

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)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: **Проект освітлення футбольного стадіону**

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи ЕТс-41

спеціальності 141 – Електроенергетика,

електротехніка та електромеханіка

(шифр і назва спеціальності)

_____ **Мацола М.І.**
(підпис) (прізвище та ініціали)

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

Нормоконтроль _____ **Вакуленко О.О.**
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри _____ **Тарасенко М.Г.**
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент _____ **Сіткар О.А.**
(підпис) (прізвище та ініціали)

Тернопіль
2021

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

Тарасенко М. Г.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

«__» _____ 2021 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 Мацолі Миколі Івановичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект освітлення футбольного стадіону

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

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

Затверджені наказом ректора від «26» січня 2021 року № 4/7-47

2. Термін подання студентом завершеної роботи 18 червня 2021 року

3. Вихідні дані до роботи Плани лижних трамплінів, світлотехнічні та електротехнічні характеристики напівпровідникових світлових приладів, нормативні вимоги щодо освітлення та електропостачання спортивних споруд

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Аналітичний розділ

2. Проектно-конструкторський розділ

3. Розрахунковий розділ

4. Безпека життєдіяльності та основи охорони праці

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

1. План стадіону. Схема розміщення світлових приладів 1л. ф – А1

2. Прожектор ДСУ05У (модель А-тах). Характеристики 1л. ф – А1

3. Світлотехнічний розрахунок системи освітлення. Результати 1л. ф – А1

4. Електротехнічний розрахунок електричної освітлювальної мережі. Результати 1л. ф – А1

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання _____ 2021 року _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	15.02.2021	
2	Аналітичний розділ	28.02.2021	
3	Проектно-конструкторський розділ	31.03.2021	
4	Розрахунковий розділ	30.04.2021	
5	Безпека життєдіяльності та основи охорони праці	01.06.2021	
6	Загальні висновки	10.06.2021	
7	Оформлення пояснювальної записки	15.06.2021	
8	Оформлення графічної частини	15.06.2021	

Студент

_____ (підпис)

Мацола М.І.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Осадца Я.М.

_____ (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, 2021.

Стор. 53; рис. 20; табл. 13; креслень 4; джерел 17; додатків 0.

Кваліфікаційна робота бакалавра виконана на підставі завдання на тему: «Проект освітлення футбольного стадіону».

Метою роботи є розроблення проекту системи футбольного стадіону II категорії.

На підставі світлотехнічного та електротехнічного розрахунків запропоновано проект освітлювальної системи футбольного поля стадіону, котрий знаходиться у с. Ямниця, Тисменицького району Івано-Франківської області.

Ключові слова:

ПРОЖЕКТОР, СВІТЛОДІОД, РІВНОМІРНІСТЬ ОСВІТЛЕННЯ, РОБОЧИЙ СТРУМ, ПРИВЕДЕНИЙ МОМЕНТ.

					КРБ 19–034.00.00.000 ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	РЕФЕРАТ	Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.		Мацола М.І.						
Керівник		Осадца Я.М.					3	
Консульт.						ТНТУ, ФПТ, гр. ЕТс-41		
Н. Контр.		Вакуленко О. О.						
Затверд.		Тарасенко М.Г.						

ЗМІСТ

ВСТУП	6
АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ	7
1.1 Вимоги до освітлювальних систем футбольних стадіонів	7
1.2 Аналіз систем освітлення футбольних стадіонів	10
1.3 Постановка завдання кваліфікаційної роботи	13
2 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	14
2.1 Характеристики об'єкта проектування та вибір нормованих світлотехнічних характеристик	14
2.2 Вибір системи освітлення	15
2.3 Вибір джерел світла та світлових приладів	18
2.4 Вибір компонентів електричної освітлювальної мережі	23
3 РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ	27
3.1 Вихідні дані для світлотехнічного розрахунку освітлювальної системи футбольного стадіону	27
3.2 Світлотехнічний розрахунок системи освітлення футбольного стадіону	29
3.3 Електротехнічний розрахунок електричної освітлювальної мережі системи освітлення стадіону на мінімум провідникового матеріалу	35
3.4 Електротехнічний розрахунок електричної освітлювальної мережі системи освітлення стадіону по струму навантаження	42
4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	45
4.1 Перша допомога людині, яка уражена електричним струмом	45
4.2 Економічне значення заходів щодо покращення умов охорони праці	48

					КРБ 19–034.00.00.000 ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Мацола М.І.			ЗМІСТ	Літ.	Арк.	Акрушів
Керівник		Осадца Я.М.					4	
Консульт.								
Н. Контр.		Вакуленко О. О.						
Затверд.		Тарасенко М.Г.						
						ТНТУ, ФПТ, гр. ЕТс-41		

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

51

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

52

					КРБ 19–034.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

ВСТУП

Одним із способів розвитку та популяризації спорту є будівництво нових або реконструкція існуючих спортивних об'єктів та споруд. Важливим завданням при цьому є створення можливостей проведення змагань чи тренувань як в світлий, так і в темний період доби. Тому освітлення будь-якої спортивної споруди дозволяє збільшити час її функціонування, а отже підвищити інтерес до конкретного виду спорту.

Проектування освітлення спортивних об'єктів є одним із найбільш складних та відповідальних завдань. Саме складність зумовлена відсутністю універсальності в прийнятті рішень, оскільки кожна споруда відрізняється призначенням за видами спорту, розмірами спортивних майданчиків, необхідними світлотехнічними характеристиками, які повинні бути забезпечені.

Одними із найпопулярніших спортивних споруд є футбольні стадіони. Це зумовлено можливістю проведення на них не лише футбольних матчів, але й змагань з інших видів спорту (наприклад легка атлетика, хокей на траві, регбі) та культурно-масових заходів (зібрання, концерти). Тому проектування систем освітлення футбольних стадіонів є важливою задачею.

В теперішній час найбільша увага приділяється стадіонам, на яких проводяться змагання міжнародного та національного рівня. Вимоги до освітлення таких споруд є досить високими, що зумовлено необхідністю створення умов для проведення телевізійних трансляцій. Проте, необхідним є освітлення навчально-тренувальних та стадіонів, на яких можуть проводитись змагання регіонального рівня, а вимоги до систем освітлення таких спортивних споруд є суттєво нижчими, у зв'язку із відсутністю необхідності забезпечення умов телетрансляцій. В даній роботі розроблено проект освітлення саме для одного із таких футбольних стадіонів.

					КРБ 19–034.00.00.000 ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Мацола М.І.			ВСТУП	Літ.	Арк.	Акрушів
Керівник		Осадца Я.М.					6	
Консульт.						ТНТУ, ФПТ, гр. ЕТс-41		
Н. Контр.		Вакуленко О. О.						
Затверд.		Тарасенко М.Г.						

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Вимоги до освітлювальних систем футбольних стадіонів

Основною метою освітлення футбольних стадіонів, як і будь-яких інших спортивних споруд є створення та забезпечення необхідних умов видимості для [1, 2]:

1. гравців, тренерів та суддів, тобто тих осіб, котрі беруть безпосередню участь в процесі змагань чи тренувань;
2. глядачів, котрі знаходяться безпосередньо на стадіоні, тобто потрібно створити такі умови видимості, котрі б забезпечували можливість спостереження навіть при найвіддаленіших відстанях між ними та спортсменами;
3. кіно-, фото- та телеоператорів, тобто забезпечення умов для отримання зображень високої якості.

При проектуванні споруд спортивного призначення користуються вимогами щодо світлотехнічних параметрів, наведених в документах [3 – 5], проте в цих документах не наведено чіткої інформації щодо нормативних вимог, які характеризують освітлювальні системи. Зокрема в ДБН В.2.2 – 13 – 2003 [3] вказано лише вимоги щодо освітленості для спортивних споруд, з котрих може здійснюватись телетрансляція спортивних подій. Крім того вказується, що для відкритих майданчиків, на яких проводяться фізкультурно-оздоровчі заняття, мінімальне значення горизонтальної освітленості має становити 150 лк.

Більш конкретно світлотехнічні вимоги до систем освітлення футбольних стадіонів вказано у Європейському стандарті DIN EN 12193. Light and lighting - Sports lighting [6]. Відповідно до цього стандарту, вимоги до освітлення футбольних стадіонів визначаються рівнями спортивних змагань, які на них можуть проводитись (таблиця 1.1).

					КРБ 19–034.00.00.000 ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Мацола М.І.			1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ	Літ.	Арк.	Акрушів
Керівник		Осадца Я.М.					7	
Консульт.						ТНТУ, ФПТ, гр. ЕТс-41		
Н. Контр.		Вакуленко О. О.						
Затверд.		Тарасенко М.Г.						

Таблиця 1.1 – Рівні спортивних змагань, наведені у стандарті DIN EN 12193. Light and lighting - Sports lighting

Рівень змагань	Вид змагань	Призначення спортивної споруди
I	Змагання вищої категорії	Проведення змагань національного та міжнародного у великих спортивних комплексах (з трибунами на 800 глядачів і більш)
II	Змагання середнього рівня	Проведення регіональних змагань в середніх і малих спортивних комплексах (з трибунами менш ніж на 800 глядачів)
III	Шкільний спорт та дозвілля	Проведення непрофесійних змагань, шкільного спорту і дозвілля

Вимоги щодо освітленості відкритих футбольних стадіонів без можливості телетрансляцій у відповідності із стандартом [6], а також їх порівняння із вимогами інших нормативних документів наведено в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Вимоги щодо освітленості відкритих футбольних стадіонів без можливості телетрансляцій у відповідності із стандартом [6], а також їх порівняння із вимогами інших нормативних документів

Клас гри або спортивної споруди	BSI-1-73 мінімальна освітленість, лк		EN12193 середня освітленість, лк		IES Rec. Pract. RP- 2000 середня освітленість, лк		МКО середня освітленість, лк	
	Горизонтальна/ відношення мінімальної освітленості до максимальної	Вертикальна	Горизонтальна/ відношення мінімальної освітленості до максимальної	Вертикальна	Горизонтальна/ві дношення максимальної освітленості до мінімальної	Вертикальна	Горизонтальна/ві дношення мінімальної освітленості до максимальної	Вертикальна
Тренування	50 / 1/3	30	75/ 0,5	-	500 / 4/1	-	100 / 3/1	-
Змагання на стадіоні з трибунами із кількістю місць від 1500 до 10000	100 / 1/3	50			1000 / 3/1	-	500 / 3/1	-

Продовження таблиці 1.2

Клас гри або спортивної споруди	BSH-1-73 мінімальна освітленість, лк		EN12193 середня освітленість, лк		IES Rec. Pract. RP-2000 середня освітленість, лк		МКО середня освітленість, лк	
	Горизонтальна/відношення мінімальної освітленості до максимальної	Вертикальна	Горизонтальна/відношення мінімальної освітленості до максимальної	Вертикальна	Горизонтальна/відношення мінімальної освітленості до максимальної	Вертикальна	Горизонтальна/відношення мінімальної освітленості до максимальної	Вертикальна
Змагання на стадіоні з трибунами із кількістю місць від 10000 до 25000	200 / 1/3	75	200/ 0,6	-	1500 / 2,5/1	-	750 / 3/1	-
Змагання на стадіоні з трибунами із кількістю місць від понад 25000	400 / 1/3	100	500/ 0,7	-	-	-	-	-

Як видно із таблиці 1.2 вимоги щодо освітленості футбольних та її рівномірності, наведені в різних нормативних документах, стадіонів можуть суттєво відрізнитись між собою. В деяких літературі, зокрема в [1] рекомендують при проектуванні використовувати стандарт [6].

Для стадіонів, які забезпечені можливістю трансляцій нормативні вимоги щодо освітлення представлено в таблиці 1.3 [1,6,7].

Таблиця 1.3 – Вимоги щодо освітлення для стадіонів з можливістю трансляції змагань

Клас гри або спортивної споруди	Середня горизонтальна освітленість, лк	Рівномірність	Індекс GR	Корельована колірна температура, К	Індекс кольоропередачі Ra
III	500	0,7	≤50	>4000	80
II	200	0,6		>4000	65
I	75	0,6		>2000	20

1.2 Аналіз систем освітлення футбольних стадіонів

Завдяки простішій та меншовартісній експлуатації для освітлення спортивних споруд, зокрема стадіонів, використовують світильники прожекторного типу. Крім того застосування прожекторів пояснюється ще й неможливістю розташування опор зі світловими приладами на освітлювальній території [2].

Найчастіше футбольні стадіони освітлюються за допомогою [1,8]:

- систем із чотирма щоглами;
- систем із шістьома/вісьмома щоглами;
- лінійних систем.

Найпоширенішою системою освітлення стадіонів є система із чотирьох щогл (рисунок 1.1).

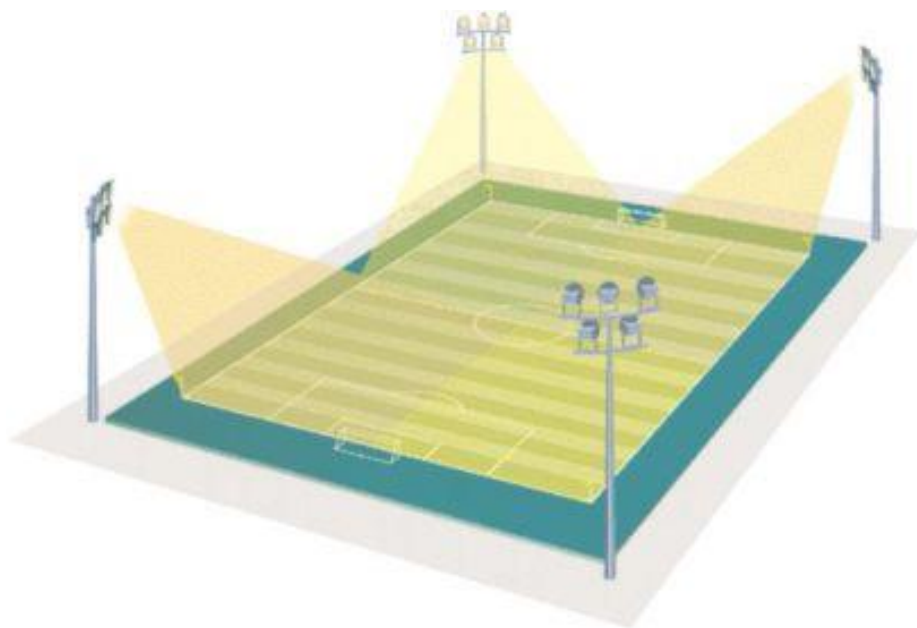


Рисунок 1.1 – Чотирищоголова система освітлення футбольного стадіону

При такій системі освітлення прожектори розміщують на чотирьох щоглах досить великої висоти, які розташовуються позаду лицьової лінії поля. Метою такого розташування щогл є забезпечення умов бачення воротарем м'яча, а не його силуету. Прожектори, розміщені на кожній щоглі,

					КРБ 19–034.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

спрямовуються на все поле. Це дозволяє створити як необхідні рівні горизонтальної освітленості, так і високі рівні вертикальної освітленості у площині котра проходить через повздовжню вісь футбольного поля. Крім того, таке розташування та напрямлення дозволяє досягти необхідної рівномірності розподілу освітленості. При наявності глядацьких трибун щогли розміщуються позаду трибун або монтуються у їх верхню частину, що дозволяє мінімізувати засліплення гравців і суддів.

Перевагою таких освітлювальних систем є порівняно нижча вартість, що можна пояснити низьким числом щогл. Недолік такої системи полягає у наявності тінестворюючих властивостей, тобто при використанні даної система створюється «хрест тіней», котрий переміщується за кожним учасником матчу.

Крім цього дана система на даний час практично не використовується при будівництві нових великих стадіонів, що пояснюється необхідністю збільшення числа прожекторів, їх потужності, а отже збільшення капітальних та експлуатаційних затрат освітлювальної установки. Для таких випадків, а також для освітлення тренувальних полів застосовується система з шести/восьми щогл (рисунок 1.2).

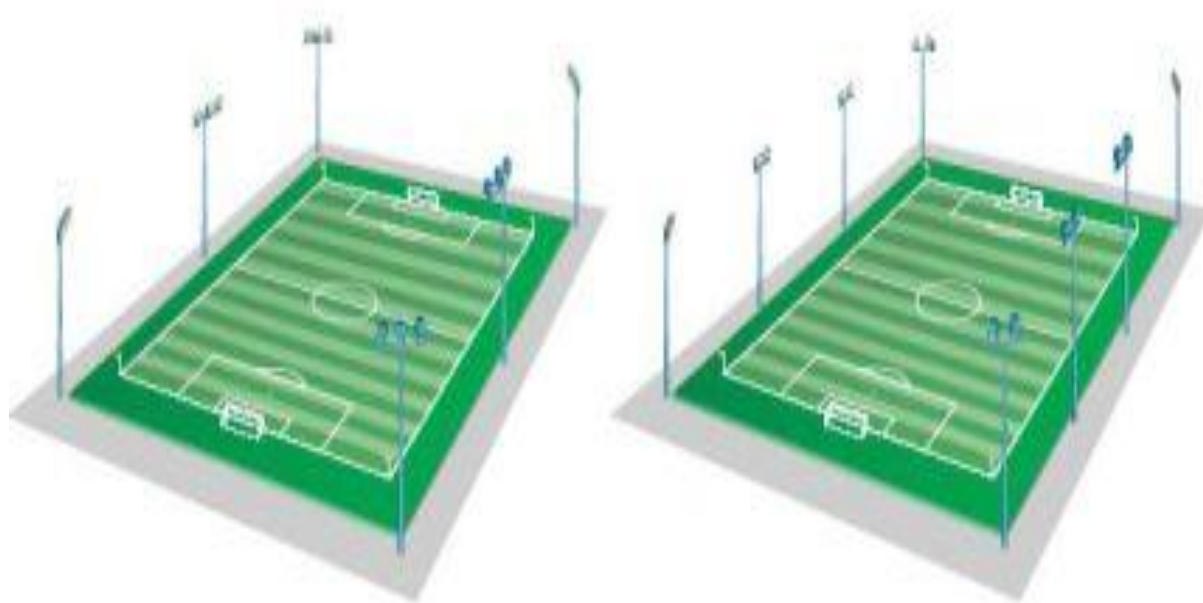


Рисунок 1.2 – Система освітлення з шести/восьми щогл

					КРБ 19–034.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Завдяки застосуванню більшої кількості щогл пом'якшуються тіні від гравців. Крім того, в даній системі прожектори спрямовують на найближче розташовані $2/3$ або на $1/2$ частини ігрового поля, що дозволяє суттєво підвищити рівномірність, а також циліндричну освітленість.

Недоліком даної системи, в порівнянні із чотирищоголовою, є підвищений рівень засліпленості внаслідок застосування більшої кількості засліплюючих джерел світла.

У випадках наявності на стадіоні козирків, котрі накривають значну частину трибун, використовується лінійна система освітлення (Рисунок 1.3), при якій світлові прилади встановлюються в один або декілька рядів суцільними або лініями з розривами на козирках трибун з двох бічних сторін футбольного поля. Ще однією умовою її застосування є достатня висота розміщення козирка.

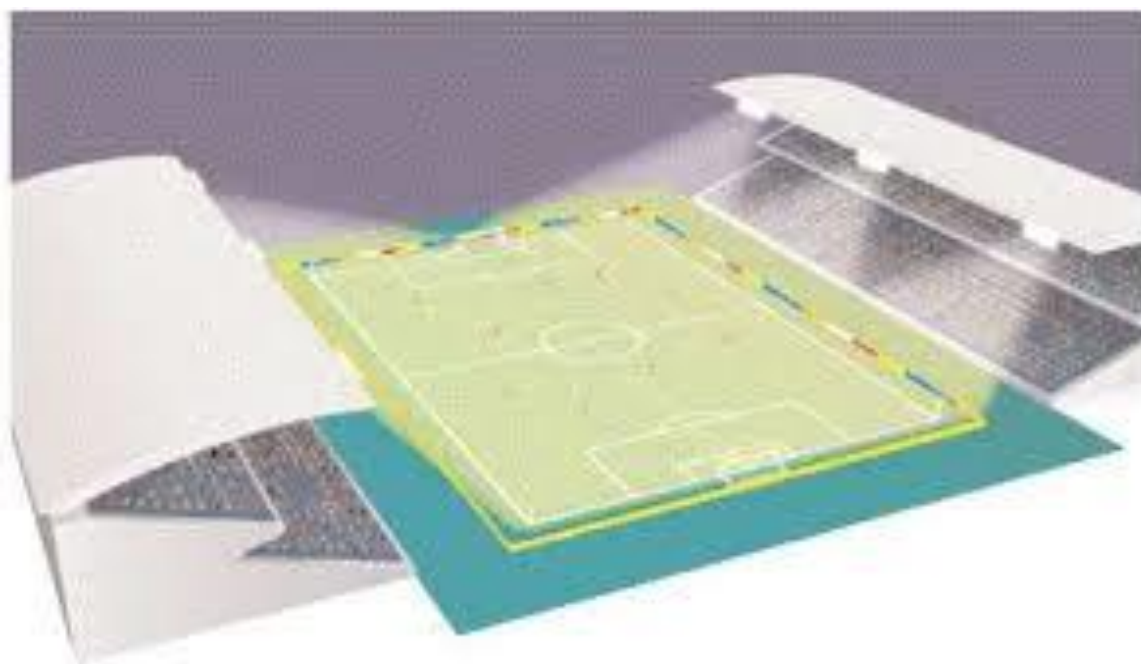


Рисунок 1.3 – Лінійна система освітлення футбольного стадіону

Перевагами лінійної системи освітлення є найвища рівномірність, в порівнянні із щоголовими системами, а також повне усунення тіней від гравців та створення об'ємності. Недоліком є підвищена засліплююча дія на учасників матчу внаслідок великої протяжності прожекторних батарей, котрі здатні

					КРБ 19–034.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

займати значну частину поля зору при будь-якому положенні гравців на футбольному полі.

1.3 Постановка завдання кваліфікаційної роботи

Предметом проектування в кваліфікаційній роботі є сільський стадіон, котрий знаходиться у с. Ямниця, Тисменицького району, Івано-Франківської області. На цьому стадіоні проходять тренування, а також домашні зустрічі аматорського футбольного клубу «Вихор»

Тому метою даної роботи є розробка системи освітлення цього стадіону, котра б забезпечувала нормативні вимоги до освітлення стадіонів такого рівня.

					КРБ 19–034.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

2 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

2.1 Характеристики об'єкта проектування та вибір нормованих світлотехнічних характеристик

Об'єктом проектування є сільський стадіон (рисунок 2.1), розташований в с. Ямниця Тисменецького району Івано-Франківської області. Стадіон призначений, як для тренувального процесу, так і для проведення домашніх матчів аматорського футбольного клубу “Вихор”, котрий виступає в регіональних футбольних змаганнях.



Рисунок 2.1 – Розміщення стадіону на карті с. Ямниця Тисменецького району Івано-Франківської області

Характеристики футбольного поля стадіону наступні:

1. довжина – 100 м;
2. ширина – 65 м;
3. відстань від бокової лінії футбольного поля до внутрішньої кромки асфальтових бігових доріжок – 1 м;
4. ширина бігових доріжок – 2,5 м.

					КРБ 19–034.00.00.000 ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Мацола М.І.				2 ПРОЕКТНО- КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	Літ.	Арк.	Акрушів
Керівник	Осадца Я.М.						14	
Консульт.						ТНТУ, ФПТ, гр. ЕТс-41		
Н. Контр.	Вакуленко О. О.							
Затверд.	Тарасенко М.Г.							

Для подальшого проектування використаємо вимоги, наведені в стандарті [6]. Оскільки на об'єкті проектування відбуваються змагання регіонального рівня, то він відноситься до спортивних споруд II рівня. Для таких футбольних стадіонів вимоги щодо освітлення, котрі необхідно забезпечити наступні:

- середня освітленість в горизонтальній площині – 200 лк;
- рівномірність освітленості, яка визначається відношенням мінімальної освітленості до максимальної – 0,6.

2.2 Вибір системи освітлення

Для освітлення стадіону виберемо чотирищоголову систему освітлення, дотримуючись наступних вимог [1, 8]:

- кут між перпендикуляром, опущеним на поздовжню вісь поля або її продовження з будь-якого світлового приладу, та горизонтальною площиною повинен становити не менше 27° (рисунок 2.2);

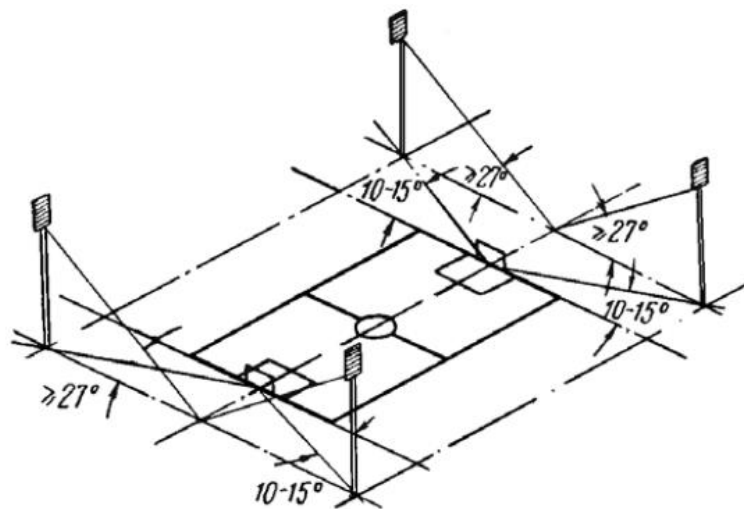


Рисунок 2.2 – Вимоги до розташування щогл при чотирищоголовій системі освітлення

- лінія, котра знаходиться позаду лицьової лінії і з'єднує точки розміщення основ щогл, повинна знаходитись на відстані від лицьової лінії,

					КРБ 19–034.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

достатній, щоб кут між напрямом від основи щогли на центр воріт і лицьовою лінією поля складав $10 - 15^\circ$.

- мінімальний кут між лініями, котрі сполучають основи щогл з серединою бокової лінії становить 5° .

Розташуємо опори світлових приладів на відстані 8,5 м від бокової лінії футбольного поля та на відстані 7,5 м від лицьової лінії поля. При цьому кут α між лініями, котрі сполучають основи щогл з серединою бокової лінії можна розрахувати за формулою:

$$\alpha = \operatorname{arctg} \frac{\Delta a}{\frac{B}{2} + \Delta b}, \quad (2.1)$$

де $\Delta a = 7,5$ м – відстань між лицьовою лінією та основами щогл;

$B = 65$ м – ширина футбольного поля;

$\Delta b = 8,5$ м – відстань між боковою лінією та основами щогл.

Підставивши чисельні значення для Δa , B , Δb у формулу (2.1), отримаємо

$$\alpha = \operatorname{arctg} \frac{7,5}{\frac{65}{2} + 8,5} = 10,4^\circ,$$

що допустимо, оскільки кут α має бути в межах від 10 до 15° .

Кут β між лініями, котрі сполучають основи щогл з серединою бокової лінії розрахуємо за формулою:

$$\beta = \operatorname{arctg} \frac{\Delta b}{\frac{A}{2} + \Delta a}, \quad (2.2)$$

де A – довжина футбольного поля;

Підставивши чисельні значення для Δa , A , Δb у формулу (2.2), отримаємо

					КРБ 19–034.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

$$\beta = \arctg \frac{8,5}{\frac{100}{2} + 7,5} = 8,4^\circ,$$

що допустимо, оскільки мінімальне значення кута β повинне становити 5° .

Для такого розташування опор мінімальна висота H_{\min} установки світлових приладів становить:

$$H_{\min} = \frac{B}{2} \cdot \operatorname{tg} 27^\circ. \quad (2.3)$$

Підставивши значення $B = 65$ м у формулу (2.3), отримаємо:

$$H_{\min} = \frac{65}{2} \cdot \operatorname{tg} 27^\circ = 16,5 \text{ м.} \quad (2.3)$$

Враховуючи це, розмістимо світлові прилади на щоглах висотою 24 м (рисунок 2.3).

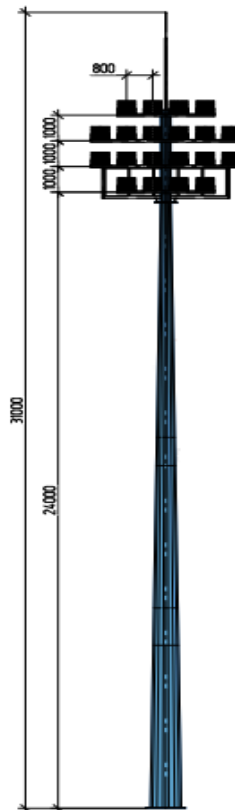


Рисунок 2.3 – Щогла для освітлення футбольного стадіону

					КРБ 19–034.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

2.3 Вибір джерел світла та світлових приладів

При виборі джерел світла потрібно враховувати такі характеристики:

- 1) світлотехнічні – світловий потік, спектр випромінювання, корельована колірна температура, індекс кольоропередачі;
- 2) електричні – напруга живлення, споживана потужність;
- 3) енергетичні та економічні – світлова віддача, термін служби, вартість.

По принципу дії всі джерела світла, котрі на даний час створюють 98 – 99 % усього світлового потоку можна розділити на три типи: теплові (лампи розжарювання та кварцово-галогенні лампи розжарювання), газорозрядні (люмінесцентні, металогалогенні, натрієві, ртутні лампи та ін.) та напівпровідникові джерела світла (світлодіоди).

При освітленні спортивних об'єктів Державними будівельними нормами [3] рекомендується використання газорозрядних ламп.

Оскільки люмінесцентним лампам притаманна нестабільність світлотехнічних характеристик, то їх використовувати для освітлення відкритих споруд та в зовнішньому освітленні не рекомендується. Щодо інших типів розрядних ламп, то найкращими енергетичними характеристиками володіють натрієві лампи (таблиця 2.1), принцип дії котрих полягає на використанні резонансного випромінювання D-ліній натрію. Існує два типи натрієвих ламп: високого (НЛВТ) та низького тиску (НЛНТ) [1, 9].

Таблиця 2.1 – Характеристики натрієвих ламп

Характеристика	НЛНТ	НЛВТ
Максимальна потужність, Вт	180	1000
Корельована колірна температура, К	2300 – 4900	2300 – 2900
Індекс кольоропередачі	40 – 60	40 – 60
Світлова віддача, лм/Вт	200	150
Термін служби, тис. год.	9 – 12	12 – 28
Час розгоряння	5 – 7 хв	5 – 7 хв

Недоліками натрієвих ламп є:

- низький індекс кольоропередачі;
- тривале розгоряння;

Дугові ртутні лампи високого тиску в даний час широко використовуються як в системах внутрішнього, так і зовнішнього освітлення. Основні характеристики дугових ртутних ламп представлено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Характеристики дугових ртутних ламп

Потужність, Вт	80 – 2000
Корельована колірна температура, К	3000 – 6000
Індекс кольоропередачі	40 – 70
Світлова віддача, лм/Вт	30 – 60
Термін служби, тис. год.	10 – 12
Час розгоряння	7 хв

Недоліками дугових ртутних ламп є:

- низька кольоропередача, внаслідок переважання в спектральному складі випромінювання синьо-зеленої частини;
- можливість використання в мережах зі змінним струмом;
- високий рівень пульсацій світлового потоку;
- суттєве зниження світлового потоку наприкінці терміну служби.

Конструктивно металогалогенні лампи є схожими з дуговими ртутними лампами, а відрізняються вони додатковим введенням в пальник спеціальних добавок (натрію, талія, індію тощо). В результаті цього значно підвищується світлова віддача лампи (74 – 108 лм/Вт) і забезпечується високий індекс передачі кольору. Характеристики металогалогенних ламп приведені в таблиці 2.3.

Рівень пульсацій світлового потоку в металогалогенних лампах є суттєво нижчий, ніж в дугових ртутних лампах, а термін служби становить від 8 до 15 тисяч годин.

Недоліки металогалогенних ламп полягають у наступному:

					КРБ 19–034.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

- залежність світлотехнічних параметрів лампи від її положення під час експлуатації (має мути горизонтальне положення);
- висока вартість;
- потребують достатньо тривалого часу на запалювання та перезапалювання;
- спад світлового потоку протягом терміну служби досягає 40 %;
- наявність як і у всіх розрядних джерел світла в своєму складі ртуті, що потребує спеціальних методів утилізації.

Таблиця 2.3 – Характеристики металогалогенних ламп

Потужність, Вт	70 – 20000
Корельована колірна температура, К	3000 – 6500
Індекс кольоропередачі	65 – 92
Світлова віддача, лм/Вт	74 – 108
Термін служби, тис. год.	8 – 15
Час розгоряння	10 хв

До недавнього часу напівпровідникові джерела світла застосовувались лише в індикаційних та сигнальних системах. Проте, в даний час, світлодіоди застосовуються в світлових приладах малої, середньої та високої потужності. Основні характеристики напівпровідникових джерел світла приведено в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Характеристики напівпровідникових джерел світла

Корельована колірна температура, К	2700 – 6500
Індекс кольоропередачі	70 – 95
Світлова віддача, лм/Вт	150 – 250
Термін служби, тис. год.	50 – 100
Час розгоряння	-

Основним недоліком напівпровідникових джерел світла є необхідність ефективного відведення тепла, що призводить до збільшення габаритних розмірів світлових приладів на основі світло діодів, а також їх маси. Переваги напівпровідникових джерел світла полягають в наступному:

- висока енергоефективність;
- висока механічна міцність (відсутність скляної колби);
- великий термін служби;
- відсутність впливу кількості включень-виключень на термін служби;
- випромінювання суцільного спектру (рисунок 2.4);
- можливість вмикання відразу на повну вартість;
- екологічність (відсутність ртутної складової).

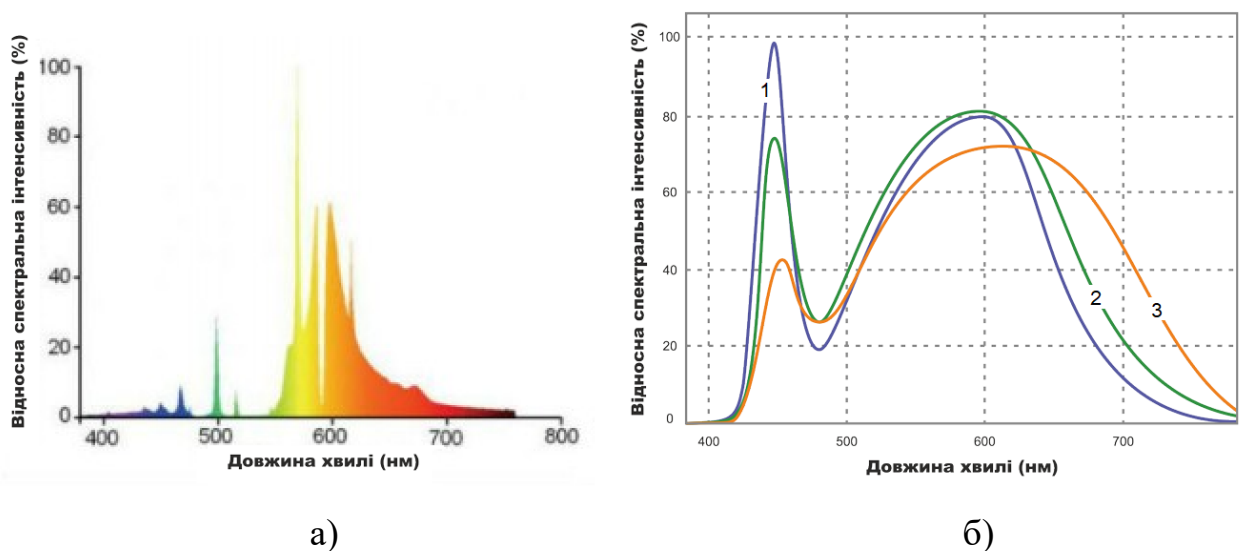


Рисунок 2.4 – Спектральний склад випромінювання натрієвої лампи (а) та світлодіодів (б) холодно-білого (1), нейтрально-білого (2) та тепло-білого кольорів свічення

На підставі вищенаведених характеристик, а також переваг та недоліків, для освітлення стадіону в якості джерел світла зупинимо свій вибір на застосуванні напівпровідникових джерел світла.

Згідно із нормативними вимогами корельовано колірна температура джерел світла в освітлювальних установках спортивних споруд повинна

становити 4000 К, а індекс кольоропередачі для освітлювальних систем стадіонів без телевізійної трансляції повинен становити не менше 65.

Для освітлення футбольного поля стадіону виберемо світлові прилади прожекторного типу ДСУ05У (модель А-max) (рисунок 2.5), виробництва ТОВ «ОСП Корпорація «ВАТРА» [10].



Рисунок 2.5 – Зображення прожектора ДСУ05У (модель А-max)

Призначення цього прожектора – це освітлення комплексів спортивної інфраструктури, площ та інших відкритих просторів, територій будівельних, транспортних та сільськогосподарських об’єктів, кар’єрів, а також виробничих, сільськогосподарських та складських приміщень.

Особливості цього прожектора:

- ступінь пило вологозахисту – IP 67;
- робочий діапазон напруги – 120 ... 375 В;
- наявність антивібраційного кріплення;
- плавне включення світило діодів дозволяє продовжити їх термін служби;
- наявність для кожного світло діода наявність кола зворотного ходу захисту, що дозволяє продовжувати роботу прожектора в нормальному режимі.

					КРБ 19–034.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Технічні характеристики прожектора ДСУ05У (модель А-мах) наведено в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Технічні характеристики прожектора ДСУ05У (модель А-мах)

Потужність, Вт	150 – 1400
Світловий потік, лм	20250 – 189000
Світлова віддача, лм/Вт	135
Корельована колірна температура, К	4000
Коефіцієнт активної потужності	0,95
Діапазон робочих температур	-40 ... +60 °С

2.4 Вибір компонентів електричної освітлювальної мережі

В Правилах улаштування електроустановок [11] вказано, що для живлення світлових приладів загального освітлення, як правило, застосовується напруга, не вищу ніж 220 В змінного або постійного струму.

За надійністю електропостачання всі електроприймачі поділяються на категорії:

електроприймачі, перерва в електропостачанні яких є неможливою або може бути допущена лише на час автоматичного включення резерву – I категорія;

електроприймачі, для яких допускається перерва в електропостачанні лише на час, необхідний для ввімкнення резервного живлення черговим персоналом (до 1 год) – II категорія;

електроприймачі, перерва в електропостачанні яких допускається на час, необхідний для ремонту або заміни пошкодженого обладнання (не більше 1 доби, 24 год) – III категорія.

Саме категорія електроприймачів за надійністю і визначає схему їх живлення. У відповідності із [12], по надійності електропостачання система

					КРБ 19–034.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

освітлення стадіону, як об'єкта із кількістю одночасного перебування людей до 800, відноситься до III категорії електропостачання. Живлення споживачів електричної енергії цієї категорії може здійснюватись від однієї трансформаторної підстанції. Причому, всі види навантаження можуть живитись самостійними лініями як від шини низької напруги трансформаторної підстанції, так і від вводу в будинок.

План мереж освітлення стадіону представлено на рисунку 2.6. Живлення прожекторів здійснимо чотирма груповими лініями від щита керування, котрий знаходиться в адміністративній будівлі стадіону, до опор освітлення. На кожній освітлювальній опорі встановимо шафу управління освітленням від прожекторів, котрі розміщено на цій опорі.



Рисунок 2.6 – План мереж освітлення стадіону

Прокладання кабелів групових ліній від щита керування до шаф управління прожекторами виконаємо під землею, а від шаф керування до світлових приладів – в середині опори.

					КРБ 19–034.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

У відповідність із ПУЕ [11] живлення установок зовнішнього освітлення рекомендується виконувати із системою заземлення TN-C, в котрій основна шина заземлення є глухозаземлена нейтраль, з котрою додатковими нульовими проводами з'єднуються всі відкриті деталі, а також корпуси і металеві частини світлових приладів, котрі здатні проводити електричний струм (рисунок 2.7) [1, 13].

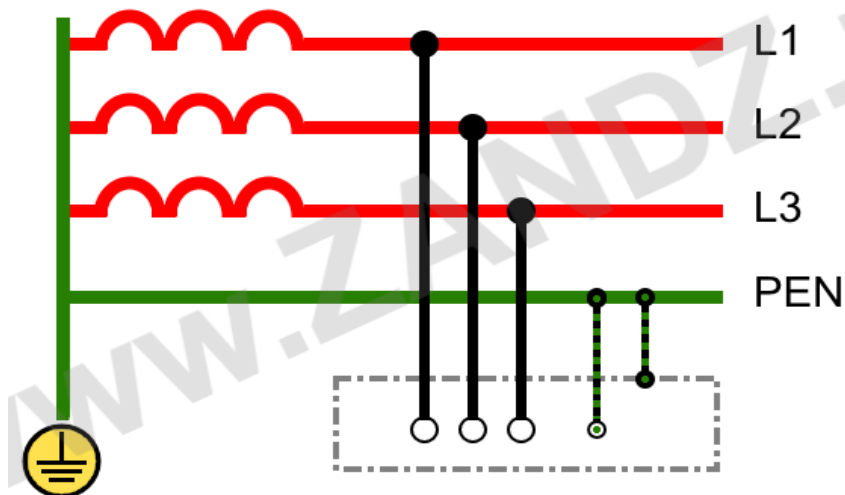


Рисунок 2.7 — Схема системи заземлення типу TN-C

В якості кабелів для підземного прокладання виберемо мідний броньований чотирижильний кабель типу ВббШв, а для прокладання всередині опори – кабель ВВГнг. Довжини та марки кабелів групових ліній від щита управління до шаф керування приведено в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 — Довжини кабелів для живлення про

Номер щогли	Довжина кабелю, м	Марка кабелю	Кількість жил
1	144	ВббШв	4
2	60	ВббШв	4
3	60	ВббШв	4
4	119	ВббШв	4

Керування ввімкненням та вимкненням освітлювальної установки здійснено на основі використання схеми з електромагнітним пускачем (рисунок 2.8). Принцип роботи даної схеми полягає в наступному. Ввідний автоматичний вимикач 1 увімкнений. Напряга із основного вводу поступає на електричну схему, котра знаходиться в черговому положенні. Тобто подається напруга із фази С на контакт кнопки “ПУСК” (4), і проходить через нормально замкнені контакти кнопки “СТОП” (5). Увімкнення усієї схеми не буде можливим, поки буде розімкненою кнопка “ПУСК”.

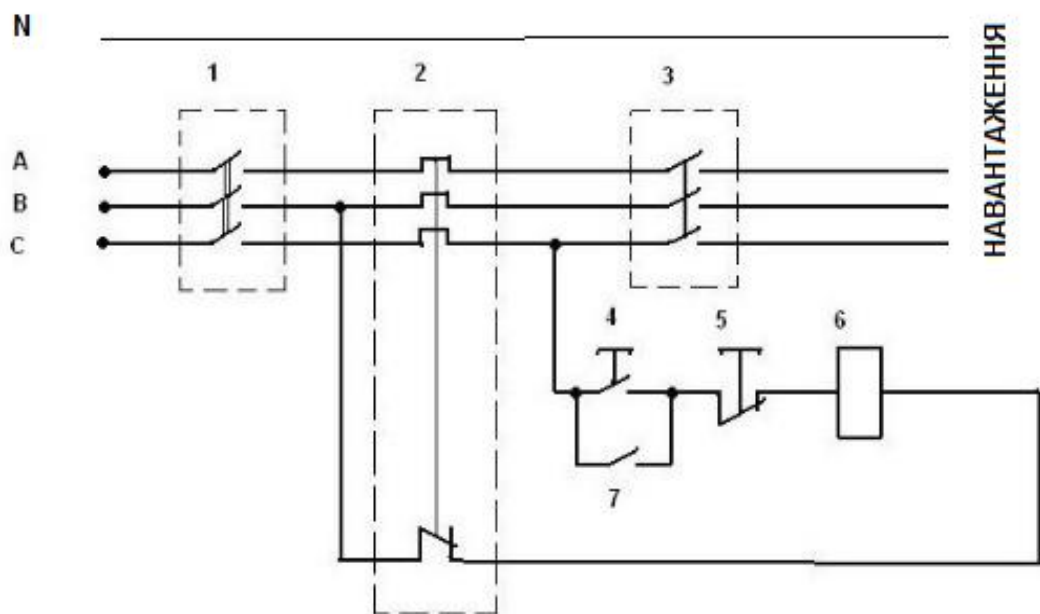


Рисунок 2.8 – Схема керування прожекторами на одній щоглі з допомогою магнітного пускача

У випадку короткого замикання спрацьовує автоматичний вимикач 1, внаслідок чого знеструмлюється вся схема. При перевищенні споживаного струму спрацьовує теплове реле 2, котре знеструмлює обмотку контактора і навантаження вимикається. Для відімкнення навантаження в ручному режимі використовується кнопка “СТОП”, при натисканні котрої обривається коло живлення котушки магнітного пускача.

3 РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ

3.1 Вихідні дані для світлотехнічного розрахунку освітлювальної системи футбольного стадіону

При проведенні світлотехнічного розрахунку враховують наступне:
розміщення світлових приладів відносно поверхонь, котрі потрібно освітити;

нормовані значення світлотехнічних параметрів;

світлотехнічні та фотометричні характеристики світильників;

коефіцієнт запасу.

В попередньому розділі були описані основні характеристики прожектора типу ДСУ05У моделі А-мах. Для подальшого світлотехнічного розрахунку виористаємо два типи таких прожекторів потужністю 900 Вт та світловим потоком 121500 лм, а саме: 4 прожектори ДСУ05У-800-511 (А-мах) з кутом розсіювання 30° (рисунок 3.1), 24 прожектори ДСУ05У-800-411 (А-мах) з кутом розсіювання 15° (рисунок 3.2) [14].

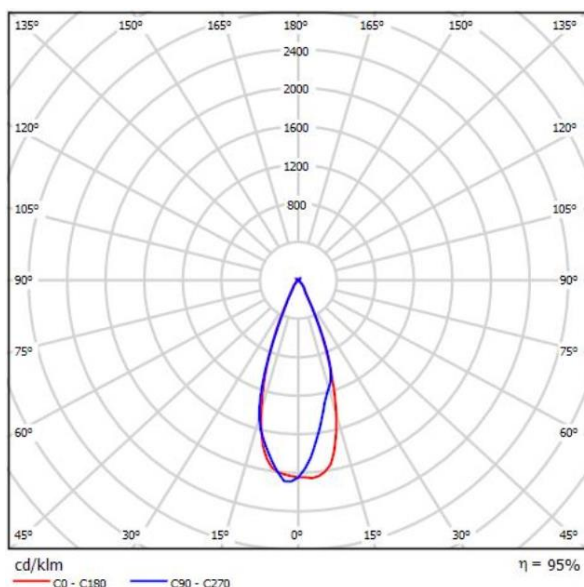


Рисунок 3.1 – Крива сили світла прожектора ДСУ05У-800-511 (А-мах)

					КРБ 19–034.00.00.000 ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Мацола М.І.				3 РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ	Літ.	Арк.	Акрушів
Керівник	Осадца Я.М.						27	
Консульт.						ТНТУ, ФПТ, гр. ЕТс-41		
Н. Контр.	Вакуленко О. О.							
Затверд.	Тарасенко М.Г.							

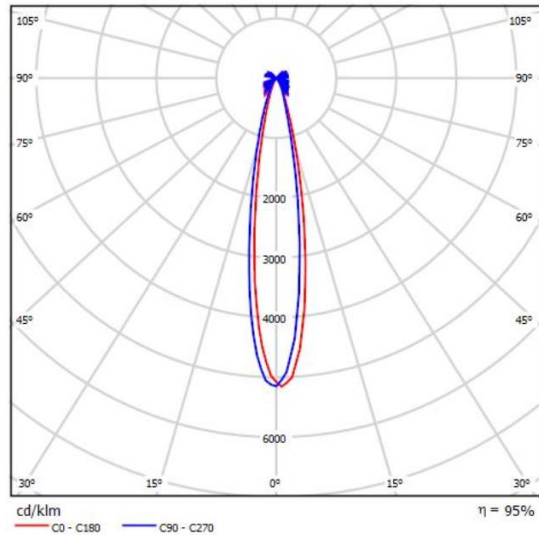


Рисунок 3.2 – Крива сили світла прожектора ДСУ05У-800-411 (А-max)

Розміщення прожекторів здійснимо у відповідності із рисунком 3.3, а за точку з нульовими координатами виберемо центр футбольного поля. Відстань між прожекторними щоглами вздовж довшої сторони футбольного поля становить 115 м, а вздовж коротшої – 82 м. Координати розміщення прожекторів на плані футбольного стадіону наведені в таблиці 3.1.

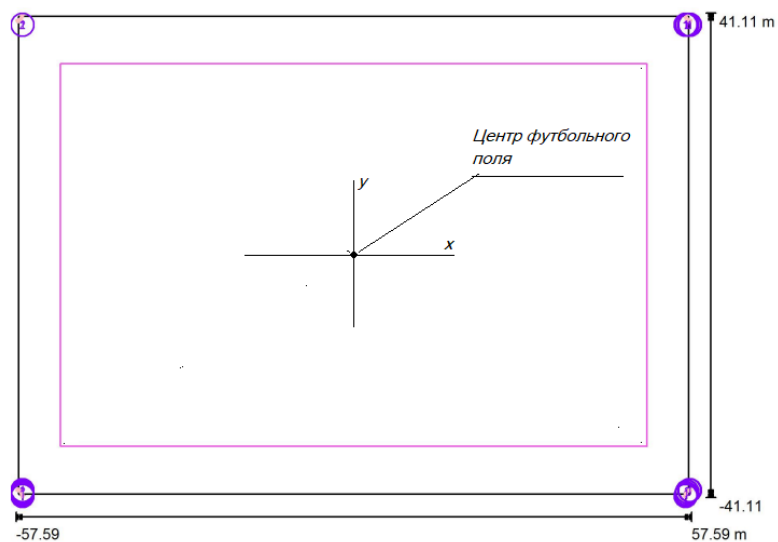


Рисунок 3.3 – Схема розміщення прожекторів на плані лижного трампліну

При світлотехнічному розрахунку потрібно врахувати те, що нормована освітленість має забезпечуватись наприкінці терміну служби прожекторів або перед черговим їх чищенням. Тому візьмемо до уваги коефіцієнт запасу, котрий

дорівнює відношенню світлових потоків на початку та наприкінці терміну експлуатації прожекторів. У відповідності з [6] коефіцієнт запасу становить 1,25.

Таблиця 3.1 – Координати розміщення прожекторів на схемі футбольного стадіону

№ прожектора на плані	Тип прожектора	x, м	y, м	z, м
1	ДСУ05У-800-511(А-max)	-56,886	-40,094	24,000
2	ДСУ05У-800-511(А-max)	56,886	-40,094	24,000
3	ДСУ05У-800-511(А-max)	-56,886	40,094	24,000
4	ДСУ05У-800-511(А-max)	56,886	40,094	24,000
5	ДСУ05У-800-411(А-max)	-56,691	-40,687	25,000
6	ДСУ05У-800-411(А-max)	56,691	-40,687	25,000
7	ДСУ05У-800-411(А-max)	-56,691	40,687	25,000
8	ДСУ05У-800-411(А-max)	56,691	40,687	25,000
9	ДСУ05У-800-411(А-max)	-56,891	-40,195	25,000
10	ДСУ05У-800-411(А-max)	56,891	-40,195	25,000
11	ДСУ05У-800-411(А-max)	-56,891	40,195	25,000
12	ДСУ05У-800-411(А-max)	56,891	40,195	25,000
13	ДСУ05У-800-411(А-max)	-56,600	-40,881	24,000
14	ДСУ05У-800-411(А-max)	56,600	-40,881	24,000
15	ДСУ05У-800-411(А-max)	-56,600	40,881	24,000
16	ДСУ05У-800-411(А-max)	56,600	40,881	24,000
17	ДСУ05У-800-411(А-max)	-57,355	-39,900	24,000
18	ДСУ05У-800-411(А-max)	57,355	-39,900	24,000
19	ДСУ05У-800-411(А-max)	-57,355	39,900	24,000
20	ДСУ05У-800-411(А-max)	57,355	39,900	24,000
21	ДСУ05У-800-411(А-max)	-57,237	-39,900	25,000
22	ДСУ05У-800-411(А-max)	57,237	-39,900	25,000
23	ДСУ05У-800-411(А-max)	-57,237	39,900	25,000
24	ДСУ05У-800-411(А-max)	57,237	39,900	25,000
25	ДСУ05У-800-411(А-max)	-56,733	-40,463	24,000
26	ДСУ05У-800-411(А-max)	56,733	-40,463	24,000
27	ДСУ05У-800-411(А-max)	-56,733	40,463	24,000
28	ДСУ05У-800-411(А-max)	56,733	40,463	24,000

3.2 Світлотехнічний розрахунок системи освітлення футбольного стадіону

Світлотехнічний розрахунок прожекторного освітлення можна

виконувати, користуючись двома методами:

- методом коефіцієнта використання світлового потоку;
- точковим методом.

Згідно із методом коефіцієнта використання, кількість прожекторів N , необхідну для забезпечення нормованої освітленості E , можна розрахувати за формулою [15]:

$$N = \frac{E \cdot S \cdot K_3}{\Phi \cdot \eta \cdot U \cdot z}, \quad (3.1)$$

де S – площа об'єкта, котра освітлюється;

K_3 – коефіцієнт запасу;

Φ – світловий потік джерел світла у прожекторі;

η – коефіцієнт корисної дії прожектора;

U – коефіцієнт використання світлового потоку;

z – коефіцієнт нерівномірності освітлення.

У відповідності із точковим методом розрахунок прожекторного освітлення виконується на основі використання кривих сил світла прожекторів, котрі можуть бути задані графічно або аналітично а освітленість розрахункової точки, створена прожектором із кривою сили світла $I(\beta_B, \beta_G)$ може бути розрахована за формулою [16]:

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

де α – кут між вектором нормалі до освітлюваної поверхні в точці розрахунку та напрямком сили $I(\beta_B, \beta_G)$.

Сила світла $I(\beta_B, \beta_G)$ визначається на основі значень кутів β_B і β_G (рисунок 3.4):

$$\beta_B = \pm \left(\arctg \frac{a}{h_p} - \arctg \frac{a_0}{h_p} \right), \quad \beta_G = \arctg \left(\frac{b \cdot \cos \alpha_1}{h_p} \right). \quad (3.2)$$

					КРБ 19–034.00.00.000 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

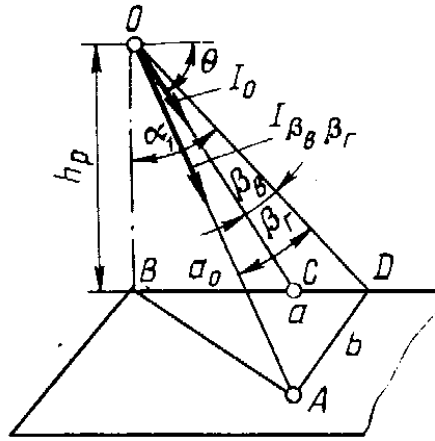


Рисунок 3.4 – Геометрична схема світлотехнічного розрахунку освітленості від прожектора

Силу світла $I_{\beta_B \beta_G}$ можна визначити по кривих сили світла залежно від кутів β_B і β_G і значення котрих визначається положенням розрахункової точки:

$$\beta_B = \pm \left(\arctg \frac{a}{h_p} - \arctg \frac{a_0}{h_p} \right), \quad \beta_G = \arctg \left(\frac{b \cdot \cos \alpha_1}{h_p} \right). \quad (3.2)$$

Використання формул (3.1) та (3.2) для світлотехнічного розрахунку є дещо затрудненим. Причинами цього є:

- відсутність даних щодо коефіцієнта використання світлового потоку для освітлювальних установок зі світлодіодними прожекторами;
- можливість виникнення значних похибок при визначенні сили світла в напрямку до розрахункової точки.

У зв'язку із цим використаємо спеціалізоване програмне забезпечення для моделювання та світлотехнічного розрахунку освітлювальних систем, а саме пакет пакет DIALux.

Ввівши в даний пакет набір вихідних даних, а саме план футбольного стадіону, координати розміщення світлових приладів, фотометричні файли світлових приладів (тобто файли із розширенням .ies або .ldt), а також коефіцієнт експлуатація, котрий чисельно дорівнює оберненому значенню коефіцієнта запасу і становить 0,8, отримаємо результати розрахунку,

представлені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Результати світлотехнічного розрахунку системи освітлення футбольного стадіону

Середня освітленість, лк	224
Мінімальна освітленість, лк	182
Максимальна освітленість, лк	248
Відношення мінімальної освітленості до середньої	0,82
Відношення мінімальної освітленості до максимальної	0,74

Відхилення середньої освітленості від нормованої, котра регламентується стандартом [6] становить:

$$\frac{224 - 200}{200} \cdot 100\% = 12\%$$

що є допустимо. Крім того відхилення мінімальної освітленості від значення 200 лк, регламентованого ВСН-1-73 не перевищує 10 %, а отже відповідає вимогам, наведеним в цьому документі.

На рисунках 3.5 та 3.6 представлено відповідно лінії однакової освітленості та візуалізація розподілу освітленості по поверхні футбольного поля.

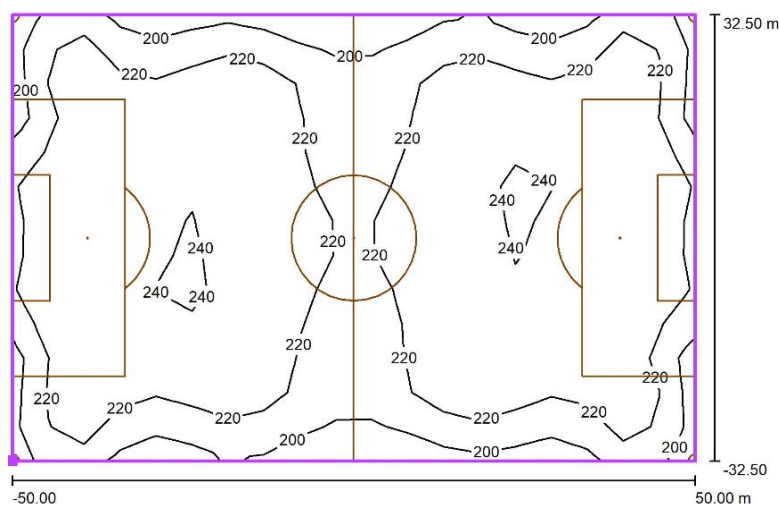


Рисунок 3.5 – Лінії однакової освітленості поверхні футбольного поля стадіону

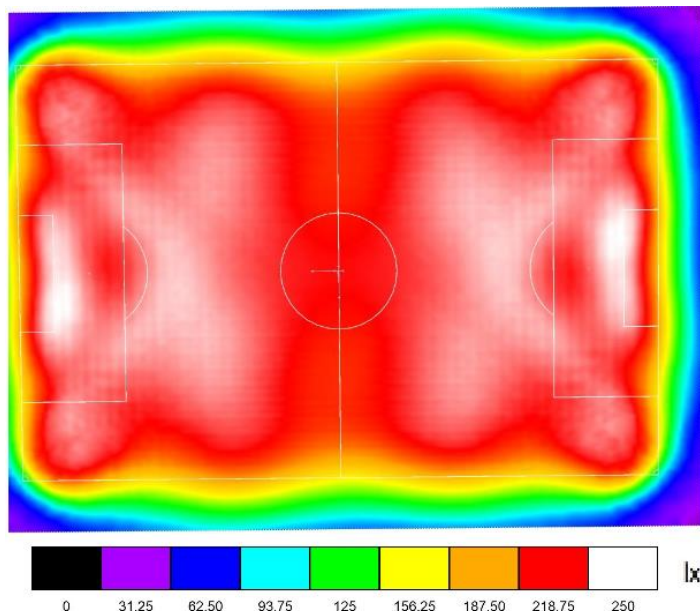


Рисунок 3.6 – Візуалізація розподілу освітленості по поверхні футбольного поля стадіону

Як видно із рисунків 3.5, 3.6 й таблиці 3.2 така система освітлення забезпечує виконання вимог, наведених в [6] щодо нерівномірності освітлення, а відношення мінімальної освітленості до максимальної становить 0,74, тоді коли для стадіонів II категорії це значення має становити не нижче 0,7. Максимальне значення градієнта освітленості між двома сусідніми точками становить 14 % (рисунок 3.7), тоді як для футбольних стадіонів, на котрих не передбачені телетрансляції це значення не повинне перевищувати 55 % [2].

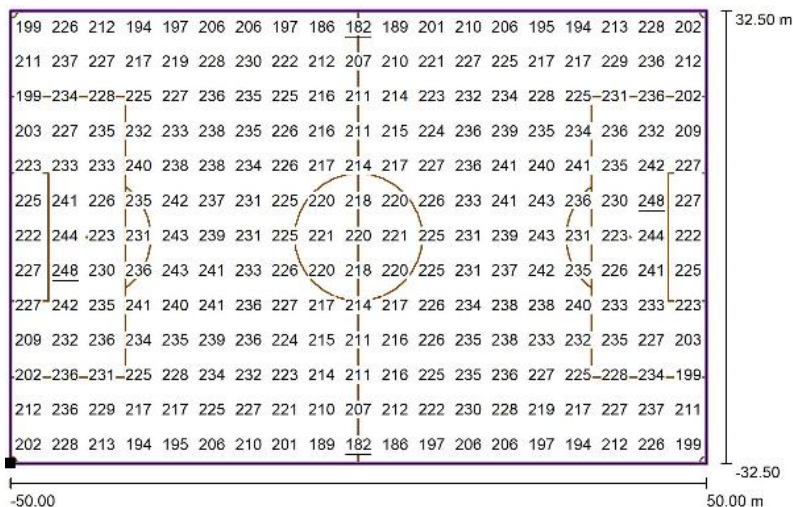


Рисунок 3.7 – Значення освітленості футбольного поля в розрахункових контрольних точках

Таких значень освітленості, а також рівномірності розподілу можна досягти, направляючи прожектори таким чином, як показано на рисунку 3.8.

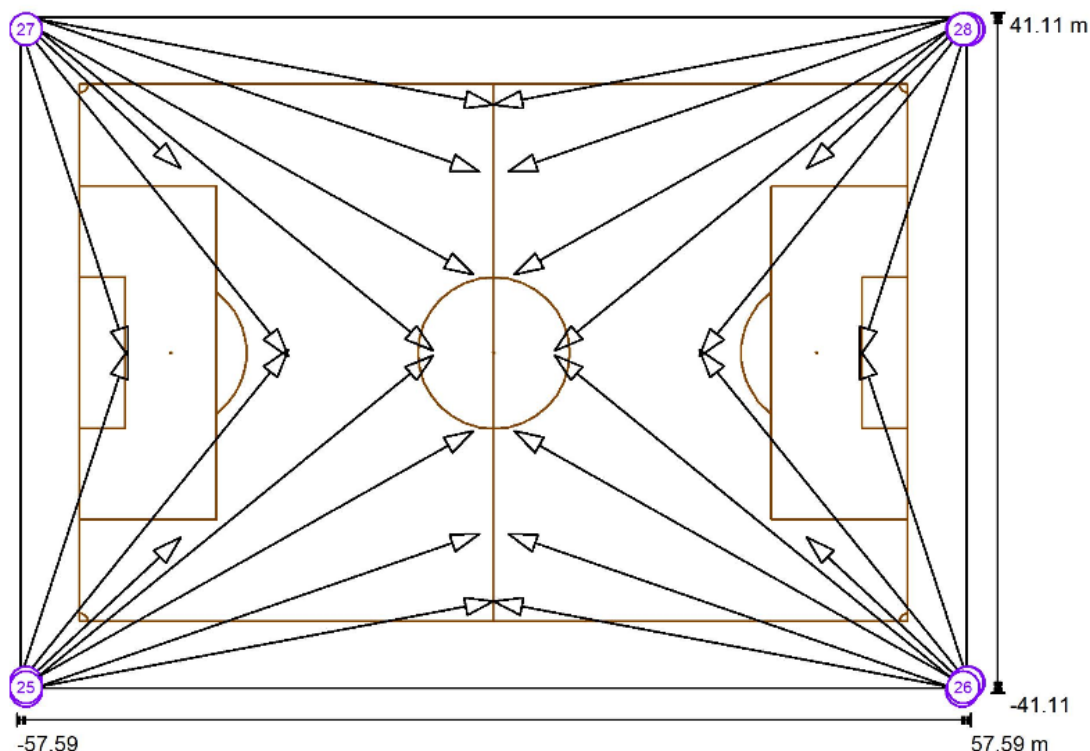


Рисунок 3.8 – Напрями свічення прожекторів освітлювальної системи стадіону

В таблиці 3.3 наведено координати освітлювальних точок, тобто точок на які спрямовуються максимальні сили світла прожекторів, а також кути їх нахилу відносно осей координат.

Таблиця 3.3 – Координати освітлювальних точок, а також кути нахилу прожекторів відносно осей координат.

№ прожектора на плані	Координати освітлювальної точки			Кути повороту прожекторів відносно осей координат		
	x, м	y, м	z, м	x	y	z
1	-37,800	-22,300	0,000	47,4	0,0	-47,0
2	37,800	-22,300	0,000	47,4	0,0	47,0
3	-37,800	22,300	0,000	47,4	0,0	-133,0
4	37,800	22,300	0,000	47,4	0,0	133,0
5	0,000	-30,019	0,000	65,6	0,0	-79,3
6	0,000	-30,019	0,000	65,6	0,0	79,3

Продовження таблиці 3.3

№ прожектора на плані	Координати освітлювальної точки			Кути повороту прожекторів відносно осей координат		
	x, м	y, м	z, м	x	y	z
7	0,000	30,019	0,000	65,6	0,0	-100,7
8	0,000	30,019	0,000	65,6	0,0	100,7
9	-2,500	-9,453	0,000	67,2	0,0	-60,5
10	2,500	-9,453	0,000	67,2	0,0	60,5
11	-2,500	9,453	0,000	67,2	0,0	-119,5
12	2,500	9,453	0,000	67,2	0,0	119,5
13	-1,700	-21,878	0,000	66,6	0,0	-70,9
14	1,700	-21,878	0,000	66,6	0,0	70,9
15	-1,700	21,878	0,000	66,6	0,0	-109,1
16	1,700	21,878	0,000	66,6	0,0	109,1
17	-44,185	0,402	0,000	59,5	0,0	-18,1
18	44,185	0,402	0,000	59,5	0,0	18,1
19	-44,185	-0,402	0,000	59,5	0,0	-161,9
20	44,185	-0,402	0,000	59,5	0,0	161,9
21	-24,797	0,400	0,000	63,2	0,0	-38,8
22	24,797	0,400	0,000	63,2	0,0	38,8
23	-24,797	-0,400	0,000	63,2	0,0	-141,2
24	24,797	-0,400	0,000	63,2	0,0	141,2
25	-7,337	-0,300	0,000	68,3	0,0	-50,9
26	7,337	-0,300	0,000	68,3	0,0	50,9
27	-7,337	0,300	0,000	68,3	0,0	-129,1
28	7,337	0,300	0,000	68,3	0,0	129,1

3.3 Електротехнічний розрахунок електричної освітлювальної мережі системи освітлення стадіону на мінімум провідникового матеріалу

Вибір площі поперечного перерізу проводів електричної освітлювальної мережі стадіону виконаємо, виходячи із результатів розрахунку на мінімум провідникового матеріалу.

Згідно цього методу площі, S поперечних перерізів проводів електричних освітлювальних мереж розраховуються на основі використання формули [1, 15]:

$$S = \frac{M_{II}}{c \cdot \Delta U}, \quad (3.3)$$

де M_{II} – приведений момент електричного навантаження;

c – коефіцієнт, який залежить від системи мережі, матеріалу й напруги і може набувати наступних значень [15]:

для трифазної електричної мережі із нульовим проводом при напрузі 380/220 В – $c = 72$;

для двофазної електричної освітлювальної мережі із нейтральним проводом при напрузі 380/220 В – $c = 32$;

для двопровідної освітлювальної мережі за напруги 220 В – $c = 12$;

ΔU – допустима втрата напруги у відсотковому відношенні від номінальної. Для електричних освітлювальних мереж живлення прожекторних установок $\Delta U = 2,5\%$ [1].

Схему для розрахунку електричної освітлювальної мережі приведено на рисунку 3.9.

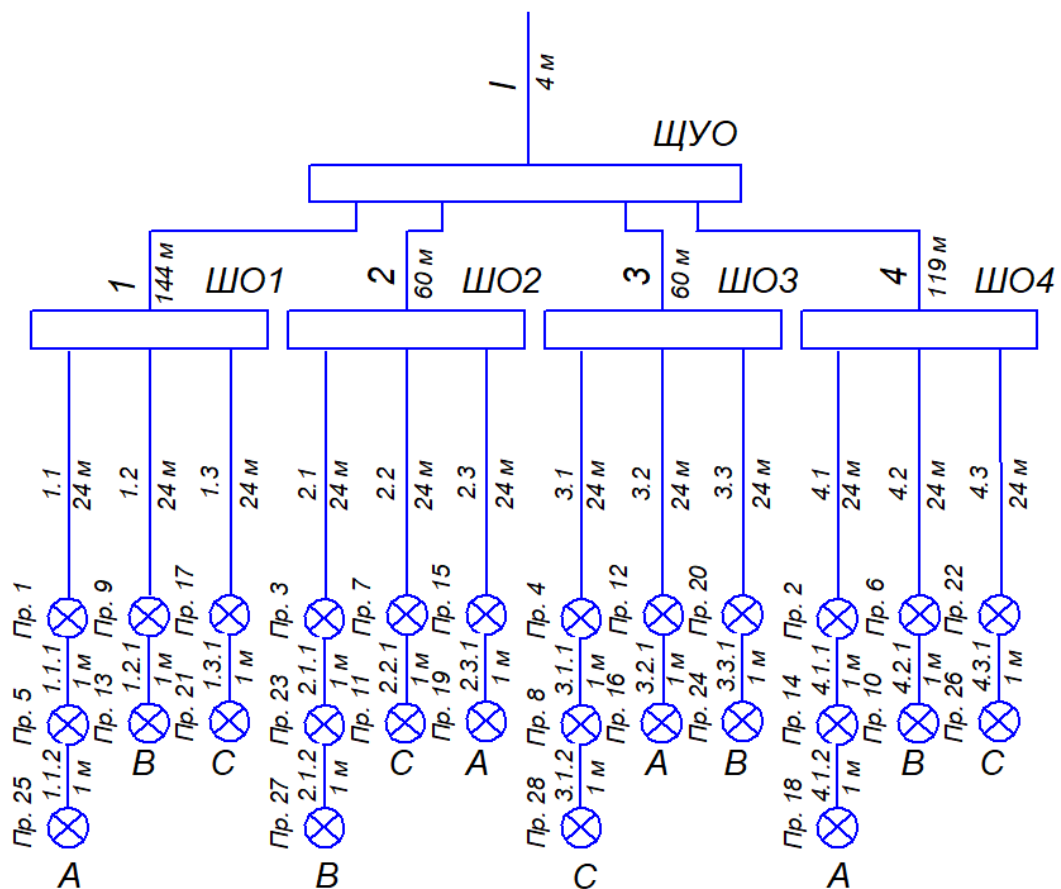


Рисунок 3.9 – Схема для розрахунку електричної освітлювальної мережі

Приведений момент M_{II} електричного навантаження конкретної ділянки електричної освітлювальної мережі можна розрахувати за формулою:

$$M_{II} = \sum M + \alpha \cdot \sum t, \quad (3.4)$$

де $\sum M$ – сума моментів конкретної і всіх наступних по напрямку живлення ділянок, в котрих число проводів дорівнює числу проводів конкретної ділянки;

$\sum t$ – сума моментів електричних навантажень ділянок, живлення котрих здійснюється через конкретну ділянку електричної освітлювальної мережі, а число проводів цих ділянок є іншим, ніж число проводів конкретної ділянки;

α – коефіцієнт приведення моментів, котрий становить 1,83 для системи трифазна лінія з нульовим проводом – однофазна лінія становить 1,83, 1,37 для системи трифазна лінія з нульовим проводом – двофазна лінія із нульовим проводом, для системи двофазна лінія з нульовим проводом – однофазна лінія.

Для ділянок електричної мережі 1.1.2, 2.1.2, 3.1.2 4.1.2, 1.2.1, 1.3.1, 2.2.1, 2.3.1, 3.2.1, 3.3.1, 4.2.1, 4.3.1 моменти електричного навантаження $M_{1.1.2}$ становлять:

$$M_{1.1.2} = 1 \cdot 0,8 = 0,8 \text{ кВт} \cdot \text{м}.$$

Для ділянок 1.1.1, 2.1.1, 3.1.1, 4.1.1 електричної освітлювальної мережі моменти електричного навантаження $M_{1.1.1}$ становлять:

$$M_{1.1.1} = 1 \cdot 2 \cdot 0,8 = 1,6 \text{ кВт} \cdot \text{м}.$$

Для ділянок 1.1, 2.1, 3.1, 4.1 електричної освітлювальної мережі моменти електричного навантаження $M_{1.1}$ становлять:

$$M_{1.1} = 24 \cdot 3 \cdot 0,8 = 57,6 \text{ кВт} \cdot \text{м}.$$

Для ділянок 1.2, 1.3, 2.2, 2.3, 3.2, 3.3, 4.2, 4.3 електричної освітлювальної мережі моменти електричного навантаження $M_{1.2}$ становлять:

$$M_{1.2} = 24 \cdot 2 \cdot 0,8 = 38,4 \text{ кВт} \cdot \text{м}.$$

Моменти електричних навантажень ділянок 1, 2, 3 та 4 становлять:

					КРБ 19–034.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

$$M_1 = 144 \cdot 7 \cdot 0,8 = 806,4 \text{ кВт} \cdot \text{м},$$

$$M_2 = M_3 = 60 \cdot 7 \cdot 0,8 = 366,0 \text{ кВт} \cdot \text{м},$$

$$M_4 = 119 \cdot 7 \cdot 0,8 = 666,4 \text{ кВт} \cdot \text{м}.$$

Момент M_I головної ділянки I становить

$$M_I = 4 \cdot 28 \cdot 0,8 = 59,6 \text{ кВт} \cdot \text{м}.$$

Приведені моменти $M_{II.1.1}$ ділянок 1.1.1, 2.1.1, 3.1.1, 4.1.1:

$$M_{II.1.1} = 1 \cdot 2 \cdot 0,8 + 1 \cdot 0,8 = 2,4 \text{ кВт} \cdot \text{м}.$$

Для ділянок 1.2, 1.3, 2.2, 2.3, 3.2, 3.3, 4.2, 4.3 електричної освітлювальної мережі моменти електричного навантаження $M_{II.2}$ становлять:

$$M_{II.2} = 24 \cdot 2 \cdot 0,8 + 1 \cdot 0,8 = 39,2 \text{ кВт} \cdot \text{м}.$$

Приведені моменти $M_{II.1}$ ділянок 1.1, 2.1, 3.1, 4.1:

$$M_{II.1} = 24 \cdot 3 \cdot 0,8 + 2 \cdot 1 \cdot 0,8 + 1 \cdot 0,8 = 60,0 \text{ кВт} \cdot \text{м}.$$

Приведені моменти ділянок 1, 2, 3 та 4 можна розрахувати за формулою:

$$M_{II} = M_1 + 1,83 \cdot (M_{II.1} + M_{II.2} + M_{II.3}),$$

$$M_{II2} = M_2 + 1,83 \cdot (M_{II.2.1} + M_{II.2.2} + M_{II.2.3}),$$

$$M_{II3} = M_3 + 1,83 \cdot (M_{II.3.1} + M_{II.3.2} + M_{II.3.3}),$$

$$M_{II4} = M_4 + 1,83 \cdot (M_{II.4.1} + M_{II.4.2} + M_{II.4.3}).$$

(3.5)

Підставивши числові значення моментів у формулу (3.5), отримаємо:

$$M_{II} = 806,4 + 1,83 \cdot (60,0 + 39,2 + 39,2) = 1059,67 \text{ кВт} \cdot \text{м},$$

$$M_{II2} = M_{II3} = 366,0 + 1,83 \cdot (60,0 + 39,2 + 39,2) = 619,27 \text{ кВт} \cdot \text{м},$$

$$M_{II4} = 666,4 + 1,83 \cdot (60,0 + 39,2 + 39,2) = 919,67 \text{ кВт} \cdot \text{м}.$$

Приведений момент M_{III} ділянки I становить розрахуємо за формулою:

					КРБ 19–034.00.00.000 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$M_{III} = M_I + M_{II1} + M_{II2} + M_{II3} + M_{II4}. \quad (3.6)$$

Підставивши значення M_I , M_{II1} , M_{II2} , M_{II3} та M_{II4} у формулу 3.6, отримаємо:

$$M_{III} = 59,6 + 1059,67 + 619,27 + 619,27 + 919,67 = 3277,48 \text{ кВт} \cdot \text{м}.$$

Підставивши у формулу (3.3) значення для M_{III} , ΔU та $c = 72$, отримаємо:

$$S_I = \frac{3277,48}{72 \cdot 2,5} = 18,21 \text{ мм}^2.$$

З таблиці 1.3.6 Правил улаштування електроустановок [11] вибираємо провід з найближчою більшою площею поперечного перерізу $S_I = 25 \text{ мм}^2$. Реальна втрата напруги на ділянці I становить

$$\Delta U_I = \frac{59,6}{72 \cdot 25} = 0,033 \text{ \%}.$$

Для ділянок електричної освітлювальної мережі 1, 2, 3, 4, котрі живляться через ділянку I допустимий рівень спаду напруги ΔU_I буде становити:

$$\Delta U_I = 2,5 - 0,033 = 2,467 \text{ \%}.$$

Підставивши числові значення приведених моментів ділянок 1, 2, 3, 4 у формулу (3.3), а також значення для ΔU_I та $c = 72$, отримаємо:

$$S_1 = \frac{1059,67}{72 \cdot 2,467} = 5,97 \text{ мм}^2,$$

$$S_2 = S_3 = \frac{619,27}{72 \cdot 2,467} = 3,49 \text{ мм}^2,$$

$$S_4 = \frac{919,67}{72 \cdot 2,467} = 5,18 \text{ мм}^2,$$

З таблиці 1.3.6 [11] приймаємо: $S_1 = S_4 = 6 \text{ мм}^2$, $S_2 = S_3 = 4 \text{ мм}^2$. Реальні спади напруги на ділянках 1, 2, 3, 4:

					КРБ 19–034.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

$$\Delta U_1 = \frac{806,4}{72 \cdot 6} = 1,867 \%,$$

$$\Delta U_2 = \Delta U_3 = \frac{366,0}{72 \cdot 4} = 1,271 \%,$$

$$\Delta U_4 = \frac{666,4}{72 \cdot 6} = 1,543 \%.$$

Допустимі спади напруг на подальших ділянках:

$$\Delta U_{1,1} = 2,467 - 1,867 = 0,600 \%,$$

$$\Delta U_{2,1} = \Delta U_{3,1} = 2,467 - 1,271 = 1,196 \%,$$

$$\Delta U_{4,1} = 2,467 - 1,543 = 0,924 \%.$$

Площі поперечного перерізу кабелів ділянок, котрі живляться через ділянку 1:

$$S_{1,1} = \frac{60,0}{12 \cdot 0,600} = 8,33 \text{ мм}^2,$$

$$S_{1,2} = S_{1,3} = \frac{39,2}{12 \cdot 0,600} = 5,44 \text{ мм}^2.$$

Приймаємо, що $S_{1,1} = 10 \text{ мм}^2$, $S_{1,2} = S_{1,3} = 6 \text{ мм}^2$.

Реальні спади напруги

$$\Delta U_{1,1} = \frac{57,6}{12 \cdot 10} = 0,480 \%,$$

$$\Delta U_{1,2} = \Delta U_{1,3} = \frac{38,4}{12 \cdot 6} = 0,533 \%.$$

Допустимі спади напруги на ділянках 1.1.1, 1.2.1, 1.3.1

$$\Delta U_{1,1,1} = 0,600 - 0,480 = 0,120 \%,$$

$$\Delta U_{1,2,1} = \Delta U_{1,3,1} = 0,600 - 0,533 = 0,067 \%.$$

Площі поперечного перерізу цих ділянок

					КРБ 19-034.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

$$S_{1.1.1} = \frac{2,4}{12 \cdot 0,120} = 1,66 \text{ мм}^2,$$

$$S_{1.2.1} = S_{1.3.1} = \frac{0,8}{12 \cdot 0,067} = 1,00 \text{ мм}^2.$$

Приймаємо $S_{1.1.1} = 2,5 \text{ мм}^2$, $S_{1.2.1} = S_{1.3.1} = 1,5 \text{ мм}^2$. Реальний спад напруги на ділянці 1.1.1

$$\Delta U_{1.1.1} = \frac{1,6}{12 \cdot 2,5} = 0,050 \%$$

Допустима втрата напруги на ділянці 1.1.2

$$\Delta U_{1.1.2} = 0,120 - 0,050 = 0,070 \%,$$

а розрахунковий переріз жил кабелю

$$S_{1.1.2} = \frac{0,8}{12 \cdot 0,070} = 0,952 \text{ мм}^2.$$

Приймаємо $S_{1.1.2} = 1,5 \text{ мм}^2$. Реальні втрати напруги на ділянці 1.1.2:

$$\Delta U_{1.1.2} = \frac{0,8}{12 \cdot 1,5} = 0,044 \%$$

Сумарні втрати напруги від ділянки 1.1.2 до ділянки I:

$$\Delta U = 0,044 + 0,050 + 0,480 + 1,867 + 0,033 = 2,474 \%$$

Аналогічно проводимо розрахунок перерізу проводів і для інших ділянок. Результати розрахунку представлено в таблиці 3.4.

Сумарні втрати напруги від ділянок 2.1.2 та 3.1.2 до ділянки I:

$$\Delta U = 0,044 + 0,089 + 0,800 + 1,271 + 0,033 = 2,237 \%,$$

а відділянки 4.1.2 до ділянки I:

$$\Delta U = 0,044 + 0,053 + 0,800 + 1,543 + 0,033 = 2,473 \%$$

					КРБ 19–034.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Таблиця 3.4 – Результати розрахунку ділянок електричної освітлювальної мережі на мінімум провідникового матеріалу

Ділянка	Допустима втрата напруги, %	Площа поперечного перерізу, мм ²		Реальна втрата напруги, %
		Розраховане значення,	Табличне значення	
2.1, 3.1	1,196	4,18	6	0,800
2.1.1, 3.1.1	0,396	0,51	1,5	0,089
2.1.2, 3.1.2	0,307	0,22	1,5	0,044
2.2, 2.3, 3.2, 3.3	1,196	2,73	4	0,800
2.2.1, 2.3.1, 3.2.1, 3.3.1	0,396	0,17	1,5	0,044
4.1	0,924	5,41	6	0,800
4.1.1	0,124	1,61	2,5	0,053
4.1.2	0,071	0,94	1,5	0,044
4.2, 4.3	0,924	3,54	4	0,800
4.2.1, 4.3.1	0,124	0,54	1,5	0,044

3.4 Електротехнічний розрахунок електричної освітлювальної мережі системи освітлення стадіону по струму навантаження

Розрахунок електричної освітлювальної мережі по струму навантаження виконаємо, використовуючи наступні формули [16]:

для трифазної електричної мережі

$$I_p = \frac{P_p \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_l \cdot \cos \varphi}, \quad (3.7)$$

для двопровідної електричної мережі:

$$I_p = \frac{P_p \cdot 10^3}{U_\phi \cdot \cos \varphi}, \quad (3.8)$$

де P_p – розрахункова потужність;

$U_l = 380$ В – лінійна напруга;

$\cos \varphi = 0,95$ – коефіцієнт активної потужності.

$U_\phi = 220$ В – фазова напруга.

Підставляючи значення $P_p = 22,4$ кВт для ділянки I в формулу (3.7), отримаємо:

$$I_p = \frac{22,4 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,95} = 35,82 \text{ А.}$$

З таблиці 1.3.6 [11] для заданого значення струму вибираємо для трифазних кабелів, прокладених в землі, вибираємо $S_I = 2,5 \text{ мм}^2$. По отриманих значеннях на основі розрахунку по струму навантаження та на мінімум провідникового матеріалу зупиняємо свій вибір на більшому перерізі, а отже на $S_I = 25 \text{ мм}^2$. Аналогічно розраховуємо значення робочих струмів та визначаємо площі перерізів і для наступних ділянок. Результати розрахунку представлено в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Результати електротехнічного розрахунку електричної освітлювальної мережі стадіону

Ділянка	Потужність, кВт	Робочий струм, А	Площа поперечного перерізу, мм ²		Тип кабелю/кількість жил
			По струму навантаження	На мінімум провідникового матеріалу	
I	22,4	35,82	2,5	25	ВББШв/4
1, 2, 3, 4	5,6	8,96	1,5	Відповідно 6, 4, 4, 6	ВББШв/4
1.1, 2.1, 3.1, 4.1	2,4	11,48	1	Відповідно 10, 6, 6, 6	ВВГнг/3
1.1.1, 1.2, 1.3, ,	1,6	7,66	1	Відповідно 2,5, 6, 6	ВВГнг/3
2.1.1, 2.2, 2.3				Відповідно 1,5, 4, 4	ВВГнг/3
3.1.1, 3.2, 3.3				Відповідно 1,5, 4, 4	ВВГнг/3
4.1.1, 4.2, 4.3				Відповідно 2,5, 4, 4	ВВГнг/3
1.1.2, 1.2.1, 1.3.1, 2.1.2, 2.2.1, 2.3.1, 3.1.2, 3.2.1, 3.3.1, 4.1.2, 4.2.1, 4.3.1,	0,8	3,83	1	1,5	ВВГнг/3

По розрахованих значеннях робочих струмів виберемо апарати захисту [17]:

- для ділянки електричної освітлювальної мережі I – ВА-2017/D 3р 40А;
- для ділянок 1, 2, 3, 4 – ВА-2017/С 3р 10А;

- для ділянок 1.1, 2.1, 3.1, 4.1 – ВА-2017 1р 16А;

- для ділянок 1.2, 1.3, 2.2, 2.3, 3.2, 3.3, 4.2, 4.3 - ВА-2017 1р 10А.

Для керування увімкненням та вимкненням прожекторів на щоглах використовуємо магнітні пускачі типу ПМЛ-1100.

					КРБ 19–034.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Перша допомога людині, яка уражена електричним струмом

Ураження електричним струмом відбувається у випадку, якщо через тіло людини проходить струм 0,06 А і більше. Струм 0,1 А для людини є смертельним. Величина струму, що проходить через людину, залежить від опору її тіла. Опір людини дії електричного струму – величина змінна та залежить від багатьох чинників, зокрема від втоми людини, її психічного стану. Середнє значення цього опору знаходиться в межах 20-100 кОм. При особливо несприятливих обставинах опір може знизитися до 1 кОм. В цьому випадку виявиться небезпечним для життя людини напруга 100 В та нижче. При низькій напрузі опір в основному залежить від стану шкіри. У СНД за розрахункову величину електричного опору тіла людини прийнято опір, що дорівнює 1,0 кОм. Опір тіла людини залежить і від частоти струму. Найменшого він набуває значення при частотах струму 6-15 кГц. Особливо небезпечним є проходження струму через серце. Значна частина його проходить через серце по наступних шляхах: права рука – ноги – 6,7%; ліва рука – ноги – 3,7; рука – рука – 3,3; нога – нога 0,4 % від загального вражаючого струму. Постійний струм є менш небезпечним. Так, постійний струм до 6 мА майже не відчуємо. При струмі 20 мА з'являються судоми в м'язах передпліччя. Змінний струм починає відчуватися вже при 0,8 мА. Струм 15 мА викликає скорочення м'язів рук. Небезпека ураження постійним і змінним струмом змінюється із збільшенням напруги. При напрузі до 220 В небезпечнішим є змінний струм, а при напрузі вище 500 В – постійний струм. Чим більший протікає струм, тим меншим стає електричний опір тіла. Якщо дія струму не буде швидко перервана, може наступити смерть. На ступінь ураження значний вплив чинить також опір в місці зіткнення людини

					КРБ 19–034.00.00.000 ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Мацола М.І.			4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	Літ.	Арк.	Акрушів
Керівник		Осадца Я.М.					45	
Консуьлт.		Гурик О.Я.				ТНТУ, ФПТ, гр. ЕТс-41		
Н. Контр.		Вакуленко О. О.						
Затверд.		Тарасенко М.Г.						

із землею.

У разі проходження струму через потерпілого від руки до ніг істотне значення має матеріал і якість взуття. Електричний струм може викликати важке ураження, аж до зупинки серця і припинення дихання. Тому потрібно уміти надавати допомогу постраждалому до прибуття лікаря.

Перш за все необхідно швидко звільнити потерпілого від дії електричного струму, тобто відключити коло струму за допомогою найближчої штепсельної розетки, вимикача (рубильника) або шляхом вивертання пробок на щитку. У разі віддаленості вимикача від місця події можна перерізувати дроти або перерубати їх (кожен дріт окремо) сокирою або іншим ріжучим інструментом з сухою рукояткою з ізолюючого матеріалу. При неможливості швидкого розриву кола необхідно відтягнути потерпілого від дроту або ж відкинути сухою палицею кінець дроту, що обірвався, від потерпілого. Необхідно пам'ятати, що потерпілий сам є провідником електричного струму. Тому при звільненні потерпілого від струму тому, хто надає допомогу необхідно прийняти запобіжні засоби, щоб самому не опинитися під напругою: одягнути галоші, гумові рукавички або обернути свої руки сухою тканиною, підкласти собі під ноги ізолюючий предмет – суху дошку, гумовий килимок або, в крайньому випадку, згорнутий сухий одяг. Відтягувати потерпілого від дроту слід за кінці його одягу, до відкритих частин тіла торкатися не можна. При звільненні потерпілого від струму рекомендується діяти однією рукою. Якщо він знаходиться на драбині, підставці або якому-небудь іншому пристосуванні, треба прийняти заходи, щоб запобігти ударам або переломам при падінні. Якщо людина потрапила під напругу вище 1000 В такі запобіжні засоби недостатні. Необхідно звернутися до фахівців, які негайно знімуть напругу.

Заходи першої допомоги залежать від стану потерпілого після звільнення від струму. Для визначення цього стану необхідно:

- негайно покласти потерпілого на спину;
- розстебнути одяг, що затруднює дихання;

					КРБ 19–034.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

- перевірити по підйому грудної клітки, чи дихає він; перевірити наявність пульсу (на променевій артерії у зап'ястя або на сонній артерії на шії);
- перевірити стан зіниці (вузький або широкий).

Широка нерухома зіниця указує на відсутність кровообігу мозку. Визначення стану потерпілого повинне бути проведене швидко, протягом 15 – 20 секунд. Для цього:

а) якщо потерпілий в свідомості, але до того був в непритомності або тривалий час знаходився під електричним шоком, то йому необхідно забезпечити повний спокій до прибуття лікаря та подальше спостереження протягом 2-3 годин;

б) у разі неможливості швидко викликати лікаря необхідно терміново доставити потерпілого до лікувальної установи;

в) при важкому стані або відсутності свідомості потрібно викликати лікаря (швидко допомогу) на місце події;

г) у жодному випадку не можна дозволяти потерпілому рухатися: відсутність важких симптомів після поразки не виключає можливості подальшого погіршення його стану;

д) за відсутності свідомості, але диханні, що збереглося, потерпілого треба зручно покласти, створити притік свіжого повітря, давати нюхати нашатирний спирт, окропляти водою, розтирати і зігрівати тіло. Якщо потерпілий погано дихає, дуже рідко, поверхнево або, навпаки, судорожно, як вмираючий, треба робити штучне дихання;

е) за відсутності ознак життя (дихання, серцебиття, пульсу) не можна вважати потерпілого мертвим. Смерть в перші хвилини після поразки може тільки здаватися і потерпілий може ожити при наданні допомоги. Ураженому загрожує настання необоротної смерті в тому випадку, якщо йому негайно не буде надана допомога у вигляді штучного дихання з одночасним масажуванням серця. Цей захід необхідно проводити безперервно на місці події до прибуття лікаря;

					КРБ 19–034.00.00.000 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

є) переносити потерпілого слід тільки в тих випадках, коли небезпека продовжує загрожувати потерпілому або тому, хто надає допомогу.

4.2 Економічне значення заходів щодо покращення умов охорони праці

Економічне значення охорони праці оцінюється за результатами, отриманими при зміні соціальних показників шляхом впровадження заходів з покращення умов праці: підвищення продуктивності праці; зниження непродуктивних витрат часу і праці; збільшення фонду робочого часу; зниження витрат, пов'язаних з плинністю кадрів через умови праці, тощо.

Збільшення фонду робочого часу і ефективність використання обладнання досягається шляхом зниження простоїв протягом зміни внаслідок погіршення самопочуття через умови праці та мікротравми. При комплексній дії на людину декількох шкідливих виробничих чинників простої на робочому місці можуть досягати 20...40% за зміну через виробничий травматизм та погане самопочуття. Зростання непродуктивних витрат часу, а значить, і праці, обумовлюється також поганою організацією робочих місць: без урахування ергономічних вимог виникає необхідність виконання зайвих рухів та докладання додаткових фізичних зусиль через незручне положення, невдале розташування органів управління обладнанням і невдале конструктивне оформлення робочих місць.

В результаті поліпшення умов праці нормалізується психологічний клімат в трудовому колективі, підвищується налагодженість в роботі, зростає продуктивність праці. Збільшення фонду робочого часу досягається скороченням цілодобових втрат на виробничий травматизм та неявки на роботу. Шкідливі умови праці суттєво впливають не тільки на виникнення професійних захворювань, а й на виникнення і тривалість загальних захворювань.

Ефективність заходів щодо поліпшення умов і охорони праці оцінюється, в першу чергу, за показниками соціальної ефективності, які передбачають створення умов праці, що відповідають санітарним нормам і вимогам правил

					КРБ 19–034.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

безпеки. Покращення умов і охорони праці призводить до зменшення кількості виробничих травм, загальної і професійної захворюваності; до скорочення чисельності працівників, що працюють в умовах, які не відповідають санітарно-гігієнічним нормам; зменшення кількості випадків виходу на пенсію за інвалідністю внаслідок травматизму чи професійної захворюваності; скорочення плинності кадрів через незадовільні умови праці тощо.

Для оцінки соціальної ефективності заходів з удосконалення умов та охорони праці використовуються такі показники:

- скорочення кількості робочих місць, що не відповідають вимогам нормативних актів щодо безпеки праці;
- скорочення чисельності працівників, які працюють в умовах, що не відповідають санітарним нормам;
- збільшення кількості машин, механізмів та виробничих приміщень, приведених до вимог норм охорони праці;
- зменшення коефіцієнта частоти травматизму;
- зменшення коефіцієнта тяжкості травматизму;
- зменшення коефіцієнта частоти професійних захворювань через несприятливі умови праці;
- зменшення коефіцієнта тяжкості захворювання;
- зменшення кількості випадків виходу на пенсію за інвалідністю внаслідок травматизму чи професійного захворювання;
- скорочення плинності кадрів через несприятливі умови праці.

Оцінка соціально-економічної ефективності заходів здійснюється на підприємствах усіх форм власності, у тому числі на робочому місці, дільниці, в цеху. Вона може визначатися також по галузі та в державі в цілому. Показники соціальної і соціально-економічної ефективності розраховуються як відношення величин соціальних або соціально-економічних результатів до витрат, необхідних для їх здійснення. Такі показники характеризують кількість умовних одиниць сукупного об'єму соціального чи соціально-економічного результату в розрахунку на одиницю витрат.

					КРБ 19–034.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

Показники соціальної і соціально-економічної ефективності використовуються для визначення фактичного рівня питомих витрат, необхідних для зменшення кількості працюючих у незадовільних умовах, зниження рівня травматизму, захворюваності, плинності кадрів на різних підприємствах та в економіці в цілому.

					КРБ 19–034.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Проведено аналіз та порівняння вимог до освітлювальних систем футбольних стадіонів, які висуваються до освітлювальних систем і регламентуються як вітчизняними, так і міжнародними нормативними документами.

2. На основі аналізу систем освітлення футбольних стадіонів для освітлення даного об'єкта проектування запропоновано використати чотирищоглову систему освітлення. Розраховано мінімальні відстані між щоглами та кромками футбольного поля, а також мінімальну висоту встановлення світлових приладів.

3. На основі аналізу основних характеристик джерел світла для освітлення футбольного поля стадіону вибрано світлодіодні прожектори типу ДСУ05У (модель А-max). В результаті світлотехнічного розрахунку в пакеті DIALux встановлено, що використання 4 прожекторів ДСУ05У-800-511 (А-max) та 24 прожекторів типу ДСУ05У-800-411 (А-max) дозволяє створити горизонтальну середню освітленість 224 лк при нормованому значенню 200 лк. Коефіцієнт рівномірності освітлення становить 0,74 при нормованому значенню 0,6. Потужність освітлювальної установки дорівнює 22,4 кВт.

4. На підставі результатів світлотехнічного розрахунку та розміщення світлових приладів запропоновано план електричної освітлювальної мережі, для котрої проведено розрахунок на мінімум провідникового матеріалу та по струму навантаження та підбір площі поперечного перерізу кабелів. Максимальне значення спаду напруги для такої електричної освітлювальної мережі становить 2,474 %.

5. Для даної електричної освітлювальної мережі на основі розрахованих значень робочих струмів здійснено вибір апаратів захисту та комутаційної апаратури.

					КРБ 19–034.00.00.000 ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Мацола М.І.			ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	Літ.	Арк.	Акрушів
Керівник		Осадца Я.М.					51	
Консульт.						ТНТУ, ФПТ, гр. ЕТс-41		
Н. Контр.		Вакуленко О. О.						
Затверд.		Тарасенко М.Г.						

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Справочная книга по светотехнике / Под ред. Ю.Б. Айзенберга. 3-е изд. перераб. и доп. М.: Знак, 2006. – 972 с.: ил.
2. Комп'ютерне проектування освітлення спортивних споруд: навч. посібник / Л. А. Назаренко, В. О. Салтиков, Ю. О. Васильєва, О. М. Ляшенко; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Х. : ХНАМГ, 2013. – 217 с.
3. ДБН В.2.2 – 13 – 2003. Будинки і споруди. Спортивні та фізкультурно-оздоровчі споруди. – К.: Державний комітет України з будівництва та архітектури, 2003. – 105 с.
4. ДБН В 2.5-23–2003 Державні будівельні норми України. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення.– К.: Держбуд України, 2004.– 180 с.
5. ДБН В.2.5 – 28 – 2018. Природне і штучне освітлення.– К.: Мінрегіон України, 2018.– 137 с.
6. DIN EN 12193. Light and lighting - Sports lighting
7. Спортивне освітлення стадіонів [Електронний ресурс] – [Цит. 2021, 21 травня]. – Режим доступу до журн.: https://polygonal.com.ua/sportivne_osvltlennya_stadioniv.php
8. Методичні вказівки до практичних занять і самостійної роботи з дисципліни «Комп'ютерне проектування освітлення спортивних споруд» (для студентів 5 курсу денної і заочної форм навчання спеціальності 7.05070105 «Світлотехніка і джерела світла») / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова; уклад.: О. М. Ляшенко, Ю. О. Васильєва. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015. – 54 с.

					КРБ 19–034.00.00.000 ПЗ					
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ					
Розроб.	Мацола М.І.							Літ.	Арк.	Акрушів
Керівник	Осадца Я.М.								52	
Консульт.								ТНТУ, ФПТ, гр. ЕТс-41		
Н. Контр.	Вакуленко О. О.									
Затверд.	Тарасенко М.Г.									

9. Выбор источников света для промышленных помещений [Электронный ресурс] – [Цит. 2021, 31 травня]. – Режим доступа до журн.: <http://electricalschool.info/main/lighting/1766-vybor-istochnikov-sveta-dlja.html>

10. ДСУ05У (модель А-мах) [Электронный ресурс] – [Цит. 2021, 21 травня]. – Режим доступа до журн.: http://vatra.ua/download/PDF_VATRA/floodlight/VATRA-2021-UKR_DSU05U_A-max.pdf.

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

12. ДНАОП 0.00-1.32-01 Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок

13. СИСТЕМЫ ЗАЗЕМЛЕНИЯ TN-S, TN-C, TNC-S, TT, IT [Электронный ресурс] – [Цит. 2021, 25 травня]. – Режим доступа до журн.: https://zandz.com/ru/biblioteka/sistemy_zazemlenieya_TNS_TNC_TNCS_TT_IT/

14. ДСУ05У (модель А-мах) [Электронный ресурс] – [Цит. 2021, 30 травня]. – Режим доступа до журн.: http://vatra.ua/download/PDF_VATRA/floodlight/VATRA-2019-UKR_DSU05U_A-max.pdf

15. Кнорринг Г.М. Справочная книга для проектирования электрического освещения / Г.М. Кнорринг, И.М. Фадин, В.Н. Сидорова – 2-е изд. перераб. и доп. – СПб.: Энергоатомиздат, Санкт Петербургское отд-ние, 1992. – 448 с.: ил.

16. Тищенко Г.А. Осветительные установки.: Учебник для учащихся техникумов специальности "Электроосветительные приборы и установки"./ Г.А. Тищенко – М.: Высшая школа, 1984. – 247 с.; ил.

17. КАТАЛОГ ЕЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ 2020 [Электронный ресурс] – [Цит. 2021, 10 червня]. – Режим доступа до журн.: <https://www.acko.ua>

					КРБ 19–034.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53