

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ  
ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА  
ЕЛЕКТРОІНЖЕНЕРІЇ  
КАФЕДРА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

**МАЛИК ІГОР ФЕДОРОВИЧ**

УДК 628.9.04

**ІМПУЛЬСНЕ ЖИВЛЕННЯ НАПІВПРОВІДНИКОВИХ ДЖЕРЕЛ СВІТЛА**

141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

**Автореферат**  
дипломної роботи магістра

Тернопіль  
2018

Роботу виконано на кафедрі електричної інженерії Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України

**Керівник роботи:** кандидат технічних наук, доцент, кафедри світлотехніки та електротехніки  
**Осадца Ярослав Михайлович,**  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

**Рецензент:** кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри автоматизації технологічних процесів і виробництв  
**Савків Володимир Богданович,**  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Захист відбудеться 24 грудня 2018 р. о 9<sup>00</sup> годині на засіданні екзаменаційної комісії № 39 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46006, м. Тернопіль, вул. Микулинецька, 46а, навчальний корпус №7, ауд. 504.

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми роботи.** Застосування напівпровідникових джерел світла та світлових приладів на їх основі дозволяє суттєво знижувати рівень споживання електроенергії на освітлення. Завдяки високій світловіддачі, великому терміну служби, відсутності пульсацій, екологічності світлодіодні прилади на даний час займають чинен найбільший сегмент на ринку джерел світла. Мала інерційність світлодіодів дозволяє застосовувати їх в динамічному освітленні. Одним із способів зміни світлового потоку світло діода є живлення його за допомогою імпульсів.

На даний час виробниками випускається велика кількість потужних напівпровідникових джерел світла зі світловою віддачею понад від 100 лм/Вт, для яких проведені дослідження їх характеристик при живленні імпульсним струмом. Проте широке застосування мають малопотужні вивідні світлодіоди, які використовуються для створення декоративного світлового ефекту або як інструмент дисплейного та рекламного освітлення.

Тому дослідження світлотехнічних характеристик малопотужних напівпровідникових джерел світла є **актуальною** задачею, яка потребує свого вирішення, і визначила напрямок досліджень даної дипломної роботи.

**Мета роботи:** аналіз результатів вимірювання світлового потоку при живленні імпульсами з частотою 100 кГц малопотужних вивідних світловипромінюючих діодів різних кольорів свічення.

**Об'єкт дослідження:** Процес живлення малопотужних напівпровідникових джерел світла імпульсами високої частоти.

**Предмет дослідження:** Вплив параметрів імпульсного живлення на світловий потік світлодіодів низької потужності.

**Методи дослідження:** статистичні методи аналізу результатів вимірювань, чисельні методи інтегрування функцій, методи апроксимації поліномами, методи розрахунку електричних кіл з несинусоїдними напругами, методи колориметричного розрахунку.

### **Наукова новизна отриманих результатів:**

- для малопотужних світлодіодів »білого, синього, зеленого та червоного кольорів свічення виробництва «Optosupply, отримано та апроксимовано залежності світлового потоку від амплітуди імпульсів напруги живлення та їх коефіцієнтів заповнення;

- розраховано значення коефіцієнта заповнення імпульсів при різних значеннях амплітуди напруги імпульсного живлення, для яких світловий потік світлодіода дорівнює номінальному;

- розраховано діючі значення напруги, струму та потужності, які споживаються світлодіодом, коли він випромінює світловий потік, що дорівнює номінальному;

- проведено розрахунок відносних діючих значень стосовно значень напруги, струму та потужності при постійному живленні із номінальним світловим потоком.

### **Практична цінність результатів дослідження:**

- отримано осцилограми струмів, напруг та фотострумів для світлодіодів різних кольорів свічення виробництва «Optosupply» при їх живленні імпульсами

прямокутної форми частотою 100 кГц з різними амплітудами напруги та коефіцієнтами заповнення імпульсів;

- розроблено програми для розрахунку та аналізу світлотехнічних та електричних характеристик напівпровідникових джерел світла в імпульсному режимі.

**Апробація.** Окремі результати роботи публікувалися у збірнику тез VII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів. «Актуальні задачі сучасних технологій», Тернопіль, ТНТУ, 28-29 листопада 2018 р.

**Структура роботи.** Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини. Розрахунково-пояснювальна записка складається з вступу, 8 частин, висновків, переліку посилань. Обсяг роботи: розрахунково-пояснювальна записка – 116 арк. формату А4, графічна частина – 11 аркушів формату А4 (слайдів презентації).

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі проведено короткий огляд сучасного стану світлового забруднення та сформульовано основні питання, які розглядатимуться у магістерській роботі.

В аналітичній частині проведено аналіз сучасного стану розвитку напівпровідникових джерел світла та методів регулювання їх світлового потоку.

У науково-дослідній частині отримано залежності світлового потоку світлодіодів від амплітуди імпульсів напруги живлення та коефіцієнтів заповнення; розраховано значення коефіцієнта заповнення імпульсів при різних значеннях амплітуди напруги імпульсного живлення, для яких світловий потік СД дорівнює номінальному; розраховано діючі значення напруги, струму та потужності, які споживаються світлодіодом, коли він випромінює світловий потік, що дорівнює номінальному

У технологічній частині наведено світлотехнічні та електричні характеристики досліджуваних світлодіодів.

У проектно-конструкторській частині описано установку для проведення вимірювань світлового потоку світлодіодів в імпульсному режимі; отримано осцилограми струмів, напруг та фотострумів для світлодіодів різних кольорів свічення при їх живленні імпульсами прямокутної форми частотою 100 кГц з різними амплітудами напруги та коефіцієнтами заповнення імпульсів.

У спеціальній частині розроблено та описано програми для розрахунку світлотехнічних та електричних параметрів напівпровідникових джерел світла в пакеті MATLAB.

У частині «Обґрунтування економічної ефективності» проведено розрахунок витрат на розробку та впровадження програмного забезпечення.

У частині «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» розглянуто питання економічного значення заходів щодо покращення умов охорони праці, а також визначено основні методи захисту світлової апаратури від дії електромагнітних хвиль ядерних вибухів.

У частині «Екологія» наведено основні екологічні проблеми світлотехнічної галузі та проведено аналіз шляхів зменшення забруднення довкілля об'єктами світлотехнічної галузі.

У загальних висновках щодо дипломної роботи описано результати роботи по дослідженню світлового потоку малопотужних вивідних світло діодів різних кольорів свічення при їх живленні прямокутними імпульсами частотою 100 кГц.

У графічній частині подано блок-схеми алгоритмів програм для розрахунку, залежності світлового потоку від коефіцієнта заповнення та амплітудного значення імпульсів напруги, характеристики досліджуваних світлодіодів, схему установки для вимірювання світлового потоку світлодіодів в імпульсному режимі, результати розрахунку світлового потоку по отриманих осцилограмах фотоструму та апроксимація залежностей світлового потоку від коефіцієнта заповнення імпульсу, результати розрахунку абсцис точок перетину кривих  $\Phi_e(D)$ , з відповідними прямими світлових потоків при живленні постійним струмом  $I = 20$  мА, результати розрахунку діючих значень напруги, струму та потужності імпульсного живлення.

## ВИСНОВКИ

1. Проведено аналіз сучасного стану розвитку напівпровідникових джерел світла. Охарактеризовано вплив режиму роботи на експлуатаційні характеристики напівпровідникових джерел світла.

2. Проаналізовано методи регулювання світлового потоку напівпровідникових джерел світла. Аналізом публікацій встановлено, що найбільш енергоефективним є живлення напівпровідникових джерел світла імпульсами прямокутної форми. Наведено основні характеристики імпульсного живлення та їх вплив на світловий потік світлодіодів середньої та високої потужності. Встановлено, що для малопотужних вивідних напівпровідникових джерел світла, які використовуються для створення декоративного світлового ефекту або як інструмент дисплейного та рекламного освітлення, необхідним є проведення досліджень при імпульсних режимах їх живлення.

3. В якості досліджуваних напівпровідникових джерел світла вибрано вивідні світлодіоди виробництва фірми «Optosupply» білого, синього, зеленого та червоного кольорів свічення. Для вибраних світлодіодів проведено вимірювання їх електричних характеристик та світлового потоку в режимах постійного струму та спектральних характеристик як в режимах постійного струму, так і при живленні імпульсами прямокутної форми із коефіцієнтами заповнення 0,25, 0,5 та 0,9.

4. Отримано осцилограми струмів, напруг та фотострумів для світлодіодів різних кольорів свічення при їх живленні імпульсами прямокутної форми частотою 100 кГц з різними амплітудами напруги та коефіцієнтами заповнення імпульсів. На основі отриманих осцилограм встановлено, що імпульси напруги й струму йдуть синхронно із досить крутими фронтами. Така ж синхронність спостерігається із імпульсами світлового потоку. Амплітудне значення імпульсу струму залежить лише від амплітуди імпульсу напруги та не залежить від коефіцієнта заповнення імпульсу.

5. За допомогою спеціально розроблених програм в пакеті MATLAB проведено розрахунок та отримано залежності світлового потоку світлодіодів від амплітуди імпульсів напруги живлення та коефіцієнтів заповнення. Дані

залежності були апроксимовані поліномами шостого порядку, причому коефіцієнт детермінації становив не менше 0,99, а середньоквадратична похибка не перевищувала 0,017 лм.

6. На основі отриманих апроксимованих кривих розраховано значення коефіцієнта заповнення імпульсів при різних значеннях амплітуди напруги імпульсного живлення, для яких світловий потік світлодіода дорівнює номінальному. Встановлено, що зі збільшенням амплітуди імпульсів напруги значення коефіцієнта заповнення імпульсу зменшується.

7. Розраховано діючі значення напруги, струму та потужності, які споживаються світлодіодом, коли він випромінює світловий потік, що дорівнює номінальному. На основі отриманих результатів проведено розрахунок відносних діючих значень стосовно значень напруги, струму та потужності при постійному живленні із номінальним світловим потоком. Встановлено, що відносна діюча напруга зі збільшенням коефіцієнта заповнення імпульсу зростає, а струм та потужність мають характер спадання.

8. Проведено економічне порівняння програмного забезпечення, розробленого для розрахунку світлотехнічних та електричних характеристик світлодіодів, а також розроблено заходи, спрямовані на охорону праці, безпеку в надзвичайних ситуаціях та екологію.

9. Результати виконаного дослідження можуть бути впровадженні у навчальний процес підготовки фахівців за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

## **СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ АВТОРОМ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ**

1. . Полицький Н.Т. Імпульсне живлення напівпровідникових джерел світла / Н.Т. Полицький, І.Ф. Малик, А.А. Кулак, М.М. Липовецький // зб. тез доповідей міжнар. наук.-техн. конф. Молодих учених та студентів, (Тернопіль, 28–29 листоп. 2018.) / М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін]. – Тернопіль : ТНТУ, 2018. – С. 70.

## **АНОТАЦІЯ**

Малик І.Ф. Імпульсне живлення напівпровідникових джерел світла.

141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». – Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. – Тернопіль, 2018.

У дипломній роботі проведено дослідження залежності світлового потоку від параметрів імпульсного живлення для малопотужних напівпровідникових джерел світла. Встановлено значення коефіцієнтів заповнення імпульсів, при яких світлодіод випромінює номінальний світловий потік.

**Ключові слова:** СВІТЛОДІОД, ІМПУЛЬС, КОЕФІЦІЄНТ ЗАПОВНЕННЯ, СВІТЛОВИЙ ПОТІК

## ANNOTATION

Malyk I.F. Pulse power supply of semiconductor sources of the light  
141 "Electricpower, electrical engineering and electromechanics". – Ternopil Ivan  
Pul'uj National Technical University - Ternopil, 2018.

In the thesis the study of the dependence of the light flux on the parameters of the pulsed mode for low-power LEDs. The value of pulse filling coefficients, in which the LED emits a nominal light flux, is established.

**Keywords:** LED, PULSE, FILLING COEFFICIENCY, LIGHT FLUX.