

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства
та природокористування
Кафедра автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-
інтегрованих технологій

04-03-266

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практичних робіт з навчальної дисципліни
«Дизайн систем освітлення»
для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
за освітньо-професійною програмою «Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка»
спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка
та електромеханіка» усіх форм навчання

Рекомендовано науково-методичною
радою з якості ННІАКОТ
Протокол № 8 від 29.04.2020 р.

Рівне – 2020

Методичні вказівки до виконання практичних робіт з навчальної дисципліни «Дизайн систем освітлення» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою програмою «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» усіх форм навчання [Електронне видання] / Кулик Н. І. – Рівне : НУВГП, 2020. – 39 с.

Укладач: Кулик Н. І., кандидат технічних наук, доцент кафедри автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих технологій.

Відповідальний за випуск: Древецький В. В., доктор техн. наук, професор, завідувач кафедри автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих технологій.

Керівник групи забезпечення спеціальності _____ Василець С. В.

© Кулик Н. І., 2020
© Національний університет
водного господарства
та природокористування, 2020

ВСТУП

Програма вибіркової (за вибором навчального закладу) навчальної дисципліни «Дизайн систем освітлення» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалавра спеціальності 141 - «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Предметом вивчення навчальної дисципліни є формування теоретичних знань та практичних навичок для узагальнення уявлення про всі розділи світлотехніки та їх взаємозв'язок, основні засади для створення декоративно-художнього світлового середовища міста, загального зовнішнього та внутрішнього освітлення на основі сучасних світлових приладів.

Міждисциплінарні зв'язки: дисципліна «Дизайн систем освітлення» є складовою частиною циклу дисциплін для підготовки студентів за спеціальністю 141 - «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Для вивчення курсу необхідно мати відповідну підготовку з наступних шкільних дисциплін: "Математика", "Фізика", інших природничих дисциплін. Попередньо вивчаються суміжні дисципліни "Вища математика", "Фізика", "Інженерна та комп'ютерна графіка". На основі знань отриманих в курсі «Дизайн систем освітлення» читаються курси «Системи електропостачання», «Електропостачання електричних установок споживачів».

Дисципліна «Дизайн систем освітлення» допоможе студентам здобути знання, які допоможуть застосувати їх при роботі в галузі електротехніки.

Після виконання практичних робіт студенти повинні навчитися здійснювати основні світлотехнічні розрахунки, розраховувати системи зовнішнього і внутрішнього освітлення, здійснювати вибір джерел світла та світлових приладів, орієнтуватися в світлотехнічному обладнанні, оцінювати технічний рівень цього обладнання та його взаємодію з технологічним обладнанням. Взаємодіяти та співпрацювати зі спеціалістами архітекторного профілю при проектуванні та експлуатації об'єктів світлотехніки.

ЗМІСТ

Практична робота № 1. Визначення основних світлотехнічних характеристик	5
Практична робота № 2. Розрахунок внутрішнього освітлення	16
Практична робота № 3. Розрахунок зовнішнього освітлення	24
Перелік літератури.....	29
Додаток А. Вихідні дані до розрахунку	31
Додаток Б. Витяг з державних будівельних норм України ДБН В.2.5-28-2006 "Природне і штучне освітлення".....	33
Додаток В. Технічні характеристики люмінесцентних ламп ЛЛ	35
Додаток Г. Характеристика та призначення окремих типів світильників.....	36
Додаток Д. Довідникові дані для розрахунку	37
Додаток Е. Вибір коефіцієнтів використання світлового потоку світильників	39

Практичне заняття №1

Тема: «Визначення основних світлотехнічних характеристик».

Мета роботи: Навчитися проводити розрахунок основних світлотехнічних величин.

1. Теоретичні відомості

У світлотехніці, де основним приймачем випромінювання є око людини, для оцінки ефективності дії променевого потоку запроваджується поняття *світлового потоку*. Під ним розуміють променевий потік, що оцінюється за його дією на око, відносна спектральна чутливість якого визначається усередненою кривою спектральної ефективності, затвердженої Міжнародною комісією по освітленню. Позначається світловий потік літерою Φ або Φ_v . Одиницею світлового потоку є **люмен** (лм).

Для характеристики більшості джерел випромінювання випромінюючих приладів недостатньо знати тільки загальний променевий потік кожного з них, необхідно знати розподіл потоку в просторі в різних напрямках.

Для характеристики розподілу світлового потоку джерела світла використовують поняття *просторової густини світлового потоку* у різних напрямках простору навколо джерела світла. Аналогічно для інших типів випромінювачів використовується поняття *просторової густини променевого потоку*, що носить назву – сила випромінювання.

Сила випромінювання – це просторова густина потоку випромінювання в межах елементарного тілесного кута (рис. 1.1)

$$I_{e\alpha} = \frac{d\Phi_e}{d\omega}, \quad (1.1)$$

де $I_{e\alpha}$ – сила випромінювання у напрямку α ; $d\Phi_e$ – потік випромінювання, що розповсюджується в межах елементарного тілесного кута $d\omega$.

За одиницю сили випромінювання прийнята сила випромінювання такого джерела, у якого в межах тілесного кута в 1 стерadian (1 ср) рівномірно розподіляється потік в 1 Вт.

Незважаючи на те, що реальні джерела випромінювання мають кінцеві розміри, дуже часто користуються поняттям *точкового джерела випромінювання*.

Під ним розуміють таке джерело, розміри якого α малі у порівнянні з відстанню до приймача випромінювання v . Як показали розрахунки та експериментальні дослідження, при співвідношенні $v/\alpha > 5$ похибка при використанні законів точкового випромінювача складає $\leq 4\%$, що цілком задовольняє різні розрахунки.

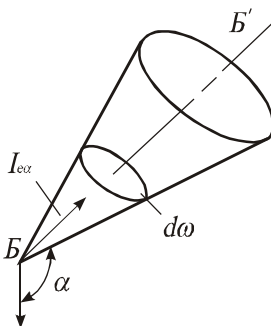


Рисунок. 1.1. Сила випромінювання точкового джерела світла у напрямку α

Просторова густина світлового потоку у заданому напрямку називається *силою світла* (I)

$$I = \frac{d\Phi}{d\omega} . \quad (1.2)$$

За одиницю виміру сили світла у відповідності з рішенням Міжнародної конференції по мірам і вагам в 1967 році прийнята кандела. Кандела ($1 \text{ кд} = 1 \text{ лм/ср}$) визначається як сила світла, що випромінюється у перпендикулярному напрямку поверхнею чорного тіла площею $1/600000 \text{ м}^2$ ($0,5305 \text{ см}^2$) при температурі затвердіння платини.

Зв'язок люмена з канделою такий: 1 люмен дорівнює світловому потоку, що випромінюється точковим джерелом світла з силою в 1 кд в середину тілесного кута, рівного 1ср, тобто $1 \text{ лм} = 1 \text{ кд} \cdot 1 \text{ ср}$.

Якщо з точки, в якій розміщене точкове джерело світла, в різних напрямках простору відкласти значення сили світла цього джерела і через кінці векторів провести поверхню, то отримаємо *фотометричне тіло* сили світла джерела, що повністю характеризує розподіл світлового потоку джерела (або світлового приладу) в оточуючому його просторі.

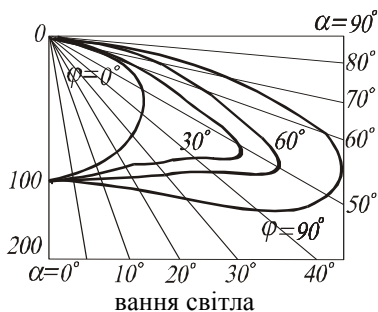
За характером розподілу сили світла точкові джерела можна поділити на дві групи:

1) *круглосиметричні* – зі симетричним відносно деякої осі розподілом сили світла;

2) *несиметричні* – джерела, у яких фотометричне тіло розподілу сили світла не має осі симетрії.

Несиметричне джерело світла характеризувати родиною подовжніх кривих світла – $I(\alpha, \varphi)$, де кут φ характеризує ту площину, в якій розміщена сила світла, що нас цікавить (рис.1.2).

Рисунок. 1.2. Криві сил світла для есиметричного джерела випроміню-



Освітленість у точці поверхні – відношення світлового потоку, що падає на елемент поверхні, який містить дану точку, до площі цього елемента dA :

$$E = \frac{d\Phi}{dA}. \quad (1.3)$$

Якщо в попередньому підрозділі ми розглядали силу світла, як просторову густину світлового потоку у напрямку випромінювання, то освітленість можна розглядати як *поверхневу густину світлового потоку, що падає на неї*.

Одиниця виміру освітлення – люкс (лк). Один люкс – освітленість, що утворюється рівномірно розподіленим потоком в 1 лм на поверхні, що освітлюється, площею в 1 м^2 , тобто $1 \text{ лк} = 1 \text{ лм/м}^2$.

Якщо у виразі (1.3) запишемо значення елементарного світлового потоку через силу світла в елементарному тілесному куті $d\Phi = Id\omega$, а площу елемента через кутові параметри: $dA=r^2d\omega$, де r – відстань від точкового джерела світла до перпендикулярно розміщеної опромінювальної поверхні (рис.1.3, а), то отримаємо значення нормального освітлення

$$E_n = \frac{d\Phi}{dA} = \frac{Id\omega}{r^2d\omega} = \frac{I}{r^2}. \quad (1.4)$$

Якщо промені від джерела світла падають на поверхню під кутом α до нормалі (рис. 1.3, б), то світловий потік розподіляється по площі $\frac{dA}{\cos \alpha}$.

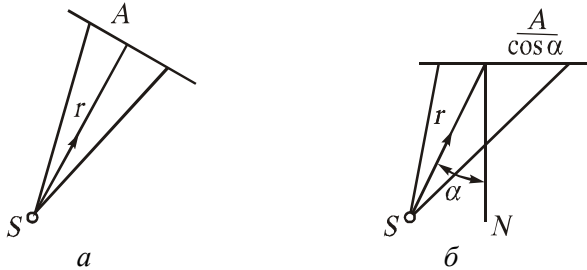


Рис. 1.3. Промені джерела світла S:
а – падіння по нормалі до поверхні; б – падіння під кутом до нормалі

Вираз (1.4) у цьому випадку матиме вигляд

$$E_\alpha = \frac{I}{r^2} \cos \alpha. \quad (1.5)$$

Із виразу (1.5) можна зробити такі висновки:

1) освітленість прямо пропорційна силі світла джерела у даному напрямку і обернено пропорційна квадрату відстані від

джерела світла до елемента поверхні, що освітлюється (*закон квадратів відстаней*);

2) освітленість пропорційна косинусу кута падіння світла на поверхню, що освітлюється (*закон Ламберта*).

Означені закони знаходять широке застосування в практичній фотометрії. Якщо джерело світла має кінцеві розміри, тобто не є точковим, то його зазвичай розбивають на частини, що за їхніми відносними розмірами можна вважати точковими; визначають їхню силу світла, потім – освітленості, створювані кожною з цих ділянок, і, нарешті, загальну освітленість поверхні, складаючи елементарні створені освітленості.

Кожний елемент dA випромінюючої або освітленої поверхні посилає в навколишній простір деякий світловий потік. Якщо поверхня є самосвітна, то світловий потік активно випромінюється цією поверхнею. Якщо поверхня освітлена ззовні, то частина падаючого потоку повертається в той самий простір (пасивне випромінювання поверхні). Для характеристики випромінювальних властивостей такої поверхні впроваджується поняття світності (M).

Світність – поверхнева густина випромінюваного світлового потоку

$$M = \frac{d\Phi_{\text{випр}}}{dA}, \quad (1.6)$$

де $\Phi_{\text{випр}}$ – елементарний світловий потік, що випромінюється поверхнею.

Одиниця світності – люмен на квадратний метр ($\text{лм}/\text{м}^2$).

У випадку загального випромінювання впроваджується поняття *енергетичної світності* (випромінювальності) тіла, що випромінює (M_e). Одиниця енергетичної світності – ват на метр квадратний ($\text{Вт}/\text{м}^2$). Світність у цьому випадку можна виразити через спектральну щільність енергетичної світності тіла, $M_{e\lambda}(\lambda)$:

$$M = 683 \cdot \int_0^{\infty} M_{e\lambda}(\lambda) \cdot V(\lambda) d\lambda. \quad (1.7)$$

Вирази (1.1) – (1.7) дозволяють визначити фізичну сутність таких понять, як сила світла, освітленість та їхнє математичне тлумачення.

Для порівняльної оцінки наведемо енергетичні світності та просто світності деяких поверхонь:

поверхня сонця	-	$M_e \approx 6 \cdot 10^7$	Вт/м ² ;
нитка лампи розжарювання	-	$M_e \approx 2 \cdot 10^5$	Вт/м ² ;
колба люмінесцентної лампи	-	$M_e \approx 3 \cdot 10^2$	Вт/м ² ;
поверхня сонця у зеніті	-	$M \approx 3,1 \cdot 10^9$	лм/м ² ;
колба люмінесцентної лампи	-	$M \approx 22 \cdot 10^3$	лм/м ² .

Джерело випромінювання прийнято характеризувати енергетичною яскравістю (L_e), а джерело світла – яскравістю (L).

Енергетична яскравість ділянки поверхні – це відношення сили випромінювання цієї ділянки у даному напрямку до площі його проєкції на площину, перпендикулярну даному напрямку (рис. 1.4):

$$L_{e\alpha} = \frac{dI_{e\alpha}}{dA \cos \alpha}, \quad (1.8)$$

де $L_{e\alpha}$ – енергетична яскравість ділянки поверхні dA у напрямку під кутом α до нормалі N .

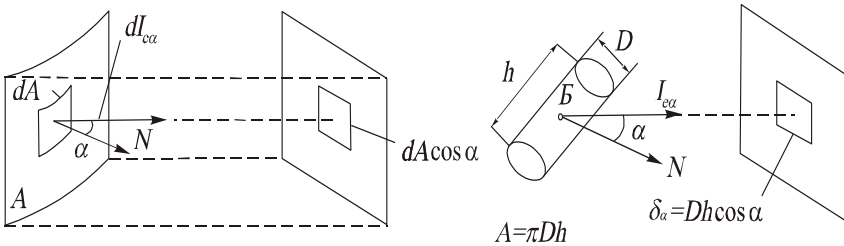


Рис. 1.4. Енергетична яскравість ділянки поверхні A

У системі світлових величин яскравість – величина, аналогічна енергетичній яскравості у системі енергетичних величин, тому за аналогією з (1.8) можемо записати

$$L = \frac{dI_{\alpha}}{dA \cos \alpha}, \quad (1.9)$$

де dI_α – сила світла, що випромінюється ділянкою поверхні dA .

Одиниця виміру яскравості – кандела на квадратний метр ($\text{кд}/\text{м}^2$).

Якщо поверхня, що світить, плоска, то для невеликих розмірів цю поверхню можна розглядати як точкове джерело світла. У цьому випадку

$$L = \frac{I_{e\alpha}}{A \cos \alpha}. \quad (1.10)$$

Даний вираз знаходить широке застосування для рішення фотометричних задач.

У деяких випадках уявлення про яскравість поверхні не може трактуватися однозначно. Так, наприклад, не викликає сумніву той факт, що безхмарне небо має достатньо велику яскравість, але не можна вказати поверхню, з якою цю яскравість можна було б зв'язати. Єдиним об'єктом, якому можна приписати яскравість неба, є сам промінь світла (пучок променів), що надійшов до спостерігача з того або іншого напрямку.

Розглянемо нескінченно малий елемент поверхні dA , що випромінює (перша площадка), який освітлює нескінченно малу площадку, що відстоїть від першої на відстані R (рис. 1.5). Кути до нормалей площадок відповідно дорівнюють α_1 і α_2 . Світловий потік $d^2\Phi$, що падає з першої площадки на другу, можна представити виразом

$$d^2\Phi = L \frac{dA_1 \cos \alpha_1 dA_2 \cos \alpha_2}{R^2}, \quad (1.11)$$

де L – деякий коефіцієнт пропорційності.

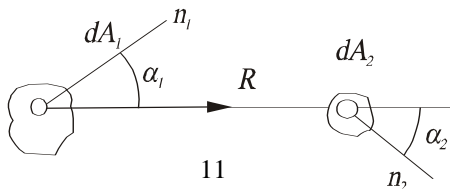


Рис. 1.5. Випромінювання світлового потоку з одної площадки на іншу

Справді, цей потік по-винен бути пропорційний площам проєкцій кожної з площадок dA_1 та dA_2 на площину, перпендикулярну напрямку падаючого світлового пучка, і обернено пропорційний квадрату відстані між ними.

Розглянемо площадку dA_1 , що випромінює, як джерело світла із силою dI_1 , у напрямку до dA_2 . Світловий потік, що падає на площадку dA_2 , можна виразити через освітленість цієї площадки

$$d^2\Phi = dE_2 \cdot dA_2, \quad (1.12)$$

Оскільки $dE_2 = (dI_1 / R^2) \cos \alpha_2$, то можна записати

$$d^2\Phi = \frac{dI_1 \cos \alpha_2 dA_2}{R^2}. \quad (1.13)$$

Якщо порівняти вирази (1.13) та (1.11), то бачимо, що $dI_1 = L dA_1 \cos \alpha_1$. Тому коефіцієнт пропорційності L дорівнює

$$L = \frac{dI_1}{dA_1 \cos \alpha_1}. \quad (1.14)$$

Порівняємо (1.14) та (1.8) і робимо висновок про тлумачення коефіцієнта пропорційності L як *яскравості* поверхні dA_1 у заданому напрямку по відношенню до площадки dA_2 .

Розглядаючи вираз (1.11) стосовно до рис. 1.5, можна помітити, що промені пучка, що нас цікавить, утворюють при виході з першої площадки dA_1 тілесний кут $d\omega_1 = (dA_2 \cos \alpha_2) / R^2$. Проходячи через другу площадку dA_2 , промені того самого пучка заповнюють тілесний кут $d\omega_2 = (dA_1 \cos \alpha_1) / R^2$. З урахуванням цього вираз (1.11) має такий вигляд:

$$d^2\Phi = LdA_1 \cos\alpha_1 d\omega_1 = LdA_2 \cos\alpha_2 d\omega_2. \quad (1.15)$$

Із виразу (1.15) видно, що у середній його частині знаходяться величини, які відносяться до першої площадки, а у правій – ті самі величини, але вони відносяться до другої площадки.

Розглядаючи випадки переміщення площадок по відношенню одна до одної, можна говорити про зміну випромінюваного світлового потоку обернено пропорційно квадрату відстані між ними. Яскравість L буде залишатися постійною вздовж променя у тому випадку, якщо оточення, через яке розповсюджується промінь, не поглинає і не розсіює світло.

У світлі цього підходу яскравість світлового пучка промінів є більш загальне поняття, ніж яскравість поверхні, що випромінює. Симетрія виразів у рівності (1.15), що не змінюються при перестановці індексів 1 і 2, свідчить про те, що заміна площадки, що освітлюється, на площадку, що випромінює, не змінить значення світлового потоку. З виразу (1.15) маємо:

$$L = \frac{d^2\Phi}{dA_2 \cos\alpha_2 d\omega_2} = \frac{dE_2}{\cos\alpha_2 d\omega_2}, \quad (1.16)$$

З цього випливає, що яскравість елементарного пучка прямо пропорційна освітленості $dE_2 / \cos\alpha_2$, яку він створює на перпендикулярній до нього поверхні, і обернено пропорційна тілесному куту $d\omega_2$, який він заповнює.

Якщо ж вузький потік променів падає по нормалі на площадку, то її освітленість, яку слід назвати нормальною освітленістю, буде дорівнювати

$$dE_n = L d\omega, \quad (1.17)$$

де $d\omega$ – тілесний кут, що заповнюється пучком у точках площадки, що освітлюється.

Світлова віддача – відношення світлового потоку, що випромінюється джерелом світла, до потужності, що ним споживається. В міжнародній системі одиниць вимірюється в люменах на ват (лм/Вт). Світлова віддача є показником ефективності і економічності джерела світла.

Вираз для знаходження світлової віддачі

$$\eta = \frac{\Phi}{P}, \quad (1.17)$$

де Φ – світловий потік джерела світла, P – спожита ним електрична потужність.

2. Виконання розрахунків на практичному занятті

Приклад розрахунку

Задача 1.1. Визначити світловий потік, що випромінюється точковим джерелом світла всередині тілесного кута, що дорівнює $\omega = 0,4$ ср, якщо сила світла джерела світла $I = 100$ кд.

Розв'язок.

$$I = \frac{d\Phi}{d\omega} = \frac{\Delta\Phi}{\Delta\omega};$$

$$\Delta\Phi = I \cdot \omega;$$

$$\Delta\Phi = 0,4 \cdot 100 = 40 \text{ (лм)}.$$

Задача 1.2. На відстані $r = 5$ м від джерела світла знаходиться квадрат зі стороною $a = 10$ см, який знаходиться перпендикулярно до падаючих променів. Який світловий потік падає на цей квадрат, якщо сила світла дорівнює $I = 800$ кд?

Розв'язок.

Згідно закону квадратів відстаней,

$$E = \frac{I}{r^2} \cos \varphi;$$

оскільки $\varphi = 0$, $\cos \varphi = 1$, отже

$$E = \frac{I}{r^2} = \frac{800}{25} = 32 \text{ (Лк)};$$

$$\Phi = E \cdot S = 32 \cdot 0,1^2 = 0,32 \text{ (Лм)}.$$

Задача 1.3. Світлова віддача електричної лампи силою світла $I = 30$ кд складає $\eta = 9,5$ лм/Вт. Визначити потужність лампи і її світловий потік.

Розв'язок.

$$\eta = \frac{\Phi}{P};$$

$$\Phi = I \cdot \omega = 30 \cdot 12,56 = 376,8 \text{ (лм)};$$

$$P = \frac{\Phi}{\eta} = \frac{376,8}{9,5} = 39,7 \text{ (Вт)}$$

3. Домашнє завдання

Задача 1.4. Повний світловий потік, що випромінюється лампою розжарювання всередині тілесного кута ω , дорівнює Φ . Визначити силу світла лампи розжарювання.

Таблиця 1.1. Індивідуальні значення параметрів до задачі 1.4

№ варіанту	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Φ	188 4	250 0	76 0	82 0	310 0	420 0	57 0	25 0	151 0	240 0
ω	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,1

Задача 1.5. Визначити силу світла лампи потужністю P зі світловою віддачею η . Величину тілесного кута прийняти за $\omega = 4\pi$ ср.

Таблиця 1.2. Індивідуальні значення параметрів до задачі 1.5

№ варіанту	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P	5	10	15	25	40	60	75	100	150	200

4. Контрольні питання

1. Назвіть світлові величини оптичного випромінювання.
2. Яке джерело світла можна вважати точковим?
3. Дайте характеристику розподілу сили світла для точкових джерел світла.
4. Як знайти освітленість поверхні?
5. Що таке світлова віддача лампи?

Практичне заняття №2

Тема: «Розрахунок внутрішнього освітлення».

Мета роботи: Навчитися проводити розрахунок внутрішнього освітлення методом коефіцієнта використання.

1. 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:

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

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

3. **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 рів-

номірного 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:

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

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

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

S - площа освітлюваної поверхні, м²;

$k_{з}$ - коефіцієнт запасу;

z - коефіцієнт мінімальної освітленості;

N - загальна кількість світильників;

n - кількість ламп у одному світильнику;

η - коефіцієнт використання світлового потоку.

У якості джерел штучного освітлення використовують лампи розжарювання та газорозрядні лампи.

Лампа розжарювання - лампа, в якій світло випускається тугоплавким провідником, розжареним електричним струмом. У лампі розжарювання використовується ефект нагрівання провідника (нитки розжарювання) при протіканні через нього електричного струму.

До газорозрядних ламп відносять люмінесцентні лампи.

Люмінесцентна лампа - газорозрядне джерело світла, світловий потік якого визначається в основному світінням люмінофорів під впливом ультрафіолетового випромінювання розряду: широко застосовується для загального освітлення, оскільки світлова віддача і термін служби в кілька разів більший, ніж у ламп з ниткою розжарювання того ж призначення. Люмінесцентні лампи - найрозповсюдженіше й економне джерело світла для створення розсіяного освітлення у приміщеннях нежитлових будинків: офісах, школах, навчальних і дослідницьких інститутах, лікарнях, магазинах, банках, підприємствах.

2. Виконання розрахунків на практичному занятті

Необхідно виконати наступні розрахунки:

2.1 Вибрати рівень нормованого загального освітлення E_n відповідно вихідних даних (додаток Б).

2.2 Вибрати тип світильника виходячи з того, де він буде використовуватись (додаток Г).

2.3 Визначити ступінь захисту світильників $IP(1)(2)$ (International Protection) від пилу (перша цифра) та вологи (друга цифра) та числове значення коефіцієнта світильника $[L/h]$ відношення відстані L між рядами або сусідніми світильниками у ряду до висоти h їхнього підвісу над робочою поверхнею (додаток Г, додаток Д, таблиця Д1).

2.4 Оцінити коефіцієнт запасу k_z , освітленості, який враховує зниження рівня освітленості з часом в результаті забруднення та старіння ламп, світильників і поверхонь приміщення (додаток Д, таблиця Д2).

2.5 Розрахувати кількість рядів світильників у приміщенні N_p :

$$N_p = \frac{B}{(H - h_p) \cdot [L/h]} \text{ шт}; \quad (2.2)$$

де: B - ширина приміщення, м;

H - висота приміщення, м;

h_p - висота робочої поверхні, м;

$[L/h]$ - числове значення коефіцієнта світильника. (результат округлити до цілого більшого значення)

2.6 Визначити максимально припустиму відстань між рядами світильників L_{\max} :

$$L_{\max} = \frac{B}{N_p}, \text{ м}; \quad (2.3)$$

де: B - ширина приміщення, м;

N_p - кількість рядів світильників у приміщенні, шт.

2.8 Розрахувати висоту підвісу світильника над робочою поверхнею h :

$$h = \frac{L_{\max}}{[L/h]}, \text{ м}; \quad (2.4)$$

де: L_{\max} - максимальна припустима відстань між рядами світильників, м;

$[L/h]$ - числове значення коефіцієнта світильника.

2.9 Знайти висоту звисання світильника від стелі h_3 за формулою:

$$h_3 = H - h_p - h, \text{ м}; \quad (2.5)$$

де: H - висота приміщення, м;

h_p - висота робочої поверхні, м;

h - висота підвісу світильника над робочою поверхнею, м.

2.10 Визначити значення індексу приміщення i , що характеризує співвідношення розмірів освітлювального приміщення і висоти розміщення світильників:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)}; \quad (2.6)$$

де: A - довжина приміщення, м;

B - ширина приміщення, м;

h - висота підвісу світильника над робочою поверхнею, м.

2.11 Визначити значення коефіцієнта використання світлового потоку η , створюваного світильниками вибраного типу. Вибирається в залежності від виду джерела світла, типу обраного світильника, коефіцієнтів відбиття поверхонь приміщення та індексу приміщення (додаток Е).

2.12 Визначити сумарний світловий потік освітлювальної установки у даному приміщенні Φ_{Σ} :

$$\Phi_{\Sigma} = \frac{E_H \cdot A \cdot B \cdot k_3 \cdot z}{\eta}, \text{ лм}; \quad (2.7)$$

де: E_H - рівень нормованого загального освітлення, лк;

A - довжина приміщення, м;

B - ширина приміщення, м;

k_3 - коефіцієнт запасу;

z - коефіцієнт нерівномірності (мінімальної) освітленості (відношення середньої освітленості до мінімальної освітленос-

ті), як правило дорівнює:

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

$z = 1,15$ - для ламп розжарювання;

η - коефіцієнт використання світлового потоку.

2.13 Визначити умовну загальну кількість світильників у приміщенні $N_{св}^*$:

$$N_{св}^* = \frac{A \cdot B}{L_{max}^2}, \text{ шт}; \quad (2.8)$$

де: A - довжина приміщення, м;

B - ширина приміщення, м;

L_{max} - максимально припустима відстань між рядами світильників, м.

(результат округлити до цілого значення, кратного кількості рядів N_p)

2.14 Розрахувати світловий потік умовного джерела світла Φ_l^* :

$$\Phi_l^* = \frac{\Phi_{\Sigma}}{N_l^*}, \text{ лм} \quad (2.9)$$

де: Φ_{Σ} - сумарний світловий потік освітлювальної установки, лм;

N_l^* - загальна кількість ламп у світильнику, яка розраховується за формулою:

$$N_l^* = N_{св}^* \cdot n, \text{ шт}, \quad (2.10)$$

де: n - кількість ламп у світильнику (додаток Г), шт.

2.15 Вибрати тип стандартної лампи з найближчим значенням фактичного світлового потоку лампи Φ_l (додаток В), і знайти коефіцієнт m (співвідношення між розрахунковим світловим потоком лампи Φ_l^* та фактичним світловим потоком вибраної стандартної лампи Φ_l):

$$m = \frac{\Phi_l^*}{\Phi_l}. \quad (2.11)$$

2.16 Визначити оптимальну (фактичну) кількість світильників у приміщенні $N_{св}$:

$$N_{ce} = N_{ce}^* \cdot m, \quad (2.12)$$

де: N_{ce}^* - умовна загальна кількість світильників у приміщенні, шт.

m - співвідношення між розрахунковим світловим потоком лампи та фактичним світловим потоком вибраної стандартної лампи.

(результат округлити до цілого значення, кратного кількості рядів N_p)

2.17 Визначити фактичну кількість ламп у приміщенні N :

$$N_l = N_{ce} \cdot n, \quad (2.13)$$

де: N_{ce} - оптимальна (фактична) кількість світильників у приміщенні,

n - кількість ламп у світильнику, шт.

2.18 Визначити загальну розрахункову освітленість E_p у приміщенні, що створюється при застосуванні стандартних ламп:

$$E_p = \frac{\Phi_l \cdot N_l \cdot \eta}{A \cdot B \cdot k_z \cdot z}, \text{ лк}; \quad (2.14)$$

де: Φ_l - фактичний світловий потік вибраної стандартної лампи, лм;

N_l - фактична кількість ламп у приміщенні, шт;

η - коефіцієнт використання світлового потоку;

A - довжина приміщення, м;

B - ширина приміщення, м;

k_z - коефіцієнт запасу;

z - коефіцієнт нерівномірності (мінімальної) освітленості.

При правильному виборі типу і кількості стандартних ламп повинна виконуватись умова:

$$E_p = (-10\% \dots + 20\%) E_n, \text{ лк}; \quad (2.15)$$

де: E_n - рівень нормованого загального освітлення, лк.

2.19 Розрахувати загальну потужність освітлювальної установки P_Σ :

$$P_\Sigma = N_l \cdot P_l, \text{ Вт}; \quad (2.16)$$

де: N_l - фактична кількість ламп у приміщенні, шт;

$P_{л}$ - потужність вибраної стандартної лампи (додаток В), Вт.

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

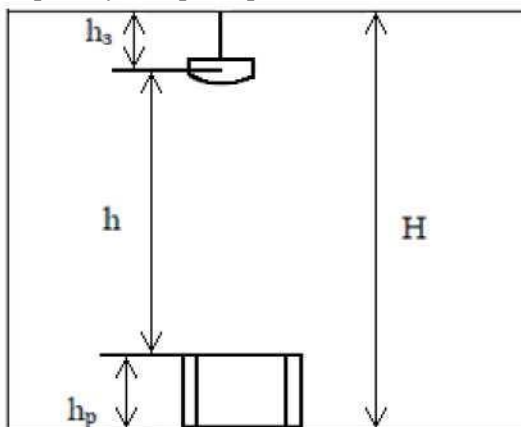


Рисунок 2.1 - Схема розміщення світильників над робочою поверхнею (H - висота приміщення, м; h_3 - висота звисання світильника від стелі, м; h - висота підвісу світильника над робочою поверхнею, м; h_p - висота робочої поверхні, м.)

Виконуючи ескіз розміщення світильників у приміщенні необхідно виконувати умови:

$$L_A = \frac{A}{N_{св} / N_p}, \text{ м}; l_A = L_A / 2, \text{ м}; L_B = B / N_p, \text{ м}; l_B = L_B / 2, \text{ м}.$$

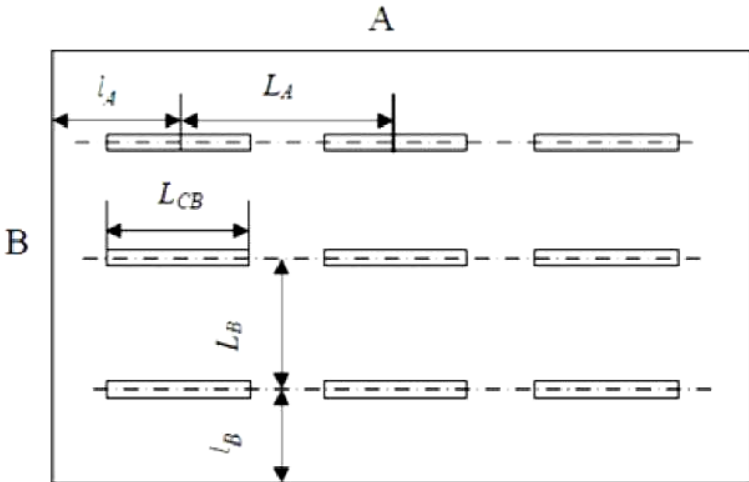


Рисунок 2.2 - Схема розміщення світильників (з люмінесцентними лампами) у офісному (адміністративно-побутовому) приміщенні (A - довжина приміщення, м; B - ширина приміщення, м; L_A - відстань між центрами сусідніх світильників в ряду, м; l_A - відстань від крайніх світильників у ряду до стіни, м; L_B - відстань між рядами світильників, м; l_B - відстань від крайніх рядів світильників до стіни, м; L_{CB} - довжина обраного світильника, м)

3. Домашнє завдання

З'ясувати вихідні дані згідно варіанту (додаток А).
Виконати розрахунок згідно пунктів 2.1-2.20.

4. Контрольні питання

1. Що таке коефіцієнт використання світлового потоку?
2. Від чого залежить коефіцієнт використання світлового потоку?
3. Що таке індекс приміщення?
4. Як змінюється коефіцієнт використання в із збільшенням коефіцієнтів відбивання стелі, стін та підлоги?

Практичне заняття №3

Тема: «Розрахунок зовнішнього освітлення».

Мета роботи: Закріплення знань та практичних навичок світлотехнічного розрахунку освітлювальних установок для зовнішнього освітлення.

1. Теоретичні відомості

Проектування зовнішнього освітлення міст потрібно виконувати у відповідності з СН541-82. (Інструкція по проектуванню зовнішнього освітлення міст, селищ міського типу і сільських населених пунктів).

Норми середньої яскравості асфальтобетонних покриттів проїжджої частини вулиць, доріг, площ міст і селищ з регулярним транспортним рухом вказані в таблиці 3.1. В цій таблиці наведені також норми середньої горизонтальної освітленості покриттів проїзної частини вулиць, доріг і площ.

Норми освітлення приймаються однаковими при будь-яких джерелах світла, що використовуються в освітлювальних установках. В нормах вказується рівномірність розподілу яскравості на покритті проїзної частини вулиць, доріг і площ, яка характеризується відношенням максимальної яскравості покриття до мінімальної, яке при середній яскравості покриття більше 0,6 Кд/м² не повинно перевищувати 3:1 і 5:1 при середній яскравості 0,6 Кд/м² і менше.

Середня яскравість покриття тротуарів, які примикають до проїжджої частини вулиць і площ, повинна складати не менше половини середньої яскравості покриття проїзної частини цих вулиць, доріг і площ, наведеної в таблиці 4.1.

Для проїжджої частини вулиць, доріг і площ в містах і селищах, які мають перехідні і найнижчі покриття, регламентується середня горизонтальна освітленість, значення якої для вулиць, доріг і площ категорії Б повинна бути 6 Лк, а категорії В при перехідному типі покриття 4 Лк і при покритті найпростішого типу – 2 Лк. Середня горизонтальна освітленість проїздів під шляхопроводами і мостами в темний час доби повинна бути не менше 30 Лк при довжині проїзду до 40 м, а при більшій довжині приймається по нормам освітлення тунелів.

Таблиця 3.1. Норми середньої яскравості асфальтобетонних покриттів

Категорія об'єкта по освітленню	Вулиці, дороги і площі	Найбільша інтенсивність руху транспорту в обох напрямках, одиниць в 1 год.	Середня яскравість покриття, Кд/м ²	Середня горизонтальна освітленість покриття для міст і населених пунктів, Лк
А	Швидкісні дороги, магістральні вулиці загально-міського значення; головні, вокзальні транспортні, передмостові і	Більше 3000	1,6	20
		Від 1000 до 3000	1,2	20
		Від 3000 до 500	0,8	15
		Від 500 до 1000	0,6	15
		Менше 500	0,6	15
Б	Магістральні вулиці районного, дороги вантажного руху (загальноміського значення), площі перед крупними громадськими будівлями і	Більше 2000	1,0	15
		Від 1000 до 2000	0,8	15
		Від 2000 до 500	0,6	10
		Від 500 до 1000	0,4	10
В	Вулиці і дороги місцевого значення: житлових кварталів, дороги промислових і комунально - складських районів, селищні, площі перед громадськими будівлями і спорудами селищного зна-	500 і більше	0,4	6
		Менше 500	0,2	4

В установках зовнішнього освітлення при середній яскравості дорожнього покриття 0,4 Кд/м² і більше, і середній освіт-

леності 4 Лк і вище, слід застосовувати світильники з газорозрядними джерелами світла. Над проїжджою частиною вулиць, доріг і площ світильники повинні встановлюватись на висоті не менше 6,5 м. Висота підвісу світильників над контактною мережею трамвая повинна бути не менша 8 м від рівня голівок рельсів, а над контактною мережею тролейбусів - не менше 9 м від рівня проїзної частини.

Мінімальна висота установки світильників в параметрах мостів і шляхопроводів не обмежується при захисному куті світильника 10° і більше, а також при недопустимості дотику до струмопровідних частин світильника без застосування спеціального інструмента.

В транспортних тунелях повинні застосовуватись світильники з захисним кутом 10° і більше, висота їх розташування повинна бути не менше 4 м. Вимогами до світильників в пішохідних тунелях є: захисні кути світильників з люмінесцентними лампами і лампами ДРЛ повинні бути не менше 15° , сумарна потужність ламп, які застосовуються в одному люмінесцентному світильнику, не повинна перевищувати 80 Вт, а для ламп ДРЛ – 125 Вт.

Світильники для освітлення вулиць кріпляться на спеціальних опорах, які виготовляють із сталі, алюмінію, залізобетону і дерева. Сукупність опори, кронштейнів і світильників являють собою ліхтар вуличного освітлення.

Розрізняють ліхтарі вінчаючого і консольного типів, які відрізняються способом кріплення світильників. Вузкі вулиці (шириною до 20 м) з периметральною забудовою доцільно освітлювати приладами, підвішеними до тросів, а також прикріпленими на кронштейнах до будівель. При вільній забудові жилих кварталів освітлення монтується на опорах.

Широко поширені ліхтарі, опора яких вигинається під кутом 15° , і ця вигнута частина служить консоллю для кріплення світильника. Більшість сучасних консольних світильників розраховано на установку з таким нахилом. В деяких з них є зігнутий патрубок. Такі світильники повинні встановлюватись на горизонтальних консолях. Не допускається встановлювати світи-

льник під кутом 30-40°.

2. Виконання розрахунків на практичному занятті

Розглянемо порядок розрахунків зовнішнього прожекторного освітлення по методу питомої потужності. Дані по нормах освітлення, якими необхідно керуватися при розрахунках, наведені в табл. 3.2. Кількість прожекторів, необхідне для освітлення заданої площі, по методу питомої потужності визначають по формулі

$$N = \frac{\omega \cdot E \cdot S}{P} \quad (3.1)$$

де ω - питома потужність ламп прожекторів, яка припадає на 1 м² освітлюваної площі й 1 лк освітленості (її потрібно ухвалювати: для прожекторів ПЗС-35 – рівної 0,25-0,4 Вт/(м²·лк), а для прожекторів ПЗС-45 - рівної 0,2-0,3 Вт/(м²·лк));

E - освітленість, лк (див. табл. 1);

S - площа, яка підлягає освітленню, м²;

P - потужність лампи прожектора, Вт.

Таблиця 3.2. Норми освітленості будівельних і монтажних робіт

Ділянки території й робочі операції	Освітленість E, лк
Залізничні колії на території будівництва	0,5
Територія будмайданчику в районі проведення робіт	2
Автодороги на території будівництва з інтенсивним ру-	3
Кранові й такелажні роботи	10
Монтаж будівельних конструкцій	25
Бетонування	25
Опоряджувальні роботи	50
Складання й монтаж устаткування й будівельних ме-	50

Задача 3.1. Необхідно освітити прожекторами будівельний майданчик розміром 205 x 100 м.

За даними табл. 3.2. потрібно прийняти освітленість (E) майданчика на рівні землі рівної 2 лк.

Тип прожекторів ухвалюємо ПЗС-35 з лампою 500 Вт.

Знаходимо освітлювану площу: $S = 205 \times 100 = 20500 \text{ м}^2$.

Питому потужність прожекторів ω ухвалюємо рівної 0,30 Вт/(м²·лк).

Визначаємо кількість прожекторів по формулі (1):

$$N = \frac{\omega \cdot E \cdot S}{P} = \frac{0,3 \cdot 2 \cdot 20000}{500} = 24 \text{ шт.}$$

Треба встановити 24 прожектора на шести щоглах високою порядку 13 м, розмістивши щогли по контуру майданчика.

3. Домашнє завдання

Виконати розрахунки прикладу 3.1 згідно вихідних даних з таблиці 3.3.

Таблиця 3.3. Індивідуальні значення параметрів до задачі

№ варіанту	1	2	3	4	5	6	7	8
Ділянки території й робочі операції	Залізничні колії на території будівництва	Територія будмайданчику в районі проведення робіт	Автомобільні дороги на території будівництва з інтенсивним рухом	Кранові й такелажні роботи	Монтаж будівельних конструкцій	Бетонування	Опоряджувальні роботи	Складання й монтаж устаткування й будівельних механізмів
Розмір ділянки	250x100	100x100	10x100	30x50	300x100	200x110	40x60	50x70

4. Контрольні питання

1. Світильники із якими джерелами світла слід застосовувати при середній яскравості дорожнього покриття $0,4 \text{ Кд/м}^2$ і більше, і середній освітленості 4 Лк і вище?
2. Які світильники повинні застосовуватись у транспортних тунелях?
3. Яким методом доцільно проводити розрахунок розподілу освітленості по поверхні дорожнього покриття?
4. Які параметри є вихідними при розрахунку розподілу освітленості по поверхні дорожнього покриття?

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. Справочная книга по светотехнике / Под ред. Ю. Б. Айзенберга. 3-е изд. перераб. и доп. М.: Знак. 2006. 972 с.
2. Зеленков І. А. Фотометрія : навчальний посібник. К. : НАУ, 2003. 212 с.
3. Пособие по расчёту и проектированию естественного, искусственного и совмещённого освещения (к СНиП II-4-79) НИИСФ. М. : Стройиздат, 1985.
4. СНиП 23-05-95. Природне і штучнеосвітлення. Нормипроєктування.
5. Державні будівельні норми В.2.5-28.2006. М. : Київ, 2006. 83с.
6. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Світлотехнічні установки та системи» для студентів напряму підготовки 6.050701 – Електротехніка та електротехнології та спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка / Уклад.: Я. М. Осадца. Тернопіль : ТНТУ 2015. 58 с.
7. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Світлотехнічні установки та системи» для студентів напряму підготовки 6.050701 – Електротехніка та електротехнології. / Уклад.: Я.М. Осадца. Тернопіль : ТНТУ 2013.17 с.

Таблиця А1 - Вихідні дані до розрахунку

№	Найменування	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	Приміщення		I ₁	I ₂	I ₃	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅	I ₆
	АхВхН, м		36x10x6	36x18x4,	24x12x4,	12x8x6	18x10x5	6x4x4	10x6x5	16x10x4,	24x14x5,
	h _p , м		0,7	1,0	1,0	1,0	0,7	0,9	0,8	1,0	0,7
	Колір стелі,		П ₁	П ₁	П ₂	П ₁	П ₁	П ₁	П ₂	П ₁	П ₁
1	Приміщення	I ₇	I ₆	I ₄	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅	I ₆	I ₇
	АхВхН, м	14x9x5,	24x12x4,	18x12x5,	6x4x4	18x10x3,	16x8x4,4	18x11x4,	26x14x5,	8x4x3,5	16x12x4,
	h _p , м	1,0	1,0	1,0	0,7	1,0	0,7	0,8	0,7	0,9	0,8
	Колір стелі,	П ₂	П ₂	П ₂	П ₁	П ₁	П ₁	П ₂	П ₁	П ₁	П ₂
2	Приміщення	I ₄	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅	I ₆	I ₇	I ₄	I ₁
	АхВхН, м	24x18x6	10x6x4,8	20x12x4,	14x9x4,6	16x10x4,	24x16x5,	12x6x3,8	16x14x4,	24x16x5	14x8x4,8
	h _p , м	0,7	1,0	0,7	0,8	0,7	0,9	1,0	0,7	0,7	0,7
	Колір стелі,	П ₂	П ₁	П ₁	П ₁	П ₂	П ₁	П ₁	П ₂	П ₂	П ₁
	Приміщення	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅	I ₆	I ₇	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄
	АхВхН, м	19x11x5	7x5x4	11x7x5	15x12x4,	22x12x5,	14x8x5,5	14x8x5,6	19x12x4,	22x10x4,	18x14x4,
	h _p , м	0,8	0,7	0,7	0,8	0,7	0,9	0,7	0,8	0,9	0,8
	Колір стелі,	П ₁	П ₁	П ₂	П ₁	П ₁	П ₂	П ₁	П ₁	П ₁	П ₂

Таблиця А2 - Додаткові вихідні дані до розрахунку

I		II
Приміщення	РЗР	Колір стелі, стін
1 - Кабінети, робочі кімнати	IIIг	1. Світлий (без пиловиділення) $\rho_{ст}=70\%$ $\rho_c=50\%$ $\rho_{п}=30\%$
2 - бібліотеки, читальні зали	IVа	
3 - кімнати відпочинку	Vв	
4 - адміністративно конторські, учбові приміщення	IIIб	
5 - проектні зали, креслярські, конструкторські бюро	IIIг	
6 - електронно-обчислювальні зали	IIIа	
7 - лабораторії	IVа	

Таблиця Б1 - Витяг з державних будівельних норм України ДБН В.2.5-28-2006 "Природне і штучне освітлення"

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

Продовження таблиці Б1

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 яскравіше в гарячих цехах	Більше 5,0	VII	-	Незалежно від характеристик фону і контрасту об'єкта з фоном		-	-	200
Загальне спостереження за ходом виробничого процесу: - постійне		VIII	-	Незалежно від характеристик фону і контрасту об'єкта з фоном		-	-	200

Таблиця В1 — Технічні характеристики люмінесцентних ламп ЛЛ

Люмінесцентні лампи			
Потужність, Вт	Тип лампи	Світловий потік лампи, лм	Довжина лампи, м
20	ЛДЦ	850	0.6
20	ЛД	1 000	0.6
20	ЛТБ	1 100	0.6
20	ЛХБ	1 100	0.6
30	ЛДЦ	1 500	0.9
30	ЛД	1 800	0.9
30	ЛТБ	1 880	0.9
30	ЛХБ	1 880	0.9
40	ЛДЦ	2 200	1.2
40	ЛД	2 500	1.2
40	ЛТБ	2 840	1.2
40	ЛХБ	2 840	1.2
80	ЛДЦ	3 800	1.5
80	ЛД	4 300	1.5
80	ЛТБ	4 800	1.5
80	ЛХБ	4 800	1.5
18	ЛБ	1 250	0.6
20	ЛБ	1 200	0.6
30	ЛБ	2 180	0.9
36	ЛБ	3 050	1.2
40	ЛБ	3 200	1.2
58	ЛБ	4 300	1.4
65	ЛБ	4 800	1.4
80	ЛБ	5 400	1.5

Таблиця Г1 - Характеристика та призначення окремих типів світильників

Лампи люмінесцентні							
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)	Р _л = 40Вт - 3м Р _л = 80Вт - 4м	Приміщення висотою до 6м (адміністративно-конторські, для креслення, учбові, побутові приміщення)	18;20 Вт -660мм 30 Вт -960мм 3640 Вт -1270мм 58; 65 Вт — 1570мм 80 Вт - 1660мм	65	1,4
ЛВП	Переважно прямий (косинусна)	2 x(18 ÷80Вт)	Р _л = 40Вт - 2,5м Р _л = 80Вт - 3,5м	Приміщення висотою до 4,5м (адміністративно-конторські, учбові приміщення)	18;20 Вт - 650мм 30 Вт - 950 мм 36;40 Вт - 1250мм 58; 65 Вт - 1550мм 80 Вт - 1600мм	54	1,3
ЛСП	Переважно прямий (косинусна)	2 x(18 ÷80Вт)	Р _л = 40Вт - 3м Р _л = 80Вт - 4м	Лабораторії, приміщення з піловиділенням висотою до 6м	18;20 Вт - 660мм 30 Вт - 960 мм 36;40 Вт - 1460мм 58;65 Вт — 1700мм 80 Вт - 1800мм	64	1,3
ПВЛ	Розсіяний (косинусна)	2 x(18 ÷80Вт)	Р _л = 40Вт - 2,5м Р _л = 80Вт - 3,5м	Лабораторії, приміщення з піловиділенням висотою до 5м	18;20 Вт - 660мм 30 Вт - 980 мм 36;40 Вт - 1270мм 58; 65 Вт — 1570мм 80 Вт - 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 Вт - 650мм 30 Вт - 950 мм 36;40 Вт - 1250мм 58; 65 Вт — 1550мм 80 Вт - 1600мм	20	1,4

Таблиця Д1 - 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 1 мм
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 15°
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 Д2 - Оцінка коефіцієнта запасу k_3

Показники приміщення	Приміщення	Коефіцієнт запасу (k_3) для люмінесцентних ламп (ЛЛ)
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

Таблиця Д3 - Оцінка коефіцієнтів відбиття поверхонь приміщення

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

Таблиця Е1 - Вибір коефіцієнтів використання світлового потоку світильників

ТИП СВІТИ- ЛЬНИКА	L/h	$\rho_{ст}$, %	$\rho_{с}$, %	$\rho_{п}$, %	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 лампами розжарення та компактними люмінесцентними лампами																
НСП	0,8	70	50	30	22	32	39	44	47	49	50	52	55	58	60	62	64	66	68	70	73
		50	30	10	20	26	34	38	41	43	45	47	50	53	55	57	59	62	64	66	69
		30	10	10	17	23	30	34	37	39	41	43	46	48	51	53	55	58	61	62	64
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	30	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

Продовження таблиці Е1

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
ТИП СВІТИ- ЛЬНИКА	L/h	$\rho_{СТ}$ %	$\rho_{С}$ %	$\rho_{н}$ %	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
					КОЕФІЦІЄНТ ВИКОРИСТАННЯ СВІТЛОВОГО ПОТОКУ η , % ПРИ ІНДЕКСІ ПРИМІЩЕННЯ i																