

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

КОВАЛИК ІВАН ІВАНОВИЧ

УДК 621.3

**МОДЕЛЮВАННЯ І АНАЛІЗ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ТА
ОСВІТЛЕННЯ ФУТБОЛЬНИХ СТАДІОНІВ
ТЕРНОПІЛЬСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Автореферат

дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль

2019

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

- Керівник роботи:** старший викладач кафедри електричної інженерії
Чубатий Юрій Олегович,
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя,
- Консультант:** доктор технічних наук, професор кафедри електричної
інженерії
Андрійчук Володимир Андрійович,
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя,
- Рецензент:** кандидат технічних наук, доцент кафедри
електричної інженерії
Козак Катерина Миколаївна,
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя,

Захист відбудеться 23 грудня 2019 р. о 9⁰⁰ годині на засіданні екзаменаційної комісії № 39 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Микулинецька, 46, навчальний корпус № 7, ауд. 310.

ЗАГАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ РОБОТИ

Актуальність теми. Опіраючись на досвід моделювання, проектування та експлуатації систем освітлення та їх електропостачання для футбольних та легкоатлетичних стадіонів можна відзначити, що рівномірності значень освітленості нормованих горизонтальної та вертикальних площин таких освітлювальних об'єктів, засліплюючій дії прожекторних батарей почали надавати достатньої уваги лише в останні 20-25 років. У багатьох освітлювальних установках ще й досі використовують джерела світла, у яких споживання електроенергії є неекономним та надмірно перевищеним. Через це на сучасному етапі розвитку електротехнологій при моделюванні та промислового виконанні систем освітлення футбольних стадіонів обирають нові енергоощадні джерела світла, відповідні їм світлові прилади прожекторного типу. А тому розробка світлотехнічних проектів нових систем освітлення футбольних стадіонів та систем електропостачання для них є актуальною проблемою сьогодення.

Зменшення потужності, що використовується сучасними джерелами світла, спрощує в цілому системи електропостачання освітлювальних установок, хоча, з іншого боку, до них ставляться більш жорсткі вимоги по якісних характеристиках електричної енергії.

Дослідження, спрямовані на аналіз режимів роботи систем електропостачання та освітлення типових відкритих спортивних майданчиків, світлотехнічних характеристик освітлювальних установок, дозволять зробити їх енергетично ощадними, підвищити їх експлуатаційну надійність.

Мета і завдання дослідження.

Мета і задачі дослідження. Метою дослідження є аналіз та моделювання систем освітлення та електропостачання для типових футбольних стадіонів, які б задовольняли усім конструктивним, техніко-експлуатаційним та економічним вимогам.

Для досягнення цієї мети поставлено наступні *задачі дослідження*:

1. Дослідити криві сили світла різних типів прожекторів, які застосовуються для освітлення футбольних стадіонів.
2. Розробити рекомендації щодо вибору типів світлових приладів прожекторного типу, світловий потік яких створює нормований рівень освітлення різних площин футбольного поля, а технічні характеристики відповідали б визначеним кліматичним умовам.
3. Подати рекомендації по підбору джерел світла, які можливо використовувати у прожекторному освітленні, за спектральними характеристиками їх випромінювання, електротехнічними параметрами згідно наперед заданих норм.

4. Розробити методики вибору місця розташування прожекторних батарей, визначення висоти їх встановлення, відстані між ними та їх кількості.
5. Створити можливість швидкого розрахунку освітленості в будь-якій точці нормованої площини спортивного об'єкту, з високою точністю та за допомогою ЕОМ.

Об'єкт дослідження - електротехнічні та світлотехнічні характеристики освітлювальних установок типових футбольних стадіонів.

Предмет дослідження – закономірності регулювання електротехнічних та світлотехнічних складових частин освітлювальних установок.

Наукова новизна роботи.

Наукова новизна роботи полягає у розробці та порівняльному аналізі двох варіантів програм розрахунку значень рівнів освітленості нормованих горизонтальної та вертикальних площин футбольного поля стадіону точковим методом та методом використання світлового потоку в середовищі різних автоматизованих пакетів прикладних програм.

Практична значущість роботи.

Практичне значення отриманих результатів дозволяє на основі проведеного аналізу та поданих рекомендацій розробляти реальні проекти систем освітлення та їх електропостачання для типових футбольних стадіонів регіонального призначення.

Апробація.

Основні положення роботи і її результати доповідалися на VIII Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» 27-28 листопада 2019 р. (Тернопіль 2019 р.).

Структура роботи.

Робота складається зі вступу, 8 розділів, висновків, переліку посилань (32 найменування).

Загальний обсяг текстової частини – 106 сторінок, 5 таблиць, 24 рисунків.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** подано загальну характеристику роботи: стан розробки наукової проблеми й актуальність, мету і завдання роботи, об'єкт та предмет дослідження, описану наукову новизну і практичну значимість отриманих результатів.

У **першому розділі «Аналітична частина»** розглянуто загальні характеристики зовнішнього освітлення, методики, якими керуються при розробці та проектуванні систем освітлення та відповідних їм систем електропостачання.

Опрацьовано питання вибору світлових приладів по їх світлотехнічних характеристиках. Особлива увага присвячена використанню в освітлювальних установках енергоощадних світлодіодних джерел світла.

Наведено приклади світлових приладів для промислового освітлення футбольних полів, місцевого освітлення окремих зон футбольних стадіонів з підвищеними вимогами до рівнів освітлення, специфічних місць роботи обслуговуючого персоналу стадіонів.

Проаналізовано роботу автоматичних систем управління освітленням. Вказано на необхідність моделювання та розробки їх роботи з можливістю телемеханічного діагностування та керування.

У другому розділі «Науково-дослідна частина» виконано дослідження параметрів джерел світла, які можливо застосовувати в системі освітлення футбольних стадіонів, світлових приладів для загального, місцевого та спеціального освітлення.

Розроблено програму дослідження спектрального складу потоку випромінювання джерел світла, що використовуються в освітлювальних установках призначених для територій з великою горизонтальною поверхнею.

Проаналізовано методику вибору нормованих значень освітленості із врахуванням коефіцієнту запасу.

Дано розширену характеристику параметрів світлових приладів: просторовий розподіл потоку випромінювання їх, уточнений аналіз кривих сили світла, характеристики яскравості та світимості світильників, що можуть використовуватися в промислових системах освітлення.

Опрацьовано методику розробки програмного забезпечення для розрахунку освітленості, що створюється світловими приладами, методом використання світлового потоку та точковим методом.

У третьому розділі «Технологічна частина» виконано дослідження по схемі загальної технологічної послідовності проектування освітлювальних установок футбольних стадіонів.

Доведено експериментами та теоретично обґрунтовано, що розміщення світлових приладів прожекторного типу на щоглах біля футбольного стадіону визначається не лише самою висотою розташування площадки для прожекторів, а повинно враховувати й геометричні розміри горизонтальної поверхні, на яку спрямовуватиметься світловий потік.

Розрахунками, які виконано у розроблених програмах, підтверджено, що найкращі результати рівномірності освітлення горизонтальної та вертикальних нормованих площин футбольного поля можна досягнути при бічному лінійному розташуванні щогл.

У технології моделювання освітлювальної установки використано найбільш придатним на сучасному етапі точковий метод розрахунку освітленості. Результати порівнювалися з аналогами, виконаними за методами використання світлового потоку та питомої потужності.

У четвертому розділі «Проектно-конструкторська частина» проведено конструкторський аналіз вихідних і нормативних даних для системи освітлення типових футбольних полів.

Дано рекомендації по вибору світлових приладів за їх електротехнічними та світлотехнічними характеристиками. Особливу увагу приділено просторовому розподілу світлового потоку, видам кривих сили світла, якими характеризуються прожектори з різними формами відбивачів. Теоретично обґрунтовано, що при бічному лінійному розташуванні прожекторних щогл, варто користуватися світловими приладами з несиметричним розподілом світлового потоку. При їх використанні найпростіше отримати задовільні показники рівномірності освітлення, особливо для нормованих вертикальних площин футбольного поля.

У п'ятому розділі «Спеціальна частина» розроблено питання захисту електричних мереж футбольного стадіону та вибір апаратів захисту. Проведено електротехнічний розрахунок групових щитків мережі живлення освітлювальної установки стадіону.

Запропоновано використання автоматизованого керування мережею живлення системи освітлення приміщень стадіонів.

У шостому розділі «Обґрунтування економічної ефективності» розглянуті поняття рентабельності, ринку праці та його елементів, а також проведено розрахунок економічної ефективності при експлуатації нового світлотехнічного та електротехнічного обладнання.

У сьомому розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» розглянуто вимоги до виробничого освітлення з точки зору охорони праці та здійснено теоретичну організацію цивільного захисту на досліджуваному об'єкті.

У восьмому розділі «Екологія» розглянуто питання актуальності екології та охорони навколишнього середовища, зменшення шкідливих викидів при виробництві та експлуатації світлових приладів і джерел випромінювання.

ВИСНОВКИ

На підставі виконаних досліджень в дипломній роботі зроблено наступні висновки:

1. Аналіз освітлювальних установок та їх систем електропостачання для типових футбольних стадіонів показав, що їх слід використовувати з максимальним врахуванням нормованих значень коефіцієнтів нерівномірності освітлення на лише горизонтальної, а й вертикальних нормованих площин. Найбільш вдалим по рівномірності освітлення, мінімізації засліплюючої дії джерел світла є 8-ми щоглова, та лінійна освітлювальна установка.

2. Проведено технологічний та конструкційний аналіз світлових приладів за їхніми світлотехнічними та електротехнічними характеристиками.

Рекомендовано використання енергоекономних, бажано світлодіодних джерел випромінювання, так як вони найбільш енергоощадні. коли порівнювати з іншими традиційними джерелами світла.

3. Сучасний розвиток комп'ютерної техніки провокує використання не тільки спеціалізованих програм розрахунку рівнів освітленості, таких як, наприклад, «Dialux», а й дозволяє розробляти уточнені програми для розрахунку заданих рівнів освітленості точковим методом та методом використання світлового потоку.

4. Розроблені програмі визначення спектрального складу випромінювання джерел світла за їх паспортними значеннями та відомими коефіцієнтами відбивання світлового потоку від матеріалів відбивачів. Проаналізувавши їх, показано, що кольоровість свічення реальних джерел відхиляється від норм в межах відносної похибки від 5 до 8 %. Ці значення необхідно врахувати при розробці реальних проектів.

5. Для сучасних енергоощадних джерела випромінювання, наприклад, світлодіодних, можна використовувати менш потужні системи електропостачання. Але до таких систем виставляються серйозніші вимоги по стабільності їх електротехнічних характеристик.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Ковалик І.І., Чайковський Н.І, Чубатий Ю.О. Підвищення енергоефективності електропостачання систем освітлення спортивних об'єктів. Актуальні задачі сучасних технологій: зб. тез доповідей міжнар. наук.-техн. конф. молодих учених та студентів, (Тернопіль, 27–28 листоп. 2019.) // М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін]. – Тернопіль: ТНТУ, 2019. – С. 68.

АНОТАЦІЯ

Ковалик І.І. Моделювання і аналіз систем електропостачання та освітлення футбольних стадіонів Тернопільської області, 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка; Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Тернопіль, 2019.

У дипломній роботі приведено результати теоретичних досліджень для вирішення науково-технічного завдання, яке полягає в обґрунтуванні вибору методики проектування, аналізі та моделюванні роботи систем електропостачання та освітлення футбольних стадіонів з метою підвищення їх експлуатаційних показників на прикладі таких спортивних об'єктів Тернопільської області.

Ключові слова: сила світла, світлодіодний прожектор, освітлювальна установка, електрична мережа живлення, освітленість.

ANNOTATION

Kovalyk Ivan. Modeling and analysis of power supply and lighting systems of football stadiums in Ternopil region, 141 – Electrical Power Engineering, Electrical Engineering and Electromechanics; Ternopil Ivan Puluj National Technical University; Ternopil, 2018.

In the diploma paper the results of theoretical researches for solving the scientific and technical task, which consists in substantiating the choice of design methodology, analysis and modeling of the operation of power supply systems and lighting of football stadiums in order to increase their operational performance on the example of such sports objects of Ternopil region.

Key words: light power, LED spotlight, lighting unit, electrical power supply, illumination.