

Заклад вищої освіти „Подільський державний університет”
Факультет енергетики та інформаційних технологій
Кафедра електротехніки, електромеханіки і електротехнологій

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

«РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ СВІТЛОДІОДНОЇ СИСТЕМИ ОСВІТЛЕННЯ»

Виконав:

здобувач вищої освіти денної форми навчання
освітнього ступеня «Магістр», освітньо-професійної
програми «Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка»
спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка
та електромеханіка»

КОМАРНИЦЬКИЙ Богдан Анатолійович

Керівник канд. техн. наук, доцент

ДУМАНСЬКИЙ Олександр Васильович

Оцінка захисту:

Національна шкала _____

Кількість балів _____ Шкала ECTS _____

« ____ » _____ 2024 р.

Допускається до захисту:

« ____ » _____ 2024 р.

Гарант освітньо-професійної програми
«Електроенергетика, електротехніка
та електромеханіка» спеціальності
141 «Електроенергетика, електротехніка
та електромеханіка»
канд. техн. наук, доцент

Павло ПОТАПСЬКИЙ

ЗМІСТ

ВСТУП...	9
1 ЕЛЕМЕНТИ, ПРИСТРОЇ ТА СИСТЕМИ ОСВІТЛЕННЯ.....	11
1.1 Лампи розжарювання.....	11
1.2 Газорозрядні ртутні джерела освітлення	13
1.3 Натрієві лампи високого тиску	15
1.4 Газорозрядні натрієві лампи без вмісту ртуті	17
1.5 Натрієва лампа високого тиску з двома пальниками.....	19
1.6 Світлодіодні прилади освітлення.	21
Висновки до розділу 1.....	23
2 ДОСЛІДЖЕННЯ КОМПОНЕНТІВ СВІТЛОДІОДНИХ ПРИЛАДІВ ОСВІТЛЕННЯ	24
2.1 Світлодіоди в світлодіодних приладах освітлення	24
2.2 Схеми живлення та керування світлодіодних приладів освітлення...	25
2.3 Сучасні напрямки в дослідженні світлодіодних освітлювальних систем.	28
2.4 Вплив світлодіодів на здоров'я людини	28
Висновки до розділу 2.....	28
3 АНАЛІЗ СВІТЛОДІОДНОЇ СИСТЕМИ ОСВІТЛЕННЯ.....	29
3.1 Порівняльний аналіз оптичних характеристик та параметрів побутових систем освітлення.....	29
3.2 Оцінка переваг та недоліків освітлювачів.....	36
3.3 Побудова оптимальної компоновки побутової системи освітлення...	38
Висновки до розділу 3.....	48
4 ДОСЛІДЖЕННЯ І РОЗРОБЛЕННЯ СВІТЛОДІОДНОГО СВІТЛОВОГО ПРИЛАДУ.....	50

4.1	Методика розрахунку світильника на основі світлодіодів.....	51
4.2	Розроблення світлового приладу.....	58
4.3	Розрахунок світлової ефективності розробленого зразка.....	72
4.4	Термін служби.....	77
	Висновки до розділу 4.....	79
	ВИСНОВКИ.....	80
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	82
	ДОДАТКИ.....	85

АНОТАЦІЇ

В кваліфікаційній роботі розглянуті основні типи, конструкції, складові та характеристики приладів освітлення, що використовуються для освітлення у побуті. Проаналізовані параметри та характеристику зараз наявних на ринку приладів освітлення. Докладно розглянуті світлодіодні прилади освітлення, їх спектральні характеристики, та основні компоненти. Проаналізовано основні вимоги до побутового освітлення в залежності від призначення приміщення.

Під час аналізу даних спектральних характеристик різних світлодіодів було встановлено, що світлодіоди білого кольору, як правило, мають сплеск на спектральній характеристиці на довжинах хвилі менше 480 нм. Щоб створити прилад освітлення, який буде мати спектральну характеристику схожу з спектральною характеристикою природнього світла, на даний момент необхідно використовувати матрицю з декількох світлодіодів.

ABSTRACTS

The thesis examines the main types, designs, components and characteristics of lighting devices used for household lighting. The parameters and characteristics of lighting devices currently available on the market are analyzed. LED lighting devices, their spectral characteristics, and main components are considered in detail. The main requirements for household lighting are analyzed depending on the purpose of the room.

During the analysis of the data of the spectral characteristics of various LEDs, it was found that white LEDs, as a rule, have a spike in the spectral characteristic at wavelengths less than 480 nm. To create a lighting device that will have a spectral characteristic similar to the spectral characteristic of natural light, at the moment it is necessary to use a matrix of several LEDs..

РЕФЕРАТ

КОМАРНІЦЬКИЙ Богдан Анатолійович. Розробка та дослідження світлодіодної системи освітлення. 141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. Заклад вищої освіти «Подільський державний університет». Факультет енергетики та інформаційних технологій. Кафедра електротехніки, електромеханіки і електротехнологій – Кам'янець-Подільський: ЗВО «ПДУ», 2024.

В кваліфікаційній роботі написано вступ, розглянуті основні типи, конструкції, складові та характеристики приладів освітлення, що використовуються для освітлення у побуті. Проаналізовані параметри та характеристику зараз наявних на ринку приладів освітлення. Докладно розглянуті світлодіодні прилади освітлення, їх спектральні характеристики, та основні компоненти. Проаналізовано основні вимоги до побутового освітлення в залежності від призначення приміщення. Під час аналізу даних спектральних характеристик різних світлодіодів було встановлено, що світлодіоди білого кольору, як правило, мають сплеск на спектральній характеристиці на довжинах хвилі менше 480 нм. Щоб створити прилад освітлення, який буде мати спектральну характеристику схожу з спектральною характеристикою природнього світла, на даний момент необхідно використовувати матрицю з декількох світлодіодів. Написані висновки до дипломної роботи. Оформлено список використаних джерел.

Ключові слова: СВІТЛОДІОД, ЛАМПА РОЗЖАРЕННЯ, ГАЗОРОЗРЯДНА ЛАМПА, СИСТЕМА, ХАРАКТЕРИСТИКА, ЕФЕКТИВНІСТЬ, ЕКОЛОГІЧНІСТЬ, ВИПРОМІНЮВАННЯ, СПЕКТР.

ВСТУП

Електронні прилади та пристрої широко розповсюджені у сучасному житті, можна сказати, що людина постійно з ними зіштовхується, навіть носить на собі. Варто згадати мобільні пристрої: смартфони, навушники, інтелектуальні годинники, планшети, фото- та кінокамери. Все це стало можливим завдяки досить інтенсивному розвитку електроніки, зокрема мікроелектроніки, нанотехнологій. Важливо відзначити, що всі ці засоби безпосередньо впливають на здоров'я людини, забезпечуючи, з однієї сторони, комфортне та наповнене існування конкретного мешканця, розвиток комунікаційних можливостей та вподобань, а, з другої сторони, істотно впливаючи на його фізичний стан, психологію, функціонування організму, погляди на моральні цінності, відношення до тих чи інших явищ тощо.

Кількісно вплив електронних пристроїв на життя людини можна оцінити різноманітними параметрами: потужністю електромагнітного поля у певних локаціях перебування людей, об'ємом переданої інформації, економічними чинниками, рівнем стану здоров'я певної категорії людей.

Враховуючи те, що більш як 80% інформації надходить до людини за допомоги зорових образів, важливість цього каналу сприйняття даних не підлягає сумніву. Тож якість освітлення побутових приміщень, місць загального використання, промислових об'єктів, яскравість та природність кольорів екрану смартфона чи телевізора потребує особливо ретельного дослідження та забезпечення.

Якість освітлювальної системи на сьогоднішній день оцінюється великою кількістю факторів. Це і економічні чинники, що грають досить часто вирішальну роль, особливо у нас на Україні, і питання моди та престижу, і екологічні питання, що частіше підіймають міжнародні інституції.

Мета атестаційної роботи – аналіз найбільш важливих чинників, що характеризують системи освітлення, тенденції їх розвитку, виявлення суттєвих проблем, пошук шляхів вирішення цих проблем з урахуванням економічних та екологічних питань, вибір оптимальних методів та засобів, що мають їх вирішити.

Об'єкт дослідження – система освітлення для побутових та промислових об'єктів, що забезпечує високу ефективність, екологічну безпечність та комфортність використання.

Метод дослідження – аналітичний метод порівняння електрофізичних, економічних та екологічних характеристик різних випромінювачів, розгляд наявних систем освітлення за основними характеристиками: світловий потік, потужність споживання, ефективність, термін експлуатації, екологічність, вибір напрямів підвищення якості цих систем.

Розглянуто існуючі на сьогодні елементарні випромінювачі та складні системи освітлення, у результаті всебічного аналізу запропоновано методи та засоби вдосконалення, надано рекомендації щодо поліпшення якісних характеристик систем освітлення.

Результати роботи можуть використовуватися для проектування освітлення в побуті та промислових об'єктах.

В кваліфікаційній роботі розглянуті основні типи, конструкції, складові та характеристики приладів освітлення, що використовуються для освітлення у побуті.

Проаналізовані параметри та характеристику зараз наявних на ринку приладів освітлення.

Докладно розглянуті світлодіодні прилади освітлення, їх спектральні характеристики, та основні компоненти.

Проаналізовано основні вимоги до побутового освітлення в залежності від призначення приміщення.

Під час аналізу даних спектральних характеристик різних світлодіодів було встановлено, що світлодіоди білого кольору, як правило, мають сплеск на спектральній характеристиці на довжинах хвилі менше 480 нм. Щоб створити прилад освітлення, який буде мати спектральну характеристику схожу з спектральною характеристикою природнього світла, на даний момент необхідно використовувати матрицю з декількох світлодіодів.

З іншої сторони таке рішення на сьогоднішній день непрактичне оскільки призведе до суттєвого ускладнення схеми живлення та ціни таких приладів.

Встановлено, що в сучасних світильниках використовуються різні засоби відведення тепла. Температурний режим роботи радіаторів без ребер не залежить від кута встановлення світильника, але вони вимагають більших масово-габаритних витрат.

Обґрунтовано та з використанням комп'ютерного моделювання досліджено температурний розподіл температури по поверхні радіатора з ребрами спеціальної конструкції.

Встановлено, що розроблена та досліджена конструкція радіатора з ребрами є на 10 % більш ефективнішою, в плані відводу тепла, ніж конструкція без ребер.

За результатами комп'ютерного моделювання встановлено, що розроблений світильник з ребристим тепловідводом забезпечує нормальну

роботу світлодіодного джерела світла потужністю близькою до 100 Вт.

9

Отримані результати розрахунку складної геометрії тепловивідного радіатора дозволяють створювати високоефективні освітлювальні установки вище звичайних на 6% за світловою ефективністю, в яких підтримання світлового потоку на заданому рівні відбувається протягом всього терміну служби світильника.

Засвідчую, що у цій кваліфікаційній роботі немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Здобувач вищої освіти _____ Богдан КОМАРНІЦЬКИЙ

1. Електричне освітлення та опромінення: навч. посіб. для студентів вищ. навч. закл. / Р.В. Кушлик, В. Ф. Яковлев, Ю. М. Куценко, М. Л. Лисиченко, М. П. Кунденко, Ю. М. Федюшко, – Х: ТОВ «Планетапрінт», 2016. – 332 с.
2. Споживачі електричної енергії. Електричне освітлення : навч. посібник / О. І. Соловей, А. В. Чернявський, О. О. Ситник, В. Ф. Ткаченко, Г. В. Курбака ; за ред. О. І. Солов'я ; М-во освіти і науки України, Черкас. держ. технол. ун-т. – Черкаси : ФОП Гордієнко Є. І., 2018. – 132 с.
3. Назаренко Л. А. Фізичні основи джерел світла : навч. посібник / Л. А. Назаренко ; Харків. нац. акад. міськ. госп-ва. – Харків : ХНАМГ, 2009. – 206 с.
4. Назаренко Л. А. Фізика і техніка світлодіодів : навч. посібник / Л. А. Назаренко, А. І. Колесник ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – 232 с.
5. Світлодіоди: фізика, технологія виготовлення, застосування : навч. посібник / В. І. Карась, Л. А. Назаренко, І. В. Карась ; Харків. нац. акад. міськ. госп-ва. – Харків : ХНАМГ, 2012. – 323 с.
6. III-Nitride Multi-Quantum-Well Light Emitting Structures with Selective Carrier Injection Hussein S. El-Ghoroury, Mikhail V. Kisin * and Chih-Li Chuang . Appl. Sci. 2019, 9, 3872; doi:10.3390/app9183872
7. Paul Littlefair, Cosmin Ticleanu. A summary of LED lighting impacts on health. // International journal of Sustainable Lighting 1 (2015) 3-4
8. Hussein S El-Ghoroury, Mikhail V. Kisin, Chih-Li Chuang. III-Nitride Multi-Quantum-Well Light Emitting Structures with Selective Carrier Injection.
9. Лемешев М. С., Березюк О. В. Основи охорони праці для фахівців менеджменту : навчальний посібник / М. С. Лемешев, О. В. Березюк. – Вінниця : ВНТУ, 2009. – 206 с.
10. Освітлення майстерень [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Режим доступу: <https://www.mdmlight.ru/solutions/masterskie/>.
11. Світлодіодне освітлення [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Режим доступу: <http://homester.com.ua/remont/svet/ledosveschenie-v-dome/>.

12. Світлотехнічні розрахунки: навч. посібник / Л. А. Назаренко, Т. В. Можаровська, В. С. Чернець ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. Харків : ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2017. – 142 с. 240
13. Світлодіоди: фізика, технологія виготовлення, застосування : навч. посібник / В. І. Карась, Л. А. Назаренко, І. В. Карась ; Харків. нац. академ. міськ. госп-ва. – Харків : ХНАМГ, 2012. – 323 с.
14. Фізичні основи джерел світла : навчальний посібник для студ. вищих техніч.навч.закладів / Л. А. Назаренко ; Харків. нац. академ. міськ. госп-ва. – Харків : ХНАМГ, 2009 . – 206 с.
15. Зелінський Р., Сорокін В. Особливості відводу тепла для світлодіодних ламп / Р. Зелінський, В. Сорокін // Матеріали IV Міжнародної науковотехнічної конференції «Світотехніка і електроенергетика : Історія, проблеми, перспективи». – Тернопіль. – 2012. – С. 42–43.
16. Світлові прилади : навч. посібник для студентів вищих технічних навчальних закладів / А. С. Литвиненко, О. Л. Черкашина ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015. – 125 с.
17. Штучне зовнішнє освітлення : навчальний посібник / Л. А. Назаренко, К. І. Іоффе ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. – 88 с.
18. Никифоров С. Г. Проблеми, теорія і реальність світлодіодів // Компоненти та технології. 2005. № 5. С. 176-185.
19. Вейнерт Д. Світлодіодне освітлення. М .: Philips 2010. 6. Bluetooth модуль HC-06 схема та характеристики. Принципи та основи використання. URL:<https://arduino.ua/prod241-bluetooth-modul-hc-06>
20. Сучасний стан і тенденції розвитку світлодіодів і світлодіодного освітлення // Рубікон. URL:<http://led22.ru/ledstat/LED-NEW.pdf>
21. Технічна документація світлодіода LED5RGB-KV // Cyfronika. URL: <https://www.sklep.cyfronika.com.pl/pl/p/LED5RGB-KV-Dioda-LED-RGBred500mcdgreen500mcdblue500mcd-5mm-WK>.

22. Яковлєв В.Ф. Проектування систем електрифікації технологічних процесів на підприємствах АПК. Системи електричного освітлення. / За заг. ред. проф. В.Ф.Яковлєва. // В.Ф.Яковлєв, Р.В.Кушлик, О.С.Квітка, Ю.М.Куценко. - Мелітополь, 2010.-106 с.