



Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії  
(повна назва факультету)

Кафедра електричної інженерії  
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри  
Коваль В.П.

(підпис) (прізвище та ініціали)  
« » 2024 р.

## ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр  
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка  
(шифр і назва спеціальності)

студенту Слободяну Андрію Васильовичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проектування системи підсвічування державного прапора  
у парку Сопільче м. Тернополя

Керівник роботи д.т.н., проф. Тарасенко М.Г.  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «22» січня 2024 року № 4/7-47.

2. Термін подання студентом завершеної роботи до 24.06.2024

3. Вихідні дані до роботи

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	Гурик О.Я. к.т.н., доцент кафедри МТ		

7. Дата видачі завдання

23.01.2024 р.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний огляд за напрямком кваліфікаційної роботи	з 19.04.2024 по 25.04.2024	
2	Підготовка основної частини пояснювальної записки кваліфікаційної роботи	з 25.04.2024 по 21.05.2024	
3	Підготовка розділу «Безпека життєдіяльності, основи охорони праці»	з 21.05.2024 по 23.05.2024	
4	Складання переліку використаних літературних джерел	з 23.05.2024 по 24.05.2024	
5	Підготовка вступу, висновків, змісту, реферату	з 24.05.2024 по 28.05.2024	
6	Підготовка, оформлення та друк графічного матеріалу кваліфікаційної роботи	з 28.05.2024 по 01.06.2024	
7	Отримання відгуку та рецензії на кваліфікаційну роботу, підготовка доповіді на захист	з 01.06.2024 по 24.06.2024	

Студент

(підпис)

Слободян А.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Тарасенко М.Г.

(прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра. Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії. Кафедра електричної інженерії, група ЕТс–41. - Т. : ТНТУ, 2022.

Стор. 52; рис. 26; табл.9; креслень (презентацій) \_\_; джерел 26.

Кваліфікаційна робота бакалавра виконана на підставі завдання на тему: «Проектування системи підсвічування державного прапора у парку Сопільче м. Тернополя».

Метою роботи є розробка технічних рішень щодо системи підсвічування державного прапора України, розміщеного в парку «Сопільче» м. Тернопіль.

У роботі на основі результатів виконання світлотехнічного розрахунку запропоновано систему підсвічування державного прапора України, використання якої дозволить забезпечити виконання нормативних вимог щодо світлотехнічних параметрів.

*Ключові слова: СИСТЕМА ПІДСВІЧУВАННЯ, ШТУЧНЕ ОСВІТЛЕННЯ, ПРАПОР, ЯСКРАВИСТЬ, ОСВІТЛЕНІСТЬ, ПРОЖЕКТОР*

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ .....	8
1.1 Історія світла в архітектурі .....	8
1.2 Поєднання світла і дизайну.....	9
1.3 Аналіз об'єкту і світловий дизайн.....	10
1.4 Принципи світлового дизайну .....	11
1.5 Передові технології у світловому дизайні .....	12
1.6 Динамічні системи освітлення в світловому дизайні .....	13
1.7 Аналіз існуючих систем підсвічування державного прапора.....	14
1.8 Висновки до розділу.....	16
2 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ .....	18
2.1 Характеристики об'єкта проектування .....	18
2.2 Вибір нормованих світлотехнічних характеристик та системи освітлення прапора .....	19
2.3 Вибір джерел світла та світлових приладів .....	22
2.4 Електрична освітлювальна мережа системи підсвічування прапора .....	25
2.5 Висновки до розділу.....	27
3 РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ.....	29
3.1 Світлотехнічний розрахунок систем підсвічування прапора в пакеті DIALux .....	29
3.1.1 Розробка моделі сцени освітлення .....	31
3.1.2 Розрахунок системи підсвічування. Варіант 1 .....	32
3.1.3 Розрахунок системи підсвічування. Варіант 2 .....	35
3.1.4 Розрахунок системи підсвічування. Варіант 3 .....	36
3.2. Розрахунок електричної освітлювальної мережі системи підсвічування прапора .....	40
3.3 Висновки до розділу.....	42

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ.....	43
4.1 Можливість виникнення статичної електрики та заходи боротьби з нею .....	43
4.2 Допомога при ураженні електричним струмом в електроустановках напругою до 1000 В.....	45
4.3 Надзвичайні ситуації природного характеру.....	47
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ .....	49
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ .....	50

## ВСТУП

### **Актуальність теми.**

Світло - один з найважливіших елементів в архітектурі. Воно здатне трансформувати простір, формувати сприйняття і створювати динамічне, привабливе та візуально вражаюче середовище. Від стародавніх цивілізацій до наших днів архітектори та дизайнери давно зрозуміли важливість світла у створенні значущих просторів, що запам'ятовуються. У цій статті ми розглянемо архітектуру світла, досліджуючи критичну роль світла у створенні динамічних, привабливих і візуально вражаючих просторів в архітектурі.

Світло є важливим елементом в архітектурному дизайні, що має здатність формувати настрій, атмосферу та функціональність будівель і просторів. Використовуючи взаємодію природного та штучного світла, архітектори та дизайнери можуть створювати динамічні, привабливі та візуально вражаючі середовища, які відповідають потребам користувачів та навколишнього середовища. У цій статті ми розглянемо, як архітектори та дизайнери використовують природне та штучне світло для створення інноваційних просторів, що запам'ятовуються.

Світловий дизайн є критично важливим аспектом архітектурного та інтер'єрного дизайну, адже він здатен маніпулювати сприйняттям, створювати візуальний інтерес і покращувати користувацький досвід. Використовуючи принципи і методи світлового дизайну, архітектори і дизайнери можуть створювати динамічні і привабливі простори, які відповідають потребам користувачів і навколишньому середовищу.

Останніми роками розвиток технологій, матеріалів та підходів до дизайну призвів до розробки інноваційних та сталих світлових рішень, які трансформують наше уявлення про світловий дизайн. У цій статті ми також розглянемо деякі з цих інноваційних підходів, висвітливши проекти та конкретні приклади, які демонструють потенціал передових технологій, стійких матеріалів

і динамічних систем освітлення для створення динамічних і привабливих просторів.

Світловий дизайн є важливим аспектом архітектурного та інтер'єрного дизайну, адже він здатен трансформувати простір, формувати сприйняття та створювати динамічне і привабливе середовище. Однак, дизайн освітлення часто ігнорується або недооцінюється, оскільки архітектори та дизайнери зосереджуються, в першу чергу, на формі та функції.

**Мета кваліфікаційної роботи:** розробка технічних рішень щодо системи підсвічування державного прапора України, розміщеного в парку «Сопільче» м. Тернопіль.

Відповідно до даної метою ставляться такі **завдання:**

1. Вибір нормованих значень світлотехнічних параметрів.
2. Вибір джерел світла, світлових приладів та системи освітлення.
3. Моделювання та світлотехнічний розрахунок варіантів системи підсвічування прапора.
4. Розрахунок електричної освітлювальної мережі системи підсвічування державного прапора та вибір на його основі перерізу кабелів.

**Структура роботи.** Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини. Розрахунково-пояснювальна записка складається з вступу, 4 частин, висновків та переліку посилань. Обсяг роботи: розрахунково-пояснювальна записка – 52 арк. формату А4, графічна частина – \_\_ аркушів презентації.



# 1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

## 1.1 Історія світла в архітектурі

Протягом всієї історії світло відіграло центральну роль в архітектурі. Від стародавніх греків і римлян, які використовували мансардні вікна і внутрішні дворики для природного освітлення своїх будівель, до готичних соборів Середньовіччя, які використовували вітражі і високі стелі для створення драматичних і вражаючих просторів, використання світла в архітектурі здавна було джерелом натхнення і захоплення.

Освітлення відіграло вирішальну роль в архітектурі та дизайні інтер'єру з давніх часів, коли ранні цивілізації використовували прості освітлювальні рішення, такі як свічки, масляні лампи та каміни для освітлення своїх приміщень. Однак лише в 19 столітті, з появою електричного освітлення, світловий дизайн почав формуватися як окрема дисципліна.

У 20 столітті світловий дизайн ставав дедалі складнішим з розвитком нових технологій, матеріалів та підходів до проектування. Сьогодні світловий дизайн є важливим аспектом архітектурного та інтер'єрного дизайну, де архітектори та дизайнери використовують різноманітні світлові рішення для створення динамічного, привабливого та сталого простору.

У сучасну епоху використання світла в архітектурі стало ще більш витонченим, з появою нових технологій [1-5], матеріалів та дизайнерських підходів. Від витончених, мінімалістичних ліній сучасної архітектури до сміливих, виразних форм постмодернізму, світло стало важливим інструментом для архітекторів і дизайнерів, які прагнуть створювати динамічні, привабливі та візуально вражаючі простори.

Архітектори та дизайнери використовують природне і штучне світло для створення динамічних і привабливих просторів [6]. Від стародавніх цивілізацій до наших днів використання світла в архітектурі було джерелом натхнення та інновацій.

У сучасну епоху використання штучного світла в архітектурі стає все більш витонченим, з появою нових технологій, матеріалів і дизайнерських підходів. Від витончених, мінімалістичних ліній сучасної архітектури до сміливих, виразних форм постмодернізму, штучне світло стало важливим інструментом для архітекторів і дизайнерів, які прагнуть створити динамічний, привабливий і візуально вражаючий простір.

## **1.2 Поєднання світла і дизайну**

Світло - це складне і багатогранне явище, що має низку фізичних і психологічних властивостей, які можна використовувати для створення динамічних і привабливих просторів. На найпростішому рівні світло - це форма електромагнітного випромінювання з різними довжинами хвиль, що відповідають різним кольорам та інтенсивності. Розуміючи властивості світла, архітектори та дизайнери можуть використовувати його для маніпулювання сприйняттям, створення візуального інтересу та покращення користувацького досвіду.

Одним з найважливіших факторів у світловому дизайні є взаємодія між природним і штучним світлом. Природне світло, яке створюється сонцем, має низку переваг, зокрема покращує настрій, підвищує продуктивність та зменшує споживання енергії. Штучне світло, з іншого боку, можна використовувати для створення певного настрою, підкреслення архітектурних особливостей та покращення функціональності простору.

Окрім взаємодії між природним і штучним світлом, є ще кілька ключових факторів, які архітектори та дизайнери повинні враховувати при проектуванні освітлення [7]. До них відносяться інтенсивність, колірна температура і розподіл світла, а також відбивання і поглинання поверхонь. Ретельно збалансувавши ці фактори, архітектори та дизайнери можуть створити схеми освітлення, які будуть функціональними та естетично привабливими, покращуючи загальний досвід користувача

### 1.3 Аналіз об'єкту і світловий дизайн

Аналіз об'єкту є важливим інструментом для архітекторів і дизайнерів, які прагнуть створити ефективні схеми освітлення. Аналізуючи дані про поведінку користувачів, орієнтацію будівлі та умови навколишнього середовища, архітектори та дизайнери можуть приймати обґрунтовані рішення щодо розміщення, інтенсивності та колірної температури освітлювальних приладів.

Одним із прикладів такого підходу є аналіз денного освітлення, який передбачає використання комп'ютерних симуляцій для прогнозування кількості та якості природного світла, що потрапляє в будівлю протягом дня. Аналізуючи ці дані, архітектори та дизайнери можуть оптимізувати розміщення вікон, дахових ліхтарів та інших отворів, максимізуючи переваги природного світла та мінімізуючи потребу в штучному освітленні.

Природне і штучне світло мають різні властивості і характеристики, які можна використовувати для створення динамічного і привабливого простору [8]. Природне світло, яке створюється сонцем, має низку переваг, зокрема покращує настрій, підвищує продуктивність та зменшує споживання енергії. Штучне світло, з іншого боку, можна використовувати для створення певного настрою, підкреслення архітектурних особливостей і підвищення функціональності простору.

На додаток до цих відмінностей, є ще кілька ключових факторів, які архітектори та дизайнери повинні враховувати при взаємодії природного та штучного світла. До них відносяться інтенсивність, колірна температура і розподіл світла, а також відбивання і поглинання поверхонь. Ретельно збалансувавши ці фактори, архітектори та дизайнери можуть створити схеми освітлення, які будуть функціональними та естетично привабливими.

## 1.4 Принципи світлового дизайну

Існує кілька ключових принципів, які лежать в основі ефективного світлового дизайну [7]. Ці принципи включають в себе:

- **Баланс:** Баланс інтенсивності, колірної температури і розподілу світла має вирішальне значення для створення гармонійного і візуально приємного середовища.

- **Контраст:** Створення контрасту між різними зонами простору може допомогти підкреслити архітектурні особливості, створити візуальний інтерес і привернути увагу користувача.

- **Фокус:** Фокусування світла на певних ділянках простору може допомогти створити відчуття глибини, виділити важливі архітектурні особливості та привернути увагу користувача.

- **Настрій:** освітлення можна використовувати для створення певного настрою і атмосфери, від теплої і привабливої до прохолодної і споглядальної.

- **Функціональність:** Освітлення повинно відповідати функціональним потребам користувачів, забезпечуючи достатнє освітлення для виконання таких завдань, як читання, робота або спілкування.

Існує кілька методів, які архітектори та дизайнери можуть використовувати для втілення принципів світлового дизайну. Ці методи включають:

- **Багатошаровість:** Багатошарове світло може допомогти створити відчуття глибини та складності простору, виділяючи різні зони та архітектурні особливості.

- **Спрямоване освітлення:** Спрямовання світла на певні ділянки простору може допомогти створити контраст, фокус і візуальний інтерес.

- **Навколишнє освітлення:** Освітлення навколишнього середовища, також відоме як загальне освітлення, забезпечує загальне освітлення простору, створюючи комфортну і привабливу атмосферу.

- **Акцентне освітлення:** Акцентне освітлення використовується для

виділення певних архітектурних особливостей, таких як твори мистецтва, скульптури або текстури.

– Робоче освітлення: Робоче освітлення призначене для забезпечення достатнього освітлення для виконання конкретних завдань, таких як читання, робота або приготування їжі.

## 1.5 Передові технології у світловому дизайні

Досягнення в галузі світлотехніки призвели до розробки нових інноваційних світлових рішень, які пропонують безпрецедентний рівень контролю, гнучкості та енергоефективності [9,10]. Ось кілька прикладів:

*Розумне освітлення:* Розумні системи освітлення використовують датчики, бездротовий зв'язок та аналіз даних для оптимізації роботи освітлення, зменшення споживання енергії та покращення якості обслуговування користувачів. Наприклад, система розумного освітлення Philips Hue використовує мобільний додаток, що дозволяє користувачам керувати кольором, яскравістю та часом увімкнення світла, створюючи індивідуальний світловий досвід, який можна пристосувати до конкретних видів діяльності та настрою.

*Li-Fi:* *Li-Fi, або Light Fidelity,* - це технологія бездротового зв'язку, яка використовує видиме світло для передачі даних на високих швидкостях. Використовуючи світло замість радіохвиль, Li-Fi пропонує кілька переваг над традиційним Wi-Fi, включаючи вищу швидкість передачі даних, меншу затримку та покращену безпеку.

*3D-друк:* Технологія 3D-друку має потенціал для трансформації способу проектування та виробництва освітлювальних приладів і компонентів. Уможливіючи створення складних і заплутаних форм і структур, 3D-друк дозволяє дизайнерам розширювати межі можливого в світловому дизайні, створюючи інноваційні світлові рішення, що запам'ятовуються, пристосовані до конкретних просторів і середовищ.

## 1.6 Динамічні системи освітлення в світловому дизайні

*Динамічні системи освітлення* [6], які використовують програмовані та інтерактивні світлові рішення, є потужним інструментом для архітекторів і дизайнерів, які прагнуть створити привабливі та захоплюючі простори. Ось кілька прикладів:

*Кінетичне освітлення:* Кінетичні системи освітлення використовують рухомі елементи та динамічні світлові ефекти для створення відчуття руху та енергії в просторі.

*Інтерактивне освітлення:* Інтерактивні системи освітлення дозволяють користувачам контролювати і маніпулювати світловими ефектами в режимі реального часу, створюючи індивідуальний і привабливий світловий досвід.

*Адаптивне освітлення:* Адаптивні системи освітлення використовують датчики та аналітику даних для регулювання рівнів та ефектів освітлення залежно від умов навколишнього середовища, поведінки користувачів та інших факторів.

*Сила світлового дизайну:* Створення стійкого, функціонального та естетично привабливого простору

*Сталий розвиток:* Світловий дизайн може мати значний вплив на споживання енергії та сталий розвиток. Використовуючи енергоефективні освітлювальні рішення, такі як світлодіодні лампи, та поєднуючи природне світло, архітектори та дизайнери можуть зменшити споживання енергії, знизити викиди вуглецю та сприяти створенню більш сталого архітектурного середовища.

*Функціональність:* Світловий дизайн має важливе значення для функціональності та зручності використання. Забезпечуючи належне освітлення для виконання конкретних завдань, таких як читання, робота чи спілкування, архітектори та дизайнери можуть покращити користувацький досвід та підвищити продуктивність, комфорт і безпеку.

*Естетика:* Світловий дизайн також може мати значний вплив на естетику

простору. Використовуючи освітлення для підкреслення архітектурних особливостей, створення настрою та атмосфери, а також покращення загального візуального сприйняття, архітектори та дизайнери можуть створювати простори, що запам'ятовуються та приваблюють, відображаючи потреби та вподобання користувачів.

Отже, світло є важливим і потужним елементом в архітектурі, який має потенціал трансформувати простір, формувати сприйняття і створювати динамічне та привабливе середовище [10,11]. Використовуючи взаємодію природного і штучного світла та інноваційні методи світлового дизайну, архітектори і дизайнери можуть створювати стійкі, функціональні та естетично привабливі простори, які відповідають потребам користувачів і навколишньому середовищу.

Однак дизайн освітлення часто не помічають або недооцінюють, і дуже важливо, щоб архітектори та дизайнери визнали його важливу роль у створенні значущих просторів, що запам'ятовуються. Завдяки використанню передових технологій, стійких матеріалів і динамічних систем освітлення архітектори та дизайнери можуть створювати інноваційні та трансформаційні світлові рішення, які розширюють межі можливого у світловому дизайні.

Зрештою, надаючи пріоритет дизайну освітлення та враховуючи його вплив на загальний досвід користувачів, архітектори та дизайнери можуть створювати простори, які надихають, залучають та налагоджують зв'язок з користувачами, покращуючи їхнє сприйняття забудованого середовища та сприяючи створенню більш сталого та екологічного майбутнього.

### **1.7 Аналіз існуючих систем підсвічування державного прапора**

У м. Дніпро виконали підсвічування державного прапора України (рис. 1.1). Навколо основи прапора концентричними колами оформлено декоративне оздоблення з точкових світильників. На рис. 1.2 наведено їх розташування. На рис. 1.3 – місце в бруківці для монтажу та підведення живлення. На рис. 1.4 –

змонтований світильник для декоративного оздоблення.

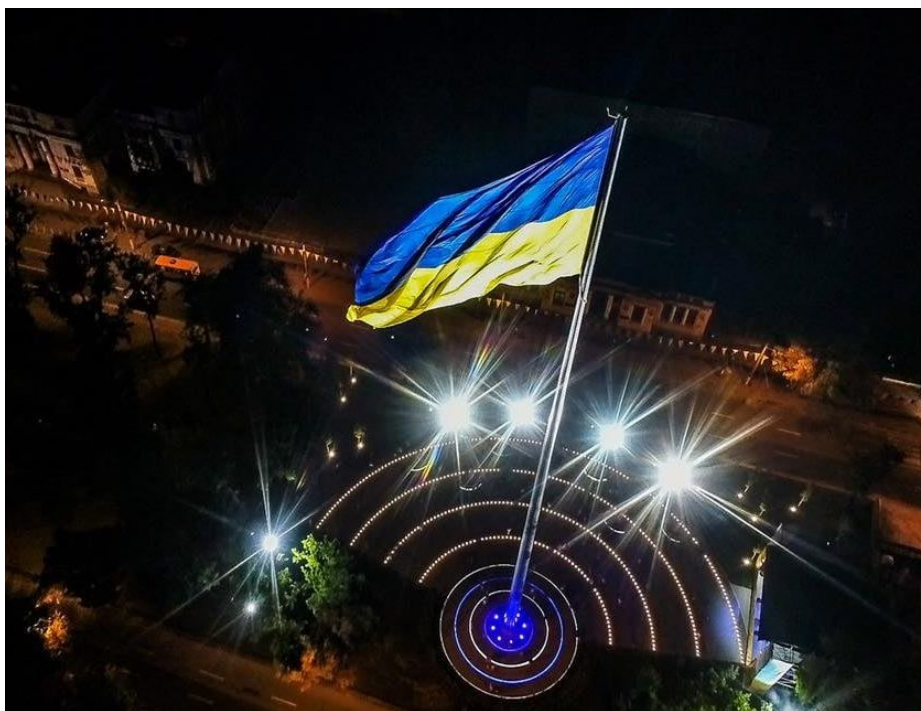


Рисунок 1.1 – Підсвічування найвищого прапора України у м. Дніпро



Рисунок 1.2 – Точкові світильники в ночі





Рисунок 1.3 – Підведення живлення до точкових світильників



Рисунок 1.4 – Монтаж точкових світильників

### 1.8 Висновки до розділу

1. Проведено аналіз ролі світла в архітектурному дизайні.
2. Розкрито основні принципи світлового дизайну.
3. Проаналізовано передові технології у світловому дизайні.

4. Проведено аналіз існуючої системи підсвічування найвищого державного прапора України в м. Дніпро

## 2 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

### 2.1 Характеристики об'єкта проектування

Державний прапор України у м. Тернопіль (рис. 2.1 а) розташовано на центральній алеї парку Сопільче (рис. 2.1).



а)

б)

Рисунок 2.1 – Зображення державного прапора України у м. Тернопіль (а) та його розташування на плані парку «Сопільче»

Прапор розміщується на флагштові. Металевий флагшток собою зрізаний конус із розмірами [12]:

- діаметр нижньої основи – 1200 мм;
- діаметр верхньої основи – 250 мм;
- висота – 50 м.

Сам прапор являє собою стяг, матеріалом якого є прапорна сітка. Розміри стягу, котрі будуть використані в подальших розрахунках становлять:

- ширина – 9 м;
- висота – 3 м.

Живлення світлових приладів систем освітлення парку «Сопільче»

виконується від ТП21 та ТП370, котрі розміщено на території парку (ТП21) та на території житлової зони по вул. Дружби (ТП370), (рис. 2.2 [13]) кабельними лініями, які прокладені в повітрі та під землею.



Рисунок 2.2 – Розміщення ТП 370 та ТП21 та на план-мапі м. Тернополя

## 2.2 Вибір нормованих світлотехнічних характеристик та системи освітлення прапора

Відповідно до ДБН В.2.5 – 28 – 2018. Природне і штучне світлення [14] основною нормованою світлотехнічною характеристикою об'єктів архітектурного освітлення є середня яскравість, рівень якої визначається в залежності від категорії міського простору, власне освітлювального об'єкта та видів освітлення.

Обєкти міського протору поділяються на три категорії, а саме:

- категорія А, до якої відносяться площі центральної частини столиці, загальноміські домінуючі зони, магістральні вулиці, площі загальноміського значення, обєкти рекреації та пішохідні вулиці, котрі мають загальноміське значення;

- категорія Б, категорія Б, котра включає в себе площі та майдани районних та центрів округів, магістральні вулиці і площі окружного і районного значення, а також пішохідні вулиці, сади, сквери, парки окружного і районного значення;

- категорія В – площі, пішохідні дороги та вулиці місцевого значення,

бульвари, сади та сквери місцевого значення.

Освітлювальними об'єктами, котрі розміщуються в місцях категорії А є пам'ятки архітектури, монументи і домінуючі об'єкти національного та міського значень, визначні споруди, будівлі та монументи, унікальні монументи ландшафту. Нормативні значення рівня яскравості об'єктів категорії А наведено на рис. 2.3.



Рисунок 2.3 – Нормативні значення рівня яскравості об'єктів категорії А

В місцях категорії Б розміщуються монументи, пам'ятки, будівлі та споруди районного та окружного значення та характерні елементи ландшафту. Нормативні значення рівня яскравості об'єктів категорії Б наведено на рис. 2.4.



Рисунок 2.4 – Нормативні значення рівня яскравості об'єктів категорії Б

До категорії В відносяться всі інші об'єкти, котрі не відносяться до

категорій А та Б. Нормативні значення рівня яскравості об'єктів категорії В наведено на рис. 2.5.

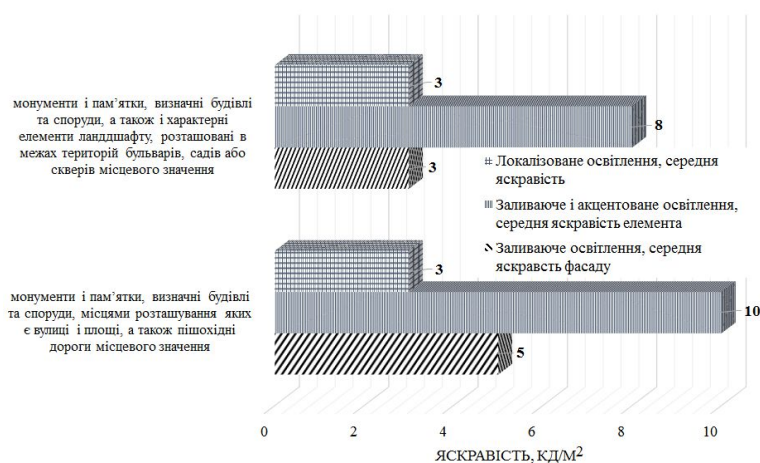


Рисунок 2.5 – Нормативні значення рівня яскравості об'єктів категорії В

Видами архітектурного освітлення є [15]:

1. Заливаюче освітлення, котре побудоване на використанні світлових приладів прожекторного типу, котрі встановлюються на середніх та значних віддальх до об'єкта, завдяки чому забезпечується задана рівномірність розподілу освітленості чи яскравості по поверхні об'єкта.

2. Локалізоване (місьцеве) освітлення застосовується для підсвічування фрагментів чи елементів об'єкта, а малогабаритні світлові прилади безпосередньо чи на близьких відстанях від об'єкта.

3. Поєднання заливаючого та локалізованого освітлення.

Для освітлення державного прапора виберемо систему заливаючого та локалізованого освітлення.

Оскільки об'єкт проектування знаходиться в парковій зоні категорії А, і відноситься до визначних монументів, то для подальшого проектування та розрахунків виберемо нормоване значення яскравості на рівні 5 кд/м<sup>2</sup> для обох систем освітлення.

Окрім цього, відповідно до [14] нерівномірність освітлення, тобто відношення чисельного значення максимальної освітленості до мінімальної, при застосуванні заливаючого освітлення, не повинна перевищувати 3:1, а для

рельєфних та багатокольорових об'єктів – 5:1.

Якщо застосовуються інші прийоми освітлення, то цей показник повинен становити не більше ніж 10:1 та не менше, ніж 3:1 в межах зон, на котрі направлене освітлення.

### 2.3 Вибір джерел світла та світлових приладів

На даний час в освітлювальних системах об'єктів архітектури застосовуються розрядні та напівпровідникові джерела світла (світлодіоди). Порівняння усереднених характеристик різних джерел світла відображено на рис. 2.6 [16].

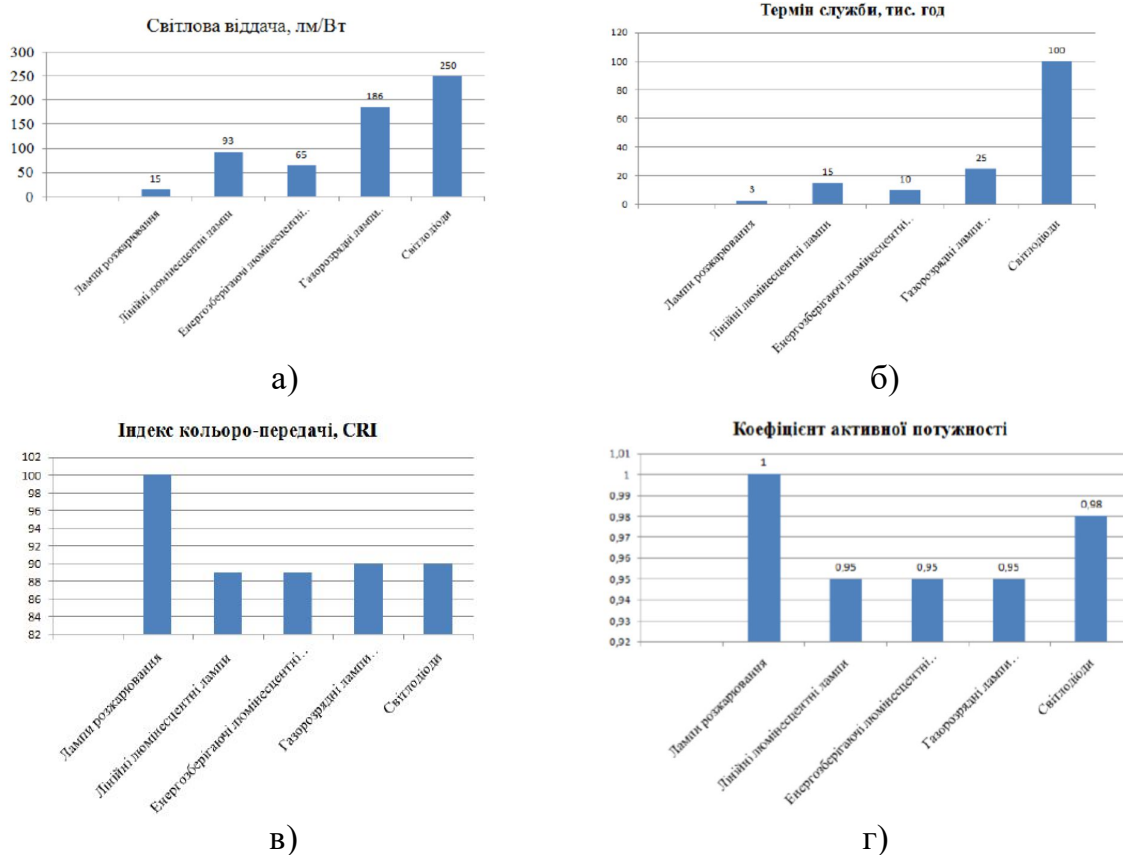


Рисунок 2.6 – Порівняння джерел світла за різними характеристиками: світловіддачею (а), терміном служби (б), індексом кольоропередачі (в), коефіцієнтом активної потужності (г)

Перевагами світлодіодів, якщо їх порівнювати із іншими джерелами світла, є:

- економічність, котра полягає у вищій світловій віддачі, більшому терміну служби;

- екологічність – немає необхідності застосовувати методи спеціальної утилізації відпрацьованих джерел світла, оскільки в своєму складі світлодіоди не містять ртуті;

- миттєве включення та час на перезапалювання практично дорівнює нулю;

- можливість створення різних кольорів свічення – від монохроматичного до білого різних відтінків.

На основі вищенаведеного виберемо світлові прилади на основі напівпровідникових джерел світла.

В якості освітлювальних приладів виберемо напівпровідникові світлові прилади прожекторного типу. Зокрема для систем заливаючого світла використаємо прожектори типу ДО36В (рис. 2.7) [17], котрий рекомендується застосовувати для освітлення відкритих просторів (площ, вулиць, доріг), архітектурних споруд, фасадів і пам'ятників, територій промислових, транспортних та будівельних об'єктів, виробничих, комерційних, складських та допоміжних приміщень.



Рисунок 2.7 – Зображення зовнішнього вигляду модифікацій прожектора типу ДО36В

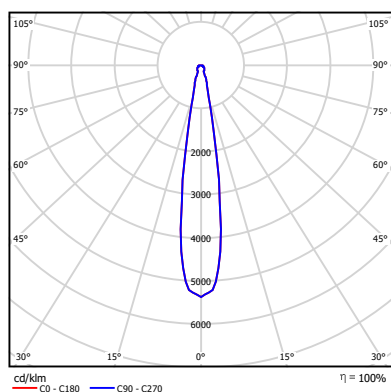


Особливості даного прожектора полягають в наступному:

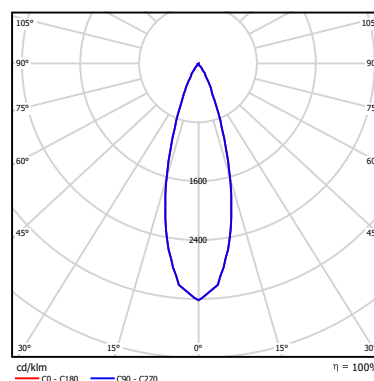
- можливість використання електронного джерела живлення з функцією димирування;

- можливість використання електронних джерел живлення з функцією керування на основі протоколу DALI.

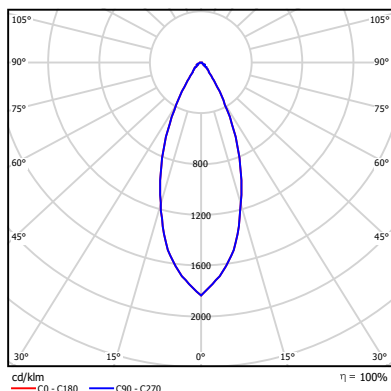
Технічні характеристики даного прожектора представлено в табл. 2.1, а його криві сили світла – на рис. 2.8.



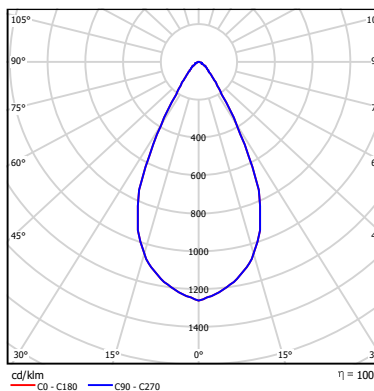
Виконання 01 – кут розсіювання 18°



Виконання 02 – кут розсіювання 30°



Виконання 03 – кут розсіювання 40°



Виконання 04 – кут розсіювання 50°

Рисунок 2.8 – Криві сили світла прожектора Д036В

Для системи локалізованого освітлення застосуємо прожектор типу Д073У (рис. 2.9). Однією із особливостями даного прожектора є те, що деякі

модифікації мають класи механічної стійкості М1 та М3/М6/М9 та пристрій для грозозахисту на напругу 10 кВ.

Криві сили світла прожектора представлено на рис. 2.10, а його технічні характеристики – в табл. 2.2.

Таблиця 2.1 – Характеристики прожектора ДО36В

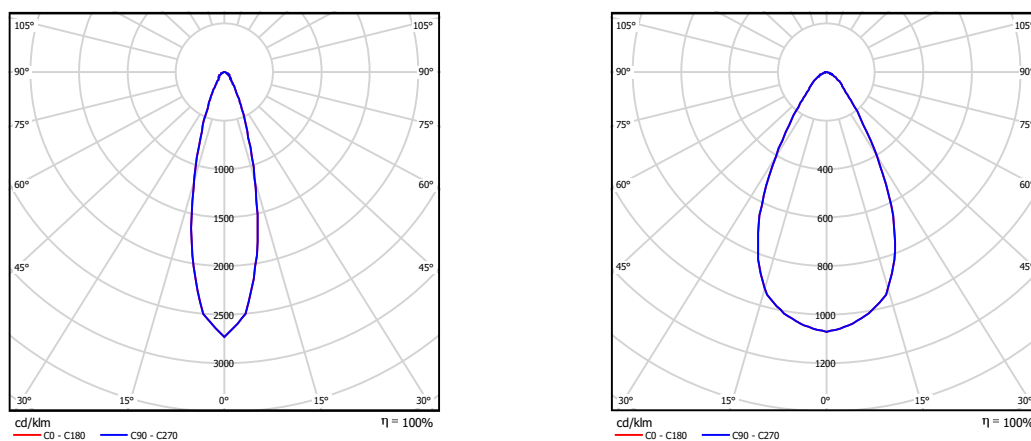
Потужність, Вт	150 ... 400
Світловий потік, лм	19500 ... 52000
Світлова віддача, лм/Вт	130
Корельована колірна температура, К	4000
Індекс кольоропередачі	>80
Напруга живлення, В	220 В АС, 220 В DC
Коефіцієнт потужності	0,95
Клас електрозахисту	I
Ступінь пиловологозахисту	IP65
Температура експлуатації, °С	-40 ... +40
Габаритні розміри, мм	290×157×527 503×166×540



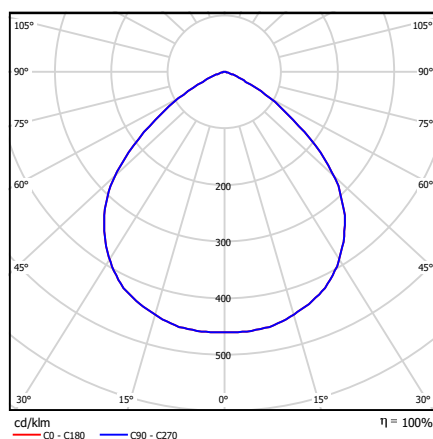
Рисунок 2.9 – Зображення зовнішнього вигляду прожектора типу ДО73У

#### 2.4 Електрична освітлювальна мережа системи підсвічування прапора

На підставі світлотехнічного розрахунку, виконаному в розрахунковому розділі визначено потужність, кількість та розміщення світлових приладів, що дозволяє зкомпонувати електричну освітлювальну мережу.



Виконання 01, 11, 21 – кут розсіювання  
 Виконання 02, 12, 22 – кут розсіювання 60°  
 25°



Виконання 03, 13, 23 – кут розсіювання 90°

Рисунок 2.10 – Криві сили світла прожектора ДО73У

Таблиця 2.2 – Характеристики прожектора ДО73У

Потужність, Вт	30 ... 100
Світловий потік, лм	4200 ... 14000
Світлова віддача, лм/Вт	140
Корельована колірна температура, К	4000
Індекс кольоропередачі	>80
Напруга живлення, В	220 В АС, 220 В DC
Коефіцієнт потужності	0,95
Клас електрозахисту	I
Ступінь пиловологозахисту	IP65
Температура експлуатації, °С	-40 ... +40
Габаритні розміри, мм	325×65×340

План електричної освітлювальної мережі представлено на рис. 2.11. Живлення прожекторів передбачимо напряму від шафи керування освітленням трансформаторної підстанції ТП21. Відстань між опорою 1 до шафи керування освітленням становить 280 м.

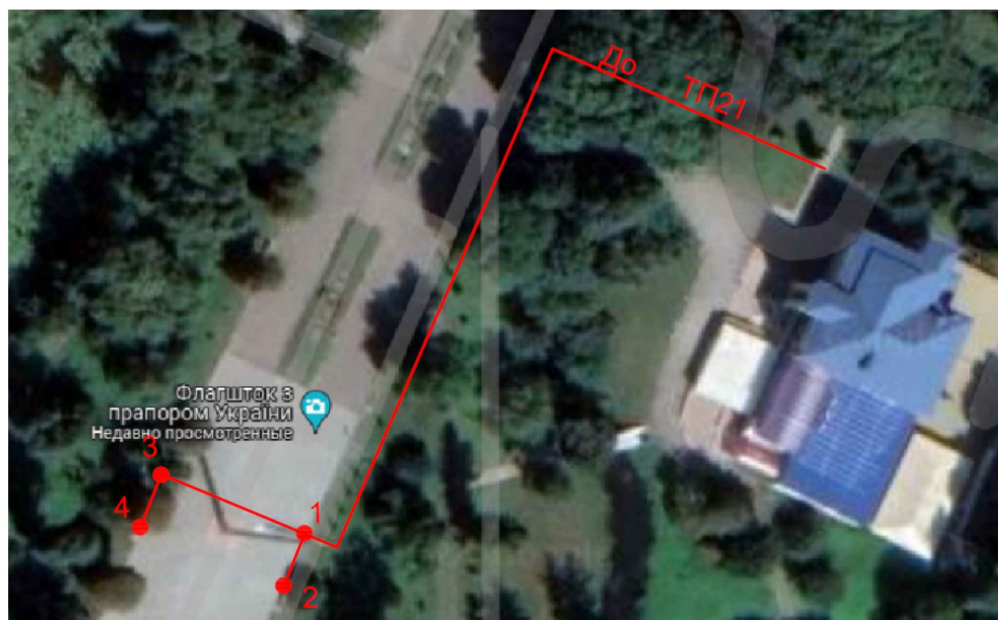


Рисунок 2.11 – План електричної освітлювальної мережі системи підсвічування прапора

Прокладання кабелів передбачимо під землею на глибині 0,8 м, в зв'язку із чим попередньо виберемо трижильний алюмінієвий броньований кабель типу АВББШп [18] із площею поперечного перерізу  $2,5 \text{ мм}^2$ , відповідно до вимог ПУЕ [19].

## 2.5 Висновки до розділу

1. В якості нормованого світлотехнічного параметру вибрано середню яскравість, рівень якої повинен становити  $5 \text{ кд/м}^2$ , при цьому нерівномірність розподілу освітленості не повинна перевищувати 5:1.

2. В якості систем освітлення вибрано системи заливаючого та локалізованого освітлення.

3. Для системи заливаючого освітлення використано напівпровідникові світлові прилади прожекторного типу ДО38В, а для локалізованого – прожектори ДО73.

4. Живлення прожекторів системи підсвічування прапора передбачено по кабелях типу АВБбШп, що прокладені під землею від трансформаторної підстанції ТП21.

### 3 РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ

#### 3.1 Світлотехнічний розрахунок систем підсвічування прапора в пакеті DIALux

Метою світлотехнічного розрахунку систем освітлення є встановлення типу, кількості та потужності світлових приладів, використання яких дозволило б забезпечити виконання нормативних вимог щодо світлотехнічних параметрів систем освітлення.

Вихідними даними при розрахунку є:

- розміри об'єкта, який освітлюється;
- можливі місця встановлення світлових приладів, а отже відстані від них та освітлювального об'єкту;
- поверхні об'єкту, для яких ведеться світлотехнічний розрахунок;
- світлотехнічні характеристики світлових приладів.

Для установок архітектурного освітлення застосовується точковий метод, відповідно до якого освітленість в точці А розрахункової поверхні від світлового приладу прожекторного типу визначається на основі формул [16]:

$$E_A = \frac{I_{\beta_B \beta_G} \cdot \cos^3 \alpha}{h_p^2}, \quad (3.1)$$

де  $I_{\beta_B \beta_G}$  – сила світла прожектора в напрямку до розрахункової точки;

$\alpha$  – кут між напрямком сили світла  $I_{\beta_B \beta_G}$  та нормаллю, проведеної в точці розрахунку до розрахункової поверхні;

$l$  – віддаль між розрахунковою точкою та прожектором.

Сила світла  $I_{\beta_B \beta_G}$  визначається по відповідних графіках в залежності від кутів  $\beta_B$  та  $\beta_G$  (рис. 3.1):

$$\beta_B = \pm \left( \operatorname{arctg} \frac{a}{h_p} - \operatorname{arctg} \frac{a_0}{h_p} \right), \quad (3.2)$$

$$\beta_r = \operatorname{arctg} \left( \frac{b \cdot \cos \alpha_1}{h_p} \right). \quad (3.3)$$

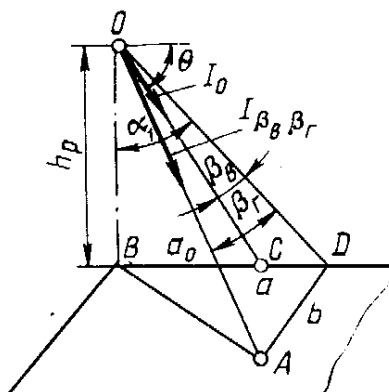


Рисунок 3.1 – Геометрична схема для розрахунку освітленості поверхні, котра створюється прожектором заливаючого світла

Зв'язок між освітленістю та яскравістю точки дифузновідбиваючої поверхні можна описати за допомогою залежності:

$$L_A = \frac{\rho \cdot E_A}{\pi}, \quad (3.4)$$

де  $\rho$  – коефіцієнт відбивання поверхні.

Як бачимо із формул (3.1) – (3.4) аналітичні залежності, котрі використовуються для розрахунку освітленості та яскравості мають досить значну кількість параметрів, що призводить до ускладнення розрахунку. Крім того, навіть несуттєві розбіжності при визначенні кутів  $\beta_B$  та  $\beta_r$  призводять до значних похибок кінцевих результатів розрахунку.

Тому для подальших розрахунків використаємо спеціалізоване програмне забезпечення, а саме пакет DIALux.

Розрахунок виконаємо при встановленні світлових приладів:

- на спеціальних кронштейнах на флагштоку на відстані 10 м від нижнього

краю стягу – варіант 1;

- на спеціальних кронштейнах на флагштоку на відстані 1,0 м від верхнього краю стягу – варіант 2;

- на 4 спеціальних опорах висотою 4,0 м – варіант 3.

При розрахунку встановимо значення коефіцієнта запасу 1,3.

### 3.1.1 Розробка моделі сцени освітлення

Перед виконанням розрахунків необхідно створити тривимірну модель сцени освітлення, (рис. 3.2).

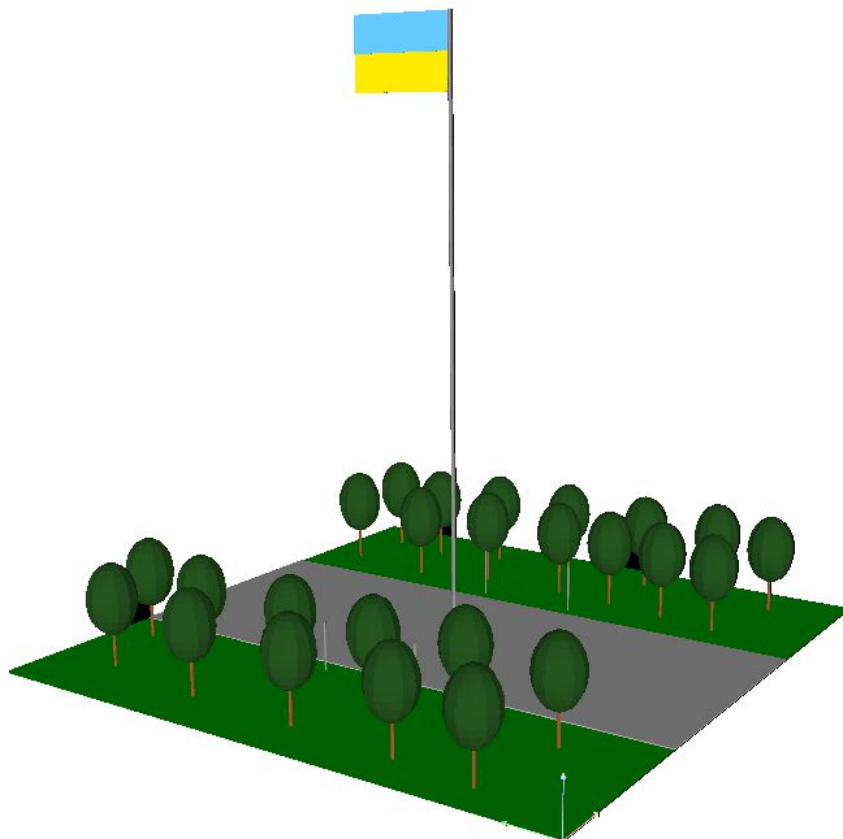


Рисунок 3.2 – Тривимірна модель сцени освітлення прапора

Моделі компонентів сцени створюються шляхом введення в сцену освітлення найпростіших форм (екструдер, циліндр, конус) із заданням кольору та коефіцієнта відбивання поверхонь.



Модель самого стягу було сформовано комбінацією двох екструдерів з поверхнями темно-синього та жовтого кольорів, координати кольору [20] та коефіцієнти відбивання [20] приведено в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Характеристики моделі стягу державного прапора

Колір смуги	Розміри, м		Координати кольору			Коефіцієнт відбивання
	Довжина	Ширина	R	G	B	
Синій	9	3	0	87	184	0,45
Жовтий	9	3	255	215	0	0,50

### 3.1.2 Розрахунок системи підсвічування. Варіант 1

При розрахунку системи підсвічування даного варіанту розмістимо світлові прилади на висоті 33 м над землею (рис. 3.3) таким чином, щоб їх центри лежали на колі радіусом 1 м. Вибір такої висоти зумовлений необхідністю усунення можливості замотування полотна стягу об світлові прилади.

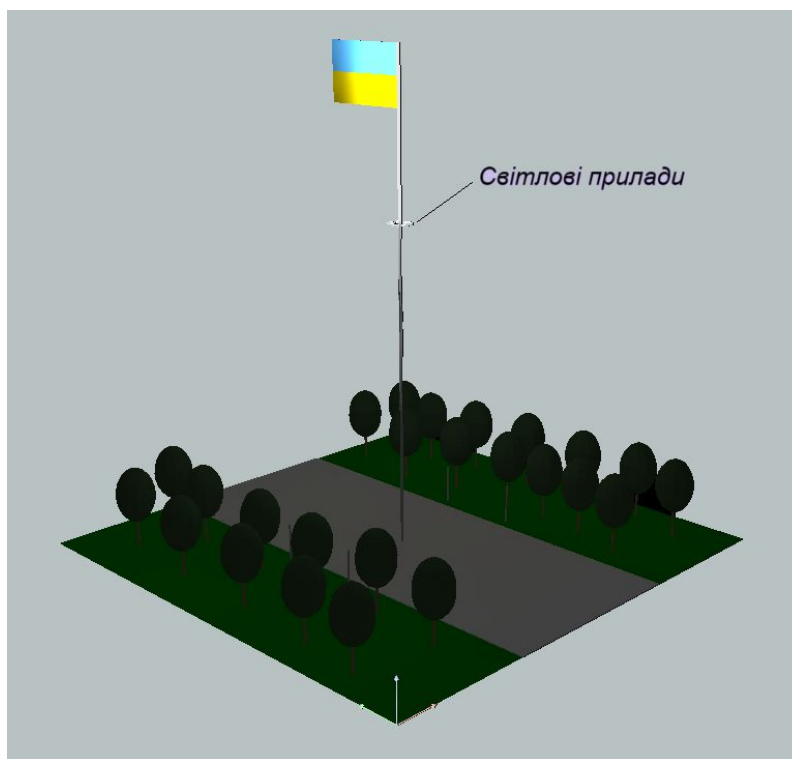


Рисунок 3.3 – Розміщення світлових приладів за варіантом 1

В якості світлових приладів застосуємо прожектори типу ДО36В-400-02 з кутом розсіювання  $30^\circ$ .

Якщо прийняти, що координати вершини флагштоку становлять  $x=25$ ,  $y=25$ ,  $z=50$ , то координати розміщення світлових приладів будуть такими, як приведено в табл. 3.2. Крім того, в даній таблиці приведено кути нахилу прожекторів до координатних осей.

Таблиця 3.2 – Координати розміщення світлових приладів на флагштоку

№ світлового приладу на плані	x, м	y, м	z, м	Кути повороту світильників відносно осей, °		
				x	y	z
1	26,00	25,00	33,0	0,0	-176,3	179,5
2	25,62	25,78	33,0	0,0	-176,3	129,3
3	24,78	25,98	33,0	0,0	-176,3	77,5
4	24,10	25,43	33,0	0,0	-176,3	25,5
5	24,10	24,57	33,0	0,0	-176,3	26,4
6	24,78	24,03	33,0	0,0	-176,3	77,8
7	25,62	24,22	33,0	0,0	-176,3	128,7

Внаслідок розрахунку отримано результати, які представлені в табл. 3.3. Графіки розподілу значень яскравості та освітленості по поверхнях смуг представлено відповідно на рис. 3.4 та 3.5.

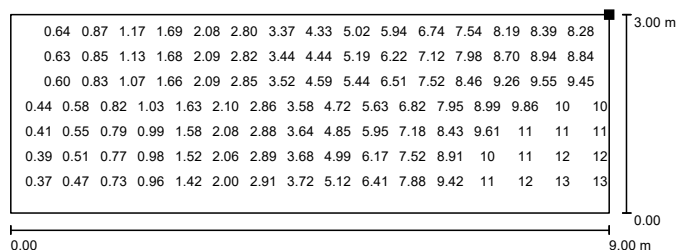
Таблиця 3.3 – Результати світлотехнічного розрахунку для системи підсвічування варіанту 1

Висота встановлення прожекторів, м	Тип світлового приладу	Кількість	Колір смуги	$L_{сер}$ , кд/м <sup>2</sup>	$E_{min}$ , лк	$E_{max}$ , лк	$E_{max} / E_{min}$
33	ДО36В-400-02	7	Синій	5,03	2,45	97	39,6
			Жовтий	9,13	1,36	210	154,4

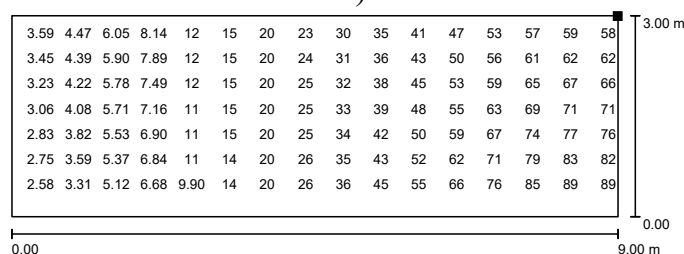
Як видно із результатів розрахунку, застосування таких прожекторів здатне забезпечити виконання нормативних вимог щодо значення середньої

яскравості смуг. Проте, як видно із табл. 3.3 значення відношення максимальної освітленості до середньої суттєво перевищують допустиме значення.

Встановлення прожекторів на меншу висоту призведе до збільшення їх кількості, що унеможливило б монтаж такої системи освітлення.

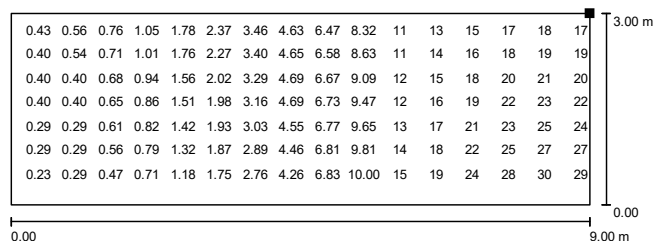


а)

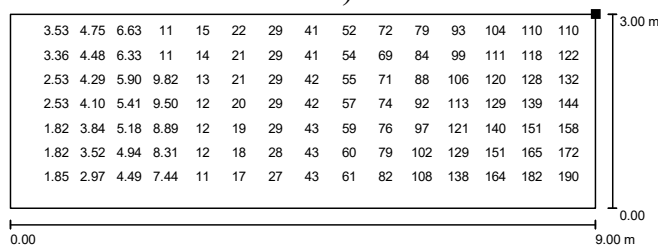


б)

Рисунок 3.4 – Графіки розподілу значень яскравості (а) та освітленості (б) по поверхні смуги синього кольору прапора, освітленого системою освітлення варіанту 1



а)



б)

Рисунок 3.5 – Графіки розподілу значень яскравості (а) та освітленості (б) по поверхні смуги жовтого кольору прапора, освітленого системою освітлення варіанту 1

### 3.1.3 Розрахунок системи підсвічування. Варіант 2

Світлові прилади розташуємо аналогічно, як і у варіанті 1, проте висоту їх встановлення виберемо 1 м над верхнім краєм синьої смуги, а отже 51 м над землею (рис. 3.6).

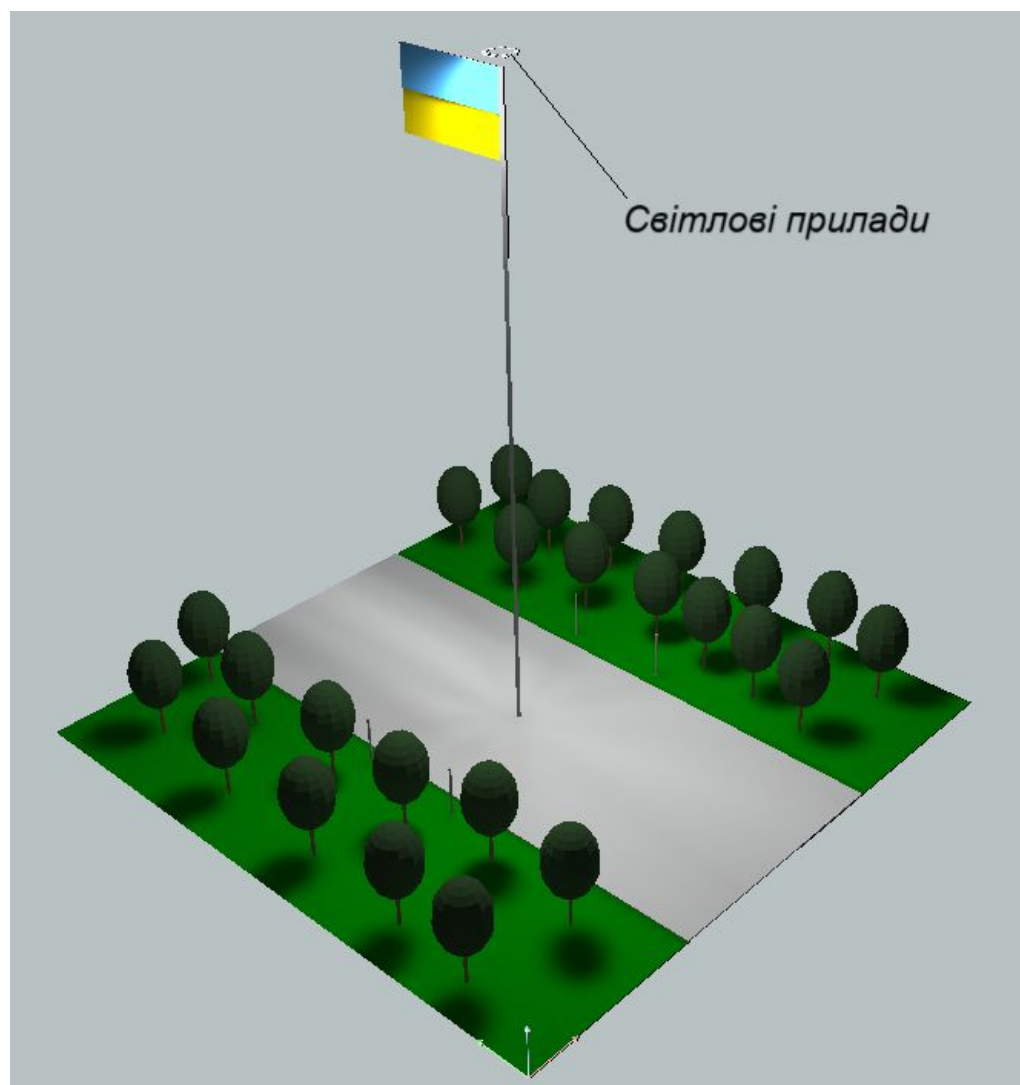


Рисунок 3.6 – Розміщення світлових приладів за варіантом 2

В якості світлових приладів застосуємо прожектори типу ДО73У-80-23 з кутом розсіяння  $90^\circ$ . Свічення цих прожекторів спрямуємо на середину краю смуги жовтого кольору, розташованого ближче до флагштока. координати розміщення та кути нахилу світлових приладів приведено в табл. 3.4.

Таблиця 3.4 – Координати розміщення світлових приладів на флагштоку

№ світлового приладу на плані	x, м	y, м	z, м	Кути повороту світильників відносно осей, °		
				x	y	z
1	26,00	25,00	51,0	0,0	10,3	-179,1
2	25,77	25,64	51,0	0,0	10,4	-139,2
3	24,17	25,99	51,0	0,0	10,4	-99,6
4	24,50	25,87	51,0	0,0	10,5	-60,2
5	24,06	25,34	51,0	0,0	10,4	-20,7
6	24,06	24,66	51,0	0,0	10,3	19,1
7	24,50	24,13	51,0	0,0	10,2	29,3
8	25,17	24,02	51,0	0,0	10,1	99,9
9	25,77	24,36	51,0	0,0	10,2	140,5

Результати розрахунку представлено в табл. 3.5. Графіки розподілу значень яскравості та освітленості по поверхнях смуг представлено відповідно на рис. 3.7 та 3.8.

Таблиця 3.5 – Результати світлотехнічного розрахунку для системи підсвічування варіанту 2

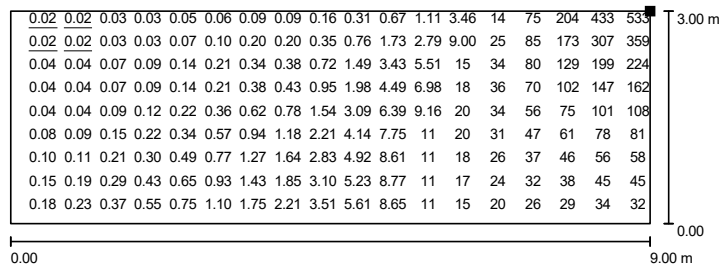
Висота встановлення прожекторів, м	Тип світлового приладу	Кількість	Колір смуги	$L_{сер}$ , кд/м <sup>2</sup>	$E_{min}$ , лк	$E_{max}$ , лк	$E_{max} / E_{min}$
51	ДО73У-80-23	9	Синій	27	0,11	4172	$38 \cdot 10^3$
			Жовтий	5,26	0,08	144	$1,8 \cdot 10^3$

Як бачимо із приведених результатів розрахунку, аналогічно, як і для варіанту 1 така система освітлення не здатна забезпечити виконання нормативних вимог щодо рівномірності.

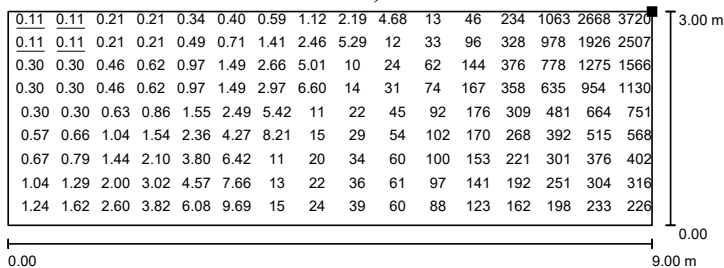
### 3.1.4 Розрахунок системи підсвічування. Варіант 3

Для даного варіанту світлові прилади прожекторного типу ДО38В-360-01 розмістимо на опорах на висоті 4,0 м (рис. 3.9) та спрямуємо їх на ближній до флагштока край смуги на межу розділення смуг синього та жовтого кольору.

Координати розміщення світлових приладів приведено в табл. 3.6., а результати розрахунку – в табл. 3.7.

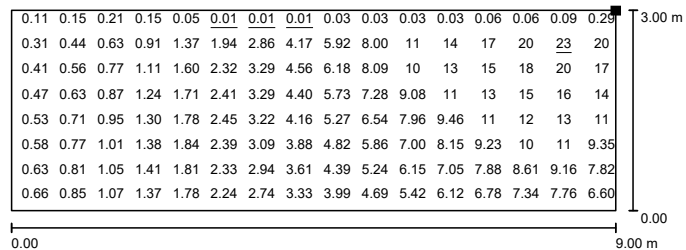


а)

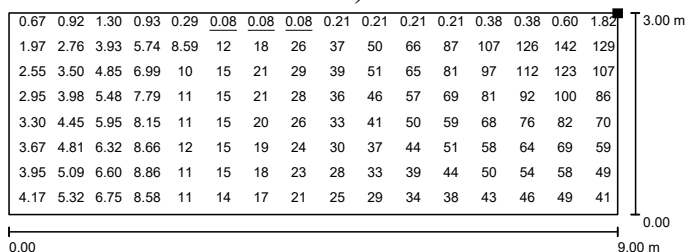


б)

Рисунок 3.7 – Графіки розподілу значень яскравості (а) та освітленості (б) по поверхні смуги синього кольору прапора, освітленого системою освітлення варіанту 2



а)



б)

Рисунок 3.8 – Графіки розподілу значень яскравості (а) та освітленості (б) по поверхні смуги жовтого кольору прапора, освітленого системою освітлення варіанту 2

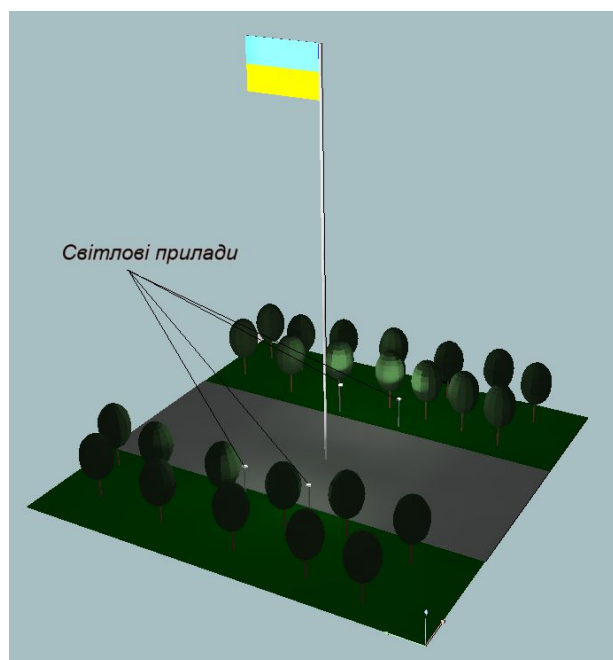


Рисунок 3.9 – Розміщення світлових приладів за варіантом 3

Таблиця 3.6 – Координати розміщення світлових приладів на флагштоку

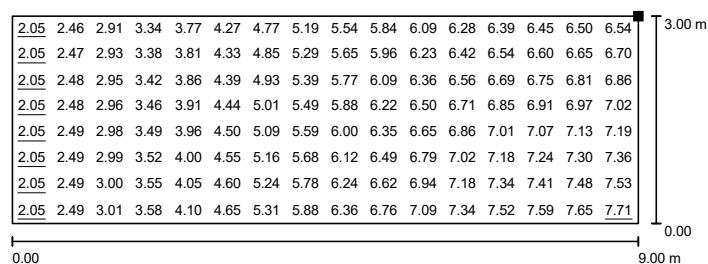
№ світлового приладу на плані	x, м	y, м	z, м	Кути повороту світильників відносно осей, °		
				x	y	z
1	13,55	20,65	4,0	0,0	-164,7	20,7
2	13,55	29,05	4,0	0,0	-164,8	-19,7
3	36,15	20,65	4,0	0,0	-164,9	158,9
4	36,15	29,05	4,0	0,0	-165,0	-159,9

Таблиця 3.7 – Результати світлотехнічного розрахунку для системи підсвічування варіанту 3

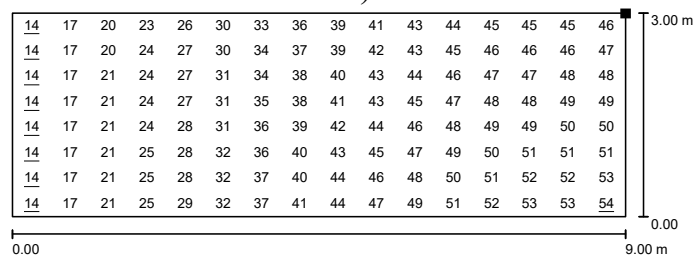
Висота встановлення прожекторів, м	Тип світлового приладу	Кількість	Колір смуги	$L_{сер}$ , кд/м <sup>2</sup>	$E_{min}$ , лк	$E_{max}$ , лк	$E_{max} / E_{min}$
4	ДО38В-360-01	4	Синій	5,23	14	54	3,86
			Жовтий	6,74	14	66	4,71

Як видно із результатів розрахунку така система освітлення здатна забезпечити виконання вимог, як щодо середньої яскравості, так і щодо нерівномірності освітленості. Тому вибираємо саме цю систему освітлення

Графіки розподілу значень яскравості та освітленості по поверхнях смуг представлено відповідно на рис. 3.10 та 3.11.

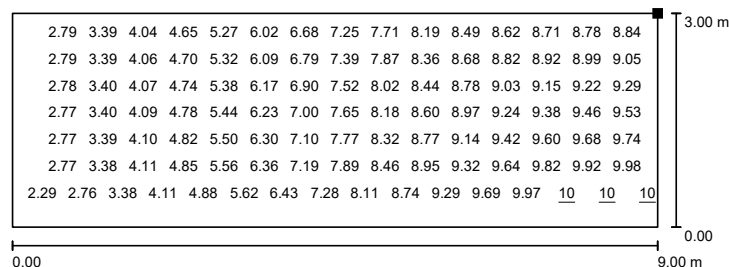


а)

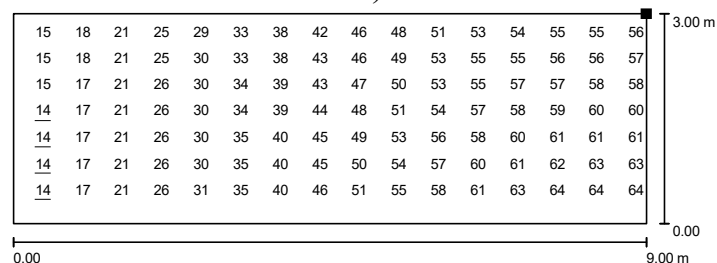


б)

Рисунок 3.10 – Графіки розподілу значень яскравості (а) та освітленості (б) по поверхні смуги синього кольору прапора, освітленого системою освітлення варіанту 3



а)



б)

Рисунок 3.11 – Графіки розподілу значень яскравості (а) та освітленості (б) по поверхні смуги жовтого кольору прапора, освітленого системою освітлення варіанту 3



### 3.2 Розрахунок електричної мережі системи підсвічування прапора

Розрахунок виконаємо по струму навантаження та по втраті напруги.

Для однофазної мережі чисельне значення струму, котрий протікає через задану ділянку визначається за формулою:

$$I_p = \frac{P_p \cdot 10^3}{U_\phi \cdot \cos \varphi}, \quad (3.5)$$

де  $P_p$  – встановлена потужність світлових приладів, живлення котрих здійснюється даною ділянкою, кВт.

$U_\phi = 220 \text{ В}$  – значення фазової напруги;

$\cos \varphi = 0,95$ .

Підставивши значення  $P_p = 4 \cdot 0,36 = 1,44 \text{ кВт}$ , а також значення  $U_\phi = 220 \text{ В}$  та  $\cos \varphi = 0,95$  у формулу (3.5), отримаємо:

$$I_p = \frac{1,44 \cdot 10^3}{220 \cdot 0,95} = 68,87 \text{ А},$$

що є допустимим, оскільки максимальний струм при прокладанні в землі алюмінієвого двожильного кабелю з перерізом жил  $2,5 \text{ мм}^2$  становить  $34 \text{ А}$ .

Розрахунок втрат напруги виконаємо для прожектора, розміщеного на опорі 4 (рис. 2.11), як такого, що розташований найдалше від джерела живлення (ТП 21).

Значення сумарних втрат напруги розрахуємо як суму падінь напруги на кожній ділянці. Величина падіння напруги на окремій ділянці визначається як

$$\Delta U = \frac{M}{c \cdot S}, \quad (3.6)$$

де  $M$  – момент електронавантаження;

$c$  – коефіцієнт, чисельне значення якого для двопровідної мережі напругою 220 В становить 7,4;

$S$  – площа поперечного перерізу жил кабеля.

Для ділянки ТП21 – 1 довжиною 280 м, через яку живляться всі 4 прожектори сумарною потужністю 1,44 кВт момент навантаження становить:

$$M_{ТП21-1} = 1,44 \cdot 280 = 403,2 \text{ кВт} \cdot \text{м.}$$

Підставивши отримане чисельне момента навантаження  $M_{ТП21-1}$  у формулу (3.6), отримаємо

$$\Delta U_{ТП21-1} = \frac{403,2}{7,4 \cdot 2,5} = 21,79 \%,$$

що не є допустимим, оскільки допустима втрата напруги в електричній освітлювальній мережі становить 3 %.

Тому вибираємо кабель АВББШв – 3х25.

Для даної ділянки мережі падіння напруги становить:

$$\Delta U_{ТП21-1} = \frac{403,2}{7,4 \cdot 25} = 2,18 \%.$$

Для ділянки мережі 1 – 3

$$M_{1-3} = 0,72 \cdot 22,6 = 11,72 \text{ кВт} \cdot \text{м.}$$

$$\Delta U_{1-3} = \frac{11,72}{7,4 \cdot 25} = 0,06 \%.$$

Для ділянки мережі 3 – 4

$$M_{3-4} = 0,36 \cdot 13 = 4,68 \text{ кВт} \cdot \text{м.}$$

$$\Delta U_{3-4} = \frac{4,68}{7,4 \cdot 25} = 0,03 \%.$$

Сумарне зниження напруги

$$\Delta U_{\Sigma} = \Delta U_{ТП21-1} + \Delta U_{1-3} + \Delta U_{3-4} = 2,18 + 0,06 + 0,03 = 2,27 \%$$

### 3.3 Висновки до розділу

1. Для системи підсвічування державного прапора розглянено три варіанти розміщення світлових приладів, а саме на флагштоку на висоті 33 м (варіант 1) та 51 (варіант 2) м та на 4 опорах висотою 4 м (варіант 3).

2. На підставі моделювання та світлотехнічного розрахунку встановлено, що лише розташування світлових приладів ДО38В-360-01 за варіантом 3 дозволяє забезпечити нормативні світлотехнічні вимоги як за середньою яскравістю, так і за нерівномірністю розподілу освітленості.

3. Для запропонованої системи освітлення виконано розрахунок її електричної мережі, на основі результатів якого вибрано кабель АВБбШв – 3х25.

## 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

### 4.1 Можливість виникнення статичної електрики та заходи боротьби з нею

Статична електрика - це процес утворення і розділення зарядів у просторі при контакті двох матеріалів, якщо хоча б один з них є діелектриком. Підвищений рівень статичної електрики відноситься до групи фізичних небезпечних і шкідливих виробничих факторів [7].

Суть електризації заключається в тому, що діелектрики за певних умов стають електрично зарядженими. При цьому заряди не виникають і не зникають, а переходять з одного електризованого тіла на інше, накопичуються на поверхнях їх стикання чи переміщуються в межах одного й того ж тіла. Статична електрика може з'являтися на тілах і через індукцію, тобто через взаємодію на відстані. В основному виробництві харчової промисловості це можуть бути процеси помелу зерна, просіювання, транспортування трубопроводах борошна, процеси, пов'язані з приготуванням цукрової пудри, перевезенням чи транспортуванням по трубопроводах спирту, сухих дріжджів, розміщенням і фільтруванням рідин; технологічні процеси, пов'язані із застосуванням плоскопосових передач, транспортерів і т.д.

Якщо напруженість електричного поля перевищує електричну міцність середовища (повітря), то відбувається розряд статичної електрики. Основною причиною, що характеризує здатність різних матеріалів проводити струм, а також визначає їх здатність до електризації, є питомий електричний опір. Умовно прийнято, що при питомому електричному опорі речовин і матеріалів порядку менше 10 Ом·м заряди не накопичують і безпеки не являють. Якщо ж опір високий і велика швидкість відриву поверхні, то заряди зберігаються.

Величина зарядів визначається природою матеріалу і швидкістю розділення поверхонь, тобто інтенсивністю технологічного процесу.

Розряди статичної електрики являються одними з можливих імпульсів

спалахування і вибухів в харчовій промисловості, що зв'язано, в першу чергу, із застосуванням сильно електризуючих речовин і матеріалів (горючі рідини, пил органічного походження). Електризація рідин приводить до спалахування і вибухів втричі частіше, ніж електризація дрібнодисперсних матеріалів, оскільки мінімальна енергія запалювання пилово-вітряних сумішей з 10...100 раз менше. При протіканні рідин величина заряду залежить від діелектричної сталої, її забрудненості, шорсткості стінок, швидкості протікання і діаметра труб.

Захист від статичної електрики та її небезпечних проявів повинен здійснюватись в двох напрямках: усунення електричних зарядів або зменшення їх до безпечних величин.

Апарати, машини, пристрої, які можуть стати джерелами виникнення зарядів статичної електрики, повинні бути заземлені не менше ніж у двох місцях незалежно від заземлення усього технологічного ланцюга.

Звичайні заземлюючі пристрої для захисту від розрядів статичної електрики об'єднують із заземлюючими пристроями для електрообладнання.

Заземлення повинно бути здійснене тільки паралельним приєднанням захисного обладнання. Допустимий опір заземленого пристрою для захисту від статичної електроенергії у вигляді малих струмів витрат допускається не більше 100 Ом.

Гнучкі трубопроводи для перекачування рідин, які здатні генерувати заряди (спирт, бензин, гас тощо), повинні мати металеве заземлене оплетення, а вихідні штуцери мають бути виконані із кольорових металів і з'єднані із заземленим металевим оплетенням.

Серед інших заходів, направлених на заземлення небезпечних проявів розрядів статичної електрики, слід відмітити такі, як заміна плоских пасів текстурними (клиновими); недопущення розприскування рідин при їх розливанні в ємності шляхом опущення завантажувальних труб на відстань не більше 0,2 м від днища приймальної посудини; зміна швидкості переміщення твердих і рідких матеріалів та ін.

## 4.2 Допомога при ураженні електричним струмом в електроустановках напругою до 1000 В

Перша медична допомога — це комплекс заходів, спрямованих на відновлення або збереження здоров'я потерпілих, здійснюваних немедичними працівниками (взаємодопомога) або самим потерпілим (самопомога) [11]. Найважливіше положення надання першої допомоги — її терміновість. Чим швидше вона надана, тим більше сподівань на сприятливий наслідок.

Послідовність надання першої допомоги:

— усунути вплив на організм ушкоджуючих факторів, котрі загрожують здоров'ю та життю потерпілих, оцінити стан потерпілого;

— визначити характер та важкість травми, найбільшу загрозу для життя потерпілого і послідовність заходів щодо його рятування;

— виконати необхідні заходи з рятування потерпілих в послідовності терміновості (відновити прохідність дихальних шляхів, здійснити штучне дихання, провести зовнішній масаж серця);

— підтримати основні життєві функції потерпілого до прибуття медичного працівника;

— викликати швидку медичну допомогу або вжити заходів щодо транспортування потерпілого до найближчого лікувального закладу.

Для звільнення потерпілого від струмоведаючих частин або провода напругою до 1000 В слід скористатись канатом, палицею, дошкою або; будь-яким сухим предметом, що не проводить електричного струму.

Якщо електричний струм проходить в землю через потерпілого і він судорожно стискає один провід, то простіше перервати струм, відокремивши потерпілого від землі (підсунувши під нього суху дошку, або відтягнувши за ноги від землі вірьовкою, або відтягнувши за одяг), дотримуючись при цьому запобіжних заходів. Можна також перерубати дроти сокирою з сухою ручкою або перекусити їх інструментом з ізольованими ручками. Перерубувати або

перекушувати проводи слід пофазово, тобто кожний провід окремо, при цьому рекомендується стояти на сухих дошках, на дерев'яній драбині.

Заходи долікарської допомоги залежать від стану, в якому знаходиться потерпілий після звільнення від електричного струму. Після звільнення потерпілого від дії електричного струму необхідно оцінити його стан. У всіх випадках ураження електричним струмом необхідно обов'язково викликати лікаря незалежно від стану потерпілого.

Якщо потерпілий при свідомості та стійке дихання і є пульсом, але до цього втрачав свідомість, його слід покласти на підстилку з одягу, розстебнути одяг, котрий затруднює дихання, забезпечити приплив свіжого повітря, розтерти і зігріти тіло та забезпечити повний спокій, дати понюхати нашатирний спирт, сполоснути обличчя холодною водою. Якщо потерпілий, котрий знаходиться без свідомості, прийде до тями, слід дати йому випити 15—20 краплин настоянки валеріани і гарячого чаю.

Ні в якому разі не можна дозволяти потерпілому рухатися, а тим більше продовжувати роботу, оскільки відсутність важких симптомів після ураження не виключає можливості подальшого погіршення стану. Лише лікар може робити висновок про стан здоров'я потерпілого. Якщо потерпілий дихає рідко і судорожно, але у нього не намацується пульсу необхідно відразу зробити йому штучне дихання.

За відсутності дихання та пульсу у потерпілого внаслідок різкого погіршення кровообігу мозку розширюються зіниці, зростає синюшність шкіри та слизових оболонок. У таких випадках допомога повинна бути спрямована на відновлення життєвих функцій шляхом проведення штучного дихання та зовнішнього (непрямого) масажу серця.

Потерпілого слід переносити в інше місце лише в тих випадках, коли йому та особі, що надає допомогу, продовжує загрожувати небезпека або коли надання допомоги на місці не можливе. Для того, щоб не втрачати час, не слід роздягати потерпілого. Не обов'язково, щоб при проведенні штучного дихання потерпілий знаходився в горизонтальному положенні. Якщо потерпілий знаходиться на

висоті, необхідно перед спуском на землю зробити штучне дихання безпосередньо в люльці, на щоглі і на опорі.

Опустивши потерпілого на землю, необхідно відразу розпочати проведення штучного дихання та масажу серця і робити це до появи самостійного дихання і відновлення діяльності серця або передачі потерпілого медичному персоналу

### 4.3 Надзвичайні ситуації природного характеру

Надзвичайні ситуації природного характеру — це небезпечні геологічні, метеорологічні, гідрологічні морські та прісноводні явища, деградація ґрунтів чи надр, природні пожежі, зміна стану повітряного басейну, інфекційна захворюваність людей, сільськогосподарських тварин, масове ураження сільськогосподарських рослин хворобами чи шкідниками, зміна стану водних ресурсів та біосфери [9].

На території України можливе виникнення практично всього спектру небезпечних природних явищ і процесів геологічного, гідрогеологічного та метеорологічного походження. До них належать великі повені, катастрофічні затоплення, землетруси та зсувні процеси, лісові та польові пожежі, великі снігопади та ожеледі, урагани, смерчі та шквальні вітри тощо.

Серед надзвичайних ситуацій природного походження в Україні найчастіше трапляються:

- геологічна небезпечні явища, такі, як зсуви, обвали та осипи, просадки земної поверхні різного походження та ін.;
- метеорологічна небезпечні явища, такі, як зливи, урагани, сильні снігопади, сильний град, ожеледь;
- гідрологічна небезпечні явища, такі, як повені, паводки, підвищення рівня ґрунтових вод та ін.;
- природні пожежі лісових та хлібних масивів;
- масові інфекції та хвороби людей, тварин і рослин.



Виходячи з визначення стихійного лиха як природного явища, що безпосередньо впливає на стан навколишнього середовища і добробут населення та є екстремальним екологічним фактором, територія України характеризується дуже складними умовами, що визначає полігенетичний характер стихійних лих та певні просторові закономірності їх прояву в різних географічних зонах і районах.

Особливості географічного положення України, атмосферні процеси, наявність гірських масивів, підвищень, близькість теплих морів зумовлює різноманітність кліматичних умов: від надлишкового зволоження в західному Поліссі до посушливого в Південній Степовій зоні. Виняткові кліматичні умови на Південному березі Криму, в горах Українських Карпат та Криму. У результаті взаємодії всіх цих факторів виникають небезпечні стихійні явища. В окремих випадках вони носять катастрофічний характер для навколишнього природного середовища та населення.

Стихійні явища, як правило, виникають у комплексі, що значно посилює їх негативний вплив. Небезпечні природні явища, в основному, визначаються проявом трьох головних груп факторів – ендегенних, екзогенних та гідрометеорологічних процесів.

Стихійні лиха, що мають місце на території України, можна поділити на прості, що включають один елемент, наприклад, сильний вітер, зсув або землетрус, та складні, що включають декілька одночасно діючих процесів однієї групи або кількох груп, наприклад, негативних атмосферних та геодинамічних екзогенних процесів, ендегенних, екзогенних та гідрометеорологічних процесів у поєднанні з техногенними.

Аварії природного характеру класифікуються за такими основними ознаками:

- за масштабами наслідків відповідно до територіального поширення;
- за розмірами заподіяних (очікуваних) економічних збитків та людських втрат;
- за кваліфікаційними ознаками надзвичайних ситуацій.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

1. Проаналізовано роль світла в архітектурному дизайні. Розкрито основні принципи світлового дизайну. Проведено аналіз існуючої системи підсвічування державного прапора України в м. Дніпро

2. В якості нормованого світлотехнічного параметру вибрано середню яскравість поверхні полотнища прапора, рівень якої повинен становити  $5 \text{ кд/м}^2$ , при цьому нерівномірність розподілу освітленості не повинна перевищувати 5:1.

3. В якості систем освітлення вибрано системи заливаючого та локалізованого освітлення.

4. Для системи заливаючого освітлення використано напівпровідникові світлові прилади прожекторного типу ДО38В, а для локалізованого – прожектори ДО73.

5. Для системи підсвічування державного прапора розглянуто три варіанти розміщення світлових приладів, а саме на флагштоку на висоті 33 м (варіант 1) та 51 (варіант 2) м та на 4 опорах висотою 4 м (варіант 3).

6. На підставі моделювання та світлотехнічного розрахунку встановлено, що лише розташування світлових приладів ДО38В-360-01 за варіантом 3 дозволяє забезпечити нормативні світлотехнічні вимоги як за середньою яскравістю, так і за нерівномірністю розподілу освітленості. При використанні такої системи освітлення середня яскравість смуги стягу становить  $5,23 \text{ кд/м}^2$ , а коефіцієнт нерівномірності – 4,72.

7. Живлення прожекторів системи підсвічування прапора передбачено по кабелях типу АВБбШп, що прокладені під землею від трансформаторної підстанції ТП21.

8. Для запропонованої системи освітлення виконано розрахунок її електричної мережі, на основі результатів якого вибрано кабель АВБбШв – 3х25.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Features of Light Sources in Intelligent Lighting Control Systems / Vadym Koval, Serhii Martsenko, Myroslav Zin // CITI–2023 (The 1st International Workshop on Computer Information Technologies in Industry 4.0), June 14–16, 2023, Ternopil, Ukraine. – CEUR Workshop Proceedings.– Vol-3468, 2023.– P.241–249

2. V.A. Andriichuk, M.S. Nakonechnyi, Ya.O. Filiuk Kinetics of narrow-spectrum LED glow under pulsed power. Semiconductor physics, quantum electronics and optoelectronics,2023, 26 (2), P. 230-235. DOI: <https://doi.org/10.15407/spqeo26.02.230>

3. I. Beliakov, V Piscio, P Maruschak, O Shovkun, V Medvid, M Markovych Operation of Electronic Devices for Controlling Led Light Sources When the Environment Temperature Changes //Applied System Innovation 6 (3) -2023 p. - MDPI. – P. 57-63.

4. Iryna Belyakova, Volodymyr Medvid, Vadim Piscio, Roman Mykhailyshyn, Volodymyr Savkiv, Mariya Markovych// Systems Ignition Device for High-Pressure Gas Discharge Lamps Based on Voltage Piezoelectric Transformer// EEE 3rd Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering (UKRCON). -2021 p. - Lviv, Ukraine. – P. 459-464.

5. Дослідження кінетики свічення світлодіодних джерел світла / Володимир Андрійчук, Мирослав Наконечний, Ярослав Філюк, Любов Костик, Ярослав Осадца // Вісник Хмельницького національного університету, 2023 (325). - Том 1. - №5. – С.9-15. ISSN

6. Електропривід рухомої опромінювальної установки / Андрійчук Володимир, Наконечний, Мирослав, Філюк, Ярослав, Костик Любов, Козак Іван //Вісник Хмельницького національного університету: 2023. — №6. —С. 44-48. ISSN 2307-5732.

7. Жаган В. Люмінація об'єктів / пер. з пол. – Львів: ЕКОінформ, 2006. – 242 с

8. Лісна О.І. Декоративно-художнє освітлення архітектурного середовища / О. І. Лісна. - Харків: ХНАМГ, 2010. - 275 с.

9. Андрійчук, В., Костик, Л., Філюк, Я., Наконечний, М. 2024. Дослідження перехідних процесів в електричному колі з світлодіодами. Технічна електродинаміка. 2 (Квіт 2024), 087. DOI:<https://doi.org/10.15407/techned2024.02.087>

10. Beliakova, V. Piscio, P.; Maruschak, O. Shovkun, V. Medvid, R. Mykhailyshyn, Research Control Devices for LED Light Sources under Their Operating Conditions at Elevated Temperatures // Applied Sciences 13 (12), -2023 p. - Applied Sciences. – P 7247-7253

11. Салтиков В.О. Освітлення міст: Навчальний посібник. – Харків: ХНАМГ, 2009. – 221 с.

12. Фото дня: у "Топільче" встановили 50-ти метровий флагшток за 4,8 млн гривень URL: <https://te.20minut.ua/Podii/u-topilche-vstanovli-50-ti-metroviy-flagshtok-za-48-mln-griven-foto-11374680.html> (дата звернення: 01.05.2024).

13. Тернопіль місто URL: <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> (дата звернення: 01.05.2024).

14. ДБН В.2.5 – 28 – 2018. Природне і штучне світлення.– К.: Мінрегіон України, 2018.– 137 с.

15. Лісна О.І. Декоративно-художнє освітлення архітектурного середовища: навч. посібник/ О. І. Лісна; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Х.: ХНАМГ, 2010. – 275 с.

16. Курс лекцій з дисципліни “Світлотехнічні установки та системи” для студентів спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка / Уклад.: Я.М. Осадца. – Тернопіль: ТНТУ 2020 – 146 с.

17. ПРОЖЕКТОРИ URL: <https://vatra.ua/ukr/products/floodlights> (дата звернення: 01.06.2024).

18. ПУЕ URL: <https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/pue.pdf> (дата звернення: 01.06.2024).

19. Правила улаштування електроустановок. – К.: Мінрегіонвугілля України, 2017. – 617 с.

20. Прапор України. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%B0%D0%BF%D0%BE%D1%80\\_%D0%A3%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%97%D0%BD%D0%B8](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%B0%D0%BF%D0%BE%D1%80_%D0%A3%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%97%D0%BD%D0%B8) (дата звернення: 05.06.2024).

21. Методичні вказівки до виконання лабораторних та практичних робіт з курсу «Будівельна фізика» (розділ «Архітектурно-будівельна світлотехніка») для студентів напряму підготовки 6.060102 «Архітектура» денної форми навчання / Є.В. Пугачов, С.В. Мельник, В.А. Зданевич. – Рівне: НУВГП, 2014. – 27 с.

22. The IESNA LIGHTING HANDBOOK, Ninth Edition. Copyright © 2000 by the Illuminating Engineering Society of North America.

23. Назаренко Л.А. Світлотехнічні розрахунки: навч. посібник / Л.А. Назаренко, Т.В. Мажаровська, В.С. Чернець; Харків. Нац. ун-т міськ. Госп-ва ім. О.М. Бекетова. – Харків: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2017. – 142 с.

24. Ляшенко О. М. Світлотехнічні установки та системи: конспект лекцій (для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної і заочної форм навчання за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка) / О. М. Ляшенко, Ю. О. Васильєва ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. – 90 с.

25. Методичні вказівки для написання розділу «Безпека життєдіяльності, основи охорони праці» в кваліфікаційних роботах здобувачів освітнього рівня „бакалавр”. Для студентів всіх форм навчання рівень вищої освіти перший ( бакалаврський ) / укл. : О. Я. Гурик , І. Б. Окіпний. – Тернопіль : ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. - 20 с.

26. В. Ц. Жидецький, В. С. Джигирей, О. В. Мельников. Основи охорони праці. — Вид. 2-е, стереотипне. — Львів: Афіша, 2000. — 348 с.