

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

«ПРОЕКТ МОДЕРНІЗАЦІЇ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ ОСВІТЛЕННЯ ПІШОХІДНИХ АЛЕЙ ПАРКОВОЇ ЗОНИ»

Виконав:

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

РОМАНОВ Роман Миколайович

Керівник професор

МИХАЙЛОВА Людмила Миколаївна

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

м. Кам'янець-Подільський, 2024

ЗМІСТ

ВСТУП	8
1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ	10
1.1 Призначення паркового освітлення та методологія його проектування	10
1.2 Вимоги до систем освітлення паркових зон	12
1.3 Аналіз методів та засобів паркового освітлення	15
1.4 Аналіз вітчизняних виробників світлових приладів вуличного освітлення	19
1.5 Висновки до розділу	25
2 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	26
2.1 Обстеження існуючих систем освітлення пішохідних алей	26
2.2 Вибір нормованих світлотехнічних характеристик систем освітлення, виду та систем освітлення	33
2.3 Вибір світлових приладів	34
2.4 Електричні мережі систем освітлення пішохідних алей	41
2.5 Електротехнічний розрахунок електричних мереж модернізованих систем освітлення	45
2.5.1 На мінімум провідникового матеріалу	45
2.5.2 По струму навантаження	50
2.6 Висновки до розділу	52
3 РОЗРАХУНКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ	55
3.1 Постановка задачі моделювання та світлотехнічного розрахунку систем освітлення пішохідних алей	55
3.2 Отримання залежностей рівномірності розподілу освітленості від кроку між світловими приладами для різної ширини алей	57
3.3 Аналіз залежностей рівномірності розподілу освітленості від кроку між світловими приладами	59
3.4 Моделювання та світлотехнічний розрахунок систем освітлення паркових алей в пакеті DIALux	67

3.5 Освітлення пішохідних алей вуличними консольними світильниками	73
3.6 Висновки до розділу	75
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	76
4.1 Значення зовнішнього освітлення	76
4.2 Фактори небезпеки, котрі можуть виникати при експлуатації систем зовнішнього освітлення	77
4.3 Фактори, які впливають на наслідки ураження електричним струмом	79
4.4 Основні причини виникнення надзвичайних ситуацій	82
4.5 Аналіз заходів щодо попередження надзвичайних ситуацій	84
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	87
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	89
ДОДАТКИ	92

АНОТАЦІЇ

В роботі запропоновано технічні рішення щодо модернізації систем освітлення пішохідних алей гідропарку «Сопільче», парку «ім. Т.Г. Шевченка», парку «Національного Відродження». Визначено вимоги до систем освітлення паркових зон, а також методи та засоби паркового освітлення. Проаналізовано асортимент світлових приладів вуличного і паркового освітлення, виготовлених виробниками, чії виробничі потужності знаходяться на території України. Вибрано нормовані значення світлотехнічних параметрів.

ABSTRACTS

The work offers technical solutions for the modernization of pedestrian alley lighting systems of the Sopilche hydropark, the park named after T.G. Shevchenko", National Renaissance Park. The requirements for lighting systems of park areas, as well as methods and means of park lighting are determined. The range of lighting devices for street and park lighting, manufactured by manufacturers whose production facilities are located in Ukraine, was analyzed. Normalized values of lighting parameters are selected.

РЕФЕРАТ

РОМАНОВ Роман Миколайович. Проект модернізації та дослідження системи освітлення пішохідних алей паркової зони. 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 роботі запропоновано технічні рішення щодо модернізації систем освітлення пішохідних алей гідропарку «Сопільче», парку «ім. Т.Г. Шевченка», парку «Національного Відродження». Визначено вимоги до систем освітлення паркових зон, а також методи та засоби паркового освітлення. Проаналізовано асортимент світлових приладів вуличного і паркового освітлення, виготовлених виробниками, чиї виробничі потужності знаходяться на території України. Вибрано нормовані значення світлотехнічних параметрів. Для освітлення пішохідних алей вибрано вінцеві світильники із косинусною та широкою кривими сили світла, потужностями відповідно 30 ... 60 Вт та 11 ... 55 Вт з висотою їх встановлення над рівнем покриття алей 3,8 та 4 м. Виконано світлотехнічний розрахунок розрахунок систем освітлення алей в пакеті DIALux, в результаті якого встановлено, що запропоновані системи освітлення здатні забезпечити нормовані світлотехнічні параметри. Вибрано площу поперечного перерізу жил кабелів, котра для живильних ліній становить 16 або 6 мм². Використання кабелів із таким січенням жил забезпечує втрату напруги в мережах на найбільш віддалених світильників такою, що не перевищує 3,4 %. На основі результатів розрахунку по струму навантаження вибрано апарати захисту для кожної фази живильної лінії.

Ключові слова: система освітлення, крива сили світла, рівномірність освітленості, світловий потік, втрата напруги.

ВСТУП

Актуальність теми. Штучне вечірнє освітлення міста здатне одночасно виконувати такі функції, як естетичну, екологічну й економічну. Правильно влаштоване зовнішнє освітлення сприяє безпеці дорожнього руху на міських вулицях, приваблює туристів, запобігає проявам до вчинення злочинних дій.

Важливим сегментом зовнішнього освітлення населених пунктів є освітлення зон відпочинку загального користування, серед яких є загальноміські парки та сквери. Саме садово-паркове освітлення здатне забезпечити безпечне пересування територією, створити умови для орієнтуванні на місцевості та для зонування простору. Освітлення парків здатне сприяти покращенню вечірнього образу об'єкта і робить його більш привабливим для тих, хто його відвідує.

Проте багато об'єктів паркового господарства на даний час потребують модернізації. Не є виключенням і системи освітлення, в яких велика частина припадає на світлові прилади із розрядними джерелами світла. Застосування світлових приладів із енергоефективними джерелами світла, а також оптимальними характеристиками світлорозподілу дозволить не тільки знизити енергоспоживання системи освітлення, але і створити комфортні умови світлоклімату для перебування в парковій зоні.

Тому важливою задачею є створення нових та модернізація існуючих систем освітлення об'єктів садово-паркового господарства. Звідси, **актуальною** постає проблема, пов'язана з проектування систем освітлення паркових територій.

Мета роботи: визначити можливі технічні рішення щодо модернізації систем освітлення пішохідних алеї парків.

Для досягнення мети в кваліфікаційній роботі були поставлені і вирішені наступні завдання:

- визначення об'єктів, для яких необхідно застосовувати модернізацію освітлення

- світлотехнічний розрахунок та моделювання систем освітлення

- пішохідних алей парків;
- розробка та проектування електричних мереж запропонованих систем освітлення паркових алей;
- електротехнічний розрахунок електричних освітлювальних мереж, а також вибір, на основі його результатів, перерізів жил кабелів та апаратів захисту.

Об'єкт дослідження: процеси проектування систем паркового освітлення.

Предмет дослідження: системи освітлення парків м. Тернополя.

Наукова новизна: на основі результатів моделювання та світлотехнічного розрахунку визначено відстані між світловими приладами, при яких будуть забезпечуватись нормовані значення рівномірності розподілу освітленості по поверхні пішохідних алей різної ширини.

Практична цінність: запропоновано технічні рішення щодо модернізації систем освітлення алей парків на основі світлових приладів із напівпровідниковими.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Виконано аналіз об'єктів проектування, на підставі якого та на основі Технічного завдання в якості об'єктів модернізації систем освітлення вибрано алеї трьох найбільших по площі парків, а саме гідропарку «Сопільче», парку «ім. Т.Г. Шевченка» та парку «Національного Відродження».

2. Визначено вимоги до систем освітлення паркових зон, а також методи та засоби паркового освітлення.

3. Проаналізовано асортимент світлових приладів вуличного і паркового освітлення, виготовлених виробниками, чий виробничі потужності знаходяться на території України. На підставі аналізу та Технічного завдання для подальшого проектування систем освітлення пішохідних алеї парків м. Тернополя вибрано світлові прилади виробництва ТОВ «ОСП Корпорація ВАТРА», ТОВ «ШРЕДЕР» та Компанії «Системи енергозбереження та освітлення».

4. На основі обстеження існуючих систем освітлення парків м. Тернополя встановлено, які алеї потребують модернізації систем освітлення. В більшості випадків це алеї, для яких відсутнім є освітлення або алеї, в системах освітлення яких використовуються світлові прилади ліхтарного типу з розрядними джерелами світла. Крім того, для однієї з алеї в парку «ім. Т.Г. Шевченка» та двох алеї парку «Національного Відродження» доцільною є модернізація систем освітлення шляхом прямої заміни світлових приладів із розрядними джерелами світла на напівпровідникові.

5. Вибрано нормовані значення світлотехнічних параметрів. При подальшому моделюванні та світлотехнічному розрахунку намагались досягти середньої освітленості 2 лк для бокових алеї та 4 лк та центральних алеї із забезпеченням рівномірності, що визначалась відношенням середньої освітленості до максимальної не менше, ніж 0,1.

6. Для освітлення пішохідних алеї вибрано вінцеві світильники із косинусною та широкою кривими сили світла, потужностями відповідно 30 ... 60 Вт та 11 ... 55 Вт з висотою їх встановлення над рівнем покриття алеї 3,8 та

4 м

7. На підставі моделювання в пакеті DIALux отримано залежності розподілу освітленості по поверхні алей від відстані між опорами. На підставі залежностей встановлено, що рівномірність розподілу освітленості на рівні 0,1 можна досягти і при застосуванні кроку між світильниками 50 м, проте із використанням світильників з широкою кривою сили світла. Також рівномірність можна досягти і при використанні світлових приладів із кривою сили світла типу Д, проте відстань між опорами не повинна перевищувати в деяких випадках і 25 м.

8. На основі отриманих залежностей визначено світлові прилади, а також відстані між ними для освітлення алей різної ширини.

9. Виконано світлотехнічний розрахунок розрахунок систем освітлення алей в пакеті DIALux, в результаті якого встановлено, що запропоновані системи освітлення здатні забезпечити нормовані світлотехнічні параметри.

10. Для підведення електричної енергії до освітлювальних опор світлових приладів ліхтарного типу запропоновано використати алюмінієвий броньований кабель типу АВБбШп із прокладанням його у землі. Живлення світлових приладів передбачено по двох живильних лініях у гідропарку «Сопільче» та по одній лінії у парку «ім. Т.Г. Шевченка» та «Національного Відродження».

11. На основі результатів розрахунку електричних освітлювальних мереж на мінімум провідникового матеріалу вибрано площу поперечного перерізу жил кабелів, котра для живильних ліній становить 16 або 6 мм². Використання кабелів із таким січенням жил забезпечує втрату напруги в мережах на найбільш віддалених світильників такою, що не перевищує 3,4 %. На основі результатів розрахунку по струму навантаження вибрано апарати захисту для кожної фази живильної лінії.

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

Здобувач вищої освіти _____ Роман РОМАНОВ

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Об'єднання парків культури і відпочинку м. Тернополя [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://ternopedia.te.ua/index.php>
2. Факти про міські парки Тернополя [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://poglyad.te.ua/podii/fakty-pro-miski-parky-ternopolya.html>
3. Лісна О.І. Декоративно-художнє освітлення архітектурного середовища / О. І. Лісна. - Харків: ХНАМГ, 2010. - 275 с.
4. Салтиков В.О. Освітлення міст: Навчальний посібник. – Харків: ХНАМГ, 2009. – 221 с.
5. Жаган В. Ілюмінація об'єктів / пер. з пол. – Львів: ЕКОінформ, 2006. – 242 с
6. ДБН В.2.5 – 28 – 2018. Природне і штучне освітлення.– К.: Мінрегіон України, 2018.– 137 с.
7. Правила улаштування електроустановок. – К.: Мінрегіонвугілля України, 2017. – 617 с.
8. Ландшафтне та паркове освітлення [Електронний ресурс] –. Режим доступу: <https://5watt.ua/uk/blog/statti/landshaftne-ta-parkove-osvitlennya>
9. ІСТОРІЯ ТА СЬОГОДЕННЯ ТОВ «ОСП КОРПОРАЦІЯ ВАТРА» [Електронний ресурс] – [Цит. 2023, 18 листопада]. Режим доступу: <https://vatra.ua/ukr/about-us/history>
10. Запорізький завод Світлотехніка [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://sveto.org.ua/uk/about/>
11. RadiyLED пропонує інноваційні та надійні рішення у галузі світлодіодного освітлення для нових об'єктів та об'єктів, що модернізуються [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://radiyled.com/ua/about/>

12. **ITW SYSTEMS.** We Bring Intelligence to Light [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://itw-systems.com/about/>
13. Schröder. Experts in Lightability [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://ua.schreder.com/uk>
14. ИСКРА – ЛІДИРУЮЧИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ВИРОБНИК СВІТЛОТЕХНІЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ В УКРАЇНІ [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.iskra.com.ua/>
15. CETO. ENERGY AND LIGHTING SYSTEMS [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://cetolight.com.ua/pro-kompaniiu>
16. Тернопіль місто [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.toe.com.ua/dload/%D0%A2%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%BE%D0%BF%D1%96%D0%BB%D1%8C%20%D0%BC%D1%96%D1%81%D1%82%D0%BE.pdf>
17. ДТУ42У [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://vatra.ua/ukr/street-lighting/dtu42u-VATRA>
18. Алюра LED. Ефективне освітлення та атмосфера для приємного відпочинку [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://ua.schreder.com/uk/produksiya/alura-led-dekorativnyy-svitylnyk#downloads>
19. Серія Park [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://cetolight.com.ua/asortyment-produkciji/seriya-park-2>
20. ДСУ10В [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://vatra.ua/ukr/street-lighting/dtu42u-VATRA>
21. АКСІЯ 3. Універсальне, комплексне та економічне світлове рішення [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://ua.schreder.com/uk/produksiya/axia-3-vulychnyy-led-svitylnyk>

22. ОПОРИ ДЛЯ ОСВІТЛЮВАЛЬНИХ ПРИЛАДІВ – КО [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://vatra.ua/ukr/street-lighting/opora-VATRA>

23. АВБбШп [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://euopan.ua/produkcija/kabeli-silovi/avbbshp/>.