



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Кафедра «Охорона праці і навколишнього середовища»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторного заняття «Розрахунок загального рівномірного штучного освітлення приміщень з використанням ламп тліючого та дугового розряду» 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 «Розрахунок загального рівномірного штучного освітлення приміщень з використанням ламп тліючого та дугового розряду» 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. : В.І. Шмирко, О.В. Коробко, Т.Ю. Троян. – Запоріжжя: каф. ОПіНС. НУ «Запорізька політехніка», 2024. – 33с.

Укладачі: В.І. Шмирко, доцент, к.т.н.
О.В. Коробко, ст. викладач
Ю.І. Троян, асистент

Рецензенти: С.М. Журавель, ст. викладач

Відповідальний за випуск Ю.І. Троян, асистент

Затверджено
на засіданні кафедри «Охорони праці і
навколишнього середовища»
Протокол № 9 від 09.05.2024 р.

Рекомендовано до видання
НМК Факультету будівництва,
архітектури та дизайну
Протокол № 9 від 14.05 .2024 р.

ЗМІСТ

	Умовні позначення.....	4
1	Мета роботи.....	6
2	Загальні теоретичні відомості.....	6
3	Порядок виконання роботи.....	7
3.1	Алгоритм розрахунку загального рівномірного освітлення..	7
3.2	Основні положення етапів розрахунку.....	8
4	Зміст звіту.....	16
5	Рекомендована література.....	17
	Додаток А Державні будівельні норми України ДБН В.2.5–28:2018 "Природне і штучне освітлення".....	18
	Додаток Б: Технічні характеристики люмінесцентних ламп <i>КЛЛ, ЛЛ, ДРЛ, ДРИ</i>	20
	Додаток В: Характеристика та призначення окремих типів світильників.....	22
	Зовнішній вигляд світильників.....	24
	Додаток Г: Класифікація світильників за світлорозподілом..	25
	Класифікація світильників за типом кривої сили світла...	25
	Ступінь захисту світильників <i>IP</i> за міжнародними стандартами	26
	Оцінка коефіцієнта запасу k_3	27
	Оцінка коефіцієнтів відбиття поверхонь приміщення.....	28
	Додаток Д: Вибір коефіцієнтів використання світлового потоку світильників.....	29
	Додаток Е: Варіанти для виконання розрахунків.....	31
	Додаток Ж: Умовні позначення світильників.....	32
	Додаток З: Зразок титульного аркушу до звіту з лабораторного заняття	33

УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

РОЗМІРНІ ДАНІ:

A – довжина приміщення, м;

B – ширина приміщення, м;

H – висота приміщення, м;

S – площа освітлюваної поверхні, m^2 ;

h_p – висота робочої поверхні, м;

h_з – висота звисання світильника від стелі, м;

h – висота підвісу світильника над робочою поверхнею, м;

L – відстань між рядами або сусідніми світильниками у ряду, м;

L_{max} – максимальна відстань між рядами або сусідніми світильниками у ряду, м;

L_{CB} – довжина обраного світильника, м;

L_A – відстань між сусідніми світильниками в ряду, м;

L_B – відстань між рядами світильників, м;

L_A – відстань від крайніх світильників у ряду до стіни, м;

L_B – відстань від крайніх рядів світильників до стіни, м.

КОЕФІЦІЄНТИ:

i – індекс приміщення;

k_з – коефіцієнт запасу;

z – коефіцієнт нерівномірності (мінімальної) освітленості;

η – коефіцієнт використання світлового потоку;

ρ_с – коефіцієнт відбиття від стелі;

ρ_{ст} – коефіцієнт відбиття від стін;

ρ_п – коефіцієнт відбиття від підлоги;

[L/h] – коефіцієнт світильника;

m – коефіцієнт співвідношення між розрахунковим світловим потоком лампи $\Phi_{л}^*$ та фактичним світловим потоком стандартної лампи $\Phi_{л}$.

РОЗРАХУНКОВІ ТА ОБРАНІ КОМПОНЕНТИ:

Φ_Σ – сумарний світловий потік у приміщенні, що створюється освітлювальною установкою, лм;

Φ_л^{*} – розрахунковий світловий потік однієї лампи, лм;

Φ_л – фактичний світловий потік вибраної стандартної лампи, лм;

E_н – нормативна мінімальна освітленість приміщення за вимогами ДБН В.2.5–28:20018, лк;

E_p – загальна розрахункова освітленість у приміщенні, створена вибраними стандартними лампами, лк;

N – загальна кількість світильників у приміщенні;

N^* – розрахункова загальна кількість світильників у приміщенні;

N_p – кількість рядів світильників у приміщенні;

$N_{л}$ – загальна кількість ламп у приміщенні;

n – кількість ламп у одному світильнику;

$N_{ф}$ – фактична кількість світильників у приміщенні;

$P_{л}$ – потужність вибраної стандартної лампи, Вт;

P_{Σ} – сумарна потужність освітлювальної установки з лампами, Вт.

ШКАЛА КОЛІРНИХ ТЕМПЕРАТУР

(характеристика спектрального складу випромінювання джерела світла):



800K – видиме темно-червоне світіння розпечених тіл;

1 200K – червоного світла;

2 000K – помаранчевого світла;

2 400-3200K – жовтого світла;

4 300K – теплого білого світла;

5 000K – білого світла;

6 000K – холодного білого світла;

7 000K – блакитного світла;

8 000K – синього світла;

10 000K – синьо-фіолетового світла;

12 000K – фіолетового світла

1 МЕТА РОБОТИ

Ознайомлення з методикою розрахунку загального рівномірного штучного освітлення у приміщеннях з джерелами світла тліючого та дугового розряду.

2 ЗАГАЛЬНІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Світлотехнічні розрахунки є основою при проектуванні освітлювальних установок. Основним завданням розрахунку є визначення величини необхідного світлового потоку світильників для забезпечення нормованого значення мінімальної освітленості робочої площини.

На практиці для розрахунку штучного освітлення використовують, в основному, три методи:

– **метод світлового потоку (коефіцієнта використання)**: застосовують для розрахунку загального рівномірного освітлення горизонтальних поверхонь;

– **точковий метод**: призначений для розрахунку локалізованого та комбінованого освітлення, а також для освітлення похилих площин;

– **метод питомої потужності**: є найбільш простим і в той же час найменш точним, тому його використовують для приблизних, орієнтовних розрахунків.

Найбільш точним методом для розрахунку загального рівномірного освітлення, що враховує прямий світловий потік світильників та відбите світло від стін і стелі, вважається метод світлового потоку (або коефіцієнта використання світлового потоку). Метод дозволяє визначити оптимальну кількість ламп та потужність освітлювальної установки при рівномірному розміщенні світильників загального освітлення.

Основним розрахунковим рівнянням методу світлового потоку є:

$$\Phi_{л} = \frac{E_{н} \cdot S \cdot k_{з} \cdot Z}{N \cdot n \cdot \eta}, \quad (2.1)$$

де $\Phi_{л}$ – розрахункове значення світлового потоку однієї лампи в кожному світильнику, лм;

$E_{н}$ – нормоване значення освітленості, лк;

- S – площа освітлюваної поверхні, m^2 ;
 k_3 – коефіцієнт запасу;
 z – коефіцієнт мінімальної освітленості;
 N – загальна кількість світильників;
 n – кількість ламп у одному світильнику;
 η – коефіцієнт використання світлового потоку.

3 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

3.1 Алгоритм розрахунку загального рівномірного освітлення

1. Вибрати систему освітлення (*дод. А*).
2. Обґрунтувати у відповідності з розрядом зорових робіт (РЗР) рівень нормованої освітленості (E_n) відповідно до вимог ДБН В.2.5–28:2018 [1] (*дод. А*).
3. В залежності від умов виробничого середовища і класу освітлюваного приміщення за вибухопожежонебезпекою вибрати економічне джерело світла.
4. Вибір типу світильників для обраних джерел світла в залежності від умов навколишнього середовища та розряду зорових робіт (РЗР) (*дод. В*).
5. Оцінити коефіцієнт запасу (k_3) освітленості та коефіцієнт нерівномірності освітлення (z) (*дод. Г, табл.4*).
6. Визначити коефіцієнти відбиття світлового потоку від стелі (ρ_c), стін (ρ_{ct}) та підлоги (ρ_n) у приміщенні (*дод. Г, табл.5*).
7. Визначити значення індексу приміщення (i), що характеризує співвідношення розмірів освітлюваного приміщення і висоти розміщення світильників.
8. За довідковою таблицею (*дод. Д*) визначити значення коефіцієнта використання світлового потоку (η), створюваного світильниками вибраного типу.
9. Розрахувати сумарну потужність освітлювальної установки (P_Σ).
10. Виконати ескіз розташування світильників на плані приміщення, враховуючи розмір світильників (*рис.3.2; 3.3*).

3.2 Основні положення етапів розрахунку

1. Вибір системи освітлення. На виробництві застосовують загальне та комбіноване (загальне поєднане з місцевим) освітлення.

Вибір системи освітлення залежить від зорових робіт РЗР і визначається за Державними будівельними нормами України (ДБН В.2.5–28:2018 "Природне і штучне освітлення" дод. А). При цьому враховується вимога, що при виконанні в приміщеннях робіт I–III, IVa, IVб, IVв, Va розрядів слід застосовувати систему **комбінованого** освітлення. Використання системи **загального** освітлення передбачено при технічній неможливості або недоцільності влаштування місцевого освітлення при узгодженні з органами державного санітарного нагляду.

При комбінованому освітленні доля загального повинна складати не менше 10%.

**Використання на виробництві тільки місцевого освітлення
ЗАБОРОНЕНО!**

2. Визначення рівня нормованої освітленості (E_n). За кількісну характеристику освітленості у приміщенні приймається найменша освітленість, яка залежить від: *розряду зорових робіт, фону, контрасту об'єкта з фоном, системи освітлення (дод. А).*

3. Вибір джерела світла. У якості джерел штучного освітлення використовуються газорозрядні лампи тліючого та дугового розряду.

Газорозрядні лампи. У виробничих приміщеннях, як правило, застосовують газорозрядні лампи низького тиску трубчастої форми із тліючим розрядом (люмінесцентні лампи *ЛЛ*, компактні люмінесцентні лампи *КЛЛ*) та високого тиску з дуговим розрядом типу *ДРЛ* та *ДРИ*.

Газорозрядні лампи використовують при виконанні точних робіт; створення особливо прийнятних умов для зорових робіт; при роботах з підвищеними вимогами до розрізнення кольору поверхонь; в приміщеннях, де постійно перебувають люди, та недостатнім природним освітленням.

Люмінесцентні лампи (ЛЛ) у складі світильників при загальному освітленні рекомендовані у приміщеннях висотою до 6 м.

Лампи ЛЛ мають наступні переваги: висока світловіддача (до 75 лм/Вт), висока стабільність світлового потоку, термін експлуатації до 10000 годин, високий індекс кольоропередачі.

Недоліки: висока вартість, повинні обслуговуватись фахівцями, мають складну пускову апаратуру, можливі шум та миготіння, значна пульсація при однофазній схемі підключення.

Як правило, на виробництві використовують люмінесцентні лампи різного спектрального складу випромінюваного світла: ЛХБ – холодно білого (6000–8000 К), ЛД – денного світла (до 5500 К), ЛЕ – наближеного до природного світла (5000 К), ЛБ – білого (до 5000 К), ЛДЦ – денного світла з покращеною передачею кольору (4500 К), ЛТБ – теплого білого (до 4300 К), ЛЖ – жовтого світла (до 3200 К).

Якщо у виробничих приміщеннях немає застережень стосовно спектрального складу випромінюваного світла, то, з економічної точки зору раціонально застосовувати люмінесцентні лампи типу ЛБ!

Компактні люмінесцентні лампи (КЛЛ) використовуються в побутових і професійних царинах, часто називають енергозберігаючими і лампами денного світла. Вони працюють за рахунок ультрафіолетового випромінювання. КЛЛ випускаються з стандартним різьбовим цоколем Е14, Е27 і Е40 (великої потужності).

Переваги КЛЛ: високий ККД і велика світловіддача; споживання енергії в 5 разів нижче ніж лампи розжарювання; довговічність (до 15000 годин); широка лінійка спектрів світла; невелика температура експлуатації.

Недоліки: небезпека з-за вмісту ртуті; тьмяне світіння при низьких температурах

Газорозрядні лампи високого тиску типу ДРЛ та ДРИ у системі загального освітлення в залежності від потужності використовуються на висоті:

- 6–12 м (лампи потужністю від 50 до 125 Вт);
- 9 м і вище (лампи потужністю від 250 Вт).

Основною перевагою ламп *ДРЛ* та *ДРИ* є світловіддача до 100 лм/Вт та термін експлуатації до 15000 годин. Лампи типу *ДРИ* мають менший коефіцієнт пульсації порівняно з лампами *ДРЛ*, що не призводить до зорової втоми у процесі роботи.

Недоліки: складний процес підключення та запуску, тривалий процес розганяння (5–7 хвилин), зниження світлового потоку в кінці терміну експлуатації до 70%.

4. Вибір типу світильника для обраних ламп проводиться з урахуванням умов навколишнього середовища, характеристики і класу освітлювального приміщення за вибухопожежонебезпекою (*дод. В*).

Світлотехнічні характеристики світильників визначаються, в основному, двома параметрами:

– відношенням світлового потоку, що випромінюється світильником у нижню півсферу до повного світлового потоку світильника (*дод. Г, табл.1*);

– кривими сили світла *КСС* (*рис.3.1; дод. Г, табл.2*).

Всі світильники, за своїм конструктивним виконанням, в залежності від умов оточуючого середовища у приміщенні, згідно ГОСТ 14254–80, повинні мати необхідний ступінь захисту *IP(1)(2)* (International Protection) від *пилу* (перша цифра) та *вологи* (друга цифра) (*дод. Г, табл.3*), що відповідає міжнародним стандартам.

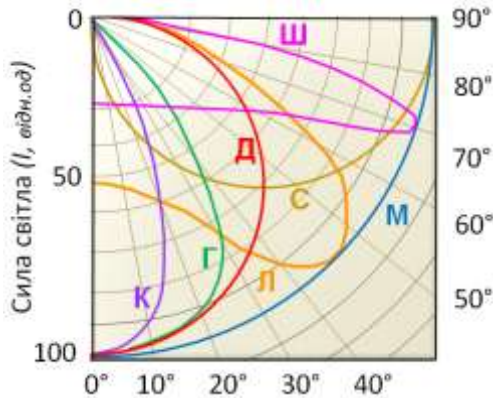


Рисунок 3.1 – Типові криві сили світла у нижню півсферу (ДСТУ 8546:2015)

де: K – концентрована (0-15°); G – глибока (0-30°; 150-180°); D – косинусна (0-35°; 145-180°); L – напівширока (35-55°; 125-145°); $Ш$ – широка (55-85°; 95-125°); M – рівномірна (0-180°); C – синусна (70-90°; 90-110°).

При загальному освітленні для вибору раціонального світильника використовують *коефіцієнт світильника (L/h)* – відношення відстані (L) між рядами або сусідніми світильниками у ряду до висоти (h) їхнього підвісу над робочою поверхнею (дод. В).

5. Оцінка коефіцієнта запасу та коефіцієнта нерівномірності (мінімального) освітлення.

Коефіцієнт запасу k_z , враховує зниження рівня освітленості з часом в результаті забруднення та старіння ламп, світильників і поверхонь приміщення, приймається в залежності від виробничих умов (дод. Г, табл.4).

У Євросоюзі за стандартами Міжнародної комісії з освітлення (СІЕ) використовується *коефіцієнт експлуатації MF* (Maintenance Factor), який пов'язаний з коефіцієнтом запасу k_z співвідношенням $k_z = 1/MF$ [1]

Коефіцієнт нерівномірності (мінімального) освітлення z (відношення середньої освітленості до мінімальної освітленості), як правило дорівнює:

$z = 1,1$ – для люмінесцентних ламп низького тиску;

$z = 1,15$ – для газорозрядних ламп високого тиску типу ДРЛ і ДРИ.

6. Оцінка коефіцієнтів відбиття поверхонь приміщення (від: стелі – ρ_c ; стін – $\rho_{ст}$; підлоги – $\rho_{п}$) (дод. Г, табл. 5).

В залежності від виділення пилу у процесі роботи розрізняють:

– світлі приміщення $\rho_c=70\%$; $\rho_{ст}=50\%$; $\rho_{п}=30\%$;

– приміщення з незначним пиловиділенням $\rho_c=50\%$; $\rho_{ст}=30\%$; $\rho_{п}=10\%$;

– приміщення зі значним пиловиділенням $\rho_c=30\%$; $\rho_{ст}=10\%$; $\rho_{п}=10\%$.

7. Чисельне значення індексу приміщення визначають за рівнянням:

$$i = \frac{AB}{h(A+B)} \quad (3.1)$$

де A – довжина приміщення, m ;
 B – ширина приміщення, m ;
 h – висота розміщення світильників над робочою поверхнею, m .
 Загальна висота приміщення включає наступні складові:

$$H = h + h_p + h_3, m \quad (3.2)$$

де H – висота приміщення, m ;
 h_p – висота робочої поверхні над підлогою, m ;
 (як правило, висота умовної робочої поверхні $h_p = 0,8 m$)
 h_3 – висота звисання світильника від стелі, m .
 (може вибиратися за технологічною доцільністю)

Визначення h і h_3 проводити за наступною послідовністю:

а) розрахувати кількість рядів світильників у приміщенні:

$$N_p = \frac{B}{(H - h_p) * [L/h]} \quad (3.3)$$

(результат округлити до цілого у більшу сторону)

де $[L/h]$ – числове значення коефіцієнта світильника (**дод. В**).

б) визначити максимально припустиму відстань між рядами світильників:

$$L_{\max} = \frac{B}{N_p}, m \quad (3.4)$$

в) розрахувати висоту підвісу світильника над робочою поверхнею:

$$h = \frac{L_{\max}}{[L/h]}, m \quad (3.5)$$

г) знайти висоту звисання світильника від стелі:

$$h_3 = H - h_p - h, m \quad (3.6)$$

8. Значення коефіцієнта використання світлового потоку η вибирається в залежності від виду джерела світла, типу обраного світильника, коефіцієнтів відбиття поверхонь приміщення ($\rho_c, \rho_{ст}, \rho_{п}$) та індексу приміщення (*дод. Д*).

9. Визначення світлового потоку газорозрядної лампи та загальної кількості світильників провести за схемою:

а) визначити сумарний світловий потік освітлювальної установки у даному виробничому приміщенні:

$$\Phi_{\Sigma} = \frac{E_n \cdot S \cdot k_z \cdot z}{\eta}, \quad (3.7)$$

де Φ_{Σ} – розрахункове значення сумарного світлового потоку у приміщенні, лм;

E_n – нормоване значення освітленості, лк;

S – площа освітлюваної поверхні, м²;

k_z – коефіцієнт запасу;

z – коефіцієнт нерівномірності (мінімальної) освітленості;

η – коефіцієнт використання світлового потоку;

б) визначити розрахункову загальну кількість світильників N^* у приміщенні, виходячи з позиції розташування їх у вершинах квадрата:

$$N^* = AB/L_{max}^2 \quad (3.8)$$

(L_{max} визначається за формулою 3.4);

в) визначити розрахунковий світловий потік лампи Φ_l^* :

$$\Phi_l^* = \frac{\Phi_{\Sigma}}{N_l}, \text{ лм} \quad (3.9)$$

де N_l – загальна кількість ламп у приміщенні;

$$N_l = N^* \cdot n \quad (3.10)$$

n – кількість ламп у світильнику;

г) вибрати з *дод. Б* (табл.1; табл.2) тип стандартної лампи з найближчими значеннями фактичного світлового потоку лампи Φ_l і знайти коефіцієнт пропорційності m :

$$m = \Phi_l^* / \Phi_l; \quad (3.11)$$

д) визначити оптимальну кількість світильників у приміщенні:

$$N = N^* \cdot m \quad (3.12)$$

Скоригувати число світильників та визначити їх фактичну кількість N_ϕ , яка відповідає рівнокількісному розміщенню світильників у кожному ряді (тобто є кратною кількості рядів).

10. Визначити загальну розрахункову освітленість E_p у приміщенні, що створюється при застосуванні вибраних стандартних ламп:

$$E_p = \frac{\Phi_l N_{\phi l} \cdot \eta}{S \cdot k_3 \cdot z}, \text{ лк}$$

$$N_{\phi l} = N_\phi \cdot n - \text{фактична кількість ламп у приміщенні.} \quad (3.13)$$

При правильному виборі типу і кількості стандартних ламп та LED-світильників повинна виконуватися умова:

$$E_p = (-10\% \dots +20\%) \cdot E_n, \text{ лк} \quad (3.14)$$

Якщо умова не виконується – визначитись з фактичною кількістю світильників N_ϕ (*збільшити чи зменшити*) або провести розрахунок нового варіанту з застосуванням іншого типу стандартної лампи.

11. Розрахувати загальну потужність освітлювальної установки:

$$P_\Sigma = N_{\phi l} \cdot P_l, \text{ Вт} \quad (3.15)$$

де P_l – потужність вибраної стандартної лампи (*дод. Б*).

12. Виконати ескіз розташування світильників на плані приміщення, враховуючи розмір світильників.

При загальному рівномірному освітленні стандартні лампи, як правило, розташовують у вершинах квадратних, прямокутних або ромбічних полів (рис.3.2):

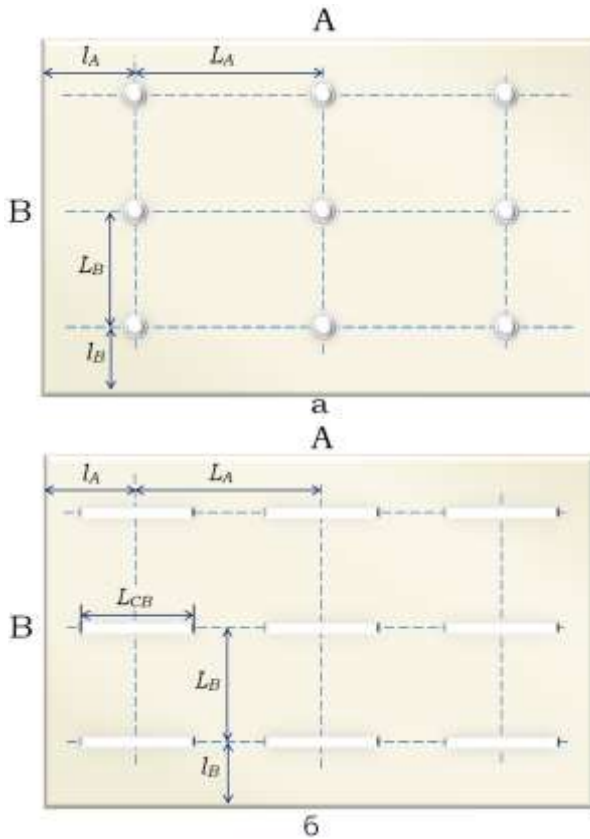


Рисунок 3.2 – Схема розміщення світильників у приміщенні:
 а – з лампами ДРЛ, ДРИ, компактними люмінесцентними лампами;
 б – з люмінесцентними лампами.

На рисунку 3.2:

A – довжина приміщення, m ;

B – ширина приміщення, m ;

L_A – відстань між сусідніми світильниками в ряду, m ;

L_B – відстань між рядами світильників, m ;

L_{CB} – довжина світильника з лампами $ЛЛ$ (дод.В), mm ;

l_A – відстань від крайніх світильників у ряду до стіни, m ;

l_B – відстань від крайніх рядів світильників до стіни, m .

Виконуючи ескіз розміщення світильників у приміщенні необхідно виконувати умови:

– якщо робочі місця розміщені у стін то:

$$l_{(A,B)} = (0,25 \dots 0,3) L_{(A,B)}, \text{ м} \quad (3.16)$$

– якщо у стін розміщенні проходи то:

$$l_{(A,B)} = (0,4 \dots 0,5) L_{(A,B)}, \text{ м} \quad (3.17)$$

Примітка: фактична відстань між рядами світильників (L_B) та сусідніми світильниками в ряду (L_A) не повинна перевищувати максимально можливої відстань L_{max}

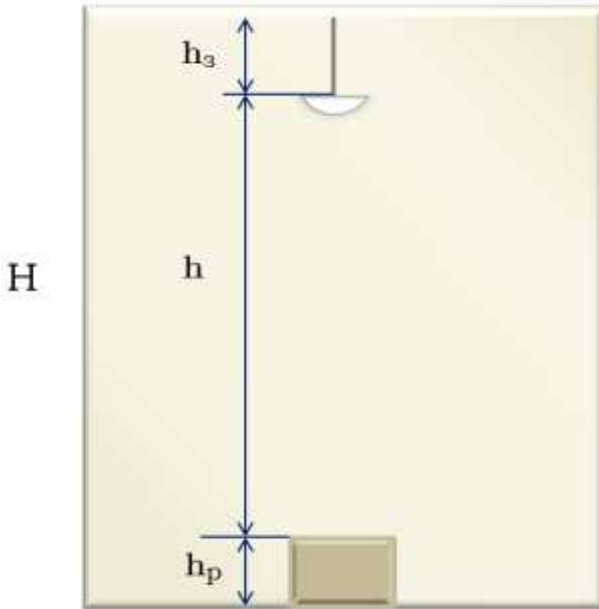


Рисунок 3.3 – Схема розміщення світильників над робочою поверхнею.

Позначення на рисунку 3.3:

H – висота приміщення, м;

h – висота підвісу світильника над робочою поверхнею, м;

h_p – висота робочої поверхні, м;

$h_з$ – висота звисання світильника від стелі, м.

4 ЗМІСТ ЗВІТУ

Звіт повинен містити:

- титульний лист за *дод. 3*;
- вихідні дані у відповідності з варіантом *дод. Е*;
- алгоритм і формули для практичних розрахунків;
- результати практичних розрахунків;
- схеми розміщення світильників у приміщенні за позначеннями *дод. Ж*;
- висновки.

5 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Природне і штучне освітлення. [Текст] : 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. Світильники зі світлодіодними джерелами світла. Загальні технічні умови.[Текст] : ДСТУ 8546:2015; чинний з 2017-01-01. – 37 с.
3. Жидецький В. Ц. Основи охорони праці : підручник вид. 5-те, В.С. Джигирей, О.В. Мельников.– підручник вид. 5-те, доп. К. : Знання, 2014. 373 с.
4. Жидецький В. Ц. Практикум із охорони праці [Текст] : навч. посібник / В. Ц. Жидецький В. С. Джигирей, В. М. Сторожук [та ін.] ; ред. В. Ц. Жидецький ; Українська акад. друкарства, Український держ. лісотехн. ун-т. – Львів : Афіша, 2000. – 352 с. : іл., табл. – ISBN 966-7760-09-X

Додаток А
ДЕРЖАВНІ БУДІВЕЛЬНІ НОРМИ УКРАЇНИ
ДБН В.2.5–28:2018 "ПРИРОДНЕ І ШТУЧНЕ ОСВІТЛЕННЯ"

Характеристика зорової роботи	Найменший розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи (РЗР)	Підрозряд зорової роботи	Контраст об'єкта з фоном	Характеристика фону	Штучне освітлення		
						Освітленість, лк		
						Комбіноване освітлення		Загальне освітлення
Всього	Ут.ч. від загально-го							
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Найвищої точності	Менше 0,15	I	а	малий	темний	5000 4500	500 500	–
			б	малий середній	середній темний	4000 3500	400 400	1200 1000
			в	малий середній великий	світлий середній темний	2500 2000 2000	300 200 200	750 600 600
			г	середній великий великий	світлий світлий середній	1500 1250 1250	200 200 200	400 300 300
Дуже високої точності	Від 0,15 до 0,30 включно	II	а	малий	темний	4000 3500	400 400	–
			б	малий середній	середній темний	3000 2500	300 300	750 600
			в	малий середній великий	світлий середній темний	2000 1500 1500	200 200 200	500 400 400
			г	середній великий великий	світлий світлий середній	1000 750 750	200 200 200	300 200 200
Високої точності	Від 0,3 до 0,5 включно	III	а	малий	темний	2000 1500	200 200	500 400
			б	малий середній	середній темний	1000 750	200 200	300 200
			в	малий середній великий	світлий середній темний	750 600 600	200 200 200	300 200 200
			г	середній великий великий	світлий світлий середній	400 400 400	200 200 200	200 200 200

Продовження таблиці

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Середньої точності	Більше 0,5 до 1,0	IV	а	малий	темний	750	200	300
			б	малий середній	середній темний	500	200	200
			в	малий середній великий	світлий середній темний	400	200	200
			г	середній великий великий	світлий світлий середній	–	–	200
Малої точності	Більше 1,0 до 5,0	V	а	малий	темний	400	200	300
			б	малий середній	середній темний	–	–	200
			в	малий середній великий	світлий середній темний	–	–	200
			г	середній великий великий	світлий світлий середній	–	–	200
Груба, дуже малої точності	Більше 5,0	VI	–	Незалежно від характеристик фону і контрасту об'єкта з фоном	–	–	200	
Робота з матеріалами, які світяться і виробами в гарячих цехах	Більше 5,0	VII	–	Незалежно від характеристик фону і контрасту об'єкта з фоном	–	–	200	
Загальне спостереження за ходом виробничого процесу:– <i>постійне</i>		VIII	–	Незалежно від характеристик фону і контрасту об'єкта з фоном	–	–	200	

Додаток Б

Таблиця Б.1 – Технічні характеристики люмінесцентних ламп (КЛЛ, ЛЛ)

Компактні люмінесцентні лампи			Люмінесцентні лампи			
Потужність, Вт	Тип лампи	Світловий потік лампи, лм	Потужність, Вт	Тип лампи	Світловий потік лампи, лм	Довжина лампи, м
7	КЛЛ	400	20	ЛДЦ	850	0.6
			20	ЛД	1 000	0.6
			20	ЛТБ	1 100	0.6
9	КЛЛ	500	20	ЛХБ	1 100	0.6
			30	ЛДЦ	1 500	0.9
			30	ЛД	1 800	0.9
15	КЛЛ	900	30	ЛТБ	1 880	0.9
			30	ЛХБ	1 880	0.9
			40	ЛДЦ	2 200	1.2
20	КЛЛ	1200	40	ЛД	2 500	1.2
			40	ЛТБ	2 840	1.2
			40	ЛХБ	2 840	1.2
26	КЛЛ	1625	80	ЛДЦ	3 800	1.5
			80	ЛД	4 300	1.5
			80	ЛТБ	4 800	1.5
30	КЛЛ	1900	80	ЛХБ	4 800	1.5
			18	ЛБ	1 250	0.6
			20	ЛБ	1 200	0.6
40	КЛЛ	2500	30	ЛБ	2 180	0.9
			36	ЛБ	3 050	1.2
			40	ЛБ	3 200	1.2
55	КЛЛ	3500	58	ЛБ	4 300	1.4
			65	ЛБ	4 800	1.4
			80	ЛБ	5 400	1.5

Таблиця Б.2 – Технічні характеристики ртутних дугових ламп *ДРЛ, ДРИ*

Газорозрядні лампи високого тиску					
Потужність, Вт	Тип лампи	Світловий потік лампи, лм	Потужність, Вт	Тип лампи	Світловий потік лампи, лм
50	ДРЛ 50	1900	125	ДРИ 125	6 500
80	ДРЛ80	3 200	175	ДРИ 175	12 000
125	ДРЛ 125	5 600	250	ДРИ 250	19 000
250	ДРЛ 250	13 500	400	ДРИ 400	36 000
400	ДРЛ 400	24 000	700	ДРИ 700	56 000
700	ДРЛ 700	41 000	1000	ДРИ 1000	103 000
1000	ДРЛ 1000	59 000	2000	ДРИ 2000	190 000

Додаток В

Характеристика та призначення окремих типів світильників

Тип світильника	Світлорозподіл (крива сили світла)	Потужність лампи у світильнику, Вт	Мінімальна висота підвісу світильника над підлогою, м	Використання світильника	IP	L / h
Компактні люмінесцентні лампи КЛЛ						
НПО	Розсіяний (рівномірна)	40 – 200 <i>ЛЛ</i> типу КЛЛ)	$P_n \leq 100\text{Вт} - 2,5\text{м}$ $P_n = 150-200\text{Вт} - 3\text{м}$	Приміщення висотою до 6м (адміністративно-конторські, для креслення, побутові приміщення)	23	1,8
НПБ	Розсіяний (косинусна)	40 – 200 <i>ЛЛ</i> типу КЛЛ)	$P_n \leq 100\text{Вт} - 2,5\text{м}$ $P_n = 150-200\text{Вт} - 3,5\text{м}$	Приміщення висотою до 6м (адміністративні, житлові, особні приміщення, лабораторії)	21	1,4
Л а м п и в и с о к о г о т и с к у ДРЛ, ДРИ						
ГСП	Прямий (глибока)	400, 700, 1000, 2000	Від 12 до 30м	Доменні, прокатні, ливарні, електролізні, мартенівські, механічні, сталеплавильні, інструментальні, складальні, гальванічні, ковальські, хімічні цехи)	20	0,9
РСР	Прямий (напівширока)	250 – 2000	Від 9 до 20м		23	1,6
РПП	Прямий (косинусна)	50, 80, 125, 175, 250	Від 7 до 12м		54	1,4

Л а м п и л ю м і н е с ц е н т н і							
Тип світильника	Світлорозподіл (крива сили світла)	Потужність лампи у світильнику, Вт	Мінімальна висота підвісу світильника над підлогою, м	Використання світильника	Довжина світильника, мм	IP	L / h
ЛПП	Прямий (косинусна)	2 x(18÷80Вт)	$P_n = 40\text{Вт}$ – 3м $P_n = 80\text{Вт}$ – 4м	Приміщення висотою до 6м (адміністративно-конторські, для креслення, учбові, побутові приміщення)	18;20 Bm –660мм 30 Bm –960мм 36;40 Bm – 1270мм 58; 65 Bm – 1570мм 80 Bm – 1660мм	65	1,4
ЛВП	Переважно прямий (косинусна)	2 x(18÷80Вт)	$P_n = 40\text{Вт}$ – 2,5м $P_n = 80\text{Вт}$ – 3,5м	Приміщення висотою до 4,5м (адміністративно-конторські, учбові приміщення)	18;20 Bm – 650мм 30 Bm – 950 мм 36;40 Bm – 1250мм 58; 65 Bm – 1550мм 80 Bm – 1600мм	54	1,3
ЛСП	Переважно прямий (косинусна)	2 x(18÷80Вт)	$P_n = 40\text{Вт}$ – 3м $P_n = 80\text{Вт}$ – 4м	Лабораторії, приміщення з піловиділенням висотою до 6м	18;20 Bm – 660мм 30 Bm – 960 мм 36;40 Bm – 1460мм 58;65 Bm – 1700мм 80 Bm – 1800мм	64	1,3
ПВЛ	Розсіяний (косинусна)	2 x(18÷80Вт)	$P_n = 40\text{Вт}$ – 2,5м $P_n = 80\text{Вт}$ – 3,5м	Лабораторії, приміщення з піловиділенням висотою до 5м	18;20 Bm – 660мм 30 Bm – 980 мм 36;40 Bm – 1270мм 58; 65 Bm – 1570мм 80 Bm – 1600мм	53	1,5
ЛПО	Розсіяний (косинусна)	2 x(18÷80Вт) 4 x(18÷80Вт)	≥ 2,5м	Банківські зали, конструкторські, креслярські, машинописні бюро, учбові кабінети, лабораторії	18;20 Bm – 650мм 30 Bm – 950 мм 36;40 Bm – 1250мм 58; 65 Bm – 1550мм 80 Bm – 1600мм	20	1,4

Зовнішній вигляд світильників

ВИГЛЯД СВИТИЛЬНИКА	ТИП СВИТИЛЬНИКА	ВИГЛЯД СВИТИЛЬНИКА	ТИП СВИТИЛЬНИКА
	НПО		ЛПН
	НПБ		ЛВП
	ГСП		ЛСП
	РСН		ЛПО
	РШН		ПВЛ

Додаток Г

Таблиця Г.1 – Класифікація світильників за світлорозподілом

Клас світильника за світлорозподілом	Доля світлового потоку світильника, яка спрямована у нижню півсферу, %	Використання світильників визначеного класу
Прямого світла	понад 80	для приміщень, в яких стіни і стеля мають невисокий коефіцієнт відбитку
Переважно прямого світла	60 – 80	для приміщень, в яких стіни і стеля мають високий коефіцієнт відбитку
Розсіяного світла	40 – 60	для приміщень, де небажані різкі тіні і тіні взагалі
Переважно відбитого світла	20 – 40	
Відбитого світла	Менше 20	

Таблиця Г.2 – Класифікація світильників за типом кривої сили світла

Тип кривої сили світла		Коефіцієнт світильника L/h	Використання світильників з означеним типом КСС в залежності від висоти підвісу
К	Концентрована	0,4 – 0,7	18–30 м (з лампами ДРЛ або ДРИ)
Г	Глибока	0,8 – 1,2	9–20 м (з лампами ДРЛ або ДРИ)
Д	Косинусна	1,2 – 1,6	6–10 м (з лампами ДРЛ або ДРИ) 2,5 – 6 м (з лампами лл)
Л	Напівширока	1,4 – 2,0	2,5 – 6 м (з лампами ЛЛ)
Ш	Широка	1,6 – 2,2	
М	Рівномірна	1,8 – 2,6	
С	Синусна	2,0 – 2,8	

Таблиця Г.3 – Ступінь захисту світильників *IP* за міжнародними стандартами

за першою цифрою

Перша цифра	Захист від твердих тіл
0	захист відсутній
1	розміром понад 50мм
2	розміром понад 12мм
3	розміром понад 2,5мм
4	розміром понад 1мм
5	захист від пилу
6	пилонепроникність

за другою цифрою

Друга цифра	Захист від вологи
0	захист відсутній
1	від краплин води
2	від краплин води при нахилі до 15град
3	від дощу
4	від бризок
5	від водяних струменів
6	від хвиль води
7	від занурення у воду
8	при тривалому зануренні у воду

Приклад: світильник зі ступенем захисту *IP20 захищений від твердих часток розміром понад 12мм і не має захисту від вологи.*

Таблиця Г.4 – Оцінка коефіцієнта запасу k_3

Показники приміщення	Приміщення	Коефіцієнт запасу, k_3	
		газорозрядні лампи (ЛЛ, ДРЛ, ДРИ)	лампи люмінесцентні компактні (КЛЛ)
Запиленість більше 5 мг/м^3	Цементні заводи, агломераційні фабрики, ливарні, доменні, прокатні цехи	2,0	1.7
Дим, кіпоть $1-5 \text{ мг/м}^3$	Ковальські, мартенівські, збірно-го залізобетону, сталеплавильні цехи	1.9	1.6
Велика концентрація парів кислот, лугів, газів	Хімічні, гальванічні, електролізні цехи	1.8	1.5
Менше 1 мг/м^3	Інструментальні, складальні, механічні цехи	1.6	1.4
Відсутність парів кислот і лугів, запиленість значно менше 1 мг/м^3	Адміністративні, офісні, навчальні, приміщення для креслення, читальні зали, конструкторські бюро, інші допоміжні приміщення	1.4-1,7	1.3

$z = 1,1$ – для люмінесцентних ламп низького тиску;

$z = 1,15$ – для газорозрядних ламп високого тиску типу ДРЛ і ДРИ та компактних люмінесцентних ламп КЛЛ.

Таблиця Г.5 – Оцінка коефіцієнтів відбиття поверхонь приміщення

Відбивальна поверхня	Коефіцієнт відбиття ρ, %
Площина з білою поверхнею (<i>побілена стеля; побілені стіни з вікнами; вікна закриті білими шторами</i>)	70
Площина зі світлою поверхнею (<i>побілені стіни з незавішеними вікнами; побілена стеля в сірих приміщеннях; чиста бетонна та світла дерев'яна стеля</i>)	50
Площина з сірою поверхнею (<i>бетонна стеля у забруднених приміщеннях; дерев'яна стеля; бетонні стіни з вікнами; стіни обклеєні світлими шпалерами</i>)	30
Площина з сірою поверхнею (<i>стіни і стеля в приміщенні з великою кількістю темного пилу; суцільне засклення вікон без штор; червона неоштукатурена цегла; стіни з темними шпалерами</i>)	10

Додаток Д

Вибір коефіцієнтів використання світового потоку світильників

Тип світильника	L/h	$\rho_{с.}$ %	$\rho_{ст.}$ %	$\rho_{л.}$ %	Коефіцієнт використання світлового потоку η , % при індексі приміщення i																
					0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,25	1,5	1,75	2,0	2,25	2,5	3,0	3,5	4,0	5,0
Світильники з компактними люмінесцентними лампами																					
НПБ	1,4	70	50	30	23	28	31	38	39	42	43	46	49	52	54	56	58	60	62	63	65
		50	30	10	20	25	29	34	36	38	39	41	44	46	48	50	51	53	56	57	58
		30	10	10	17	20	25	30	33	34	35	37	39	41	44	45	47	50	52	53	56
НПО	1,8	70	50	30	10	15	19	21	24	26	27	28	31	33	35	37	39	43	45	47	50
		50	30	10	7	10	14	16	18	20	21	23	25	27	29	30	32	35	37	39	42
		30	10	10	5	7	10	12	15	17	18	19	21	22	23	25	27	29	31	32	35
Світильники з люмінесцентними лампами																					
ЛПП	1,4	70	50	30	30	34	38	42	45	47	50	53	57	60	62	64	65	67	69	70	72
		50	30	10	25	29	33	36	39	42	44	48	52	54	57	59	60	63	65	66	69
		30	10	10	20	25	29	33	35	38	40	43	47	51	54	56	57	60	62	64	66
ПВЛ	1,5	70	50	30	22	28	32	35	38	41	43	46	50	53	55	57	59	61	63	65	67
		50	30	10	16	21	24	27	30	32	34	37	40	43	45	47	48	50	52	54	56
		30	10	10	14	18	21	24	27	29	31	34	37	40	42	44	45	48	50	51	53
ЛВП	1,3	70	50	30	25	31	35	38	41	43	45	47	50	52	54	56	58	59	60	61	63
		50	30	10	23	29	33	36	38	40	42	44	46	49	50	52	53	54	56	56	58
		30	10	10	20	26	30	32	35	37	39	41	44	47	48	50	51	52	54	55	57
ЛСП	1,3	70	50	30	25	29	34	36	40	43	45	47	51	54	56	58	60	63	64	66	68
		50	30	10	18	22	26	28	31	34	36	38	42	45	47	49	51	53	54	56	59
		30	10	10	13	17	20	23	25	28	30	32	35	38	40	42	44	46	48	49	52
ЛПО	1,4	70	50	30	25	31	35	38	41	43	45	47	50	52	54	56	58	59	60	61	63
		50	30	10	23	29	33	36	38	40	42	44	46	49	50	52	53	54	56	56	58
		30	10	10	22	26	30	32	35	37	39	41	44	47	48	50	51	52	54	55	57

Продовження таблиці

Світильники з лампами ДРЛ, ДРИ																					
ГСП	0,9	70	50	30	37	44	48	52	56	59	61	64	68	70	73	74	76	78	79	80	82
		50	30	10	32	39	44	47	51	54	56	59	63	66	69	71	72	74	76	77	79
		30	10	10	28	35	40	44	48	50	53	56	60	63	65	67	69	71	73	75	77
РПП	1,4	70	50	30	30	35	39	44	47	49	51	54	58	61	63	65	67	69	70	71	72
		50	30	10	24	30	34	38	41	43	46	49	53	56	59	61	62	64	66	68	70
		30	10	10	21	26	31	34	37	40	42	45	49	52	55	57	59	61	63	65	67
РСП	1,6	70	50	30	28	32	36	39	42	45	48	51	54	57	59	61	62	64	66	67	69
		50	30	10	22	26	30	34	37	39	41	43	46	48	50	52	54	55	56	58	59
		30	10	10	19	22	26	28	30	33	35	38	41	43	45	46	48	50	51	53	54
Тип світильника	L/h	ρ_c , %	$\rho_{ст.}$, %	$\rho_{л.}$, %	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,25	1,5	1,75	2,0	2,25	2,5	3,0	3,5	4,0	5,0

Додаток Е
Варіанти для виконання розрахунку

№ вар	Приміщення, цеха	Довжина, м	Ширина, м	Висота, м	РЗР	h _р , м	ρ _с , %	ρ _{ст} , %	ρ _{ль} , %
1	доменний	60	18	12	IVГ	0,7	30	10	10
2	прокатний	72	42	12	VБ	0,9	50	30	10
3	ливарний	54	18	18	VВ	0,8	30	10	10
4	електролізний	36	12	9	IVГ	1,0	50	30	10
5	мартенівський	160	66	24	VГ	0,7	30	10	10
6	механічний	78	36	18	VБ	1,0	50	30	10
7	сталеплавильний	120	24	24	VВ	0,7	50	30	10
8	інструментальний	80	38	12	IVГ	0,8	70	50	30
9	складальний	36	18	9	IVГ	0,9	70	50	30
10	гальванічний	24	12	6	IVГ	0,7	50	30	10
11	ковальський	60	24	9	Vа	1,0	50	30	10
12	хімічний	36	12	7,5	IVВ	0,7	50	30	10
13	кабінет	12	8	6	IIIГ	1,0	70	50	30
14	читальна зала	18	10	5	IVа	0,7	70	50	30
15	кімната відпочинку	6	4	4	VВ	0,9	70	50	30
16	адмінприміщення	10	6	5	IIIБ	0,8	50	30	10
17	проектна зала	16	10	4,5	IIГ	1,0	70	50	30
18	ЕОМ зала	24	14	5,2	IIIа	0,7	70	50	30
19	лабораторія	14	9	5,5	IVа	1,0	50	30	10
20	доменний	72	30	9	VБ	0,7	30	10	10
21	прокатний	72	24	12	VВ	1,0	50	30	10
22	ливарний	60	14	12	IVГ	0,7	30	10	10
23	електролізний	80	30	9	VГ	0,7	50	30	10
24	мартенівський	56	18	9	VБ	0,9	30	10	10
25	механічний	80	36	18	VВ	0,8	50	30	10
26	сталеплавильний	160	36	18	IVГ	1,0	50	30	10
27	інструментальний	36	10	6	IVГ	0,7	70	50	30
28	складальний	36	18	4,5	IVГ	1,0	70	50	30
29	гальванічний	120	36	9	Vа	0,7	50	30	10
30	ковальський	24	12	4,5	VБ	1,0	50	30	10
31	хімічний	18	12	5,5	IVВ	1,0	50	30	10
32	кабінет	6	4	4	IIIГ	0,7	70	50	30
33	читальна зала	18	10	3,5	IVа	1,0	70	50	30

Додаток Ж
Умовні позначення світильників

Найменування	Позначення
Світильник з лампою розжарення, галогенною лампою	
Світильник з компактною люмінесцентною лампою	
Світильник з лінійними люмінесцентними лампами	
Світильник <u>світлодіодний</u> нелінійної форми	
Світильник лінійний <u>світлодіодний</u>	
Світильник з розрядною лампою високого тиску	
Прожектор	
Світильник для аварійного освітлення	

Додаток З

Зразок титульного аркушу до звіту з лабораторного заняття

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний університет «Запорізька політехніка»

**Кафедра Охорони праці і
навколишнього середовища**

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ

*з курсу «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»*

*«Розрахунок загального рівномірного штучного освітлення при-
міщень з використанням ламп тліючого та дугового розряду»*

Виконав: студент гр. _____

_____ (прізвище та ініціали)

Перевірив:

_____ (прізвище та ініціали)

20__ р.