



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний університет «Запорізька політехніка»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторного заняття *«Дослідження прожекторного освітлення з застосуванням LED світильників»* з дисципліни *«Цивільний захист і охорона праці в галузі»* / *«Безпека праці на підприємствах в установах і організаціях та цивільна безпека»* / *«Захист населення, територій, довкілля та виробнича безпека»* для студентів усіх спеціальностей та форм навчання

Методичні вказівки до лабораторного заняття «Дослідження прожекторного освітлення з застосуванням LED світильників» з дисципліни «Цивільний захист і охорона праці в галузі», «Безпека праці на підприємствах в установах і організаціях та цивільна безпека», «Захист населення, територій, довкілля та виробнича безпека» для студентів усіх спеціальностей та форм навчання / Укл. М. І. Лазуткін, М. О. Журавель – Запоріжжя : Каф. ОП і НС, НУ «Запорізька політехніка», 2023. – 26 с.

Укладачі: М. І. Лазуткін, доцент, к.т.н.
М. О. Журавель, старший викл.

Рецензент: В. І. Шмирко, доцент, к.т.н.

Відповідальний за випуск М. І. Лазуткін, доцент, к.т.н.

Затверджено
на засіданні кафедри «Охорони праці і
навколишнього середовища»
Протокол № 8 від 18.04.2023 р.

Рекомендовано до видання
НМК Факультет будівництва,
архітектури та дизайну
Протокол № 7 від 09.05.2023 р.

ЗМІСТ

1	Мета заняття	4
2	Загальні відомості	4
3	Завдання на підготовку до лабораторного заняття	7
4	Контрольні запитання для самоперевірки і контролю підготовленості студентів до заняття.....	8
5	Матеріали, інструмент, прилади, обладнання.....	8
6	Вказівки з техніки безпеки	10
7	Порядок проведення лабораторного заняття	11
8	Зміст звіту	12
9	Рекомендована література	13
	Додаток А – Зразок титульного аркуша до звіту з лабораторного заняття... ..	14
	Додаток Б – Методика розрахунку прожекторного освітлення	15
	Додаток В – Довідкові таблиці та матеріали	19
	Додаток Г – Залежність кольорової температури від видимого світла.....	26

1 МЕТА ЗАНЯТТЯ

При виконанні лабораторного заняття необхідно:

- ознайомитись з загальними відомостями щодо прожекторного освітлення відкритих виробничих територій та об'єктів;
- ознайомитись з методикою розрахунку прожекторного освітлення;
- навчитись вимірювати освітленість за допомогою люксметра;
- зробити висновки та внести пропозиції щодо покращення прожекторного освітлення відкритих виробничих територій та об'єктів.

2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Прожекторне освітлення на відкритих територіях застосовується у випадках, коли неможливо раціонально розмістити світильники або їх розміщення неможливе (при проведенні земляних робіт, великих об'ємів бетонних робіт тощо).

Прожекторне освітлення повинно бути рівномірним і достатнім для виконання того або іншого технологічного процесу та відповідати вимогам ДБН В.2.5-28-2018 «*Природне і штучне освітлення*».

Для здійснення прожекторного освітлення застосовують спеціальні освітлювальні пристрої – **прожектори**, головне призначення яких полягає у генеруванні потужного світлового променя з заданими характеристиками. Прожектори служать для виділення об'єкту за рахунок збільшення його освітленості у зрівнянні з навколишнім простором.

Використання прожекторів дозволяє, в умовах неможливості розміщення освітлювального обладнання у безпосередній близькості від виробничого об'єкта, створювати освітлення даного об'єкта спрямуванням світлового потоку зі значної відстані. Тому прожектори отримали широке розповсюдження при освітленні будівельних майданчиків, кар'єрів, котлованів, аеродромів, залізничних об'єктів та інших великих відкритих просторів. Як правило, прожектори встановлюють на стовпах, металевих щоглах, будівлях або інженерних спорудах.

Як правило, для освітлення відкритих територій задіють вуличні прожектори – освітлювальні пристрої заливаючого безтіньового світла

з герметичним корпусом, для захисту від потрапляння пилу та вологи.

Важливе значення при виборі прожекторів має тип використовуваних джерел світла:

- **лампи розжарення** – використовуються для місцевого освітлення, при живленні постійним струмом, якщо не пред'являються підвищені вимоги до правильного розрізнення кольору поверхонь;

- **галогенні лампи** – забезпечують кольоропередачу, наближену до природного денного світла, використовують для освітлення майданчиків, фасадів будівель, парків відпочинку тощо;

- **металогалогенні газорозрядні лампи** – використовуються для освітлення великих відкритих територій, в яких велика світловіддача (у декілька разів більша за ламп розжарення), довговічні, менше споживання електроенергії, створюють ідеальні умови розрізнення об'єктів як у статичному, так і рухомому стані;

- **натрієві газорозрядні лампи** – застосовуються для освітлення парків, майданчиків, автомобільних доріг, у зв'язку з їх високою світловіддачею та формуванням теплого світло жовто-помаранчевого відтінку;

- **світлодіодні лампи (LED-лампи)** – використовують для освітлення будівель, архітектурних об'єктів, об'єктів залізниці, рекламних щитів, вони найбільш економічні, екологічні та ефективні джерела світла, забезпечують контрастність та світловіддачу, довговічні.

Порівняння з різними типами ламп приведено в таблиці В8.

Характеристики світлодіодних прожекторів та значення термінів:

Світловий потік – це фізична величина, характеризує здатність енергії, яка переноситься світлом. По іншому – кількість світла, яке видає лампа. Позначення – $\Phi = E_H \cdot S$, де E_H – нормована освітленість, S – площа. Одиниця виміру (СИ) люмен = кандел \times стерадіан.

Світловий потік ламп вимірюється в люменах (лм), значення якого часто вказується безпосередньо на упаковці товару.

Люмен – це одиниця виміру всього сприйманого світлового потоку, що випускається джерелом світла.

Потужність – це кількість енергії, яка споживається лампою за годину. Надзвичай позначається в ватах (Вт).

Енергоефективність – це відношення світлового потоку до споживаної потужності.

Освітленість – а) це кількість світла на освітлювальну поверхню. $E = \Phi/S$. де Φ – світловий потік, S – площа освітлення; б) це світлова величина, що відображає кількість світла, яка потрапляє на визначену ділянку площі. У міжнародній системі (СІ) одиницею вимірювання освітленості служить люкс (*лк*), при цьому один люкс дорівнює одному люмену на квадратний метр. Чим більший світловий потік потрапляє на освітлювану поверхню, тим вище рівень її освітленості.

Сила світла – це просторова щільність світлового потоку, що дорівнює відношенню світлового потоку до величини тілесного кута $I = \Phi/4\pi$. Позначається – *канд* = *лм/стерадіан*

Властивості у різних світлодіодів дуже відрізняються, і більш якісні та сучасні світлодіоди при одній і тій же електричній потужності виробляють більше світла.

Тому для кожного випадку застосування світлодіодних світильників необхідно проводити розрахунки у відповідності до нормованого освітлення.

Людське око нездатне визначити конкретне значення рівня освітленості без допоміжних засобів, тому, якщо потрібно отримати точну інформацію, використовують спеціальний прилад – люксметр.

Одиницею вимірювання колірної температури світла є Кельвін (*К*), при цьому, чим вище значення показника – тим більше «холодним» сприймається світло. Так температура світла полум'я свічки становить близько $1800K$, а звичайної 100-ватної лампи розжарювання – $2800K$. Найчастіше виробники світлодіодних ламп випускають свою продукцію з температурою світла $3000K$ (тепле світло, що розслаблює) чи $4100K$ (нейтральне, наближене до денного сонячного).

Вибираючи світлодіодну лампу, треба враховувати, що лампа, яка випромінює теплий відтінок світла візуально світить слабкіше, ніж лампа з таким же світловим потоком, але більш холодного відтінку.

Ефективність LED-ламп залежить, перш за все, від типу, якості та характеристик використаних при їх створенні світлодіодів, а також технічних рішень, вжитих виробником.

Частіше за усе прожекторне освітлення розраховується на *горизонтальну* освітленість (освітленість у горизонтальній площині): в багатьох випадках вона є основною нормою, в інших випадках – має значення як горизонтальна, так і вертикальна освітленість, однак створення необхідної горизонтальної освітленості, як правило, гарантує не менше значення і вертикальної освітленості.

В умовах відкритого простору значення нормованої (мінімальної) освітленості виробничих майданчиків, залізничних дільниць, об'єктів залежить від характеру виконуваної роботи.

Знаючи необхідну величину світлового потоку можна з легкістю визначити кількість необхідних світлодіодних ламп для освітлення приміщення. Параметр світлового потоку, наприклад, для виробничих приміщень і студентських аудиторій буде відрізнятися. Всі параметри розраховують відповідно до вітчизняних стандартів. Приклади розрахунків наведені в додатку Б.

3. ЗАВДАННЯ НА ПІДГОТОВКУ ДО ЛАБОРАТОРНОГО ЗАНЯТТЯ

В процесі лабораторного заняття студенти повинні:

- ознайомитись з термінами та визначеннями основних понять;
- ознайомитись з теоретичними основами прожекторного освітлення;
- ознайомитись з основними характеристиками світлодіодних прожекторів;
- ознайомитись з вказівками з техніки безпеки при виконанні практичної частини лабораторного заняття;
- ознайомитись з приладом призначеним для дослідження загального рівномірного штучного освітлення – люксометром Ю116;
- ознайомитись з порядком проведення практичної частини лабораторного заняття і підготувати таблицю 7.1 для запису результатів досліджень та графік (рис. 7.1);
- на підставі проведених вимірів і побудованого графіка зробити висновки про залежність освітлення поверхонь та об'єктів від висоти встановлення і потужності прожекторів.

4 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ І КОНТРОЛЮ ПІДГОТОВЛЕНOSTІ СТУДЕНТІВ ДО ЗАНЯТТЯ

1. В чому полягає призначення прожекторів, як освітлювальних пристроїв?
2. Якими приборами заміряють рівні освітленості?
3. Вимоги до прожекторного освітлення.
4. Що означає визначення освітленості?
5. Що означає нормована освітленість?
6. Які переваги можна виділити при використанні прожекторів?
7. Чим відрізняються світлодіодні прожектори від інших?
8. Що означає потужність прожектора?
9. Які джерела світла використовують в прожекторних пристроях?
10. Які джерела світла найбільш підходять для освітлення великих площ і чому?
11. У якій площині, як правило, розраховується прожекторне освітлення?

5 МАТЕРІАЛИ, ІНСТРУМЕНТ, ПРИЛАДИ, ОБЛАДНАННЯ

Основними складовими люксметра є стрілочний прилад магнітоелектричної системи (P), та селеновий фотоелемент Ф550 (ΦE) з насадками рис. 5.1.

Стрілочний прилад має дві шкали «0 – 30» (діапазон вимірювання 5-30 лк) та «0 – 100» (діапазон вимірювання 20-100 лк).

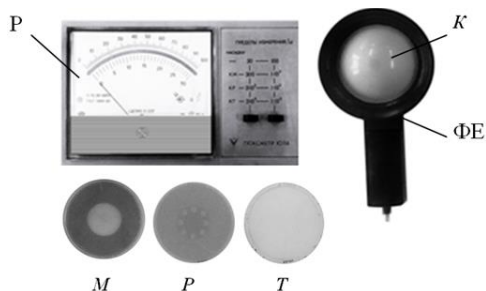
Селеновий фотоелемент міститься у пластмасовому корпусі і має світлочутливу поверхню площею 30 см². Разом з фотоелементом надаються чотири насадки-поглиначі світла K, M, P, T :

K – напівсферична насадка для зменшення конусної похибки;

M, P, T – насадки для розширення діапазону вимірювань.

Комбінація насадки K з кожною із насадок M, P, T утворює три фільтри-поглиначі світла з загальними коефіцієнтами ослаблення відповідно 10, 100, 1000.

На даному лабораторному занятті для забезпечення досліджень використовується світлодіодна прожекторна установка (рис. 5.2). Яка є прожектором Jazzway PFL-C3 LED 10, 20 і 30 Вт на стійці (штативі) або це можуть бути інші світлодіодні прожектори з подібними характеристиками (потужність, світловий потік).



P – стрілочний прилад – міліамперметр; ΦE – фотоселемент селеновий Ф550 у корпусі; K – напівсферична насадка; M, P, T – насадки-поглиначі світла.

Рисунок 5.1 – Зовнішній вид люксметра Ю116



Рисунок 5.2 – Світлодіодна прожекторна установка (на штативі)



Рисунок 5.3 – Прожектори Jazzway PFL-C3 LED 10, 20, 30 Вт

Таблиця 7.1 – Основні характеристики прожекторів Jazzway PFL-C3 LED 10, 20, 30 Вт

Основні характеристики	Jazzway PFL-C3 LED 10 Вт	Jazzway PFL-C3 LED 20 Вт	Jazzway PFL-C3 LED 30 Вт
Номинальна напруга	220-240 В		
Частота	50 Гц		
Потужність	10 Вт	20 Вт	30 Вт
Матеріал виробу	алюміній, загартоване скло		
Спосіб монтажу	кронштейн		
Термін служби	35000 год		
Температура експлуатації	- 40...+50 °С		
Тип лампи	вбудований світлодіод (LED)		
Ступінь захисту	IP 65		
Світловий потік	850 лм	1700 лм	2550 лм
Тип світлодіоду	SMD 2835		
Кут освітлення	120 град		
Колір світіння	холодний		
Енергоспоживання	10 кВт/рік	20 кВт/рік	30 кВт/рік
Призначення	для зовнішнього використання		

6 ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

1. До виконання лабораторного завдання допускаються студенти, які прослухали первинний інструктаж з техніки безпеки та пожежної безпеки.

2. Перед початком проведення вимірювань ознайомитись з методичними вказівками по проведенню лабораторного заняття.

3. Не можна торкатися та включати без дозволу викладача прилади та обладнання, які не мають відношення до роботи, що

виконується.

4. Працювати з приладами та лабораторним обладнанням необхідно суворо у відповідності з методичними вказівками.

5. При вимірюваннях люксметром не допускати довготривалої дії освітлення, яке перевищує граничне значення шкали приладу, що може призвести до замикання у вимірювачі.

6. По закінченню дослідної частини роботи відключити прожектори та помістити фотоелемент люксметру у світлозахисний футляр.

7 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОГО ЗАНЯТТЯ

Лабораторне заняття проводиться в спеціалізованій навчальній лабораторії з охорони праці або в коридорі з довжиною не менш 10 м, за відсутності природного та штучного освітлення.

На даному лабораторному занятті для забезпечення досліджень використовується світлодіодна прожекторна установка (рис. 5.2). Яка є прожектором Jazzway PFL-C3 LED 10, 20 і 30 Вт на стійці (штативі) або іншим світлодіодним прожектором з подібними характеристиками (потужність, світловий потік). При цьому, зміни висоти установки прожектора, будемо моделювати в горизонтальній площині, тобто віддалення прожектора від об'єкта освітлення будемо розглядати, як зміни висоти. Зі зміною висоти від 2 до 6 м, з кроком вимірів 1 м, проводимо виміри освітленості об'єкта (площі) за допомогою люксметра.

Вимірювання проводимо для кожного прожектора, на кожній контрольній точці, що відповідно імітує висоту установки: т.1 (2 м); т.2 (3 м); т.3 (4 м); т.4 (5 м); т.5 (6 м).

Дані вимірювань заносимо до таблиці 7.1. Для вимірювання освітленості на даному лабораторному занятті використовуємо люксметр Ю116.

За результатами проведених вимірювань побудувати графік залежності виміряних значень освітленості поверхні від висоти установки прожекторів, рисунок 7.1.

На підставі проведених вимірювань і побудованого графіка зробити висновок про залежність освітлення поверхонь та об'єктів від висоти встановлення і потужності прожекторів.

При внесенні пропозицій щодо покращення освітленості при необхідності провести розрахунок прожекторного освітлення та визначити висоту встановлення прожекторів, розрахунковим способом (додаток Б).

Таблиця 7.1 – Результати досліджень освітленості поверхонь при прожекторному освітленні

№ точки вимірювання (висота встановлення прожектора)	Виміряне значення освітленості поверхні (об'єкту) (E_B), лк		
	10 Вт	20 Вт	30 Вт
1 (2 м)			
2 (3 м)			
3 (4 м)			
4 (5 м)			
5 (6 м)			

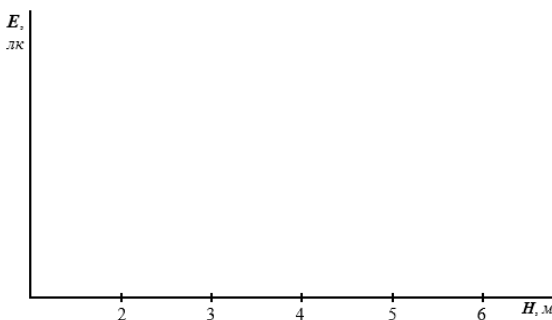


Рисунок 7.1 – Графік залежності освітленості поверхні від висоти установки прожектора

8 ЗМІСТ ЗВІТУ

Звіт повинен містити:

- титульний аркуш до звіту (додаток А);
- тему та мету заняття;
- основні пункти загальних відомостей;
- результати експериментів (табл. 7.1) і графік (рис. 7.1);
- висновок та пропозиції.

9 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Природне і штучне освітлення. : ДБН В.2.5-28-2018. – На заміну ДБН В.2.5-28-2006 ; чинний з 2019-03-01. – К. : Мінрегіон України, 2018. – 133 с. – (Державні будівельні норми України).

2. Система стандартів безпеки праці. Норми освітлення будівельних майданчиків. : ДСТУ Б А.3.2-15:2011 : (ГОСТ 12.1.046-85, MOD). – Введено вперше (зі скасуванням в Україні ГОСТ 12.1.046-85) ; чинний з 2012-12-01. – К. : Мінрегіон України від, 2011. – 25 с. – (Державний Стандарт України).

3. Система проектної документації для будівництва. Електричне освітлення території промислових підприємств. Робочі креслення. : ДСТУ Б А.2.4-18:2008 – На заміну ГОСТ 21.607-82 ; чинний з 2010-01-01. – К. : Мінрегіонбуд України, 2009. – 6 с. – (Державний Стандарт України).

4. Практикум з охорони праці. Навчальний посібник. В. Ц. Жидецький, В. С. Джигирей, В. М. Сторожук, Л. В. Туряб, Х. І. Лико. Львів «Афіша», 2000, 352 с.

5. Інженерні рішення з охорони праці. За ред. В.В. Сафонова–Київ «Основа», 2001, 330 с.

Додаток А

Зразок титульного аркуша до звіту з лабораторного заняття

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний університет «Запорізька політехніка»

**Кафедра охорони праці і
навколишнього середовища**

ЗВІТ З ЛАБОРАТОРНОГО ЗАНЯТТЯ

*«Дослідження прожекторного освітлення
з застосуванням LED світильників»*

Виконав: *студент гр.* _____

(ім'я та прізвище)

Перевірив: _____

(ім'я та прізвище)

Додаток Б

Методика розрахунку прожекторного освітлення

Для світлодіодних прожекторів (світильників) розрахунок проводиться за значенням світлового потоку у цих прожекторів (світильників). Світловий потік визначається формулою:

$$\Phi_{\text{ПР}} = E_H \cdot S \cdot k_3 \cdot z / m; \quad (\text{Б.1})$$

де $\Phi_{\text{ПР}}$ – світловий потік прожектора (світильника), лм (лк·м²)

E_H – нормована освітленість, лк;

k_3 – коефіцієнт запасу прожектора, для світлодіодних $k_3 = 1,8$;

z – коефіцієнт нерівномірності освітленості прожектора $z = 1,5$;

m – коефіцієнт використання світлового потоку;

S – площа освітлюваної поверхні, м²

Розрахункова кількість прожекторів:

$$N = \frac{\Phi_P}{\Phi_{\text{ПР}} \cdot \text{ККД}_{\text{ПР}}}; \quad (\text{Б.2})$$

де Φ_P – величина потоку на освітлену площу, лм;

$\Phi_{\text{ПР}}$ – світловий потік прожектора (світильника), лм;

$\text{ККД}_{\text{ПР}} = 0,9$

Допускається не обмежувати висоту підвісу прожекторів (світильників) із захисним кутом не менше 15° або з розсіювачами з молочного скла без відбивачів на майданчиках для проходу людей і обслуговування технологічного або інженерного обладнання, а також біля входу в будівлю.

За нормоване значення освітленості приймають середню експлуатаційну освітленість на робочій поверхні.

1. Визначення висоти встановлення прожекторів

Висоту встановлення прожектора (світильника) можливо визначити виходячи з нормованої освітленості для конкретного виду робіт E_H та світлового потоку прожектора $\Phi_{\text{ПР}}$, з формули Б.3:

$$E_H = \frac{\Phi_{\text{ПР}}}{H^2 \cdot 4\pi}; \quad (\text{Б.3})$$

Оскільки прожектор (світильник) освітлює більш спрямовано, тому приймаємо $- 1\pi$. Тоді з формули Б.3, висота встановлення прожектору H , буде:

$$H^2 = \frac{\Phi_{\text{ПР}}}{E_H \cdot \pi};$$

$$H = \sqrt{\frac{\Phi_{\text{ПР}}}{E_H \cdot \pi}}; \quad (\text{Б.4})$$

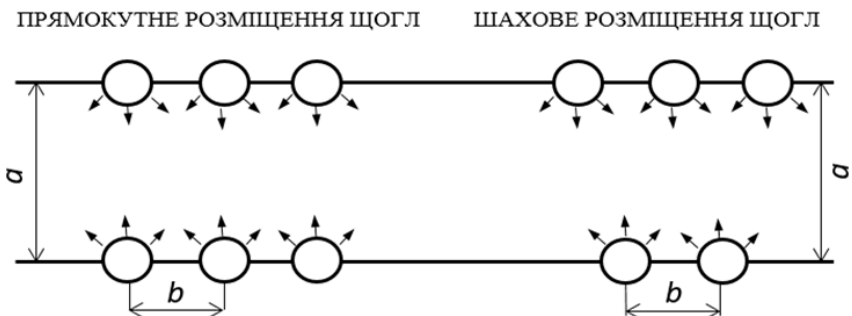
З метою мінімізації ефекту осліплення рекомендовано дотримувати мінімально припустиму висоту (H_{min}) встановлення прожекторів (додаток В, табл. В.2).

Якщо розрахункова висота (H) менша за мінімально припустиму висоту (H_{min}) для визначеного типу прожектора і джерела світла (додаток В, табл. В.2), то вибираємо останню (H_{min}).

Відстань між щоглами прожекторів (L) не повинна перевищувати 4-кратної висоти підвісу прожекторів (H), тобто:

$$L = 4 \cdot H, \text{ м} \quad (\text{Б.5})$$

Рівномірність освітлення робочої поверхні на відкритих територіях залежить від розміщення прожекторів. Найбільш поширене *прямокутне* розміщення прожекторів загального призначення, а також розташування їх у *шаховому* порядку рис. Б.1.



a – ширина освітлювальної площі, м; b – відстань між щоглами, м.

Рисунок Б.1 – Схема розміщення прожекторних щогл:

Розміщення прожекторних щогл, як правило, здійснюється по довжині з кожної сторони освітлюваного майданчика, в той же час для окремих ділянок з нормованою освітленістю більше 2 лк, які знаходяться в межах загального виробничого майданчика, передбачено додатково до рівномірного локалізоване прожекторне освітлення. При цьому прожектори розміщують над певною ділянкою поодиночці або групами на щоглах, конструкціях, кранах, кронштейнах тощо, висота їх підвісу, як правило, дорівнює висоті підвісу прожекторів на загальному виробничому майданчику або в залежності від технологічної доцільності.

2. Приклад розрахунку прожекторного освітлення

Розрахувати кількість прожекторів та визначити висоту їх встановлення на сортувальній залізничній гірці розміром 75×150 м з світлодіодними світильниками.

Величина нормованої освітленості (E_H) залізничної гірки становить – 10 лк (додаток В, табл. В3).

Для освітлення планується використати, прожектор типу СДУУ 64 з світлодіодною лампою $P_{\text{л}} = 64 \text{ Вт}$ (додаток В, табл. В1), світловий потік прожектора – $\Phi_{\text{ПР}} = 4500 \text{ лм}$. Приймаємо коефіцієнт використання світлового потоку – $m = 0,46$, (попередньо розраховано – додаток В, табл. В1) та коефіцієнт запасу для світлодіодних ламп $k_3 = 1,8$

$$\Phi_P = \frac{E_H \cdot m \cdot S \cdot k_3}{\Phi_{\text{ПР}}}; \quad (\text{Б.6})$$

де Φ_P – величина потоку на освітлену площу, лм;

$\Phi_{\text{ПР}}$ – величина світлового потоку прожектора, лм (лк·м²);

E_H – нормована освітленість поверхні, лк;

S – площа освітлюваної поверхні, м²;

k_3 – коефіцієнт запасу (для прожекторних установок $k_3 = 1,8$);

m – коефіцієнт використання світлового потоку прожекторів, що враховує втрати світла в залежності від конфігурації освітлюваної поверхні.

Необхідну кількість прожекторів визначаємо за формулою Б.2:

$$N = \frac{\Phi_p}{\Phi_{\text{ПР}} \cdot \text{ККД}} = \frac{10 \cdot 0,46 \cdot 11250 \cdot 1,8}{4500 \cdot 0,9} = 23 \text{ прожект};$$

Оскільки прожектор освітлює більш спрямовано, висоту встановлення прожектору визначаємо за формулою Б.4:

$$H = \sqrt{\frac{\Phi_{\text{ПР}}}{E_H \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{4500}{10 \cdot 3,14}} = 11,97 \approx 12 \text{ м};$$

Висота встановлення буде – $H = 12 \text{ м}$.

Розраховуємо відстань між щоглами:

Приймаємо кількість прожекторів (як більше парне значення) – 24 шт, що встановлюються вздовж більших сторін залізничної гірки, на мінімально допустимій висоті 12 метрів

Відстань між прожекторними щоглами становить:

$$L = \frac{A}{0,5 \cdot n} = \frac{150}{0,5 \cdot 24} = 12,5 \text{ м};$$

де: A – довжина залізничної гірки, м;

$0,5n$ – кількість прожекторів з кожної сторони залізничної гірки.

Розрахункова відстань між прожекторними щоглами не перевищує припустимої відстані за формулою Б.5:

$$L = 4 \cdot H = 4 \cdot 12 = 48 \text{ м}$$

Прожектори встановлюємо на поперечну конструкції, яка розміщується на щоглах, що запобігає утворенню тіней від вагонів.

Додаток В

Довідкові таблиці та матеріали

Таблиця В1 – Орієнтовні значення коефіцієнта m

Тип прожектора	Використання прожектора	Використання прожектору	Ширина освітлювального майданчика	Значення Коефіцієнта m Для $E_n = 10$ лк
CDUU 64	Для освітлення великих площ на повітрі	LED	75×150	0,46 для H до 10 м 0,47 для H до 15 м
			75×250	0,46 для H до 10 м 0,47 для H до 13 м 0,53 для H до 15 м 0,56 для H до 20 м

Таблиця В2 – Мінімальна висота встановлення світильників за умовами зменшення осліплення

Тип кривої світлорозподілу світильників	Найбільший світловий потік лампи у світильниках, встановлених на одній опорі	Найменша висота встановлення світильника, м
	менше ніж 6 000	7,0
	від 6 000 до 10 000	7,5
Напівширока	від 10 00 до 20 000	8,0
	від 20 000 до 30 000	9,0
	від 30 000 до 40 000	10,0
	понад 40 000	11,5
	менше ніж 6 000	7,5
	від 6 000 до 10 000	8,5
Широка	від 10 00 до 20 000	9,5
	від 20 000 до 30 000	10,5
	від 30 000 до 40 000	11,5
	понад 40 000	13,0

Таблиця В3 – Нормована освітленість відкритих виробничих територій та об'єктів в залежності від роду виконуваних робіт ДСТУ Б А.3.2-15:2011

№	Відкриті виробничі території та об'єкти	Нормована освітленість, лк	Площина нормування освітленості	Рівень поверхні, на якій нормується освітлення
1	Автомобільні дороги на будівельному майданчику	2	горизонтальна	на рівні проїзної дороги
2	Залізничні пуття на будівельних майданчиках	0,5	горизонтальна	на поверхні рейок

Продовження таблиці В3

№	Відкриті виробничі території та об'єкти	Нормована освітленість, лк	Площина нормування освітленості	Рівень поверхні, на якій нормується освітлення
3	Під'їзди до мостів і залізничних переїздів	10	горизонтальна	на поверхні рейок
4	Дорожні роботи: - укладання підстав під дорожні покриття; - облаштування дорожніх покриттів, укладання залізничних і підкранових колій	10 30	горизонтальна	на рівні землі
5	Навантаження, встановлення, підйом, розвантаження, устаткування, будівельних конструкцій, деталей і матеріалів вантажопідіймними кранами	10 10	горизонтальна вертикальна	- на майданчиках прийому і подання устаткування, конструкцій деталей і матеріалів; - на крюках крану в усіх його положеннях з боку машиніста
6	Немеханізоване розвантаження, завантаження і кантівка конструкцій, деталей, матеріалів	2	горизонтальна	на майданчиках прийому і подання вантажів
7	Складання і монтаж будівельних та вантажопідіймних механізмів: - складання з пригоном частин (валів, вкладишів, підшипників); - різні види регулювання, зміна деталей тощо; - монтаж передатних рухливих частин (ланцюгів, тросів, блоків)	50 30 30	Горизонтальна Горизонтальна Вертикальна	- по усій висоті складання - по усій висоті складання - на усіх рівнях, де робиться монтаж

Таблиця В4 – Норми штучного освітлення об'єктів залізничного транспорту

Об'єкти	Нормована освітленість, лк	Площина нормування освітленості
Сортувальні та великі галузеві станції		
Шляхи і горловини парків прийому та відправлення	5	Поверхня землі
Сортувальні та витяжні путі	5	Поверхня землі
Гальмові позиції, хвостова частина сортувального парку, ремонтні шляхи, ділянка розщеплення	10	Вертикальна вздовж осі шляху, горизонтальна на поверхні землі
Шляхи прийому-відправлення	5	Поверхня землі
Сортувальні шляхи	2	Поверхня землі
Сортувальні гірки	10	Поверхня землі
Проміжні станції з завантаженням-відвантаженням	2	Поверхня землі
Інші проміжні станції, роз'їзди	1	Поверхня землі
Шляхи пасажирських та технічних станцій	5	Поверхня землі
Екіпіровка локомотивів на відкритих шляхах між шляхів	20	Поверхня землі
Вантажні платформи	20	Поверхня платформи
Пасажирські платформи	2-10	Поверхня землі

Таблиця В5 – Завдання для об'єктів вантажоперевезень

№	Відкриті виробничі території та об'єкти, м	Об'єкти	Нормована освітленість, лк	Рівень поверхні, на якій нормується освітлення	Площина нормування освітленості
1	100×150	Немеханізоване розвантаження, завантаження і кантівка конструкцій, деталей, матеріалів	2	на майданчиках прийому і подання вантажів	горизонтальна
2	175×250	Складання і монтаж будівельних та вантажопідйомних механізмів : складання з пригоном частин (валів, вкладишів, підшипників), різні	50	по усій висоті складання	горизонтальна
			30		горизонтальна
			30	по усій висоті складання	вертикальна

Продовження таблиці В5

№	Відкриті виробничі території та об'єкти, м	Об'єкти	Нормована освітленість, лк	Рівень поверхні, на якій нормується освітлення	Площина нормування освітленості
		види регулювання, зміна деталей тощо. монтаж передатних рухливих частин (ланцюгів, тросів, блоків)		на усіх рівнях, де робиться монтаж	
3	200×350	Робочий майданчик кар'єру кар'єр бурові забій	2 10 10 5	на рівні робочого майданчика по усій висоті майданчика на рівні підшви забою	горизонтальна вертикальна вертикальна горизонтальна
4	175×250	Відкриті склади: нерудних матеріалів металоконструкцій і устаткування	2 5	на рівні землі	горизонтальна
5	175×300	Лісобіржи або склади лісу	5 5	на рівні землі на рівні штабелів	горизонтальна вертикальна
6	75×150	Приміщення для зберігання сипких матеріалів (цементу, алебастру) і громіздких предметів	5	на рівні підлоги	горизонтальна
7	75×250	Приміщення для зберігання дрібного технологічного устаткування і монтажних матеріалів	10	на рівні підлоги	горизонтальна
8	275×350	Лісобіржи або склади лісу	5 5		горизонтальна вертикальна

Закінчення таблиці В5

№	Відкриті виробничі території та об'єкти, м	Об'єкти	Нормована освітленість, лк	Рівень поверхні, на якій нормується освітлення	Площина нормування освітленості
9	200×350	Приміщення для зберігання сипких матеріалів (цементу, алебастру) і громіздких предметів	5		горизонтальна
10	75×250	Приміщення для зберігання дрібного технологічного устаткування і монтажних матеріалів	10		горизонтальна

Таблиця В6 – Завдання для об'єктів будівництва

№	Відкриті виробничі території та об'єкти, м	Об'єкти	Нормована освітленість, лк	Площина нормування освітленості	Рівень поверхні, на якій нормується освітлення
1	75×350	Облаштування траншей для фундаментів, комунікацій тощо	10 10	горизонтальна вертикальна	на рівні дна траншеї по усій висоті траншеї
2	75×150	Розробка ґрунту бульдозерами, скреперами, катками та ін.	10	горизонтальна	на рівнях оброблених майданчиків
3	100×150	Монтаж конструкцій сталевих, залізобетонних і дерев'яних (каркаси будівель, мости, естакади, ферми, балки і т. д.)	30 30	горизонтальна вертикальна	по усій висоті складання
4	75×150	Місця розвантаження,	2	горизонтальна і	на рівні землі, освітленість

Продовження таблиці В6

№	Відкриті виробничі території та об'єкти, м	Об'єкти	Нормована освітленість, лк	Площина нормування освітленості	Рівень поверхні, на якій нормується освітлення
		навантаження і складування заготовленої арматури при проведенні бетонних і залізобетонних робіт	2	вертикальна вертикальна	нормується без урахування дії освітлювальних приладів, встановлених на кранах і машинах по усій висоті складованої арматури
5	75×150	Складання арматури (стикування, зварювання, в'язка каркасів тощо)	30 30	горизонтальна вертикальна	на рівні землі або робочої поверхні по усій висоті, де виконується робота
6	75×150	Установка опалубки, лісів і огороджувачів	30 30	горизонтальна вертикальна	на усіх рівнях опалубки, лісів, огорожень
7	200×350	Бетонування: колон, балок, плит покриттів, мостових конструкцій і т.д. великих масивів (бетонування укосів земляних гребель і т. д.)	30 10	горизонтальна горизонтальна	на поверхні бетону на поверхні бетону
8		Штукатурні роботи: у приміщеннях просто неба	50 50 30 30	горизонтальна вертикальна горизонтальна вертикальна	на усіх рівнях робочої поверхні
9	75×150	Масляні роботи: шпаклювання, ґрунтовка, забарвлення, накатка малюнків валиками і т.п.; поліпшене високоякісне забарвлення	100 100 150 150	горизонтальна вертикальна горизонтальна вертикальна	на усіх рівнях робочої поверхні
10	100×150	Скляні роботи	75	вертикальна	на усіх рівнях робочої поверхні

Таблиця В7 – Завдання для об'єктів залізничного транспорту

№	Відкриті виробничі території та об'єкти, м	Об'єкти	Нормована освітленість, лк	Площина нормування освітленості
1	75×150	Сортувальні та великі галузеві станції		
2	275×250	Шляхи і горловини парків прийому та відправлення	5	Поверхня землі
3	75×150	Сортувальні та витяжні путі	5	Поверхня землі
4	75×150	Гальмові позиції, хвостова частина сортувального парку, ремонтні шляхи, ділянка розщеплення	10	Вертикальна вздовж осі шляху, горизонтальна на поверхні землі
5	75×150	Шляхи прийому-відправлення	5	Поверхня землі
6	75×150	Сортувальні шляхи	2	Поверхня землі
7	275×350	Сортувальні гірки	10	Поверхня землі
8	75×150	Проміжні станції з завантаженням-відвантаженням	2	Поверхня землі
9	75×150	Гальмові позиції, хвостова частина сортувального парку, ремонтні шляхи, ділянка розщеплення	10	Вертикальна вздовж осі шляху, горизонтальна на поверхні землі
10	75×150	Інші проміжні станції, роз'їзди	1	Поверхня землі
11	275×250	Шляхи пасажирських та технічних станцій	5	Поверхня землі

Таблиця В8 – Порівняння ламп різних типів

Показники	Лампа розжарювання (ЛР)	Компактна люмінесцентна лампа	Звичайна світлодіодна лампа	Філаментна лампа
Світло	Комфортне для очей; кут освітлення – 360°	Некомфортне для очей; кут освітлення – 360°	Менш комфортне для очей; кут освітлення – 180...270°	Комфортне для очей; кут освітлення – 360°
Здоров'я	Безпечна – не містить ртуті	Небезпечна – містить ртуть	Безпечна – не містить ртуті	Безпечна – не містить ртуті
Вартість	Низька	Середня	Вища за середню	Висока, проте швидка окупність

Продовження таблиці В8

Показники	Лампа розжарювання (ЛР)	Компактна люмінесцентна лампа	Звичайна світлодіодна лампа	Філаментна лампа
Електроенергія	Високе споживання електроенергії	у 5 разів менше, ніж ЛР	у 7 разів менше, ніж ЛР	у 10 разів менше, ніж ЛР
Термін служби	Невеликий термін служби (1000 годин)	Середній термін служби	Довгий термін служби	Довгий термін служби

Додаток Г

Залежність кольорової температури від видимого світла

- 800K – видиме темно-червоне світіння розпечених тіл;
- 1200K – червоного світла;
- 2000K – помаранчевого світла;
- 2400K – жовтого світла;
- 4300K – теплого білого світла;
- 5000K – білого світла;
- 6000K – холодного білого світла;
- 7000K – блакитного світла;
- 8000K – синього світла;
- 10000K – синьо-фіолетового світла;
- 12000K – фіолетового світла

Кожен світильник має величину споживаної потужності, однак показник споживання електроенергії не настільки важливий, адже інтенсивність освітлення визначається світловим випромінюванням.

Переваги LED джерел світла незаперечні: співвідношення світловіддачі, споживання електроенергії, терміну роботи, екологічної чистоти і безпеки, роблять їх ідеальним рішенням для освітлення промислових комплексів.

