

КВАЗІМОНОХРОМАТИЧНІ СВІТЛОДІОДИ В СИСТЕМАХ ОСВІТЛЕННЯ З РЕГУЛЬОВАНИМ СПЕКТРАЛЬНИМ СКЛАДОМ

PhD Д. В. Пекур¹, чл.-кор., д. ф.-м. н. В. М. Сорокін¹, д. т. н. Ю. Є. Ніколаєнко²,
А. М. Міняйло¹, І. В. Пекур¹

¹Інститут фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова НАН України,

²Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Україна, м. Київ

demid.pekur@gmail.com, yunikola@ukr.net

Запропоновано спосіб визначення параметрів квазімонохроматичних світлодіодів для потужних світлодіодних систем освітлення з регульованою корельованою колірною температурою. На основі моделювання спектрального складу результуючого випромінювання для випадку базового білого світлодіода з корельованою колірною температурою 3952 К в поєднанні з одним квазімонохроматичним світлодіодом показано можливість застосування розробленого способу для пошуку квазімонохроматичних світлодіодів, здатних забезпечити найбільш широкий діапазон результуючої корельованої колірної температури.

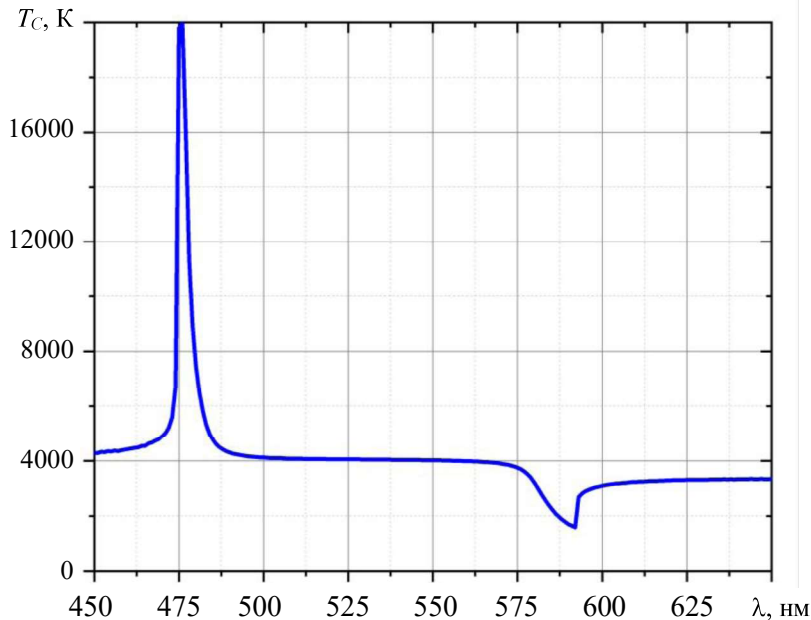
Ключові слова: квазімонохроматичний світлодіод, корельована колірна температура, Python LuxPy.

Світло є важливою складовою життя людини при будь-яких видах праці та відпочинку. Від спектральних характеристик та інтенсивності освітлення середовища, в якому перебуває людина, залежить секреція гормонів мелатоніну та кортизолу, що значною мірою впливають на самопочуття та психофізіологічний стан людини. В природному середовищі (за відсутності штучних джерел світла) в організмі людини з початком сутінок рівень мелатоніну поступово зростає вночі, а потім поступово зменшується, досягаючи на світанку денного рівня. Значні порушення зміни природних циклів спектрального складу освітлення системами штучного освітлення призводять до порушення сну, втоми та перепадів настрою, а згодом до появи хронічних захворювань. Для комфортного самопочуття людини важливим є періодичне перебування при яскравому денному світлі або при потужному штучному освітленні, наближеному до денного. Водночас зміна спектрального складу штучного освітлення протягом дня відповідно до потреб людини є дуже важливою задачею, що ставиться перед фахівцями в цій області.

Саме тому метою роботи було обрано визначення параметрів квазімонохроматичних світлодіодів для потужних освітлювальних систем, здатних забезпечити широкий діапазон зміни корельованої колірної температури.

Існують різні види систем освітлення з можливістю регулювання корельованої колірної температури, зокрема побудовані на основі світлодіодів двох, трьох, чотирьох або п'яти типів [1]. У випадку створення потужних систем освітлення [2] найбільш доцільним є зменшення внеску квазімонохроматичних світлодіодів через їхню нижчу світлову ефективність, світловий потік та вищу вартість, а також необхідність у зниженні загальної кількості світлодіодів та каналів керування ними. Для зниження внеску світлового потоку квазіхроматичних світлодіодів у результуюче світло базовий білий світлодіод повинен мати параметри, які в переважній більшості випадків дозволяють йому функціонувати самостійно або з невеликою квазіхроматичною складовою, а при потребі зміни корельованої колірної температури ефективно функціонувати спільно з квазімонохроматичними світлодіодами невеликої потужності. При віддаленні координат колірності результуючого світла більше ніж на 0,006 одиниць від кривої Планка розрахунок колірних параметрів синтезованого світла вважається некоректним, що вимагає врахування цього параметра. В цій роботі нами було запропоновано взяти базовий білий світлодіод з корельованою колірною температурою 3952 К. Спектри квазімонохроматичних світлодіодів з піковою довжиною хвиль від 450 до 650 нм з кроком 1 нм були програмно згенеровані на основі вимірних експериментально спектрів квазімонохроматичних світлодіодів.

Для проведення розрахунків було розроблено програмне забезпечення, здатне проводити розрахунок параметрів результуючого білого світла. Програмне забезпечення використовує пакет Python LuxPy, який дозволяє отримати інформацію про спектральні параметри результуючого світла. Розроблене програмне забезпечення дозволило провести моделювання та визначити довжину хвиль квазімонохроматичних світлодіодів, які дають можливість синтезувати спектри у найбільш широкому діапазоні зміни корельованої колірної температури (див. рисунок) при збереженні відстані між координатами колірності результуючого світла та координатами кривої Планка меншим за 0,006.



Залежність максимально та мінімально досяжної корельованої колірної температури T_c результуючого світла від пікової довжини хвилі λ додаткового квазімонохроматичного світлодіода

Розроблений спосіб визначення параметрів квазімонохроматичних світлодіодів дозволив на прикладі білого світлодіода з корельованою колірною температурою 3952 К визначити, що квазімонохроматичні світлодіоди з довжиною хвиль 476 та 592 нм дозволяють забезпечити найбільш широкий діапазон регулювання корельованої колірної температури. Результати досліджень можуть бути використані в процесі проектування потужних світлодіодних освітлювальних систем з можливістю зміни корельованої колірної температури.

ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА

1. Kornaga V.I., Sorokin V.M., Rybalochka A.V. et al. Color mixing models for smart lighting systems based on RGBW and WW LEDs, *SPQEO*, 2015, vol. 18, no 3, p. 302–308.
2. Pekur D.V., Kolomzarov Yu.V., Sorokin V.M., Nikolaenko Yu.E. Super powerful LED luminaires with a high color rendering index for lighting systems with combined electric power supply, *SPQEO*, 2022, vol. 25, no 1, p. 97–107.

D. V. Pekur, V. M. Sorokin, Yu. E. Nikolaenko, M. A. Minaylo, I. V. Pekur,

Quasimonochromatic LEDs in lighting systems with variable spectral composition

The study proposes a method of determining the parameters of LEDs for high-power LED lighting systems with adjustable correlated colour temperature. The spectral composition simulation of the resulting radiation, for the case of basic white LED with correlated colour temperature of 3952 K in combination with one quasimonochromatic LED was used to demonstrate the possibility of applying the developed method for finding quasimonochromatic LEDs capable of providing the widest range of the resulting correlated color temperature.

Keywords: quasimonochromatic LED, correlated color temperature, Python LuxPy.