

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

**Шурхай Анатолій Іванович**

*УДК 621.311.6*

**МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПУСКО-  
РЕГУЛЮЮЧИХ ПРИСТРОЇВ ЛЮМІНЕСЦЕНТНИХ ЛАМП**

172 – Телекомунікації та радіотехніка

**Автореферат**

дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль – 2019

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

**Керівник роботи:** кандидат технічних наук,  
доцент кафедри радіотехнічних систем  
**Дедів Ірина Юріївна,**  
Тернопільський національний технічний університет  
імені Івана Пулюя,

**Рецензент:** кандидат технічних наук,  
доцент кафедри біотехнічних систем  
**Дозорський Василь Григорович,**  
Тернопільський національний технічний університет  
імені Івана Пулюя,

Захист відбудеться 26 грудня 2019 р. о 10<sup>00</sup> годині на засіданні екзаменаційної комісії №26 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Текстильна, 28, навчальний корпус №9, ауд. 9-612.

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Проведений аналіз стану проблеми проектування пуско-регулюючих пристроїв (ПРП) люмінесцентних лампам показав, що існує ряд зовнішніх та внутрішніх факторів, які в значній степені впливають на ефективність їхньої роботи. При цьому, найкращими параметрами та режимами роботи володіють електронні пуско-регулюючі пристрої, до переваг яких можна віднести вплив на здоров'я, комфортність, економічність та екологічність. В першому випадку такий ПРП буде відпрацьовувати режими мимовільного пуску та стробоскопічні ефекти, а саме світло буде більш приємним. В другому випадку ПРП буде забезпечувати стабільність світіння при наявності перепадів напруги в мережі, можливість регулювання самого процесу світіння і його параметрів тощо. В третьому випадку підвищиться якість споживання електроенергії, значно зменшиться енергоспоживання в порівнянні із лампами розжарювання, збільшиться ресурс роботи завдяки забезпеченню регульованих режимів пуску та роботи люмінесцентних ламп тощо. В четвертому випадку значно зменшиться кількість відходів самих люмінесцентних ламп через підвищення ресурсу їхньої роботи. При цьому, актуальним є питання розроблення ефективних для роботи в усталених, перехідних та аномальних режимах електронних ПРП.

Відомими є програмні засоби проектування електронних ПРП (зокрема Ballast Designer), які дозволяють частково автоматизувати процес проектування електронних ПРП та оптимізувати вибір окремих схемо-технічних рішень реалізації таких ПРП. Однак в таких програмних продуктах не враховується багато факторів, які впливають на ефективність роботи таких ПРП.

Тому, актуальною є задача розроблення методів підвищення ефективності ПРП люмінесцентних ламп шляхом врахування згаданих факторів в системах автоматизованого проектування електронних ПРП.

**Мета і задачі дослідження.** Метою дослідження є розроблення методів підвищення ефективності пуско-регулюючих пристроїв люмінесцентних ламп. Досягнення цієї мети вимагає розв'язання таких задач:

1. Провести аналітичний огляд літературних джерел за тематикою дослідження;
2. Провести аналіз типів ПРП та способів їх виконання;
3. Проаналізувати режими роботи електронних ПРП та визначити їх позитивні та негативні сторони з метою обґрунтування способів підвищення їхньої ефективності;
4. Запропонувати метод підвищення ефективності пуско-регулюючих пристроїв люмінесцентних ламп.

**Об'єкт дослідження:** процес підвищення ефективності пуско-регулюючих пристроїв люмінесцентних ламп.

**Предмет дослідження:** метод підвищення ефективності пуско-регулюючих пристроїв люмінесцентних ламп.

**Наукова новизна одержаних результатів.** Запропоновано метод підвищення ефективності пуско-регулюючих пристроїв люмінесцентних ламп шляхом оптимізації процесу автоматизованого проектування електронних пуско-

регулюючих пристроїв із врахуванням додаткових зовнішніх та внутрішніх факторів, які визначають топологію самого пристрою.

**Практичне значення одержаних результатів.** Одержані результати можуть бути використані при проектуванні високоефективних пуско-регулюючих пристроїв люмінесцентних ламп.

**Публікації.** Викладені в роботі результати доповідалися і обговорювалися на VII науково-технічній конференції Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя «Інформаційні моделі, системи та технології».

**Структура та обсяг.** Дипломна робота складається із вступу, восьми розділів, висновку, викладених на 119 сторінках, списку використаних джерел з 22 назв на 2 сторінках, додатків на 1 сторінках. Загальний обсяг роботи становить 121 сторінок.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

**У вступі** обґрунтовано актуальність теми роботи, сформульовано мету і задачі дослідження, визначено об'єкт, предмет і методи дослідження, показано наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, розкрито питання апробації результатів роботи на конференціях і семінарах.

**У першому розділі** «Задача розроблення пуско-регулюючих пристроїв лампам денного світла» проведено аналіз стану проблеми проектування пуско-регулюючих пристроїв лампам денного світла.

При цьому розглянуто історичні етапи розроблення ламп денного світла, їхню структуру, принципи роботи та проблема функціонування.

Розглянуто класифікацію схем пуско-регулюючих пристроїв, зокрема за видом реалізації струмообмежуючих кіл, за режимами пуску та роботи ЛДС, за видом джерела живлення, за кількістю ЛДС тощо.

Встановлено, що найкращими параметрами та режимами роботи володіють електронні пуско-регулюючі пристрої, до переваг яких можна віднести вплив на здоров'я, комфортність, економічність та екологічність. В першому випадку такий ПРП буде відпрацьовувати режими мимовільного пуску та стробоскопічні ефекти, а саме світло буде більш приємним. В другому випадку ПРП буде забезпечувати стабільність світіння при наявності перепадів напруги в мережі, можливість регулювання самого процесу світіння і його параметрів тощо. В третьому випадку підвищиться якість споживання електроенергії, значно зменшиться енергоспоживання в порівнянні із лампами розжарювання, збільшиться ресурс роботи завдяки забезпеченню регульованих режимів пуску та роботи ЛДС тощо. В четвертому випадку значно зменшиться кількість відходів самих ЛДС через підвищення ресурсу їхньої роботи.

При цьому, актуальним є питання розроблення ефективних для роботи в усталених, перехідних та аномальних режимах пуско-регулюючих пристроїв.

**У другому розділі** «Методи проектування пуско-регулюючих пристроїв» розглянуто методи розрахунку режимів роботи електронних ПРП, зокрема метод еквівалентних синусоїд, еквівалентних перетворень, гармонійного аналізу та операторний метод.

Проаналізовано метод аналізу напівпровідникових ПРП із динамічною стабілізацією режиму роботи.

Встановлено, що таким методам притаманні переваги і недоліки. Тому актуальним є вибір оптимального методу розрахунку режимів роботи ПРП ламп денного світла.

**У третьому розділі** «Фактори, що впливають на процес проектування пуско-регулюючих пристроїв» проаналізовано електронний ПРП як джерело електромагнітних завад та обґрунтовано актуальність задачі забезпечення електромагнітної сумісності електронних ПРП. Промедено оцінювання типів та джерел завад. Які можуть виникати в окремих вузлах та на окремих елементах електронних ПРП шляхом порівняння його із структурою одноконтурних імпульсних блоків живлення.

Встановлено, що основна маса високочастотних завад в електронному ПРП виникає під час проходження процесів комутації силового транзисторного ключа. При змінах величини струмів та напруг на цьому елементі виникають кондуктивні завади та ЕМ завади, що випромінюються у відкритий простір. Реактивні елементи кола, які виконують функції накопичення енергії електричного чи електромагнітного поля, також стають джерелами високочастотних завад.

Виокремлено шляхи підвищення ефективності електронних ПРП, зокрема із застосуванням коректорів коефіцієнта потужності та автоматизації процесу проектування самого ПРП.

**У четвертому розділі** «Автоматизовані засоби проектування електронних пуско-регулюючих пристроїв» показано, що максимальна ефективність може бути досягнута за умови оптимальності усіх прийнятих рішень. Тому, оптимізувати процес проектування можна шляхом його автоматизації.

Проаналізовано деякі програмні продукти, які можуть застосовуватись для автоматизації процесу проектування електронних ПРП ЛДС. При цьому встановлено, що такі продукти придатні для схемо-технічного проектування із застосуванням шаблонів і типових схемних рішень, однак не враховують конструктивних параметрів кінцевого виробу. При цьому застосовуються методи оцінювання усталеного режиму роботи лампи та самого ПРП і не враховуються особливості перехідних та аномальних режимів.

Врахування зазначених факторів і забезпечить оптимізацію процесу проектування ЕПРП ЛДС та отримання максимальної їхньої ефективності.

**У п'ятому розділі** «Спеціальна частина» розглянуто особливості роботи в середовищі MATLAB та моделювання сигналів електронних пуско-регулюючих пристроїв засобами середовища MATLAB

**У шостому розділі** «Обґрунтування економічної ефективності» на підставі виконаних розрахунків та нормативних даних встановлено, що планова калькуляція вартості проведення досліджень по темі становить 44661,39 грн., а кількісна оцінка науково-технічна ефективність науково-дослідної роботи, яка здійснюється експертним шляхом за десятибальною шкалою і визначається як середньоарифметичне, що складає 0,685 від максимального числа 1, а рекомендації по результатам виконання НДР можуть бути сформульовані після ретельного аналізу отриманих результатів.

У сьомому розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» розглянуто планування заходів з охорони праці; види планування та контролю стану охорони праці; виявлення, оцінка та зменшення ризиків небезпечних подій; особливості розслідування та обліку нещасних випадків не виробничого характеру; порядок дій у разі виникнення надзвичайних ситуацій; режим зони надзвичайної екологічної ситуації; долікарську допомогу при шоку.

У восьмому розділі «Екологія» розглянуто питання актуальності охорони навколишнього середовища, забруднення довкілля, що виникають в результаті виготовлення пуско-регулюючих приладів, заходи щодо зменшення забруднення довкілля.

## ВИСНОВКИ

В результаті виконання роботи отримано наступні результати.

Проведено аналіз стану проблеми проектування пуско-регулюючих пристроїв лампам денного світла. Розглянуто класифікацію схем пуско-регулюючих пристроїв, та встановлено, що найкращими параметрами та режимами роботи володіють електронні пуско-регулюючі пристрої. При цьому, актуальним є питання розроблення ефективних для роботи в усталених, перехідних та аномальних режимах пуско-регулюючих пристроїв.

Розглянуто методи розрахунку режимів роботи електронних ПРП, та встановлено, що цим методам притаманні переваги і недоліки. Тому актуальним є вибір оптимального методу розрахунку режимів роботи ПРП ламп денного світла.

Проаналізовано електронний ПРП як джерело електромагнітних завад та обґрунтовано актуальність задачі забезпечення електромагнітної сумісності електронних ПРП. Проведено оцінювання типів та джерел завад, які можуть виникати в окремих вузлах та на окремих елементах електронних ПРП шляхом порівняння його із структурою одноканальних імпульсних блоків живлення.

Встановлено, що основна маса високочастотних завад в електронному ПРП виникає під час проходження процесів комутації силового транзисторного ключа. При змінах величини струмів та напруг на цьому елементі виникають кондуктивні завади та ЕМ завади, що випромінюються у відкритий простір. Реактивні елементи кола, які виконують функції накопичення енергії електричного чи електромагнітного поля, також стають джерелами високочастотних завад.

Виокремлено шляхи підвищення ефективності електронних ПРП, зокрема із застосуванням коректорів коефіцієнта потужності та автоматизації процесу проектування самого ПРП.

Показано, що максимальна ефективність може бути досягнута за умови оптимальності усіх прийнятих рішень. Тому, оптимізувати процес проектування можна шляхом його автоматизації.

Проаналізовано деякі програмні продукти, які можуть застосовуватись для автоматизації процесу проектування електронних ПРП ЛДС. При цьому встановлено, що такі продукти придатні для схемо-технічного проектування із застосуванням шаблонів і типових схемних рішень, однак не враховують конструктивних параметрів кінцевого виробу. При цьому застосовуються методи оцінювання усталеного режиму

роботи лампи та самого ПРП і не враховуються особливості перехідних та аномальних режимів.

Врахування зазначених факторів і забезпечить оптимізацію процесу проектування ЕПРП ЛДС та отримання максимальної їхньої ефективності.

## ПЕРЕЛІК ПРАЦЬ

1. Шурхай А. Підвищення ефективності імпульсних перетворювачів постійного струму / О.Голояд, А.Шурхай, І.Дедів // Матеріали VII науково-технічної конфіції «Інформаційні моделі, системи та технології» Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, (Тернопіль, 11 – 12 грудня 2019 р.). – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2019. – с.33.

## АНОТАЦІЯ

Шурхай А.І. Методи підвищення ефективності пуско-регулюючих пристроїв люмінесцентних ламп. – Рукопис. Кваліфікаційна робота магістра, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Тернопіль, 2019.

Роботу присвячено питанням підвищення ефективності пуско-регулюючих пристроїв люмінесцентних ламп. Проведено аналіз роботи люмінесцентних ламп та встановлено, що ефективність їх функціонування визначається рядом зовнішніх та внутрішніх факторів, які повинні бути враховані при проектуванні пуско-регулюючих пристроїв, зокрема електронних. Розглянуто типи систем автоматизованого проектування пуско-регулюючих пристроїв люмінесцентних ламп та запропоновано способи їх удосконалення.

Ключові слова: пуско-регулюючий пристрій, підвищення ефективності, люмінесцентна лампа.

## ABSTRACT

Shurhai A.I. Methods of increasing the efficiency of starting and regulating devices of fluorescent lamps. – Manuscript. Master's qualifying work, Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ternopil, 2019.

The work is devoted to the issues of increasing the efficiency of starting and regulating devices of fluorescent lamps. The analysis of the operation of fluorescent lamps and found that the effectiveness of their functioning is determined by a number of external and internal factors that must be taken into account when designing start-up and control devices, in particular electronic ones. The types of computer-aided design systems of starting-control devices of fluorescent lamps are considered and ways of their improvement are offered.

Keywords: start-up device, efficiency increase, fluorescent lamp.