/jak-oblashtuvaty-budynok-smart-tehnologijamy> (дата звернення: 14.04.2025).

УДК 628.98

ПРОГРАМНО-ІНСТРУМЕНТАЛЬНИЙ ПІДХІД ДО ОБЧИСЛЕННЯ ІНДЕКСУ КОЛІРНОЇ ВІДПОВІДНОСТІ (Rf) НА ОСНОВІ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛІЗУ СВІТЛОВИХ ДЖЕРЕЛ

Назаренко Леонід Андрійович,
доктор технічних наук, професор
Олійниченко Богдан Олегович,
аспірант

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

У тезах представлено методику спектрального аналізу та оцінки колірної відповідності джерел світла із застосуванням програмного фотометричного toolbox-рішення. Підхід базується на обробці даних спектрального розподілу потужності (SPD) та обчисленні індексу колірної відповідності R_f відповідно до міжнародного стандарту CIE 224:2017. Представлено приклад розрахунків для джерела світла з CCT = 3288 K. Одержані результати дозволяють виявити хроматичні зсуви та оцінити спектральну нерівномірність передачі кольорів. Toolbox орієнтований на дослідницьке використання у світлотехнічній практиці.

Вступ

Забезпечення якісного відтворення кольорів є одним із ключових критеріїв у сучасному освітленні, особливо в таких сферах як музейна експозиція, медичне середовище, архітектурна візуалізація та кольорове позиціонування в рекламі. Одним із найбільш сучасних індексів, що відображає здатність джерела світла точно передавати колір об'єктів, є індекс колірної відповідності (Colour Fidelity Index, R_f), рекомендований технічним звітом CIE 224:2017.

Індекс колірної відповідності (R_f) відіграє ключову роль у світлотехнічній оцінці якості світла, оскільки характеризує здатність джерела світла правдоподібно відтворювати кольори об'єктів. На відміну від класичного індексу R_a , R_f забезпечує більш глибокий аналіз спектральної точності за рахунок використання 99 кольорових зразків та спектрального моделювання. Це робить його важливим інструментом у сучасній практиці, що базується на стандартах CIE 224:2017.

Його обчислення потребує спектрометричних даних та значного обсягу обробки — саме тому розробка доступного toolbox-рішення для обчислення R_f має вагоме значення для практиків та дослідників.

Методологія

Інструментарій базується на аналізі відносного спектрального розподілу потужності (SPD) тестового джерела та еталонного джерела у діапазоні 380–780 нм з інтервалом 5 нм. Для кожної з 99 тестових поверхонь (R_{f1} – R_{f99}) обчислюється хроматичність в просторі CIE ab , а потім порівнюється з еталонними значеннями при тій же колірній температурі.

На вхід системи подаються SPD-дані, які можуть бути отримані як з лабораторного спектрорадіометра, так і з відкритих баз даних світлотехнічних виробників. У якості обробки

використовуються Python або MATLAB з відповідними бібліотеками для спектрального аналізу, колірної конверсії та візуалізації.

Додатково обчислюються:

- CCT (скорельована колірна температура)
- Duv (відхилення від планкової кривої)
- Люменна ефективність джерела (ER, lm/W)

Результати

Аналіз проведено для джерела світла з CCT = 3288 K. Загальний індекс $R_f = 81.6$, що є прийнятним для більшості внутрішніх просторів. Однак детальний розподіл R_{f1} – R_{f99} демонструє значну варіативність:

- Найнижче значення: $R_{f13} = 62.0$ (синьо-фіолетовий зразок)
- Найвище: $R_{f47} = 96.3$ (зелено-жовтий зразок)

Це свідчить про спектральну невідповідність у певних ділянках спектру.

Хроматичний зсув систематично спрямований у бік теплих тонів, особливо в ділянках синьо-фіолетового та червоного.

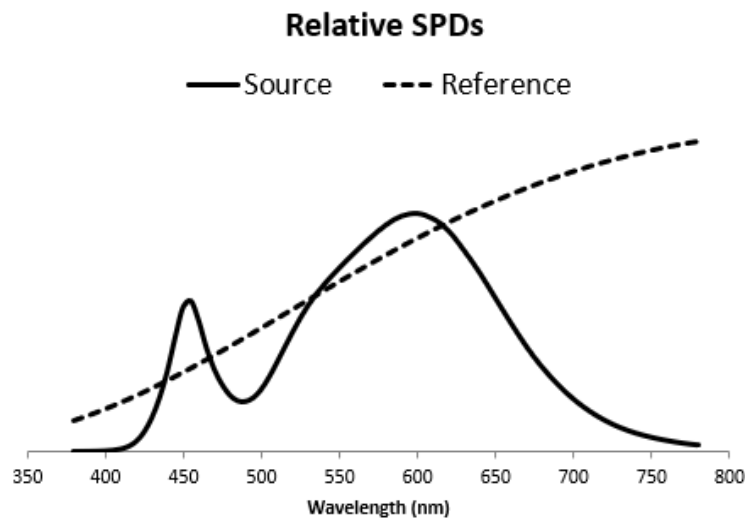


Рисунок 1 – Графік SPD тестового та еталонного джерел.

Figure B1 from CIE 224 - 2017

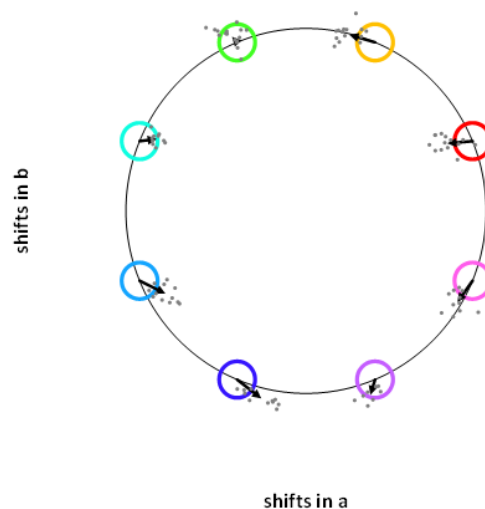


Рисунок 2 – Діаграма хроматичних зсувів у CIE ab -просторі для 16 основних кольорових зразків.

Висновки

Розроблений програмний toolbox забезпечує ефективну обробку спектральних даних та точне визначення індексу колірної відповідності за сучасними міжнародними стандартами. Методика дозволяє:

- гнучко адаптуватися до різних типів джерел світла (LED, флуоресцентних, галогенних тощо);
- візуалізувати спектральні особливості та кольорові зсуви;
- інтегрувати оцінку в дизайнерські, інженерні або лабораторні практики;
- глибше аналізувати взаємозв'язок між спектром випромінювання та якістю сприйняття кольору.

Подальші дослідження передбачають автоматизацію імпорту SPD з фотогоніометрів, розширення функціоналу інтерфейсу, та включення розширених метрик (Rg, TM-30-20).

Список використаних джерел

1. Nazarenko, L., Oliinychenko, B., Kolesnyk, A., & Herasymenko, V. (2024). Color Rendering (Optimization of Color Rendering of LED Light Sources Based on Modern Colorimetric Metrics and Adaptive Evaluation Models). *Lighting Engineering & Power Engineering*, 63(3), 101–108. <https://doi.org/10.33042/2079-424X.2024.63.3.05>
2. CIE (2017). Colour Fidelity Index Calculator 5 nm – V.4 [Software]. Commission Internationale de l'Éclairage. Available at: <https://cie.co.at/eil/cie-2017-colour-fidelity-index-calculator>

УДК 628.98

СТАЛИЙ СВІТЛОВИЙ ДИЗАЙН ГРОМАДСЬКИХ БУДІВЕЛЬ

Ляшенко Олена Миколаївна,

кандидат технічних наук, доцент

Іванов Ілля Ігорович,

здобувач магістерського рівня вищої освіти

Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова

E-mail: olenalyashenko@kname.edu.ua

Міжнародна комісія з освітлення CIE в своїй публікації [1] чітко визначила пріоритетні цілі сталого розвитку щодо систем освітлення, а саме інклюзивне, справедливе освітлення; досягнення у вимірюванні та калібруванні; інтегроване освітлення для людей; забезпечення застосування безпечного та корисного оптичного випромінювання; вимірювання, моделювання, сприйняття та відтворення кольору.

Особливо важливим сектором, що потребує впровадження сталого підходу до освітлювальних систем, є громадські будівлі, для яких є властивими високе енергоспоживання і тривалий термін роботи; високі нормовані рівні освітленості на робочих поверхнях; високі нормовані рівні освітленості на робочих поверхнях; значні витрати на обслуговування, що є додатковим фінансовим навантаженням на місцеві бюджети. В зв'язку з цим особливо важливою є розробка і впровадження сталого світлового дизайну цих будівель, що забезпечить його відповідність світовим тенденціям переходу до будівель з нульовим споживанням в кліматично нейтральних містах.

Сучасне розуміння світлового дизайну громадських будівель передбачає виконання вимог щодо енергоефективності, візуального комфорту, інтегрованого освітлення, інклюзивного освітлення, екологічності, сталого дизайну світильників, надійності, зручності