

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

**КРІЛЬ ОЛЕГ ВОЛОДИМИРОВИЧ**

УДК 628.9

**МОДЕЛЮВАННЯ ВТОРИННОЇ ОПТИКИ СВІТЛОДІОДІВ**

141 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка"

**Автореферат**

дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль  
2018

Роботу виконано на кафедрі світлотехніки та електротехніки Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України

**Керівник роботи:** кандидат технічних наук, старший викладач кафедри світлотехніки та електротехніки  
**Наконечний Мирослав Степанович,**  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя,

**Рецензент:** кандидат технічних наук, доцент кафедри енергозбереження та енергетичного менеджменту  
**Зінь Мирослав Михайлович,**  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя,

Захист відбудеться 19 лютого 2018 р. о 9<sup>00</sup> годині на засіданні екзаменаційної комісії №1 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Микулинецька, 46, навчальний корпус №7, ауд. 504

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми роботи.** Світлодіодні світильники, прожектори і інша освітлювальна техніка, що набули широкого поширення, активно застосовуються для створення штучного освітлення, декоративного підсвічування, для ландшафтного і архітектурного освітлення, а також при оформленні рекламних об'єктів. У цій сфері найчастіше використовуються потужні світлодіоди білого свічення з великим кутом розсіювання ( $\sim 100-120^\circ$ ). Розробка системи освітлення вимагає отримання світлових пучків з різними кутами розсіювання. З цією метою світлодіоди забезпечують вторинної оптикою - лінзою (або відбивачем), що забезпечує необхідний розподіл світлового потоку в просторі.

Варто відзначити, що вторинна оптика розраховується відповідно до певного типу світлодіода. З іншими світлодіодами вона не буде забезпечувати необхідну ширину пучка випромінювання, також освітлювальна область буде нерівномірною і можлива поява додаткових кілець. Тому в зв'язку з активним поширенням нових світлодіодів виникає задача розрахунку і моделювання вторинної оптики.

Використання комп'ютерної моделі дає можливість провести розрахунки основних світлотехнічних параметрів проектованої системи, з врахування багатьох факторів та складної геометрії оптичної системи. Що дає змогу вже на етапі конструювання підібрати оптимальні параметри оптичної системи.

**Мета роботи:** Розробка імітаційної моделі вторинної оптики світлодіода та дослідження світлотехнічних параметрів оптичної системи.

**Об'єкт, методи та джерела дослідження.** Основним об'єктом дослідження є світлотехнічні параметри світильника зумовлені конструкційними параметрами оптичної системи. Методи виконання роботи: графічний, порівняльний, математичного імітаційного моделювання; теоретико-емпіричний.

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

- розроблено алгоритм розрахунку кільцевих фокусуєчих лінз Френеля з постійним кроком рельєфу;
- запропонована методика оптимізації фокального параметру рефлектора світлодіода за коефіцієнтом використання;
- на основі запропонованої методики розроблена імітаційна модель вторинної оптики світлодіода та досліджено на її основі світлотехнічні параметри системи

### **Практичне значення отриманих результатів.**

Запропонована модель модульного світильника, що дає змогу спростити їх серійне виробництво та знизити собівартість готового виробу.

**Апробація.** Окремі результати роботи доповідались на VI Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів. Актуальні задачі сучасних технологій – Тернопіль 16-17 листопада 2017.- Т. 3. – 114.

**Структура роботи.** Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини. Розрахунково-пояснювальна записка складається з вступу, 9 частин, висновків, переліку посилань. Обсяг роботи: розрахунково-пояснювальна записка – 106 арк. формату А4, графічна частина – 10 аркушів формату А4

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність проблеми дослідження та охарактеризовано основні завдання, які необхідно вирішити .

В аналітичній частині проаналізовано класифікацію світових приладів, дано оцінку захисних кутів світильників. Проведено огляд вторинної оптики світлодіодів.

В науково-дослідній частині виконано оптимізацію фокального параметру відбивача за коефіцієнтом використання. Проведено розрахунок мікропризмових лінз Френеля

В технологічній частині проаналізовано технологічні особливості конструювання світлового приладу, та проведено вибір матеріалів для вторинної оптики світлодіодів.

В проектно-конструкторській частині проведено моделювання оптичної системи світлодіода з застосуванням лінз Френеля.

В спеціальній частині розроблено алгоритм роботи в програмному забезпеченні TracePro.

В частині «Обґрунтування економічної ефективності» проведено оцінку техніко-економічної ефективності світлових приладів.

В частині «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» розглянуто питання вимог до виробничого освітлення та його нормування. Описано вимоги до виробничого освітлення та його нормування. Розглянуто протипожежну стійкість об'єкту електроенергетики під час надзвичайних ситуацій техногенного та природнього характеру.

В частині «Екологія» Розглянуто екологічні проблеми пов'язані з виробництвом електронного обладнання. Проведено заходи зі зменшення забруднення навколишнього середовища відходами електричного та електронного обладнання.

У загальних висновках щодо дипломної роботи описано прийняті в проекті технічні рішення і організаційно-технічні заходи, які забезпечують виконання завдання на проектування; оригінальні технічні рішення, прийняті автором в процесі роботи; технічні рішення роботи, які можуть бути впроваджені у виробництво; техніко-економічні показники та їх порівняння з базовими.

В графічній частині приведено графічні результати імітаційної моделі оптичної системи світлодіодів, приведено методику розрахунку оптичної системи світлодіодів, та результати імітаційного моделювання..

### ВИСНОВКИ

1. Розроблено алгоритм розрахунку кільцевих фокусуючи лінз Френеля що дає можливість розрахувати постійну кроку рельєфу при проходженні променів прямим та зворотнім ходом

2. Проведено моделювання вторинної оптики світлодіода з використанням лінз Френеля з постійною глибиною мікрорельєфу, та встановлено, що у випадку розміщення джерела світла зі зворотної сторони мікрорельєфу призводить до покращення світлотехнічних характеристик оптичної системи.

3. Запропоновано конструкцію оптичної системи світлодіода, яка дозволяє перерозподілити світловий потік в малому тілесному куті з коефіцієнтом корисної дії 94%

4. Запропоновано конструкцію та проведено імітаційне моделювання світлотехнічних параметрів модульного світильника

5. У роботі розроблено заходи з охорони праці, безпеки в надзвичайних ситуаціях та екології

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

1. Кріль О. В., Зниження фактичної вартості LED світлових приладів шляхом зменшення габаритних розмірів тепловідвідників [Текст] / Наконечний М. С, Кріль О. В. Тези доповіді на VI Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів. Актуальні задачі сучасних технологій – Тернопіль 16-17 листопада 2017.- Т. 3. – 114.

## **АНОТАЦІЯ**

Кріль О. В. Моделювання вторинної оптики світлодіодів

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

В дипломній роботі проведено моделювання вторинної оптики світлодіодів з використанням лінз Френеля. Запропоновано конструкцію оптичної системи світлодіода, яка дозволяє перерозподілити світловий потік в малому тілесному куті з крефіцієнтом корисної дії.

**Ключові слова:** СВІТЛОДІОД, ВТОРИННА ОПТИКА, ЛІНЗА ФРЕНЕЛЯ, КРИВА СИЛИ СВІТЛА, ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ, СВІТЛОВИЙ ПОТІК.

## **ANNOTATION**

Kril O. V. Modeling of secondary optics of light-emitting diodes

141 «Electrical energetics, electrical engineering and electromechanics». – Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University. – Ternopil, 2018.

In graduate work the modeling of secondary optics of light-emitting diodes with the use of Fresnel lenses was carried out. The construction of the optical system of the light-emitting diode is proposed, which allows redistribution of the light flux in a small bodily angle with the utility of the efficiency.

**Key words:** LED, SECONDARY OPTICS, FRESNEL LENS, LIGHT CURVE, SIMULATION MODEL, LIGHT FLUX.