

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії

(назва факультету)

Кафедра електричної інженерії

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(освітній ступінь (освітньо-кваліфікаційний рівень))

на тему: Модернізація системи освітлення Майдану Волі у м. Тернопіль

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи ЕТ-41
спеціальності 141

Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(шифр і назва спеціальності)

_____ Кардаш А.А.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник _____ Осадца Я.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль _____ Коваль В.П.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри _____ Коваль В.П.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент _____ Медвідь В.Р.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Тернопіль 2025

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)

«27» січня 2025 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 Кардашу Андрію Анатолійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Модернізація системи освітлення Майдану Волі у м. Тернопіль

Керівник роботи Осадца Ярослав Михайлович, к.т.н., доц.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «24» січня 2025 року № 4/7-52

2. Термін подання студентом завершеної роботи 20.06.2025 р.

3. Вихідні дані до роботи Відомості про системи зовнішнього освітлення м. Тернополя, Державні будівельні норми, Характеристики світлових приладів

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

ВСТУП

АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ

БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

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

Титульний аркуш презентації – 1 арк.; Мета та завдання роботи – 1 арк.; Характеристики об'єкта проектування – 1 арк.; Існуюча система освітлення – 2 арк.; Світлові прилади у модернізованій системі освітлення – 1 арк.; Розрахунок системи освітлення проїзної частини I – 1 арк.; Розрахунок системи освітлення проїзної частини II – 1 арк.; Розрахунок системи освітлення проїзної частини III – 1 арк.; Розрахунок системи освітлення пішохідних зон, зон паркування центральної частини IV та пішохідних переходів – 3 арк.; Розрахунок встановленої потужності систем освітлення та оцінка заходів з модернізації – 1 арк.; Загальні висновки до кваліфікаційної роботи – 1 арк.

6. Консультанти розділів роботи

[illegible]

7. Дата видачі завдання 27 січня 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

[illegible]

Студент

(підпис)

Кардаш Андрій Анатолійович

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Осадца Ярослав Михайлович

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра. Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії. Кафедра електричної інженерії, група ЕТ – 41. - Т.: ТНТУ, 2025.

Стор. 57; рис. 26; табл. 14; креслень (сторінок презентації) – 14; використаних джерел – 16, сторінок додатків – 0.

Кваліфікаційна робота бакалавра виконана на підставі завдання на тему: «Модернізація системи освітлення Майдану Волі у м. Тернопіль».

Метою роботи є розробка та обґрунтування технічних рішень щодо модернізації систем освітлення проїзних частин, пішохідних зон та зон паркування Майдану Волі, розташованого в центральній частині міста Тернопіль.

На підставі результатів, отриманих шляхом моделювання та світлотехнічного розрахунку запропоновано шляхи модернізації систем освітлення проїзних частин, зон паркування, пішохідних зон та переходів, розташованих в межах локації Майдану Волі у м. Тернопіль.

Ключові слова:

СВІТИЛЬНИК, ОСВІТЛЕНІСТЬ, ЯСКРАВІСТЬ, СВІТЛОВИЙ ПОТІК, ВСТАНОВЛЕНА ПОТУЖНІСТЬ.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ	8
1.1 Аналіз систем зовнішнього освітлення та нормативних вимог до них	8
1.2 Вимоги до електричної частини систем зовнішнього освітлення	13
1.3 Висновки до розділу	16
2 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	18
2.1 Відомості про об'єкт проектування	18
2.2 Обстеження існуючих систем освітлення Майдану та заходи щодо їх модернізації	20
2.3 Вибір нормованих світлотехнічних параметрів систем вуличного освітлення Майдану	25
2.4 Вибір світлових приладів	27
2.5 Електротехнічний розрахунок ділянок електричної освітлювальної мережі	29
2.6 Висновки до розділу	32
3 РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ	33
3.1 Світлотехнічний розрахунок систем освітлення проїзних частин	33
3.2 Моделювання та світлотехнічний розрахунок системи освітлення центральної частини Майдану	40
3.3 Розрахунок встановленої потужності модернізованої системи освітлення та оцінка заходів з модернізації	43
3.4 Висновки до розділу	46
4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	47
4.1 Надання першої долікарської допомоги при переломах	47
4.2 Аналіз впливу освітлення на людський організм	48

4.3 Заходи безпеки в процесах експлуатації електричного устаткування	50
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ	54
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	56

ВСТУП

Зовнішнє освітлення в містах відіграє ключову роль, поєднуючи в собі естетичні, екологічні та економічні функції. Правильно спроектоване зовнішнє освітлення не тільки здатне підвищувати безпеку транспортних засобів та пішоходів на міських вулицях, але й приваблює туристів, слугуючи при фактором зниження рівня вуличної злочинності.

До систем зовнішнього, як і будь-якого іншого освітлення висуваються ряд вимог, котрі пов'язані із:

- забезпеченням на робочих поверхнях необхідного рівня світлотехнічних параметрів;
- енергоефективністю;
- екологічністю.

Тому в даний час відбувається великомасштабний перехід від світильників із розрядними джерелами світла на напівпровідникові за рахунок, в тому, числі модернізації існуючих систем освітлення.

Актуальність модернізації систем зовнішнього освітлення можна обґрунтувати такими аспектами:

- підвищення енергоефективності систем освітлення за рахунок переходу на джерела світла чи світильники із вищою світловою віддачею, оптимальному розміщенні світлових приладів, впровадження систем керування роботою систем освітлення;
- зниження експлуатаційних витрат через більший термін служби напівпровідникових джерел світла, зменшення енергоспоживання;
- досить невеликий термін окупності внаслідок суттєвого зниження енергоспоживання та зростання вартості електричної енергії;
- забезпечення виконання сучасних нормованих світлотехнічних вимог, оскільки існуючі системи освітлення на основі світильників із газорозрядними лампами спроектовані у відповідності із нормативними документами, які могли втратити чинність.

В даний час модернізація систем освітлення відбувається і у м. Тернопіль. Проте, ще використовується значна частка (близько 42 %) світильників із газорозрядними лампами [1] в різних частинах міста. Тому метою даної роботи є розробка та обґрунтування технічних рішень щодо модернізації систем освітлення проїзних частин, пішохідних зон та зон паркування Майдану Волі, розташованого в центральній частині міста.

Завдання, котрі ставляться у роботі полягають у:

- огляді існуючих систем освітлення;
- визначенні нормативних світлотехнічних вимог та виборі нормативних параметрів;
- обґрунтованому виборі напівпровідникових світлових приладів;
- світлотехнічному розрахунку, моделюванні, та візуалізації запропонованих освітлювальних систем;
- розрахунку та співставленні чисельних значень встановленої потужності існуючих та запропонованих систем освітлення.

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Аналіз систем зовнішнього освітлення та нормативних вимог до них

За призначенням системи зовнішнього освітлення населених пунктів можна умовно поділити на системи вуличного, парково-ландшафтного, архітектурного та рекламного освітлення.

Розглянемо більш детально системи вуличного та паркового освітлення, оскільки в роботі розглядатиметься модернізація саме для цих систем.

Ефективність систем вуличного освітлення напряму залежить від типу та класу дороги, а також інтенсивності руху на ній. Зважаючи на це, більшість європейських країн зосереджуються на підвищенні рівня яскравості дорожніх покриттів як ключовому напрямку технічної політики в цій сфері.

Ключовою характеристикою в системах вуличного освітлення є висота розміщення світлових приладів, що, у свою чергу, визначає висоту опор. Тому, за цією ознакою виділяють такі типи освітлювальних систем для вулиць і доріг [2]:

звичайна – світильники встановлюються на опорах висотою від 8 до 12 м або на поперечних тросових підвісках;

проміжна – використовуються опори висотою близько 20 метрів.

високощоголова – на опорі висотою 30 м і вище можуть встановлюватись декілька світлових приладів;

поздовжньо-підвісна – монтаж світильників виконується шляхом підвісу на трос, прокладеного вздовж дороги над центральною частиною вулиці або розділювальної смуги;

парапетна – світильники монтуються в дорожніх огорожах або пішохідних зонах на висоті приблизно одного метра на дорожнім покриттям.

настінна – світильники розміщуються на стінах або дахах будівель, що формують вулицю чи площу.

В Україні стандарти щодо зовнішнього освітлення визначені в ДБН В.2.5 – 28 – 2018 "Природне і штучне освітлення" [3]. Головною регламентованою характеристикою в цих нормах, які є схожими на європейські, являється середня яскравість дорожнього покриття. Її значення залежать від максимальної інтенсивності руху транспорту, в залежності від якої визначається категорія об'єкта освітлення. Так, для вулиць категорії А (магістральні вулиці та дороги загальноміського значення з інтенсивністю руху від менше 500 до більше 5000 фізичних одиниць на годину) нормоване значення середньої яскравості становить від 0,6 до 2,0 кд/м² в залежності від підкатегорії. Для категорії Б (магістральні вулиці районного значення при інтенсивності руху транспорту відповідно від менше 500 до понад 2000 фізичних одиниць на годину) середня яскравість, залежно від підкатегорії повинна бути не меншою, ніж від 0,4 до 1,0 кд/м². Для вулиць категорії В – 0,3 та 0,4 кд/м² при найбільшій інтенсивності до та понад 500 фізичних одиниць на годину відповідно.

Окрім цього, при проектуванні вуличного освітлення, відповідно до вимог, наведених в [3], необхідно також звертати увагу і на рівномірність розподілу яскравості, котра характеризується відношенням мінімального значення до середнього, а також мінімального до максимального. Чисельні значення цих коефіцієнтів не повинні бути нижчими 0,4/0,6 при нормованій середній яскравості понад 0,6 кд/м² та 0,3/0,4 – при нижчих рівнях середньої нормованої яскравості.

Висоту монтажу світлових приладів, їх нахил необхідно вибирати із врахуванням якісних показників – показника засліплення та показника приросту яскравості, котрі не повинні перевищувати відповідно 150 та 15 %.

Для забезпечення комфортного та безпечного перебування відвідувачів у парках та скверах необхідною є складна система освітлення, котра повинна вирішувати кілька ключових завдань, котрі полягають у:

доступності – можливість відвідувати парки та сквери у будь-який час доби будь-якого періоду року.

орієнтації – спрощення орієнтування на великих територіях;

безпеці – зниження рівня злочинності в темний час доби;
емоціональному задоволенні завдяки створенні приємної атмосфери для відпочинку та розслабленості;
привабливості.

Для створення бажаних світлових ефектів у парках та скверах використовують три основні види освітлення: загальне, заливаюче та спрямоване. Додатково застосовуються прийоми ілюмінаційного та ландшафтного освітлення.

Для освітлення парків та скверів застосовуються наступні системи освітлення [4]:

- Загальна, призначена для створення візуальних умов орієнтації. В такій системі освітлення (рис. 1.1 а) світлові прилади з високим світловим потоком зазвичай застосовуються для позначення ключових об'єктів та зон навколо них.

- Система заливаючого освітлення (рис. 1.1 б) використовується на відкритих просторах для створення однорідного світлового середовища. Це забезпечує однаковий комфорт для відвідувачів незалежно від їхнього місця перебування. Найчастіше таку систему реалізують на основі використання світильників, встановлених на опорах висотою від 3 метрів.

- Система спрямованого освітлення підкреслює естетично цінні об'єкти, такі як скульптури, клумби або декоративні елементи. Зазвичай їх підсвічують знизу садово-парковими світильниками з невеликої відстані (рис. 1.1 в), розташовуючи прилади безпосередньо в ґрунті або на спеціально підготовленій основі (бетонній чи дерев'яній).

Окрім вищенаведених застосовуються ще й додаткові прийоми освітлення:

- Ілюмінаційне освітлення, яке є різновидом декоративного освітлення. В таких системах застосовуються гірлянди та/або світлові шнури з кольоровими, малопотужними джерелами світла.

- Ландшафтне освітлення – це один із методів декоративного та функціонального підсвічування елементів ландшафту, зелених насаджень та

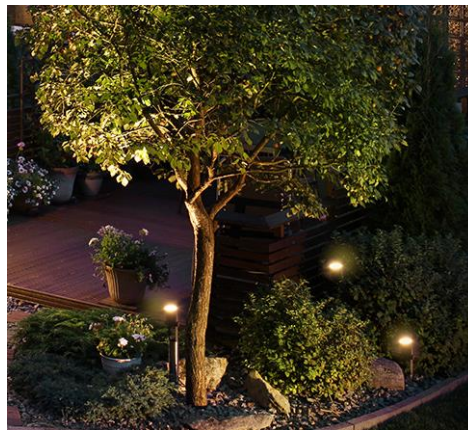
об'єктів благоустрою. Такий тип освітлення реалізується за допомогою декоративних опор зі світильниками, а також світлових приладів, вбудованих у ґрунт.



а)



б)



в)

Рисунок 1.1 – Зображення застосування базових типів систем освітлення парків та скверів

Пішохідні зони, такі як алеї у скверах та парках, класифікуються згідно з таблицею 8.30 [3]. Для освітлення цих просторів основними нормованими параметрами є середня горизонтальна освітленість та показник її рівномірності, що розраховується як відношення середньої освітленості до максимальної. Нормовані показники середньої освітленості становлять від 1 лк (для бокових алей, допоміжних входів скверів та парків – клас об'єкта П6) до 20 лк (майдани перед головними входами – клас об'єкта П1). Показник рівномірності розподілу освітленості по розрахунковій поверхні не повинен бути нижчим, від ніж $1/10$ – для об'єкта П6 до $1/3$ – для об'єкта П1.

Алеї парків та скверів віднесені до об'єктів класів ПЗ, П5 та П6, а їх середня освітленість повинна становити відповідно не нижче, ніж 2 та 1 лк з показниками рівномірності 1:5, 1:10 та 1:10.

Для досягнення нормованих значень показника рівномірності в системах рівномірного заливаючого освітлення застосовуються світильники з м'яким холодним світлом, які розташовуються на висоті не меншій, ніж 3,0 м. У таких системах освітлення можуть використовуватися як вуличні світильники (рис. 1.2 а), так і світильники ліхтарного типу (рис. 1.2 б).



Рисунок 1.2 – Світлові прилади для систем рівномірного заливаючого освітлення

Для вуличних світильників зазвичай притаманною є широка крива сили світла, а їх оптична вісь нахилена під гострим кутом до горизонтальної площини.

Світильники ліхтарного типу переважно мають косинусну криву сили світла, а їх оптична вісь перпендикулярна до горизонтальної площини.

Світлові прилади розміщуються відносно паркових алеї за такими схемами (рис. 1.3): одностороння (а), двостороння шахова (б), двостороння симетрична (в), симетрична (г), підвісна (д).

При проектуванні систем освітлення парків, скверів, а також проїзних частин та пішохідних зон необхідно дотримуватись деяких принципів, котрі полягають у наступному:

- світло має бути м'яким, без ефекту засліплення, як для відвідувачів, так і для мешканців прилеглих будинків;

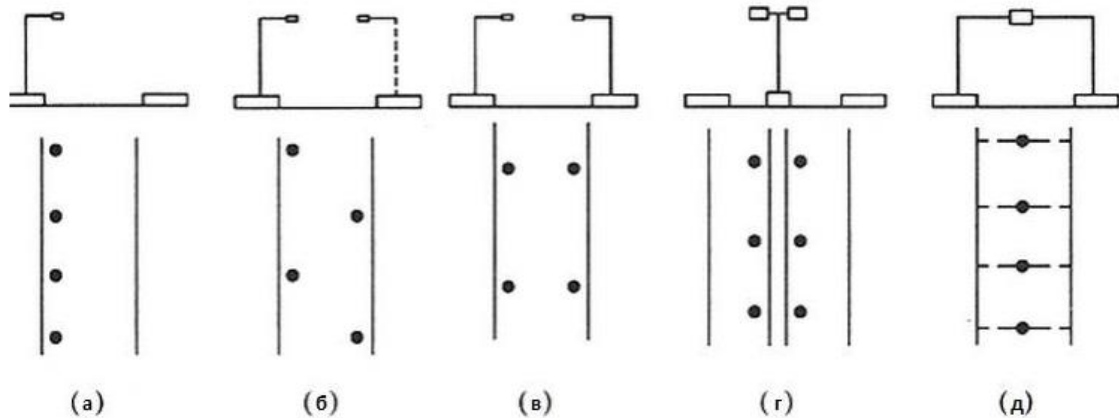


Рисунок 1.3 – Типове розміщення світильників загального заливаючого освітлення

- освітлення має забезпечувати чітку видимість доріг, пішохідних зон, доріжок та алей, дозволяючи розрізняти перешкоди, виявляти потенційно небезпечні об'єкти та бачити інших пішоходів;
- світильники повинні забезпечувати необхідний світловий потік при мінімальному споживанні енергії.
- відстань між світильниками або їх опорами має гарантувати рівномірне та якісне освітлення;
- світильники зазвичай встановлюються на окремих опорах, які можуть бути як традиційними, так і оригінальними;
- для зовнішнього освітлення необхідно обирати світильники з високим ступенем захисту, щоб забезпечити їх довготривалу експлуатацію;
- дизайн елементів системи освітлення (світильників, опор та несучих конструкцій) має відповідати місцю їх встановлення та гармонійно вписуватися в загальний вигляд освітлювального об'єкта.

1.2 Вимоги до електричної частини систем зовнішнього освітлення

Згідно із вимогами та рекомендаціями, наведеними у Правилах улаштування електроустановок [5], зазвичай живлення світлових приладів

загального зовнішнього освітлення рекомендується здійснювати змінною або постійною напругою номіналом до 220 В. Напругу номіналом 380 В допускається застосовувати, якщо світловий прилад має вбудовану незалежну пуско-регулювальну апаратуру.

У системах архітектурного підсвічування фасадів будівель, скульптур та пам'ятників чи освітлення зелених насаджень, при монтажі світлових приладів на висоті нижче, ніж 2,5 м над землею або поверхнею обслуговуючої площадки, допускається застосування напруги номіналом до 380 В. Однак, у такому випадку, прилади повинні мати ступінь пиловологозахисту не нижче, ніж IP54.

Чисельні значення відхилень та коливань напруги на світлових приладах мають бути в межах 95% - 105% від номінального значення і не повинні перевищувати відповідні нормовані чисельні значення, наведені у нормативній документації.

Монтаж світлових приладів зовнішнього освітлення, виходячи із умов електробезпеки, допускається виконувати на:

- спеціальні освітлювальні опори;
- опори повітряних ліній при передачі по них напруги до 1 кВ;
- несучих опорах контактної мережі міського електротранспорту з напругою до 0,6 кВ; висота встановлення світлових приладів на такі опори не повинна бути нижчою, ніж 9 м у випадку тролейбусної контактної мережі;
- стінах і перекриттях будівель, а також щоглах, димових трубах, технологічних естакадах;
- огорожувальних конструкціях (парапетах) транспортних естакад та мостів;
- інших конструкціях будівель, якщо матеріалом цих конструкцій є метал або залізобетон.

Окрім цього, допускається підвішувати світлові прилади на тросах, закріплених на стінах будівель або спеціальних опорах (рис. 1.4), а також здійснювати їх монтаж на рівні землі або нижче.

Мінімальна висота установки світлових приладів над поверхнями покриття зон пішого руху (бульвари та пішохідні доріжки становить 3 м).



Рисунок 1.4 – Зображення монтажу світлових приладів шляхом підвісу на горизонтальні троси, закріплені на стіни будівель та спеціальні опори на прикладі системи освітлення вул.. Замкова у м. Тернопіль

При наявності ефективної системи відведення води (дренажної системи) світлові прилади допускається розташовувати в прямках, нижче рівня землі.

Опори, на яких розміщуються світлові прилади, призначені для освітлення пішохідних зон рекомендовано розташовувати поза межами цих зон. Якщо вздовж доріжок присутніми є насадження дерев, світильники допускається розташовувати поза межами досяжності їх крон. При цьому необхідним є використання подовжених кронштейнів.

Живлення систем зовнішнього освітлення можна здійснювати безпосередньо від окремих спеціальних шаф на трансформаторних підстанціях, ввідно-розподільних пристроїв чи розподільних пунктів. Також можливим є живлення від спеціальних трансформаторів, якщо вигоди від цього є економічно та технічно обґрунтованими.

Для мереж зовнішнього освітлення зазвичай використовують систему заземлення TN-C схему якої приведено на рис. 1.5 [6]. Ці мережі можуть бути виконані як кабельними, так і повітряними лініями, із застосуванням самонесучих ізолюваних проводів (типу СПП).

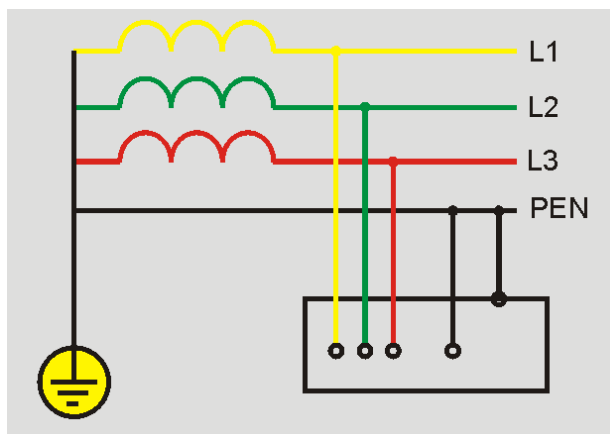


Рисунок 1.5 – Схема системи заземлення TN-C

За надійністю електропостачання системи освітлення паркових зон відносяться до третьої категорії.

В установках зовнішнього освітлення, в яких використовуються світлові прилади із газорозрядними джерелами світла, при коефіцієнті активної потужності нижче, ніж 0,85, необхідно передбачати індивідуальну компенсацію реактивної потужності.

Кабелі повинні вводитися в опори тільки через цоколі, які повинні мати достатні розміри для розміщення кабельних розгалужень та захисних апаратів. Опори також повинні бути обладнані дверцятами із замком.

Для групових ліній зовнішнього освітлення, де кількість світильників на одну фазу перевищує 20, необхідно передбачити встановлення захисного апарату на кожному відгалуженні до світлового приладу.

При розрахунку електричних освітлювальних мереж коефіцієнт попиту приймається рівним 1,0.

1.3 Висновки до розділу

1. Проаналізовано основні прийоми та вимоги до систем зовнішнього освітлення. Встановлено, що основним регламентованим показником є для зон руху транспорту є середня яскравість дорожнього покриття, а для пішохідних

зон – середня освітленість.

2. Визначено основні вимоги до електричної частини систем зовнішнього освітлення.

3. Метою даної роботи є розроблення технічних рішень щодо модернізації систем освітлення Майдану Волі у м. Тернопіль. Для досягнення цієї мети в роботі є необхідним виконання наступного: обстеження систем освітлення зон об'єкта щодо використання світлових приладів на основі різних джерел світла; вибір світлових приладів, а також нормованих значень світлотехнічних параметрів; моделювання та світлотехнічний розрахунок запропонованих систем освітлення Майдану; оцінка заходів з модернізації.

2 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

2.1 Відомості про об'єкт проектування

Майдан Волі (далі Майдан) – майдан, розташований у центральній частині міста Тернопіль. Є одним із найдавніших майданів обласного центру Тернопільської області [6].

Майдан має близьку до прямокутної форму (рис. 2.1). Із заходу до Майдану примикає вулиця Замкова. Вулиці Листопадова, Патріарха Йосифа Сліпого, а також Гетьмана Сагайдачного примикають до східної сторони Майдану [6,7].

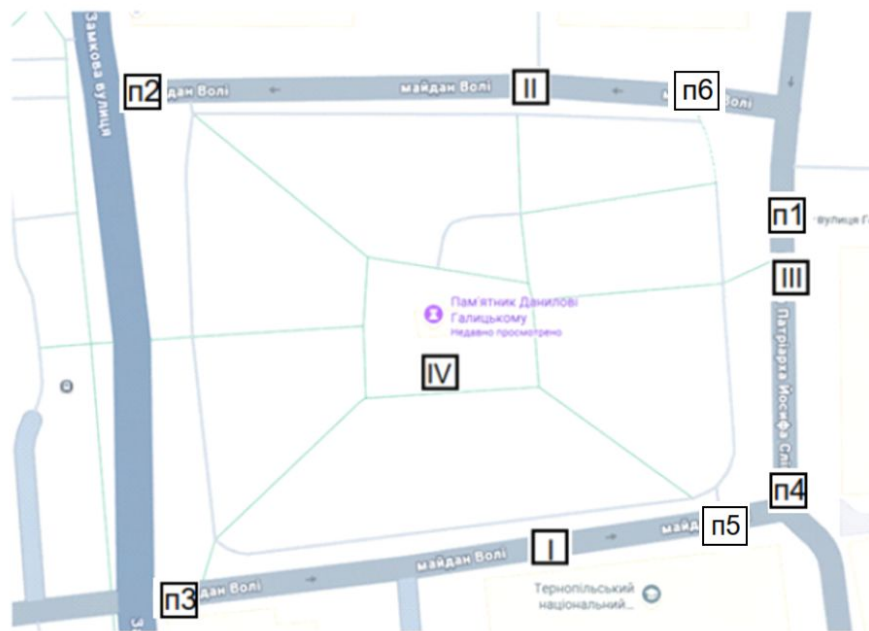


Рисунок 2.1 – Положення Майдану Волі на мапі Тернополя

За адресою Майдану знаходяться:

- будівлі з житловими, адміністративними та комерційними приміщеннями;
- адміністративний корпус Тернопільського національного медичного університету імені Івана Горбачевського.

Для подальшого проектування територію Майдану розділимо на наступні

частини (рис. 2.1):

- смуга руху I (рис. 2.2) з проїзною частиною I.1 з одностороннім рухом автомобільного транспорту (кількість рядів – 2), зоною паркування автомобілів I.2 та тротуарами I.3 і I.4;



Рисунок 2.2 – Зображення смуги руху I

- смуга руху II (рис. 2.3) з проїзною частиною II.1 з одностороннім рухом автомобільного транспорту (кількість рядів – 3, два крайніх ряди можуть використовуватись для паркування) та тротуарами II.2 та II.3;



Рисунок 2.3 – Зображення смуги руху II

- частина вулиці Патріарха Йосифа Сліпого I (рис. 2.4) (від перехрестя зі смугою руху I до початку вулиці Листопадова – пішохідний перехід від вулиці Гетьмана Сагайдачного) з проїзною частиною III.1 з двостороннім рухом

автомобільного транспорту (кількість в одному напрямку – 1), зонами паркування III.1 та III.2 та тротуаром III.4.



Рисунок 2.4 – Зображення смуги руху III

- центральна частина Майдану IV (рис. 2.5) із зоною IV.1 навколо Пам'ятника Данилові Галицькому, пішохідними доріжками IV.2 – IV.8 та зонами паркування атомобілів IV.9 й IV.10.

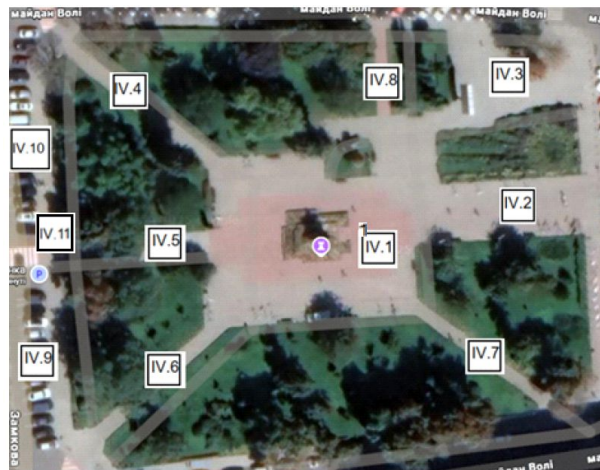


Рисунок 2.5 – План центральної частини Майдану

Розміщення пішохідних переходів п1 – п4 через проїзні частини Майдану показано на рис. 2.1. В табл. 2.1 приведено чисельні значення геометричних розмірів частин смуг руху Майдану.

2.2 Обстеження існуючих систем освітлення Майдану та заходи щодо їх модернізації

В системах освітлення Майдану використовуються вуличні та паркові

вінцеві світильники з газорозрядними лампами, розміщені на опорах з кронштейном та на вертикальних трубчастих паркових опорах. Розглянемо ці системи освітлення більш детально.

Таблиця 2.1 – Чисельні значення геометричних розмірів частин смуг руху Майдану

Позначення	Призначення	Розміри		
		Довжина, м	Ширина, м	Площа, м ²
I.1	Проїзна частина	98,0	6,2	607,6
I.2	Зона паркування	98,0	3,1	303,8
I.3	Тротуар	98,0	3,0	294,0
I.4		98,0	4,0	392
II.1	Проїзна частина	100,0	9,3	930,0
II.2	Тротуар	98,0	9,0	882,0
II.3		98,0	3,0	294,0
III.1	Проїзна частина	50,0	10,5	525,0
III.2	Зона паркування	50,0	5,5	275,0
III.3		50,0	5,5	275,0
III.4	Тротуар	50,0	5,0	250,0
III.5	Тротуар	50,0	4,0	250,0
IV.1	Пішохідна зона	47,0	44,0	2068,0
IV.2		28,6	11,7	334,6
IV.3		25,3	19,9	503,5
IV.4		38,7	3,5	135,5
IV.5		30,5	5,5	167,8
IV.6		34,5	3,5	120,8
IV.7		34,0	3,5	119,0
IV.8		17,8	3,0	53,4
IV.9	Зона паркування	37,6	5,0	188,0
IV.10		38,1	5,0	190,5
IV.11	Тротуар	80,5	4,0	322
п1	Пішохідний перехід	22,0	5,0	110,0
п2		9,3	4,1	38,1
п3		16,6	4,5	74,7
п4		9,5	4,0	42,8
п5		9,3	4,0	37,2
п6		9,3	4,0	37,2

В системах освітлення смуг руху I, II та III застосовуються світильники типу ЖКУ, в яких використовуються лампи типу ДНаТ потужністю 150 Вт,

розміщені на кронштейнах (рис. 2.6). Як видно із зображень, на одній опорі встановлено по два світильники.



Рисунок 2.6 – Світильники в системах освітлення смуг руху автомобільного транспорту

Характеристики встановлення систем освітлення приведено у табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Характеристики встановлення світильників в системах освітлення смуг руху I, II та III

висота розміщення світлових приладів, м	12,0
відстань між двома світильниками на одній опорі, м	0,7
відстань від опори до краю проїзної частини, м	0,5
виліт світильників, м	1,5
кут нахилу кронштейна, °	30
кут між кронштейнами на опорі, °	20
кількість опор, шт	12

Розміщення опор показано на рис. 2.7.

Додаткові напівпровідникові світлові прилади встановлені на існуючій опорі систем освітлення проїзних частин для освітлення пішохідних переходів п1 та п4 (рис. 2.8).

Для освітлення елементів центральної частини майдану IV використовуються вінцеві світильники на основі металогалогенних ламп,

розміщених на опорах на висоті 5,0 м (рис. 2.9).

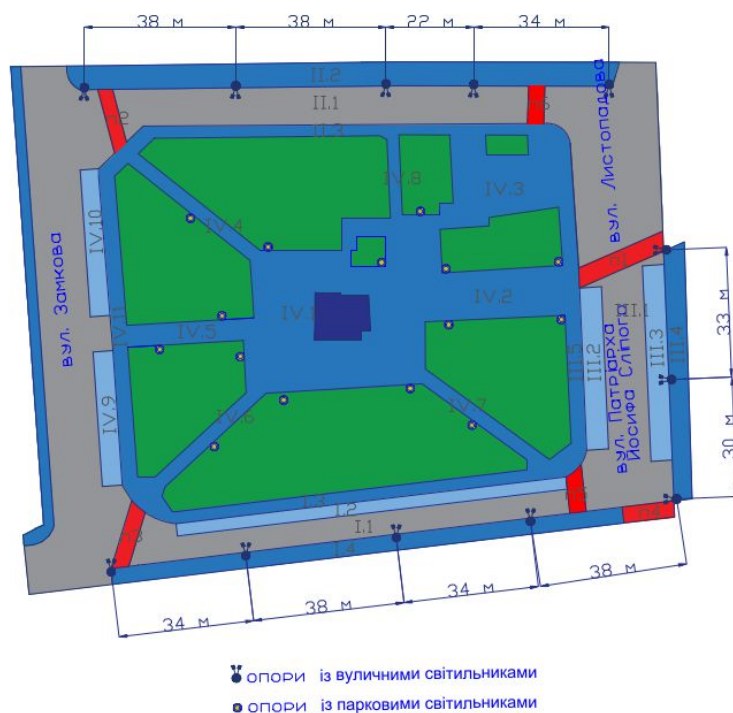
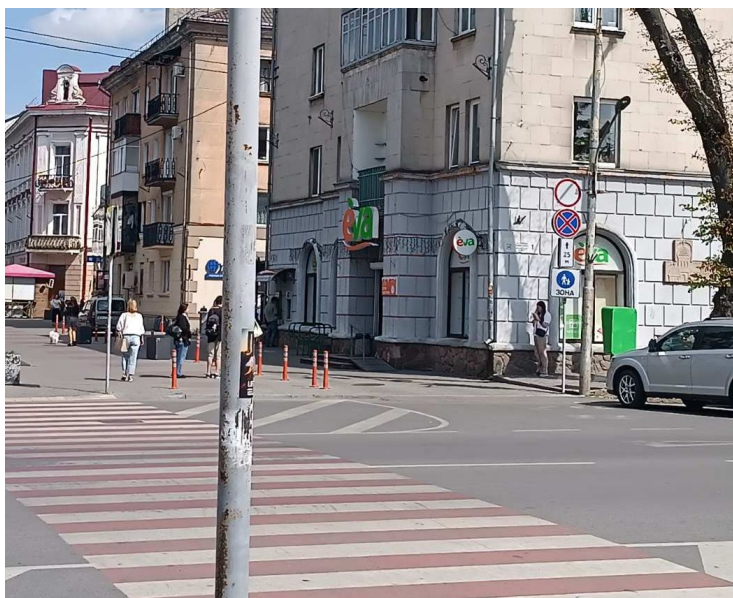


Рисунок 2.7 – Розміщення опор зі світловими приладами в системі освітлення
Майдану Волі



а)



б)

Рисунок 2.8 – Зображення світлових приладів для освітлення пішохідних
переходів п1 (а) та п2 (б)



Рисунок 2.9 – Світильники для освітлення пішохідних доріжок частини IV
Майдану

Потужність однієї лампи у світильнику становить 50 Вт, кількість світильників – 15. Розміщення світлових приладів приведено на рис. 2.7.

В більшості паркових світильників системи освітлення центральної частини Майдану застосовуються заявлені металогенні лампи. Проте в деяких світлових приладах застосовуються світлодіодні лампи із різьбовим цоколем (рис. 2.10). Незважаючи, на перевагу світлодіодів, таке застосування виробів на їх основі потребує врахування наступного:

- можливим є недостатнє відведення відведення тепла від світлодіодної лампи, що може призвести до погіршення характеристик її свічення та зменшення часу її експлуатації, а отже – і до зменшення інтервалу між замінами ламп, тобто до збільшення кількості замін на рік.

- відмінність тіла свічення та розташування світлодіодної та металогалогенної ламп а також , що призводить до спотворення кривої сили світла світлового приладу, а отже – до погіршення характеристик рівномірності розподілу горизонтальної освітленості на поверхнях освітлювальних об'єктів.

Тому основним заходом з модернізації систем освітлення є пряма заміна світлових приладів із розрядними джерелами світла на напівпровідникові світлові прилади (світильники із вмонтованими світлодіодами).



Рисунок 2.10 – Зображення світлових приладів зі світлодіодною лампою для освітлення пішохідних доріжок частини IV Майдану

Напівпровідникові джерела світла, в порівнянні із іншими мають ще такі переваги [9]:

- вища світлова віддача, що дозволяє знизити енергоспоживання, а отже підвищити енергоефективність освітлювальних систем;

- вищий термін служби (за даними, наведеними в [10], провідні виробники світлодіодів заявляють, що термін служби напівпровідникового джерела світла при падінні його світлового потоку до 30 % може становити 100 тис. год), що знижує експлуатаційні витрати на придбання та встановлення нових джерел світла;

- відсутність у своїй будові складових ртуті, що запобігає необхідності застосування додаткових методів утилізації відпрацьованих джерел світла.

Окрім цього шляхом світлотехнічного розрахунку визначимо необхідність встановлення додаткових світлових для освітлення пішохідних переходів п2, п3, п5 та п6 та зон паркування автомобільного транспорту.

2.3 Вибір нормованих світлотехнічних параметрів систем вуличного освітлення Майдану

В аналітичному розділі було встановлено, що основною регламентованою світлотехнічною характеристикою систем освітлення проїзної частини вулиць

та доріг є яскравість та її розподіл по поверхні дорожнього покриття . Для подальшого проектування та розрахунку приймемо, що проїзні частини смуг руху I, II та III відносяться до категорії БЗ. Звідси, відповідно до табл. 8.27 [3] вибираємо нормоване значення середньої яскравості таким, що дорівнює 0,6 кд/м². Крім цього, згідно із п. 8.5.4 [3] на поверхнях проїзних частин необхідно забезпечувати вимоги щодо рівномірності розподілу яскравості, а саме:

відношення мінімальної яскравості до середньої має становити не нижче, ніж 0,3;

відношення мінімальної до максимальної яскравості не має бути нижчим, ніж 0,4.

Відповідно до абз. 3 п. 8.5.8 [3] пороговий коефіцієнт приросту яскравості не має перевищувати 15 %.

Нормовані значення освітленості тротуарів та пішохідних зон визначимо, виходячи із наступного:

- тротуари I.3, II.3 та III.5, а також пішохідні зони IV.1 – IV.8 та IV.11 центральної частини Майдану відносяться до підкласу П4 (табл. 8.30 [3]). По табл. 8.31 [3] визначаємо, що для класу П2 середня освітленість на рівні поверхні тротуару повинна становити не нижче 10 лк, а її відношення до максимальної – не нижче, ніж 1:3;

- - тротуари I.4, II.2 та III.4 відносяться до підкласу П2 (табл. 8.30 [3]). По табл. 8.31 [3] визначаємо, що для класу П4 середня освітленість на рівні поверхні тротуару повинна становити не нижче 4 лк, а її відношення до максимальної – не нижче, ніж 1:5.

По табл. 8.19 [3] для зон паркування із середньою інтенсивністю рух приймаємо значення середньої освітленості 10 лк, а відношення мінімального значення до середнього – не нижче, ніж 0,25.

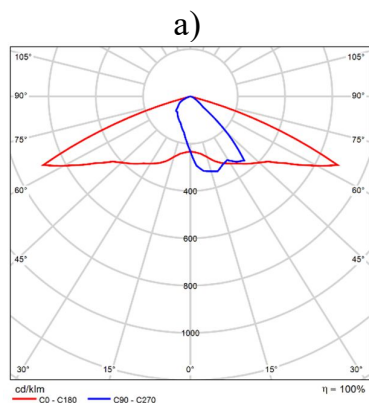
Відповідно до табл. 8.36 [3] середнє значення освітленості для наземних пішохідних переходів, розміщених в комерційних і промислових зонах має становити не нижче 30 лк. При цьому значення мінімальної освітленості – 15 лк.

2.4 Вибір світлових приладів

При виборі світлових приладів для освітлення частин I, II та III звернемо увагу на наступні особливості:

- здатність встановлення необхідного кута низилу, а отже можливість регулювання необхідного напрямку свічення;
- наявність спеціальної кривої сили світла, що дозволяє використовувати світильники для освітлення пішохідних переходів.

Для освітлення цих частин застосуємо світильники типу ДТУ18У (рис. 2.11 [11]), технічні характеристики яких приведено в табл. 2.3.



б)
Рисунок 2.11 – Зображення
(а) та крива сили світла (б)
світильника типу ДТУ18У

Таблиця 2.3 – Технічні характеристики
вуличного світильника ДТУ18У

Напруга живлення, В	220 AC, DC
Потужність, Вт	25 200
cosφ	0,95
Світловий потік, лм	3000 ... 24000
Світлова віддача, лм/Вт	120
Тип кривої сили світла (кут випромінювання °)	Ш (150) Спец.
Корельована колірна температура, К	4000
Клас електрозахисту	I
Ступінь пиловологозахисту	IP66
Маса, кг	8,4 ... 8,6
Температура навколишнього середовища, 120 °С	-40 ... +40

Для освітлення центральної частини Майдану використаємо вінцевий парковий світильник типу Алюра LED (рис. 2.12) [12] із оптичною системою 5121, котра дозволяє забезпечити криву силу світла, показану на рис. 2.12 б. Застосування світлових приладів саме із такою кривою сили світла дозволить забезпечити необхідний рівень рівномірності розподілу освітленості по

поверхнях пішохідних зон. Технічні характеристики світильника приведено в табл. 2.4.

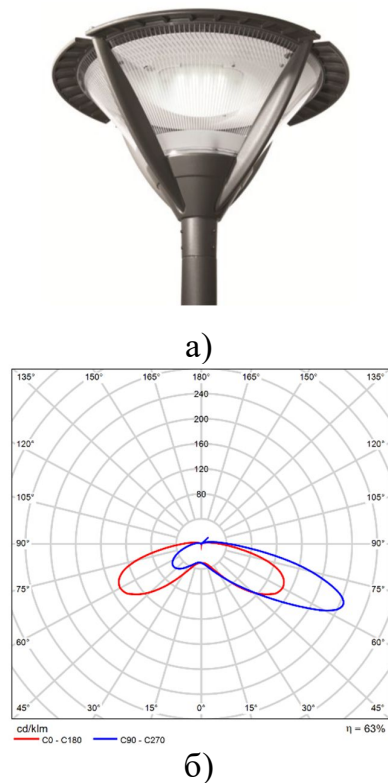


Рисунок 2.12 – Зображення (а) та крива сили світла (б) світильника типу Алюра LED

Таблиця 2.4 – Технічні характеристики паркового світильника Алюра LED

Напруга живлення, В	220
Потужність, Вт	10,8 ... 75
cosφ	0,9
Світловий потік, лм	1015 ... 7377
Світлова віддача, лм/Вт	93 ... 98
Тип кривої сили світла (кут випромінювання °)	III
Корельована колірна температура, К	2700 ... 4000
Клас електрозахисту	I
Ступінь пиловологозахисту	IP65
Маса, кг	
Температура навколишнього середовища, 120 °С	-40 ... +50

Для освітлення зон паркування та пішохідних переходів використаємо світильники типу ДКУ41У [13], зображення якого приведено на рис. 2.13 а. Криві сили світла показано на рис. 2.13 б, а технічні характеристики – приведено у табл. 2.5.

В подальших світлотехнічних розрахунках для забезпечення нормованих значень яскравості перед черговими чистками світлових приладів приймемо в розрахунок значення коефіцієнта експлуатації, котрий є обернено пропорційним до коефіцієнта запасу. Згідно табл. 8.29 [13] значення коефіцієнта запасу виберемо таким, що дорівнює 1,4. Звідси коефіцієнт експлуатації:

$$MF = \frac{1}{1,4} = 0,71.$$

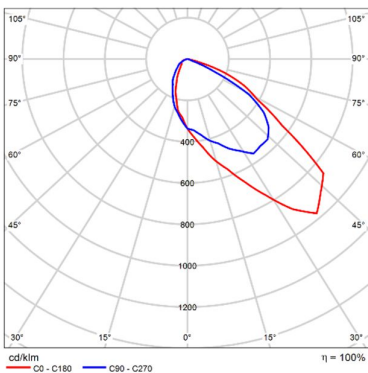
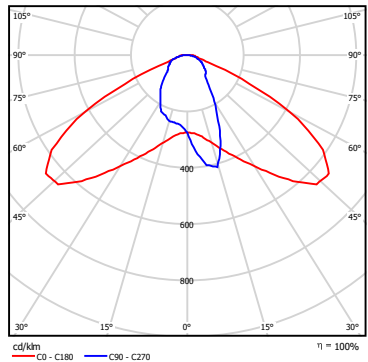


Рисунок 2.13 – Зображення
(а) та криві сили світла (б)
світильника типу ДКУ41У

Таблиця 2.5 – Технічні характеристики
вуличного світильника ДКУ41У

Напруга живлення, В	12, 24, 36, 220 АС, DC
Потужність, Вт	20 ... 170
cosφ	0,95
Світловий потік, лм	2600 ... 22100
Світлова віддача, лм/Вт	130
Тип кривої сили світла (кут випромінювання °)	III (150) спеціальна (освітлення пішохідних переходів)
Корельована колірна температура, К	4000
Клас електрозахисту	I
Ступінь пиловологозахисту	IP67
Маса, кг	4,5 ... 10,6
Температура навколишнього середовища, 120 °С	-40 ... +50

2.5 Електротехнічний розрахунок ділянок електричної освітлювальної мережі

Живлення додатково встановлених світлових приладів для освітлення зон паркування IV.9, IV.10, а також пішохідної зони, IV.11 пеедбачимо кабельними лініями, прокладеними у землі. В якості кабелів використаємо трижильний алюмінієвий броньований кабель типу АВБбШп, котрий

рекомендовано прокладати у землі або у каналах. Живлення світлових приладів передбачимо через ділянку електричної освітлювальної мережі 1 (рис. 2.14) від найближчої існуючої опори паркового світильника.

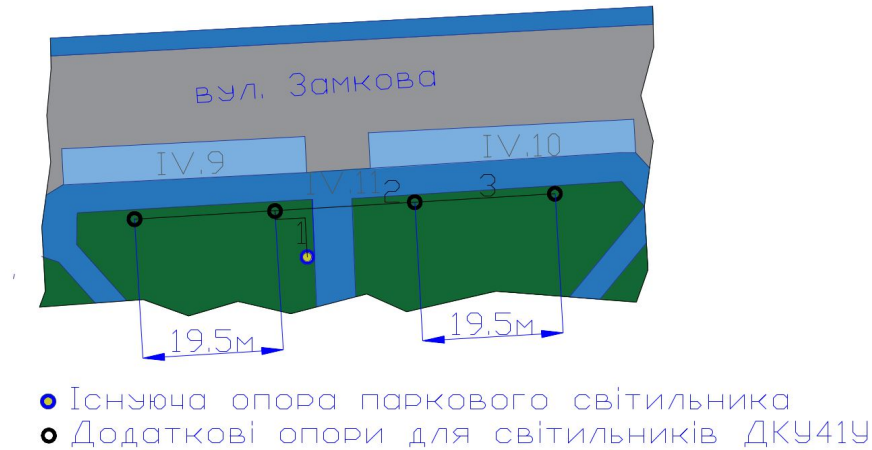


Рисунок 2.14 – Схема розміщення опор додаткових світильників для освітлення зон паркування IV.9, IV.10 та пішохідної зони, IV.11

Попередньо виберемо кабель АВБбШп – 3×2,5. Січення жил 2,5 мм² відповідає вимогам [10], виходячи із умов механічної міцності.

Для даної електричної освітлювальної мережі виконаємо розрахунок по струму навантаження та по втраті напруги.

Розрахунок робочого струму навантаження однофазної електричної освітлювальної мережі виконаємо за формулою [5, 9]:

$$I_p = \frac{P_p \cdot 10^3}{U_\phi \cdot \cos \varphi}, \quad (2.1)$$

де P_p – сумарна встановлена потужність світильників, кВт. Для даного випадку маємо 4 світильники потужністю по 50 Вт кожен. Таким чином $P_p = 0,200$ кВт.

$U_\phi = 220$ В, – номінальна фазова напруга;

$\cos \varphi = 0,95$.

Після підстановки значень у формулу (2.1), отримаємо:

$$I_p = \frac{0,200 \cdot 10^3}{220 \cdot 0,95} = 0,96 \text{ А},$$

що є допустимо для кабелів із алюмінієвими жилами такого перерізу.

Падіння напруги на окремих ділянках електричної освітлювальної мережі визначимо за формулою:

$$\Delta U = \frac{M}{c \cdot S}, \quad (2.2)$$

де M – момент електричного навантаження;

c – коефіцієнт, який для однофазної електричної освітлювальної мережі з номінальною напругою 220 В та алюмінієвими жилами кабелів дорівнює 7,4;

S – площа поперечного січення жил кабелів.

Для ділянки 1 (рис. 2.14) маємо: $P_p = 0,200$ кВт; $l = 10$ м. Електричний момент навантаження:

$$M_1 = 0,200 \cdot 10,0 = 2 \text{ кВт} \cdot \text{м}.$$

Підставивши значення для M_1 , c та S у формулу (2.2), отримаємо:

$$\Delta U_1 = \frac{2,00}{7,4 \cdot 2,5} = 0,11 \text{ \%}.$$

Для ділянки 2 $P_p = 0,100$ кВт; $l = 19,5$ м.

$$M_2 = 0,100 \cdot 19,5 = 1,95 \text{ кВт} \cdot \text{м}.$$

$$\Delta U_2 = \frac{1,95}{7,4 \cdot 2,5} = 0,11 \text{ \%}.$$

Для ділянки 3 $P_p = 0,050$ кВт; $l = 19,5$ м.

$$M_3 = 0,050 \cdot 19,5 = 0,98 \text{ кВт} \cdot \text{м}.$$

$$\Delta U_3 = \frac{0,98}{7,4 \cdot 2,5} = 0,05 \text{ \%}.$$

Сумарна втрата напруги:

$$\Delta U = 0,11 + 0,11 + 0,05 = 0,27 \, \%$$

2.6 Висновки до розділу

1. На основі виконаного обстеження встановлено, що системи освітлення проїзних частин Майдану, а також пішохідних зон потребують модернізації. Окрім того встановлено, що не всі пішохідні переходи мають додаткове освітлення.

2. Основними шляхами модернізації є пряма заміна світильників із газорозрядними лампами в системах освітлення проїзних частин та пішохідних зон. Крім цього передбачено встановлення додаткових світлових приладів для освітлення пішохідних переходів та зон паркування.

3. Виконано вибір нормованих світлотехнічних параметрів. В якості нормованого світлотехнічного параметру проїзних частин вибрано середню яскравість дорожнього покриття на рівні $0,6 \text{ кд/м}^2$. Для пішохідних зон центральної частини Майдану, тротуарів, зон паркування та пішохідних переходів в якості нормованого світлотехнічного параметру вибрано середню освітленість. Окрім цього визначальними параметрами є коефіцієнти рівномірності розподілу освітленості та яскравості.

4. Виконано вибір світлових приладів. Для систем освітлення проїзних частин вибрано світильники типу ДТУ18У, для освітлення пішохідної зони центральної частини – вінцеві паркові світильники типу Алюра LED. Освітлення пішохідних переходів та зон паркування передбачено світильниками ДКУ41У.

4. 5. В якості кабелів частини електричної освітлювальної мережі, котра живить додаткові світильники для освітлення зон паркування вибрано кабель АВБбШп-3×2,5 із підземним прокладанням. На підставі розрахунку встановлено, що втрата напруги на цій частині електричної освітлювальної мережі становить 0,27 %.

3 РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ

3.1 Світлотехнічний розрахунок систем освітлення проїзних частин

В програмному пакеті DIALux evo виконаємо світлотехнічний розрахунок систем освітлення проїзних частин, метою якого є визначення потужності світлових приладів. Вибір саме цього пакету зумовлений широким рядом його переваг щодо доступності, можливістю імпортування планів об'єктів, фотометричних файлів світильників та створення тривимірної візуалізації [15].

Загальні вихідні дані для розрахунку систем освітлення проїзних частин І – ІІІ, а саме висота розміщення світлових приладів (1), рис. 3.1, кут нахилу кронштейна (2), виліт світильника (3), кут між кронштейнами, відстань між світильниками на опорі та відстань від опори до краю проїзної частини приведені в табл. 2.2 проектно-конструкторського розділу.

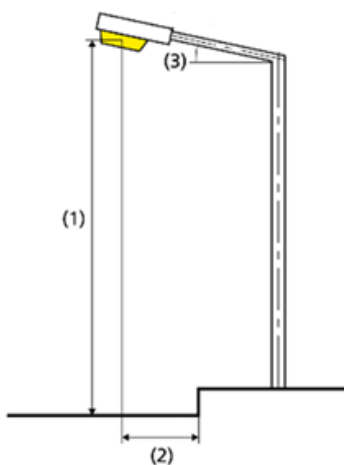


Рисунок 3.1 – Схема, яка наочно демонструє параметри щодо встановлення світлових приладів у світлотехнічному розрахунку

Окрім цього виконаємо розрахунок при максимальній та мінімальній відстанями між опорами, які для проїзної частини І становлять відповідно 38 та 34 м (рис. 2.7). Інформацію щодо ширини проїзної частини, тротуарів та зони паркування приведено в табл. 2.1.

Першопочатково виконаємо розрахунок для світильників ДТУ18У-60-001

зі світловим потоком 7200 лм, куті нахилу світильників відносно горизонталі 15° (відносно кронштейна – 0°). Результати розрахунку приведено в табл. 3.1 та 3.2.

Як видно із результатів розрахунку при куті нахилу світильників 15° забезпечується виконання нормативних вимог усіх параметрів, окрім відношення мінімальної яскравості до максимальної. Для збільшення цього параметр збільшуємо кут нахилу світильників, і як показують розрахунки забезпечення виконання нормативних вимог щодо усіх параметрів можна досягнути при куті нахилу 25° . Графіки розподілу яскравості по поверхні дорожнього покриття проїзної частини та освітленості по поверхнях тротуарів та зони паркування у вигляді ізоліній приведено відповідно на рис. 3.2.

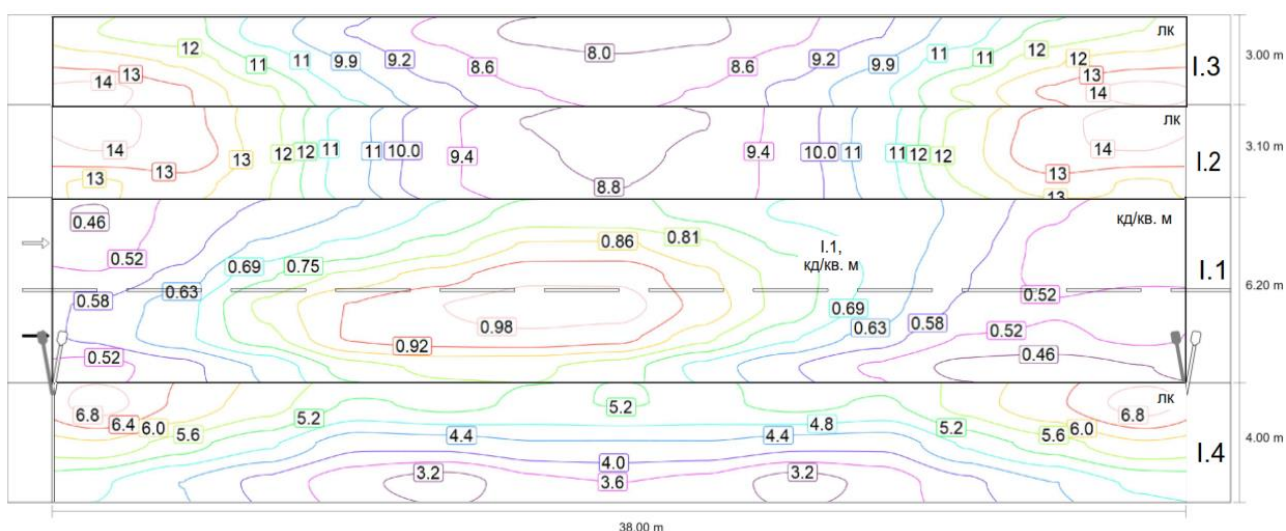


Рисунок 3.2 – Графіки у вигляді ізоліній розподілу яскравості по поверхні дорожнього покриття проїзної частини І та освітленості по поверхнях тротуарів: кут нахилу світильника – 25°

При розрахунку проїзної частини ІІ використаємо наступні вихідні дані:

- тип світильника ДТУ18У-60-001;
- початковий кут нахилу світильника відносно горизонталі – в 15° ;
- максимальна відстань між опорами – 38 м;
- мінімальна відстань між опорами – 22 м.

Таблиця 3.1 – Результати світлотехнічного розрахунку системи освітлення проїзної частини І.1

Тип світлового приладу	Потужність, Вт	Світловий потік, лм	Відстань між опорами, м	Висота встановлення	Кут нахилу світильника, °	Нормовані значення світлотехнічних параметрів				Розрахункові значення світлотехнічних параметрів					
						$L_{сер},$ кд/м ²	$L_{min}/L_{сер}$	$L_{max}/L_{сер}$	TI, %	$L_{min},$ кд/м ²	$L_{сер},$ кд/м ²	$L_{max},$ кд/м ²	$L_{min}/L_{сер}$	L_{min}/L_{max}	TI %
ДТУ18У-60-001	60	7200	38	12	15	0,6	0,3	0,4	15	0,46	0,81	1,27	0,57	0,36	4
			38		20					0,45	0,75	1,15	0,60	0,39	4
			38		25					0,43	0,69	1,01	0,62	0,43	5
			34		25					0,54	0,77	1,05	0,70	0,51	5

Таблиця 3.2 – Результати світлотехнічного розрахунку системи освітлення тротуарів та зони паркування проїзної частини І

Тип світлового приладу	Потужність, Вт	Світловий потік, лм	Відстань між опорами, м	Висота встановлення світильників, м	Кут нахилу світильника, °	Об'єкт розрахунку	Нормовані параметри			Розраховані параметри				
							$E_{сер},$ лк	$E_{сер}/E_{max}$	$E_{min}/E_{сер}$	$E_{min},$ лк	$E_{сер},$ лк	$E_{max},$ лк	$E_{сер}/E_{max}$	$E_{min}/E_{сер}$
ДТУ18У-60-001	60	7200	38	12	15	І.2	10		0,25	9,8	12,9	18,0		0,76
						І.3	10	1:3		8,7	10,4	14,4	0,72	
						І.4	4	1:5		4,3	6,1	8,2	0,74	
					20	І.2	10		0,25	9,1	12,3	16,1		0,74
						І.3	10	1:3		8,0	10,5	14,1	0,74	
						І.4	4	1:5		3,8	5,4	7,6	0,71	
					25	І.2	10		0,25	8,6	11,3	14,3		0,76
						І.3	10	1:3		7,7	10,3	14,0	0,74	
						І.4	4	1:5		3,0	4,8	7,0	0,68	
			34	12	25	І.2	10		0,25	9,9	12,6	15,1		0,79
						І.3	10	1:3		8,7	11,6	14,8	0,78	
						І.4	4	1:5		3,6	5,3	7,4	0,72	

Таблиця 3.3 – Результати світлотехнічного розрахунку системи освітлення проїзної частини П.1

Тип світлового приладу	Потужність, Вт	Світловий потік, лм	Відстань між опорами, м	Висота встановлення	Кут нахилу світильника, °	Нормовані значення світлотехнічних параметрів				Розрахункові значення світлотехнічних параметрів					
						$L_{сер}, \text{кд/м}^2$	$L_{min}/L_{сер}$	$L_{max}/L_{сер}$	TI, %	$L_{min}, \text{кд/м}^2$	$L_{сер}, \text{кд/м}^2$	$L_{max}, \text{кд/м}^2$	$L_{min}/L_{сер}$	L_{min}/L_{max}	TI %
ДТУ18У-60-001	60	7200	38	12	15	0,6	0,3	0,4	15	0,46	0,74	1,27	0,62	0,36	4
			38		20					0,45	0,70	1,15	0,64	0,39	5
			38		25					0,43	0,64	1,01	0,67	0,43	5
			22		25					0,84	1,11	1,37	0,76	0,61	4

Таблиця 3.4 – Результати світлотехнічного розрахунку системи освітлення тротуарів проїзної частини П

Тип світлового приладу	Потужність, Вт	Світловий потік, лм	Відстань між опорами, м	Висота встановлення світильників, м	Кут нахилу світильника, °	Об'єкт розрахунку	Нормовані параметри		Розраховані параметри			
							$E_{сер}$, лк	$E_{сер}/E_{max}$	E_{min} , лк	$E_{сер}$, лк	E_{max} , лк	$E_{сер}/E_{max}$
ДТУ18У-60-001	60	7200	38	12	15	П.2	10	1:3	8,65	10,4	14,4	0,72
						П.3	4	1:5	3,11	5,29	8,13	0,65
					20	П.2	10	1:3	7,99	10,50	14,3	0,73
						П.3	4	1:5	2,37	4,65	7,54	0,62
			25		П.2	10	1:3	7,67	10,30	14,00	0,74	
					П.3	4	1:5	1,88	4,04	6,89	0,59	
			22		25	П.2	10	1:3	15,3	17,90	20,4	0,88
						П.3	4	1:5	3,79	6,99	10,9	0,64

Як видно із результатів розрахунку, приведених у табл. 3.3 та 3.4 виконання нормативних вимог щодо яскравості поверхні дорожнього покриття та освітленості на поверхнях тротуарів можна забезпечити при умовах освітлення, аналогічних, як і для проїзної частини І.

Графіки розподілу яскравості та освітленості по поверхнях дорожнього покриття та тротуарів показано на рис. 3.3.

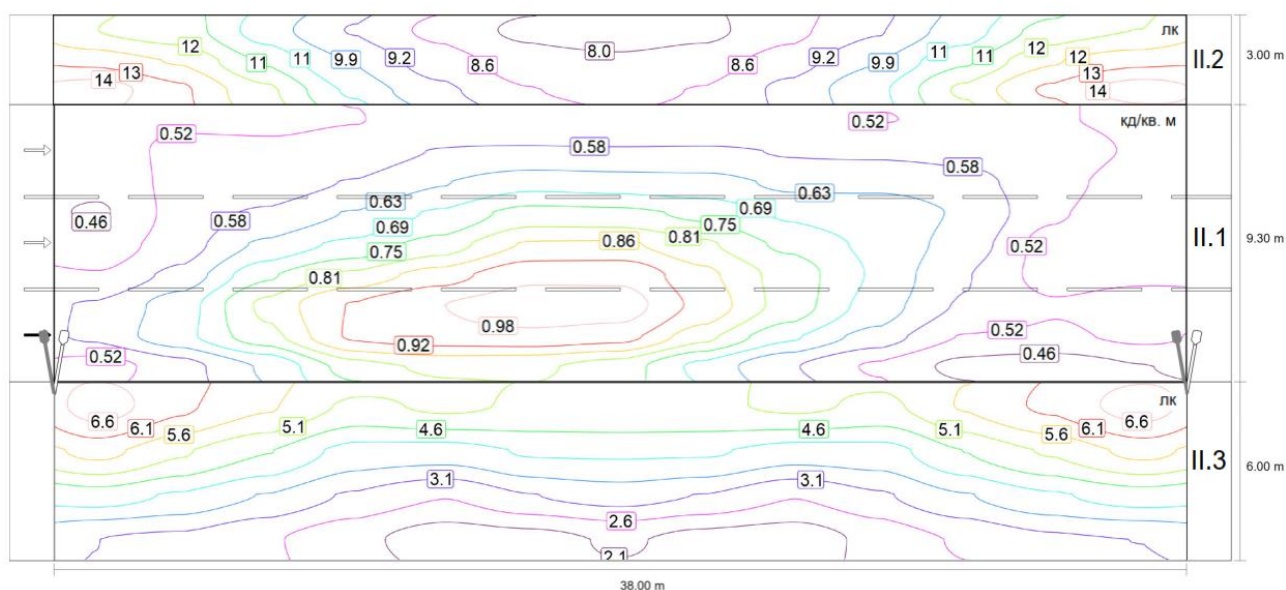


Рисунок 3.3 – Графіки у вигляді ізоліній розподілу яскравості по поверхні дорожнього покриття проїзної частини II та освітленості по поверхнях тротуарів: кут нахилу світильника – 25°

Розрахунок системи освітлення смуги руху III першопочатково виконаємо для світильників типу ДТУ18У-60-001, виходячи з наступних умов:

- кут нахилу світлового приладу відносно горизонталі – 25° ;
- відстань між опорами – 33 м.

Як видно із результатів світлотехнічного розрахунку, наведених в табл. 3.5 вимоги щодо рівномірності розподілу яскравості по поверхні дорожнього покриття виконуються при куті нахилу світлових приладів 35° . Проте, при потужності світлових приладів 60 Вт та світловому потоці 7200 лм не забезпечуються вимоги щодо середньої яскравості дорожнього покриття та

освітленості поверхонь зон паркування та тротуарів (табл. 3.5 та 3.6). Тому для даного розміщення світлових приладів збільшуємо їх потужність, і як бачимо вимоги щодо середньої яскравості та освітленості можна забезпечити при використанні світильників ДТУ18-100-001 зі світловим потоком 12000 лм.

Таблиця 3.5 – Результати світлотехнічного розрахунку системи освітлення проїзної частини III.1

Тип світлового приладу	Потужність, Вт	Світловий потік, лм	Відстань між опорами, м	Висота встановлення світильників, м	Кут нахилу світильника, °	Нормовані значення світлотехнічних параметрів				Розрахункові значення світлотехнічних параметрів					
						$L_{сер}, \text{кД/м}^2$	$L_{min}/L_{сер}$	$L_{max}/L_{сер}$	$TI, \%$	$L_{min}, \text{кД/м}^2$	$L_{сер}, \text{кД/м}^2$	$L_{max}, \text{кД/м}^2$	$L_{min}/L_{сер}$	L_{min}/L_{max}	$TI, \%$
ДТУ18У-60-001	60	7200	33	12	15	0,6	0,3	0,4	15	0,32	0,60	1,08	0,84	0,30	5
					20					0,35	0,60	1,03	0,84	0,34	5
					25					0,34	0,59	0,99	0,84	0,34	5
					30					0,34	0,56	0,92	0,84	0,37	7
					35					0,35	0,54	0,87	0,84	0,40	7
ДТУ18У-80-001	80	9600	33	12	35	0,6	0,3	0,4	15	0,46	0,72	1,16	0,84	0,40	7
ДТУ18У-100-001	100	12000			35					0,58	0,89	1,46	0,84	0,40	8

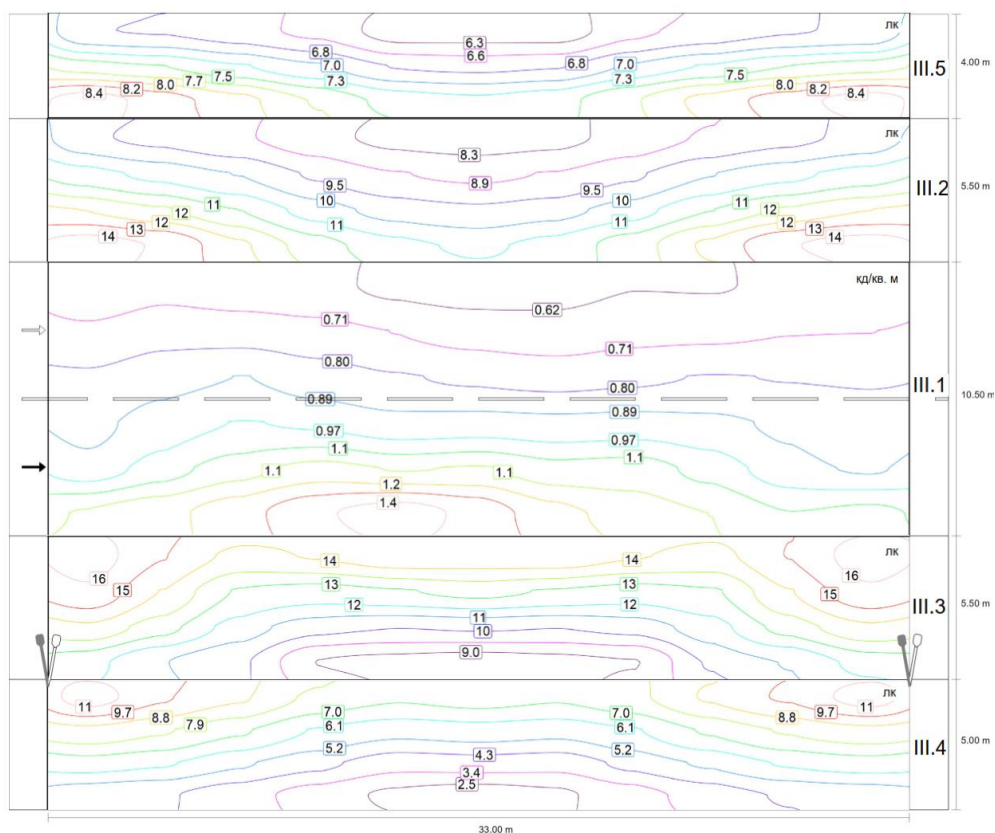


Рисунок 3.4 – Графіки у вигляді ізоліній розподілу яскравості по поверхні дорожнього покриття проїзної частини III та освітленості по поверхнях тротуарів: кут нахилу світильника – 25°, тип світильника – ДТУ18У-100-001

Таблиця 3.6 – Результати світлотехнічного розрахунку системи освітлення тротуарів та зон паркування проїзної частини III

Тип світлового приладу	Потужність, Вт	Світловий потік, лм	Відстань між опорами, м	Висота встановлення світильників, м	Кут нахилу світильника, °	Об'єкт розрахунку	Нормовані параметри			Розраховані параметри				
							$E_{сер, лк}$	$E_{сер}/E_{max}$	$E_{min}/E_{сер}$	$E_{min, лк}$	$E_{сер, лк}$	$E_{max, лк}$	$E_{сер}/E_{max}$	$E_{min}/E_{сер}$
ДТУ18У-60-001	60	7200	33	12	15	III.2	10		0,25	4,62	6,14	7,77		0,75
						III.3	10		0,25	9,58	12,3	17,00		0,78
						III.4	4	1:5		4,49	6,52	9,01	0,72	
						III.5	10	1:3		2,32	3,18	4,03	0,79	
					20	III.2	10		0,25	4,49	6,52	9,01		0,69
						III.3	10		0,25	8,48	10,9	14,2		0,78
						III.4	4	1:5		3,77	5,78	8,30	0,70	
						III.5	10	1:3		3,54	4,18	4,98	0,84	
					25	III.2	10		0,25	5,18	6,29	8,02		0,82
						III.3	10		0,25	7,19	9,62	12,00		0,75
						III.4	4	1:5		2,93	5,06	7,57	0,67	
						III.5	10	1:3		3,97	4,48	5,06	0,89	
					30	III.2	10		0,25	4,90	6,27	8,29		0,78
						III.3	10		0,25	6,02	8,52	10,5		0,71
						III.4	4	1:5		2,11	4,35	6,96	0,63	
						III.5	10	1:3		3,86	4,4	5,08	0,87	
					35	III.2	10		0,25	4,82	6,32	8,38		0,76
						III.3	10		0,25	5,16	7,54	9,65		0,68
						III.4	4	1:5		1,22	3,63	6,61	0,55	
						III.5	10	1:3		3,74	4,35	5,13	0,85	
ДТУ18У-80-001	60	9600	33	12	35	III.2	10		0,25	6,42	8,43	11,2		0,76
						III.3	10		0,25	6,87	10,1	12,9		0,68
						III.4	4	1:5		1,62	4,84	8,81	0,55	
						III.5	10	1:3		4,99	5,80	6,84	0,85	
ДТУ18У-60-001	60	12000			35	III.2	10		0,25	8,03	10,5	14,00		0,76
						III.3	10		0,25	8,59	12,6	16,10		0,68
						III.4	4	1:5		2,03	6,05	11,00	0,55	
						III.5	10	1:3		6,23	7,25	8,55	0,85	

3.2 Моделювання та світлотехнічний розрахунок системи освітлення центральної частини Майдану

Для забезпечення нормованих значень середньої освітленості виконаємо світлотехнічний розрахунок, враховуючи наступні умови:

40

- для освітлення пішохідної зони використаємо світильники типу ALURA LED 5119 48 LEDs 500mA NW 740 334022 потужністю 75 Вт та світловим потоком 7708 лм, висота розміщення яких становить 5 м.

Як видно із результатів розрахунку, приведених в табл. 3.7 така система освітлення не здатна повністю забезпечити виконання світлотехнічних вимог для усіх розрахункових поверхонь. Для поверхонь IV.1 – IV.8 виконання нормованих світлотехнічних вимог забезпечується повністю, причому для поверхонь IV.2, IV.5 та IV.7 розрахункова освітленість значно перевищує нормоване значення.

Таблиця 3.7 – Результати світлотехнічного розрахунку системи освітлення Майдану, створеної світильниками для освітлення проїзних частин та парковими світильниками ALURA LED 5119 потужністю 75 Вт.

Об'єкт розрахунку	Нормовані параметри			Розраховані параметри				
	$E_{сер}, \text{лк}$	$E_{сер}/E_{max}$	E_{min}/E_{max}	$E_{min}, \text{лк}$	$E_{сер}, \text{лк}$	$E_{max}, \text{лк}$	$E_{сер}/E_{max}$	E_{min}/E_{max}
IV.1	10	1:3		2,66	10,80	27,80	0,39	0,25
IV.2	10	1:3		6,57	19,30	28,50	0,68	0,34
IV.3	10	1:3		2,45	10,70	22,00	0,49	0,23
IV.4	10	1:3		3,80	11,10	17,50	0,63	0,34
IV.5	10	1:3		2,40	20,50	31,60	0,65	0,12
IV.6	10	1:3		1,01	12,90	20,60	0,63	0,08
IV.7	10	1:3		10,50	15,80	30,50	0,52	0,66
IV.8	10	1:3		4,13	10,30	20,00	0,52	0,40
IV.9	10		0,25	0,27	8,89	21,60	0,41	0,03
IV.10	10		0,25	2,04	9,63	21,40	0,45	0,21
IV.11	10	1:3		0,19	3,50	21,30	0,16	0,05
III.5	10	1:3		7,88	15,50	29,80	0,52	0,51
п2	30(15)*			8,63	27,10	63,80	0,42	0,32
п3				11,50	32,30	75,40	0,43	0,36
п5				10,30	14,20	19,60	0,72	0,73
п6				8,19	11,30	12,70	0,89	0,72

*Примітка. В дужках вказано мінімальну освітленість

Тому в проекті розрахунку виконаємо наступні заміни:

- замінимо світильники, позначені як 36 та 41 на рис. 3.6, на світильники типу ALURA LED / 5119 / 16 LEDs 400mA WW 830 20,8W / Asymmetrical /334022 потужністю 20,8 Вт та світловим потоком 1946 лм;

- світильники 37, 38 та 45 замінимо на світильники ALURA LED 5119 24

LEDs 590mA NW 734022 потужністю 45,3 Вт та світловим потоком 4278 лм.

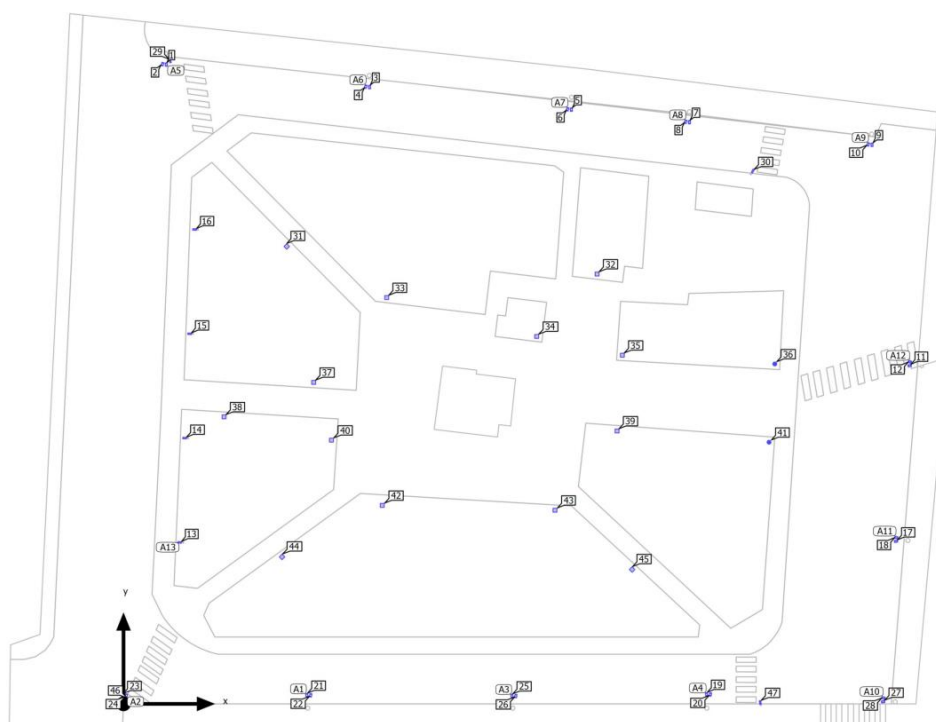


Рисунок 3.6 – План розміщення світильників

Крім того, для забезпечення рівня середньої освітленості на поверхнях IV.9– IV.11 додатково встановимо 4 світильники типу ДКУ41У-50-001, позначені на рис. 3.6, як 13 – 15. Висота встановлення світильників – 6,0.

Для освітлення пішохідних переходів використовуємо:

- для переходів п2 та п3 – світильники типу ДКУ41У-75-003, розміщені на висоті 6,0 м та позначені на плані відповідно 29 та 46;
- для переходу п5 – світильники типу ДКУ41У-50-003, розміщений на висоті 6,0 м та позначений на плані 47;
- для переходу п6 – світильники типу ДКУ41У-60-003, розміщений на висоті 6,0 м та позначений на плані 30.

Як видно із результатів розрахунку із врахуванням вищеперелічених змін, приведених у табл. 3.8, дана система освітлення повністю забезпечує нормативні світлотехнічні вимоги. На рис. 3.7 показано розподіл освітленості по розрахункових поверхнях, а на рис. 3.8 – візуалізацію системи освітлення Майдану.

Таблиця 3.8 – Результати із врахуванням змін світлотехнічного розрахунку системи освітлення Майдану

Об'єкт розрахунку	Нормовані параметри			Розраховані параметри				
	$E_{\text{сер}}, \text{лк}$	$E_{\text{сер}}/E_{\text{max}}$	$E_{\text{min}}/E_{\text{max}}$	$E_{\text{min}}, \text{лк}$	$E_{\text{сер}}, \text{лк}$	$E_{\text{max}}, \text{лк}$	$E_{\text{сер}}/E_{\text{max}}$	$E_{\text{min}}/E_{\text{max}}$
IV.1	10	1:3		2,59	10,40	23,80	0,44	0,25
IV.2	10	1:3		3,64	14,40	26,90	0,54	0,25
IV.3	10	1:3		2,42	10,88	28,50	0,38	0,22
IV.4	10	1:3		3,83	11,30	17,30	0,65	0,34
IV.5	10	1:3		1,46	13,70	23,70	0,58	0,11
IV.6	10	1:3		0,45	12,40	20,30	0,61	0,04
IV.7	10	1:3		9,77	13,70	24,60	0,56	0,71
IV.8	10	1:3		4,13	10,10	16,40	0,62	0,41
IV.9	10		0,25	6,71	12,60	21,80	0,58	0,53
IV.10	10		0,25	6,16	11,50	20,00	0,58	0,54
IV.11	10	1:3		0,41	22,90	36,30	0,63	0,02
III.5	10	1:3		7,57	12,10	30,50	0,40	0,63
п2	30(15)*			15,80	31,60	76,00	0,42	0,50
п3				15,20	36,40	73,00	0,50	0,42
п5				24,40	39,90	60,90	0,66	0,61
п6				18,60	37,80	66,50	0,57	0,49

*Примітка. В дужках вказано мінімальну освітленість

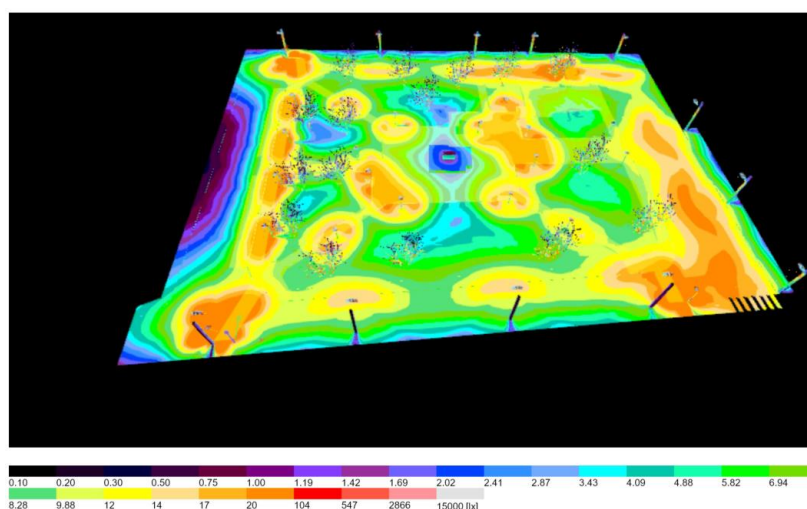


Рисунок 3.7 – Розподіл освітленості у фіктивних кольорах по розрахункових поверхнях

3.3 Розрахунок встановленої потужності модернізованої системи освітлення та оцінка заходів з модернізації

Встановлену потужність $P_{\text{ОСВ}_M}$ модернізованої системи освітлення розрахуємо за формулою

$$P_{OCB_M} = P_{ПЧ} + P_{ПЗ} + P_P + P_{ПП}. \quad (3.1)$$

де $P_{ПЧ}$ – потужність світлових приладів для освітлення проїзних частин;

$P_{ПЗ}$ – потужність світлових приладів для освітлення пішохідних зон центральної частини бульвару

P_P – потужність додаткових світлових приладів для освітлення зон паркування;

$P_{ПП}$ – потужність додаткових світлових приладів для освітлення пішохідних переходів.

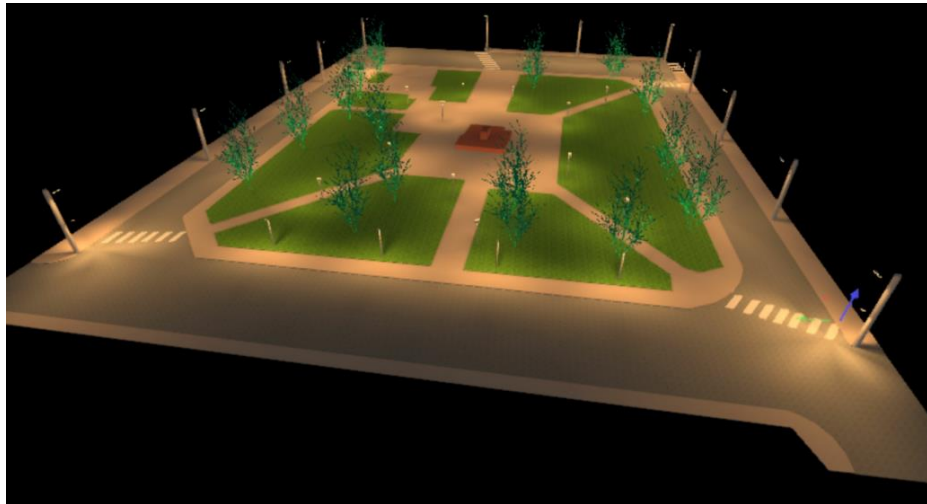


Рисунок 3.8 – Візуалізація системи освітлення Майдану (точка огляду – з протилежної сторони вулиці Замкова)

В системах освітлення проїзних частин запропоновано використати:

- 18 світильників ДКУ41У-60-001 потужністю 60 Вт;
- 6 світильників ДКУ41У-100-001 потужністю 100 Вт.

Тому

$$P_{ПЧ} = 0,001 \cdot (18 \cdot 60 + 6 \cdot 100) = 1,680 \text{ кВт}.$$

В системі освітлення пішохідної зони центральної частини майдану:

- 10 світильників ALURA LED 5119 48 LEDs 500mA NW 740 334022 потужністю 75;

- 2 світильники ALURA LED / 5119 / 16 LEDs 400mA WW 830 20,8W / Asymmetrical /334022 потужністю 20,8 Вт;

- 3 світильники ALURA LED 5119 24 LEDs 590mA NW 734022 потужністю 45,3 Вт.

Звідси

$$P_{\text{ІЗ}} = 0,001 \cdot (10 \cdot 75 + 2 \cdot 20,8 + 3 \cdot 45,3) = 0,928 \text{ кВт.}$$

Для освітлення зон паркування запропоновано застосувати додатково 4 світильника ДКУ41У-50-001 потужністю 50 Вт, тому $P_p = 0,001 \cdot 4 \cdot 50 = 0,200 \text{ кВт.}$

Додаткові світильники для освітлення пішохідних переходів:

- 2 світильники ДКУ41У-75-003 потужністю 75 Вт;

- світильник ДКУ41У-50-003 потужністю 50 Вт;

- світильник ДКУ41У-60-003 потужністю 60 Вт.

Звідси

$$P_{\text{ІЗ}} = 0,001 \cdot (2 \cdot 75 + 2 \cdot 50 + 1 \cdot 60) = 0,310 \text{ кВт.}$$

Отже

$$P_{\text{ОСВ}_M} = 1,680 + 0,928 + 0,200 + 0,310 = 3,118 \text{ кВт.}$$

Для порівняння розрахуємо потужність існуючих систем. Для освітлення проїзних частин застосовуються 24 світильники з потужністю лампи 150 Вт. Враховуючи втрати в ПРА на рівні 10 % від потужності ламп, отримаємо:

$$P_{\text{ПЧ}} = 0,001 \cdot 1,1 \cdot 24 \cdot 150 = 3,960 \text{ кВт.}$$

В системі освітлення пішохідної зони центральної частини майдану застосовується 15 світильників з лампою 50 Вт. Втрати в ПРА приймемо аналогічно 10 %. Звідси

$$P_{\text{ІЗ}} = 0,001 \cdot 1,1 \cdot 15 \cdot 50 = 0,825 \text{ кВт.}$$

Встановлена потужність діючої системи освітлення:

$$P_{OCB} = 3,960 + 0,825 = 4,785 \text{ кВт.}$$

Для більш детального співставлення отримані результати занесемо в табл. 3.9, з якої видно, що незважаючи на збільшення потужності окремих систем освітлення, в сумарному заході із модернізації систем освітлення Майдану дозволяють знизити сумарну встановлену потужність на 34,84 %.

Таблиця 3.9 – Співставлення споживаної потужності існуючої та модернізованої систем освітлення

Потужність	Існуюча система	Модернізована система	ΔP , кВт	ΔP , %
$P_{ПЧ}$, кВт	3,960	1,680	2,280	57,58
$P_{ПЗ}$, кВт	0,825	0,928	-0,103	-12,49
P_P , кВт		0,200	-0,200	
$P_{ПП}$, кВт		0,310	-0,310	
P_{OCB} , кВт	4,785	3,118	1,667	34,84

3.4 Висновки до розділу

1. В пакеті DIALux evo виконано світлотехнічний розрахунок систем освітлення проїжджих частин. В результаті розрахунку встановлено, що для забезпечення яскравості на поверхнях покриття при прямій заміні необхідно застосувати світлові прилади ДКУ41У сумарною потужністю 1,680 кВт та світловою віддачею 120 лм/Вт.

2. Сумарна потужність світлових приладів типу ALURA LED 5119 модернізованої системи освітлення пішохідних центральної частини Майдану становить 0,928 кВт. Застосування такої системи освітлення дозволяє забезпечити середню освітленість на рівні не нижче, ніж 10,4 лк з показником рівномірності 0,38.

3. Сумарна встановлена потужність додаткових світлових приладів для освітлення зони паркування та пішохідних переходів становить 0,510 кВт.

4. Незважаючи на збільшення потужності окремих систем освітлення, в сумарному заході із модернізації систем освітлення Майдану дозволяють знизити сумарну встановлену потужність на 34,84 %.

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Надання першої долікарської допомоги при переломах

Перелом - ушкодження кістки з порушенням її цілісності. Травматичні переломи розділяють на відкриті (є ушкодження шкіри в зоні перелому) і закриті (шкірний покрив не порушений). При відкритому переломі травма не викликає сумнівів. Закритий перелом не так очевидний, особливо, якщо він неповний, коли порушується частина поперечника кістки, частіше у вигляді тріщини.

Для усіх переломів характерні:

- різкий біль при будь-яких рухах і навантаженнях;
- зміні положення і форми кінцівки, її укорочення;
- порушення функцій кінцівки (неможливість звичних дій або ненормальна рухливість);
- набряклість і синець в зоні перелому.

Надання першої допомоги при переломах кінцівок багато в чому визначає результат травми: швидкість загоєння, попередження ряду ускладнень (кровотеча, зміщення відламків, шок) і переслідує три мети:

- 1) створення нерухомості кісток в області перелому (що попереджає зміщення відламків і ушкодження їх краями судин, нервів і м'язів);
- 2) профілактику шоку;
- 3) швидку доставку потерпілого до медичної установи.

Перша допомога при закритому переломі.

Якщо є можливість викликати швидку допомогу, то зробіть це. Після чого забезпечте нерухомість пошкодженої кінцівки, наприклад, покладіть її на подушку і забезпечте спокій. На передбачувану зону перелому покладіть щонебудь холодне. Самому постраждалому можна дати випити гарячий чай або знеболювальний засіб.

Якщо транспортувати потерпілого вам припадає самотійно, то заздалегідь необхідно накласти шину з будь-яких підручних матеріалів (дошки, лижі,

палиці, лозини, парасольки). Будь-які два тверді предмети прикладають до кінцівки з протилежних сторін поверх одягу і надійно, але не туго (щоб не порушувати кровообіг) фіксуються бинтом або іншими відповідними підручними матеріалами (пояс, ремінь, стрічка, мотузок). Фіксувати потрібно два суглоби - вище і нижче місця перелому. Наприклад, при переломі гомілки фіксуються гомілковостопний і колінний суглоби, а при переломі стегна - усі суглоби ноги. Якщо під рукою зовсім нічого не виявилось, пошкоджену кінцівку слід прибинтовувати до здорової (руку - до тулуба, ногу - до другої ноги). Транспортування потерпілого з переломом ноги здійснюється в положенні лежачи.

Перша допомога при відкритому переломі. Відкритий перелом небезпечніший за закритий, оскільки є можливість інфікування відламків. Якщо є кровотеча, її потрібно зупинити. Якщо кровотеча незначна, то досить накласти пов'язку, що давить. При сильній кровотечі накладаємо джгут, не забуваючи відмітити час його накладення. Якщо час транспортування займає більше 1,5-2 годин, то кожні 30 хвилин джгут необхідно послабляти на 3-5 хвилин. Шкіру навколо рани необхідно обробити антисептичним засобом (йод, зеленка). У разі його відсутності рану потрібно закрити бавовняною тканиною. Тепер слід накласти шину, так само як і у разі закритого перелому, але уникаючи місця, де виступають назовні кісткові уламки і доставити потерпілого до медичної установи.

4.2 Аналіз впливу освітлення на людський організм

Світло – один з суттєвих чинників виробничого середовища, завдяки якому забезпечується зоровий зв'язок працівника з його оточенням. Відомо, що біля 80% всієї інформації про надходить до людини через очі – наш зоровий апарат. Правильно організоване зовнішнє освітлення позитивно впливає на діяльність центральної нервової системи, знижує енерговитрати організму на виконання певної зорової роботи, знижує ймовірність виникнення дорожньо-

транспортних пригод, травматизму учасників дорожнього руху. робоча міопія (короткозорість).

Близько 90% всієї інформації, що отримується людиною, приходить на органи зору. Недостатнє та нераціональне освітлення веде до втомлення очей, розладу центральної нервової системи, зниженню розумової та фізичної працездатності, а у ряді випадків може бути причиною травматизму (близько 5% травм приходить на частку нераціонального та недостатнього освітлення). При недостатній чи швидко змінюваній освітленості органам зору приходить пристосовуватись, це можливо завдяки властивостям очей – аккомодатії, адаптації та конвергенції..

Адаптація – здатність ока пристосовуватися до різної освітленості звуженням і розширенням зіниці в діапазоні 2 - 8 мм .

Акомодація – пристосування ока до зрозумілого бачення предметів, що знаходяться від нього на різній відстані, за рахунок зміни кривизни кришталика.

Конвергенція – здатність ока при розгляданні близьких предметів займати положення, при якому зорові осі обох очей перетинаються на предметі.

Залежно від спектрального складу світлових потоків випромінюваних джерелами світла, по різному сприймаються кольори поверхней оточуючих предметів. Для ока людини найбільш відчутним є жовто-зелене випромінювання із довжиною хвилі 555 нм. Спектральний склад світла впливає на продуктивність праці та психічний стан людини. Так, якщо продуктивність людини при природному освітленні прийняти за 100%, то при червоному та оранжевому освітленні (довжина хвилі 600 ...780нм) вона становить лише 76%. При надмірній яскравості джерел світла та оточуючих предметів може відбутись засліплення робітника. Нерівномірність освітлення та неоднакова яскравість оточуючих предметів призводять до частой переадаптації очей під час виконання роботи і, як наслідок цього, – до швидкого втомлення органів зору. Тому поверхні, що добре освітлюються, краще фарбувати в кольори з коефіцієнтом відбивання 0,4 – 0,6, і, бажано, щоб вони мали матову або напівматову поверхню.

4.3 Заходи безпеки в процесах експлуатації електричного устаткування

Виділяють три системи засобів та заходів забезпечення електробезпеки:

- система технічних засобів та заходів;
- система електрозахисних засобів;
- система організаційно-технічних заходів та засобів; система технічних засобів електробезпеки. Технічні засоби і заходи з електробезпеки реалізуються в конструкції електроустановок при їх розробці, виготовленні та монтажі відповідно до чинних нормативів.

За своїми функціями технічні засоби і заходи забезпечення електробезпеки діляться на дві групи:

- технічні заходи та засоби забезпечення електробезпеки при нормальному режимі роботи електроустановок;
- технічні заходи та засоби забезпечення електробезпеки при аварійних режимах роботи електроустановок.

Основні технічні засоби та заходи забезпечення електробезпеки при нормальному режимі роботи електроустановок включають:

- ізоляцію струмовідних частин;
- недоступність струмовідних частин;
- блокування безпеки;
- засоби орієнтації в електроустановках;
- виконання електроустановок, ізольованих від землі;
- захисне розділення електричних мереж;
- компенсацію ємкісних струмів замикання на землю;
- вирівнювання потенціалів.

Із метою підвищення рівня безпеки, залежно від призначення, умов експлуатації та конструкції, в електроустановках застосовується одночасно більшість з перерахованих технічних засобів та заходів.

Ізоляція струмовідних частин. Забезпечує технічну працездатність електроустановок, зменшує вірогідність попадань людини під напругу, замикань на землю і на корпус; електроустановок, зменшує струм через людину при доторканні до неізольованих струмовідних частин в електроустановках, що живляться від ізольованої від землі мережі за умови відсутності фаз з пошкодженою ізоляцією.

Статистичні дані щодо електротравматизму свідчать, що більшість електротравм пов'язані з дотиком до струмовідних частин електроустановок (біля 56 %). Якщо в установках до 1000 В небезпека електротравм пов'язана, переважно, з дотиком до неізольованих струмовідних елементів електроустановок, то при напрузі більше 1000В електротравми можливі і при дотику до ізольованих струмовідних частин. Основними заходами забезпечення недоступності струмовідних частин є застосування захисних огорожень, закритих комутаційних апаратів (пакетних вимикачів, комплектних пускових пристроїв, дистанційних електромагнітних приладів управління споживачами електроенергії тощо), розміщення неізольованих струмовідних частин на недосяжній, для ненавмисного доторкання до них інструментом, висоті, різного роду пристосуваннями тощо, обмеження доступу сторонніх осіб в електротехнічні приміщення.

Засоби орієнтації в електроустановках дають можливість персоналу чітко орієнтуватись при монтажі, виконанні ремонтних робіт і запобігають помилковим діям. До засобів орієнтації в електроустановках належать: маркування частин електрообладнання, проводів і струмопроводів (шин), бирки на проводах, забарвлення неізольованих струмовідних частин, ізоляції, внутрішніх поверхонь електричних шаф і щитів керування, попереджувальні сигнали, написи, таблички, комутаційні схеми, знаки високої електричної напруги, знаки постійно попереджувальні тощо.

Попереджувальні сигнали використовують з метою забезпечення надійної інформації про перебування електрообладнання під напругою, про стан ізоляції та пристроїв захисту, про небезпечні відхилення режимів роботи від номінальних

тощо. Світловою сигналізацією обладнуються в електроустановках напругою понад 1000 В комірки роз'єднувачів, масляних вимикачів, трансформаторів. У ввідних шафах комплектних трансформаторних під станцій, незалежно від величини напруги, передбачається поперед жувальна сигналізація станів "Увімкнено" і "Вимкнено".

Поява напруги на неструмовідних частинах електроустановок пов'язана з пошкодженням ізоляції і замиканням на корпус. Основними технічними заходами щодо попередження електротравм при замиканнях на корпус є захисне заземлення, занулення, захисне відключення. Захисне заземлення – це навмисне електричне з'єднання з землею чи її еквівалентом металевих неструмовідних частин електроустановок, які можуть опинитись під напругою.

Захисному заземленню підлягають:

- електроустановки напругою 380 В і більше змінного струму і 440 В і більше постійного струму незалежно від категорії приміщень (умов) щодо небезпеки електротравм;

- електроустановки напругою більше 42 В змінного струму і більше 110 В постійного струму в приміщеннях з підвищеною і особливою небезпекою електротравм, а також електроустановки поза приміщеннями;

- всі електроустановки, що експлуатуються у вибухонебезпечних зонах (з метою попередження вибухів).

Відповідно до зазначеного заземлюються:

- неструмовідні частини електричних машин, апаратів, трансформаторів;
- каркаси розподільчих щитів, шаф, щитів управління, а також їх знімні частини і частини, що відкриваються, якщо на них встановлено електрообладнання напругою більше 42 В змінного і більш 110В постійного струму.

- металеві конструкції розподільчих пристроїв, металеві кабельні коробки й інші кабельні конструкції, металеві кабельні муфти, металеві гнучкі рукави і труби електропроводки, електричні світильники;

- металоконструкції виробничого обладнання, на якому є споживачі

електроенергії;

- опори повітряних ліній електропередач тощо.

Занулення – це навмисне електричне з'єднання з нульовим захисним провідником металевих неструмовідних частин, які можуть опинитись під напругою в результаті пошкодження ізоляції.

Призначення захисного відключення – відключення електроустановки при пошкодженні ізоляції і переході напруги на неструмовідні її елементи. Застосовується в доповнення до захисного заземлення (занулення) для забезпечення надійного захисту, перш за все, в умовах особливої небезпеки електротравм.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

1. Проаналізовано основні прийоми та вимоги до систем зовнішнього освітлення. Встановлено, що основним регламентованим показником є для зон руху транспорту є середня яскравість дорожнього покриття, а для пішохідних зон – середня освітленість. Визначено основні вимоги до електричної частини систем зовнішнього освітлення.

2. На основі виконаного обстеження встановлено, що системи освітлення проїзних частин Майдану, а також пішохідних зон потребують модернізації. Окрім того встановлено, що не всі пішохідні переходи мають додаткове освітлення. Основними шляхами модернізації є пряма заміна світильників із газорозрядними лампами в системах освітлення проїзних частин та пішохідних зон. Крім цього передбачено встановлення додаткових світлових приладів для освітлення пішохідних переходів та зон паркування.

3. Виконано вибір нормованих світлотехнічних параметрів. В якості нормованого світлотехнічного параметру проїзних частин вибрано середню яскравість дорожнього покриття на рівні $0,6 \text{ кд/м}^2$. Для пішохідних зон центральної частини Майдану, тротуарів, зон паркування та пішохідних переходів в якості нормованого світлотехнічного параметру вибрано середню освітленість. Окрім цього визначальними параметрами є коефіцієнти рівномірності розподілу освітленості та яскравості.

4. Виконано вибір світлових приладів. Для систем освітлення проїзних частин вибрано світильники типу ДТУ18У, для освітлення пішохідної зони центральної частини – вінцеві паркові світильники типу Алюра LED. Освітлення пішохідних переходів та зон паркування передбачено світильниками ДКУ41У.

5. В якості кабелів частини електричної освітлювальної мережі, котра живить додаткові світильники для освітлення зон паркування вибрано кабель АВБШп-3×2,5 із підземним прокладанням. На підставі розрахунку встановлено, що втрата напруги на цій частині електричної освітлювальної мережі становить 0,27 %.

6. В пакеті DIALux evo виконано світлотехнічний розрахунок систем освітлення проїжджих частин. В результаті розрахунку встановлено, що для забезпечення яскравості на поверхнях покриття при прямій заміні необхідно застосувати світлові прилади типу ДКУ41У сумарною потужністю 1,680 кВт та світловою віддачою 120 лм/Вт.

7. Сумарна потужність світлових приладів типу ALURA LED 5119 модернізованої системи освітлення пішохідних центральної частини Майдану становить 0,928 кВт. Застосування такої системи освітлення дозволяє забезпечити середню освітленість на рівні не нижче, ніж 10,4 лк з показником рівномірності 0,38.

8. Сумарна встановлена потужність додаткових світлових приладів для освітлення зони паркування та пішохідних переходів становить 0,510 кВт.

9. Незважаючи на збільшення потужності окремих систем освітлення, в цілому заходи із модернізації систем освітлення Майдану дозволяють знизити сумарну встановлену потужність на 34,84 %.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Осадца Я.М. Аналіз споживання електричної енергії системами зовнішнього освітлення м. Тернополя // Я.М. Осадца; Р.Б. Кріль; І.Р. Козак – Матеріали VII Міжнародної науково-технічної конференції «Світлотехніка й електроенергетика: історія, проблеми, перспективи», 29-31 травня 2024 року – Тернопіль. Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2024. – С. 18.
2. Салтиков В.О. Освітлення міст: Навчальний посібник. – Харків: ХНАМГ, 2009. – 221 с.
3. ДБН В.2.5 – 28 – 2018. Природне і штучне світлення.– К.: Мінрегіон України, 2018.– 137 с.
4. Ландшафтне та паркове освітлення URL: https://www.google.com/maps/@49.5523839,25.5917944,124m/data=!3m1!1e3?hl=uk&entry=tту&g_ep=EgoyMDI1MDYxMS4wIKXMDS0ASAFQAw%3D%3D
(дата звернення: 21.05.2025).
5. Правила улаштування електроустановок. – К.: Мінрегіонвугілля України, 2017. – 617 с.
6. Системи заземлення TN-S, TN-C, TNC-S, TT, IT. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D0%B9%D0%B4%D0%B0%D0%BD_%D0%92%D0%BE%D0%BB%D1%96_\(%D0%A2%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%BE%D0%BF%D1%96%D0%BB%D1%8C\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D0%B9%D0%B4%D0%B0%D0%BD_%D0%92%D0%BE%D0%BB%D1%96_(%D0%A2%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%BE%D0%BF%D1%96%D0%BB%D1%8C)) (дата звернення: 25.05.2025).
7. Майдан Волі (Тернопіль). URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D0%B9%D0%B4%D0%B0%D0%BD_%D0%92%D0%BE%D0%BB%D1%96_\(%D0%A2%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%BE%D0%BF%D1%96%D0%BB%D1%8C\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D0%B9%D0%B4%D0%B0%D0%BD_%D0%92%D0%BE%D0%BB%D1%96_(%D0%A2%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%BE%D0%BF%D1%96%D0%BB%D1%8C)) (дата звернення: 21.05.2025).
8. Майдан Волі (Тернопіль). URL: https://www.google.com/maps/@49.5523839,25.5917944,124m/data=!3m1!1e3?hl=uk&entry=tту&g_ep=EgoyMDI1MDYxMS4wIKXMDS0ASAFQAw%3D%3D
(дата звернення: 21.05.2025).

9. 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.

10. Андрійчук, В. , Наконечний, М. , Осадца, Я. і Філюк, Я. 2020. ДОСЛІДЖЕННЯ СВІТЛОДІОДНИХ ДЖЕРЕЛ СВІТЛА У ВИПАДКУ ІМПУЛЬСНОГО ЖИВЛЕННЯ. *ТЕХНІЧНА ЕЛЕКТРОДИНАМІКА*. 1 (Січ 2020), 068. DOI:<https://doi.org/10.15407/techned2021.01.068>.

11. ДТУ18У. URL: https://vatra.ua/download/PDF_VATRA/street/VATRA-UKR_DTU18U.pdf (дата звернення: 24.05.2025).

12. Алюра LED. Ефективне освітлення та атмосфера для приємного відпочинку URL: <https://ua.schreder.com/uk/produktsiya/alura-led-dekoratyvnyy-svitylnyk#downloads> (дата звернення: 01.06.2025).

13. ДКУ41У. URL: https://vatra.ua/download/PDF_VATRA/street/VATRA-UKR_DKU41U.pdf (дата звернення: 15.05.2025).

14. Белякова. І. В. «Монтаж та експлуатація світлотехнічних установок» для студентів за напрямом підготовки 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» всіх форм навчання : курс лекцій / І. В. Белякова. - Тернопіль : ТНТУ імені Івана Пулюя, 2017. — 117 с.

15. Дулик І.М. Аналіз програмного забезпечення для спеціалізованого світлотехнічного розрахунку систем освітлення // І.М. Дулик, О.О. Іваніга, О.Я. Чайковський, Я.М.Осадца— Актуальні задачі сучасних технологій : зб. тез доповідей XII міжнар. наук.-практ. конф. Молодих учених та студентів, (Тернопіль, 6-7 грудня 2023) / М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін.]. – Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2023. – С. 264.

16. Тарасенко М.Г., Коваль В.П., Буняк О.А., Мовчан Л.Т. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра для здобувачів першого рівня вищої освіти за ОПП Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка/ В.П. Коваль, М.Г. Тарасенко, О.А. Буняк, Л.Т. Мовчан – Тернопіль: ТНТУ, 2024. – 50 с.