

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Київський національний університет будівництва і архітектури
Державний університет телекомунікацій

ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

Дослідження та оцінка виробничого освітлення

Методичні вказівки
до проведення лабораторної роботи
для студентів усіх спеціальностей
денної та заочної форм навчання

Київ 2016

УДК 331.4
ББК 65.9(2)248
О-93

Укладачі: М.А. Касьянов, д-р техн. наук, професор КНУБА;
О.М. Гунченко, канд. техн. наук, доцент ДУТ;
О.Г. Вільсон, канд. техн. наук, доцент КНУБА;
Н.Є. Журавська, канд. техн. наук, доцент КНУБА

Рецензент Л.О. Василенко, канд. техн. наук, доцент КНУБА

Відповідальний за випуск О.С. Волошкіна, д-р техн. наук,
професор КНУБА

Затверджено на засіданні кафедри охорони праці і навколишнього середовища КНУБА, протокол № 12 від 12 травня 2016 року; на засіданні кафедри БЖД та охорони праці ДУТ, протокол №9 від 13 квітня 2016 року.

Видається в авторській редакції.

Основи охорони праці. Дослідження та оцінка виробничого освітлення: методичні вказівки до проведення лабораторної роботи / уклад.: М.А. Касьянов, О.М. Гунченко, О.Г. Вільсон, Н.Є. Журавська. – К.: КНУБА, 2016. – 36 с.

Містять загальні положення, завдання та послідовність виконання лабораторної роботи, список літератури, таблиці та додатки.

Призначено для студентів усіх спеціальностей денної та заочної форм навчання.

© КНУБА, 2016

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Рекомендовані методичні вказівки призначено для проведення лабораторної роботи з дисципліни «Основи охорони праці», що є базовою під час вивчення проблем безпеки перебування людини у навколишньому середовищі протягом своєї діяльності та знаходження небезпечних і шкідливих факторів. До вказівок включено основні поняття, необхідні для оволодіння базовими знаннями.

Методичні вказівки можуть бути використані студентами усіх напрямів підготовки і форм навчання під час самостійного вивчення теми, а також у процесі виконання розрахункових робіт із дослідження та оцінки виробничого освітлення. Також наведено основні теоретичні положення, показано прилади для вимірювання освітлення та світлотехнічних величин, а також надані рекомендації із застосування систем комплексного освітлення та їх розрахунок.

Для з'ясування рівня засвоєння знань проводять контрольне опитування.

ЗМІСТ

Загальні положення.....	3
1. Значення світла для працездатності та здоров'я людини.	
Види освітлення	4
2. Основні світлотехнічні характеристики	6
3. Прилади для вимірювання освітленості	8
4. Природне освітлення, його нормування та розрахунок	9
5. Штучне освітлення	12
6. Джерела світла.....	14
7. Нормування штучного освітлення виробничих приміщень.....	18
8. Розрахунок штучного освітлення.....	18
9. Контроль та догляд за освітлювальними установками.....	21
10. Порядок проведення лабораторної роботи. Вимірювання та оцінка природного освітлення у приміщенні.....	22
11. Контрольні запитання.....	24
Список літератури.....	26
Додатки.....	27

Лабораторна робота

«ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОЦІНКА ВИРОБНИЧОГО ОСВІТЛЕННЯ»

Мета роботи: засвоїти основні положення за оцінкою, вимірюванням і нормуванням виробничого освітлення, опанувати навички роботи з приладами для визначення освітленості у виробничих умовах.

1. Значення світла для працездатності та здоров'я людини.

Види освітлення

Освітлення відіграє важливу роль у житті людини. Приблизно 90% інформації сприймається через зоровий канал, тому правильно виконане раціональне освітлення має важливе значення для виконання усіх видів робіт. Світло є не тільки важливою умовою

роботи зорового аналізатора, але й біологічним фактором розвитку організму людини загалом. Для людини день і ніч, світло і темрява визначають біологічний ритм – бадьорість та сон. Отже, недостатня освітленість або її надмірна кількість, знижує рівень збудженості центральної нервової системи й активність усіх життєвих процесів. Раціональне освітлення є важливим фактором загальної культури виробництва. Неможливо забезпечити чистоту та порядок у приміщенні, в якому напівтемрява, світильники брудні або в занедбаному стані.

Стан освітлення виробничих приміщень відіграє важливу роль і для попередження виробничого травматизму. Багато нещасних випадків на виробництві стається через погане освітлення. Втрати від цього становлять досить значні суми, а, головне, людина може загинути або стати інвалідом. Раціональне освітлення має відповідати таким умовам: бути достатнім (згідно з нормами ДБН В.2.5.28-2006), рівномірним, не утворювати тіней на робочій поверхні, не засліплювати працюючого, напрямок світлового потоку повинен відповідати зручному виконанню роботи. Це сприяє підтримці високого рівня працездатності, зберігає здоров'я людини та зменшує травматизм.

За своєю природою світло – це видиме випромінювання електромагнітних хвиль довжиною від 380 до 780 нанометрів (нм) (1 нм дорівнює 10^{-9} м). Видиме світло (біле) є складовою цілого ряду кольорів, які залежать від довжини електромагнітних хвиль: фіолетовий 380...450 нм, синій 450...510 нм, зелений 510...575 нм, жовтий 575...620 нм, червоний 620...750 нм. Випромінювання вище 780 нм називають інфрачервоним, нижче 380 нм – ультрафіолетовим.

Залежно від джерела світла виробниче освітлення може бути трьох видів:

1. *Природне* – це пряме або відбите світло сонця (небосхилу), що освітлює приміщення через світлові прорізи в зовнішніх відгороджувальних конструкціях.

2. *Штучне* – здійснюється штучними джерелами світла (лампами розжарювання або газорозрядними) і призначене для

освітлення приміщень у темні години доби або таких, що не мають природного освітлення.

3. *Сполучене (суміщене)* – одночасне поєднання природного і штучного освітлення.

2. Основні світлотехнічні характеристики

Освітлення або світло характеризується кількісними та якісними показниками, при цьому застосовують стандартні одиниці та терміни.

Кількісні показники освітлення визначають світловий потік, силу світла, освітленість та яскравість.

Світловий потік (F) – потік променевої енергії, що сприймається органами зору як світло, тобто характеризує потужність променевої енергії.

Одиниця світлового потоку – люмен (лм) – дорівнює потоку, який випромінюється до одиничного тілесного кута ω рівному 1 стерадіан точковим джерелом світла в 1 канделу. Стерадіан – одиничний тілесний кут ω , який утворює на сферичній поверхні радіусом 1 м поверхню, площа якої дорівнює 1 м^2 . Значення $\omega = S/R^2$ (рис. 1).

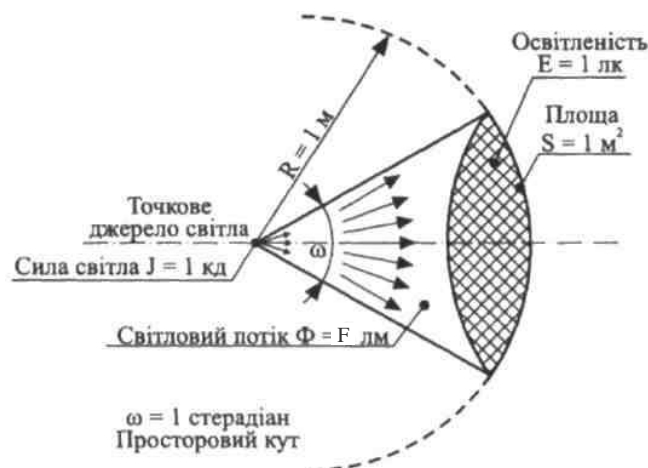


Рис. 1. Схема кількісних показників освітлення

Джерела світла випромінюють світловий потік у різних напрямках неоднаково. Тому, щоб дати характеристику інтенсивності

випромінювання, застосовуємо поняття «просторова або кутова щільність світлового потоку», яку називають силою світла (I), тобто світловий потік, віднесений до тілесного кута, в якому він випромінюється:

$$I = F/\omega, \text{ кд}. \quad (1)$$

За одиницю сили світла беруть канделу (кд), яка дорівнює 1 лм/стер.

Величину світлового потоку, який припадає на одиницю освітлювальної поверхні, називають *освітленістю* (E):

$$E = F/S, \text{ лк}. \quad (2)$$

Одиниця освітленості – люкс (лк) – освітленість поверхні $S = 1 \text{ м}^2$ за світлового потоку $F = 1 \text{ лм}$, який падає на неї.

Видимість предмета оком залежить від частини світлового потоку, відбитого освітлювальним предметом і характеризується *яскравістю* (L). Яскравість залежить від сили світла, кута падіння світлового потоку та ряду інших факторів. За величину яскравості беруть ніт – це яскравість 1 м^2 плоскої поверхні, яка відбиває у перпендикулярному напрямку силу світла в 1 канделу:

$$L = I(S \cdot \cos \alpha), \text{ кд/м}^2. \quad (3)$$

До якісних показників належать фон, контраст об'єкта з фоном, видимість, показник осліпленості, коефіцієнти відбиття і т.ін.

Коефіцієнт відбиття (ρ) характеризує здатність поверхні відбивати падаючий на неї світловий потік:

$$\rho = F_{\text{від}}/F_{\text{пад}}. \quad (4)$$

Фон – це поверхня, яка прилягає до об'єкта розрізнення, на який він розглядається. Фон вважається світлим за $\rho > 0,4$, середнім за $\rho = 0,2 \dots 0,4$ і темним за $\rho < 0,2$.

Контраст об'єкта з фоном (K) характеризується співвідношенням яскравостей розрізнявального об'єкта та фону:

$$K = (L_{\text{фон}} - L_{\text{об}})/L_{\text{фон}}. \quad (5)$$

Контраст вважають великим за $K > 0,5$, середнім при $K = 0,2 \dots 0,5$ і малим за $K < 0,2$.

Видимість (V) характеризує здатність ока сприймати об'єкт за освітленості від 0,1 до 100000 лк, залежить від освітленості, розміру

цього об'єкта, його яскравості, контрасту об'єкта з фоном та визначається числом порогових контрастів (тобто, найменшим розрізнявальним контрастом):

$$V = K/K_{\text{пор.}}, \quad (6)$$

де K – контраст об'єкта з фоном;

$K_{\text{пор}}$ – пороговий контраст, тобто найменший помітний оком контраст, за невеликого зменшення якого об'єкт стає невиразним.

Показник осліпленості (P) є критерієм оцінки сліпучої дії освітлювальної установки:

$$P = (S - 1) \cdot 1000, \quad (7)$$

де коефіцієнт осліпленості $S = V_1/V_2$, причому, V_1 – за екранування блискучих джерел; V_2 – коли вони у полі зору.

Коефіцієнт пульсації освітленості (K_n) – критерій оцінки відносної глибини коливань освітленості в результаті зміни в часі світлового потоку.

Об'єкт розрізнення – це мінімальні окремі частини об'єкта, які необхідно розрізнити у процесі роботи.

3. Прилади для вимірювання освітленості

Для вимірювання освітленості та світлотехнічних величин застосовують люксометри модифікації Ю-16, Ю-17, Ю-116 (рис. 2), Ю-117 та портативний цифровий люксометр-яскравомір ТЭС 0693. Усі вони працюють із застосуванням ефекту фотоелектричного явища. Світловий потік, потрапляючи на селеновий фотоелемент, перетворюється на електричну енергію, сила струму якої вимірюється міліамперметром, який проградуєвано у люксах. Застосовують також вимірювачі видимості – фотометри та інші комплексні вимірювачі світлотехнічних величин.

Для вимірювання освітленості фотоелемент встановлюють в площині вимірювання, підбирають найближчу шкалу міліамперметра, починаючи з «грубішої», і прочитують показання приладу. За необхідності розширити межі вимірювання застосовують поглинальні насадки. Для вимірювання об'ємної освітленості або яскравості

застосовують спеціальні насадки на фотоелемент люксметра.

Прилад має дві шкали – від 0 до 30, та від 0 до 100 (рис. 2. поз. 4) та набір поглинальних насадок (рис. 2. поз. 3), що дозволяють розширити діапазон вимірювань у 10, 100 або 1000 разів.

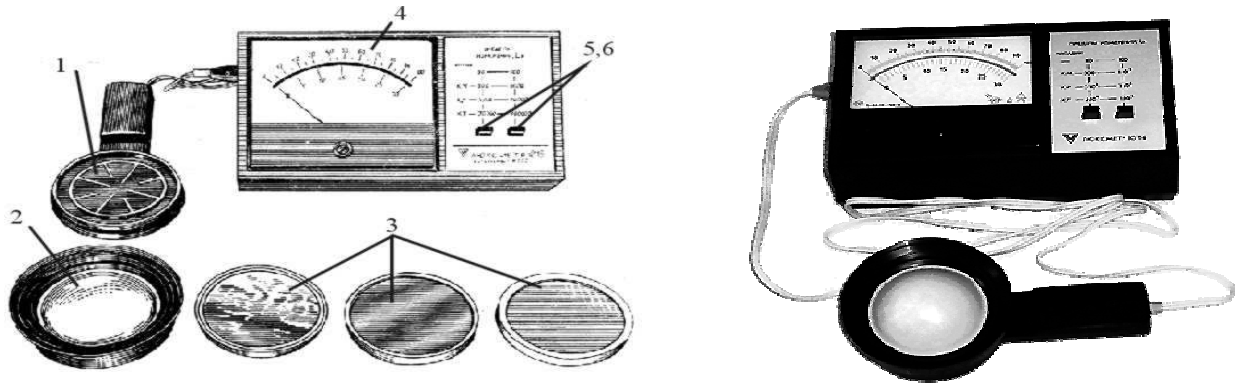


Рис. 2. Люксметр Ю-116.

1 – фотоелемент; 2 – поглинальна насадка; 3 – поглинач;
4 – індикатор; 5, 6 – перемикачі межі вимірювань

4. Природне освітлення, його нормування та розрахунок

Природне освітлення виробничих приміщень може здійснюватися світлом неба або прямим сонячним світлом через світлові прорізи (вікна) в зовнішніх стінах або за допомогою ліхтарів (аераційних, зенітних), що встановлені на покрівлях виробничих будівель.

Залежно від призначення промислові будівлі можуть бути одноповерхові, багатоповерхові та різних розмірів і конструкцій, тому зважаючи на вимоги технологічного процесу можуть бути застосовані такі види природного освітлення:

1. Бокове одностороннє або двостороннє, коли світлові отвори (вікна) знаходяться в одній або двох зовнішніх стінах.

2. Верхнє, коли світлові отвори (ліхтарі) знаходяться у покритті або стінах під ними.

3. Комбіноване, коли застосовується одночасно бічне і верхнє освітлення.

Згідно з вимогами ДБН В.2.5.28-2006 «Природне та штучне освітлення», у приміщеннях із постійним перебуванням людей має бути передбачене природне освітлення. Основною нормованою величиною природного освітлення є КПО, або (e) – коефіцієнт природної освітленості. Фактичний КПО визначають відношенням освітленості на робочому місці у виробничому приміщенні $E_{вн.}$ до одночасної освітленості зовні приміщення $E_{зовн.}$ у горизонтальній площині за відкритого небосхилу (щоб ніщо не затінювало фотоелемент люксметра) і дифузному світлі (сонце закрите хмарою). Оскільки ця величина відносна, то виражається у відсотках:

$$КПО = e_{факт} = (E_{вн.}/E_{зовн.}) \cdot 100\%. \quad (8)$$

Нормування КПО залежить від виду природного освітлення та ряду супутніх факторів:

$$e_N = e_n \cdot m \%, \quad (9)$$

де e_n – нормоване значення КПО (дод. 1), яке залежить від характеру зорової роботи (розряду);

m – коефіцієнт світлового клімату (дод. 2).

За бокового освітлення нормується мінімальне значення КПО – $e_{мін.}$ У випадку одностороннього – в точці на відстані 1 м від стіни, що найбільш віддалена від світлових отворів, але не більш ніж 12 м від них (рис. 3).

Норми природної освітленості (КПО) (e_N) для будівель різних районів України наведено у будівельних нормах ДБН В.2.5-28-2006.

Для оцінки рівня природного освітлення необхідно порівняти фактичні і нормативне значення КПО та зробити висновок про його достатність.

Також можливе використання розрахункового методу оцінки достатності природного освітлення.

Нормований рівень природної освітленості визначається площею світлових отворів у зовнішніх огороженнях на основі розрахунків під час проектування приміщення.

За верхнього та комбінованого освітлення нормується середнє значення КПО.

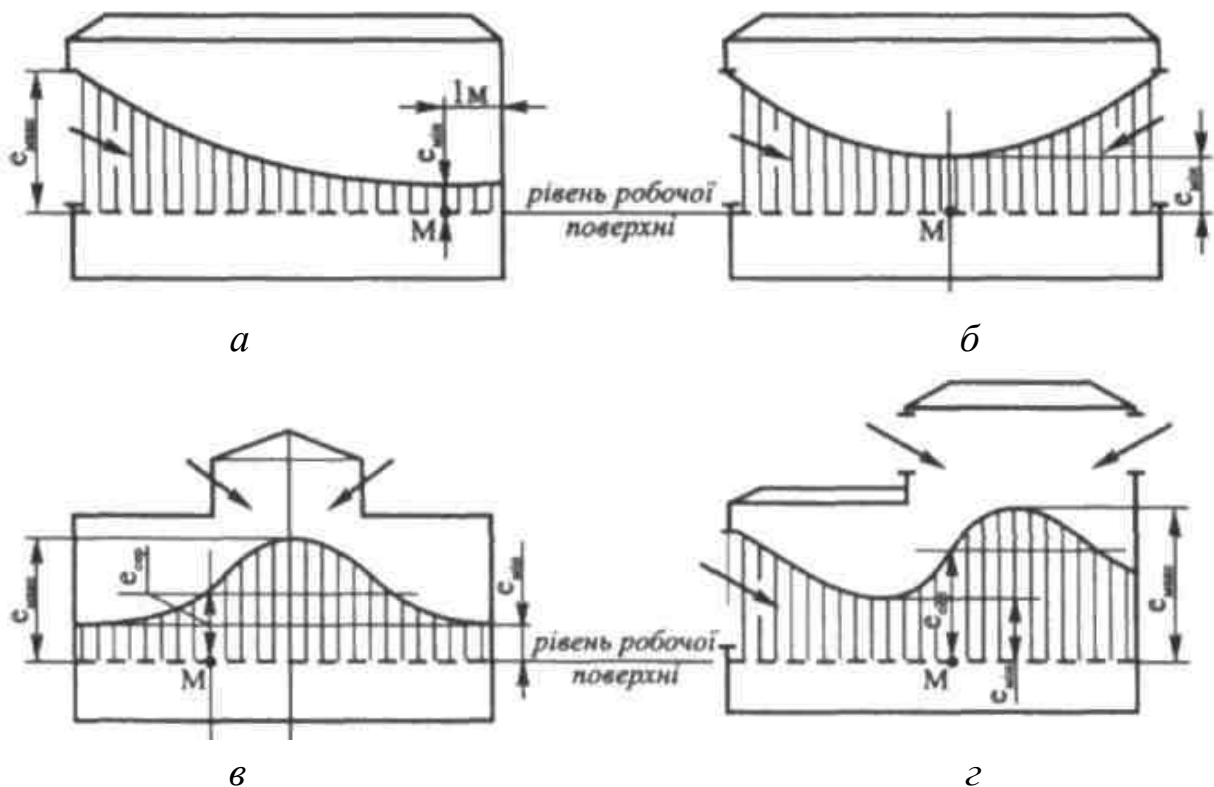


Рис. 3. Схеми видів природного освітлення та нормування КПО за розрізами приміщень:

а – бокове одностороннє освітлення; б – бокове двостороннє освітлення;
в – верхнє освітлення; г – комбіноване освітлення.

1 – рівень робочої поверхні; 2 – крива зміни КПО за розрізом приміщення;

3 – рівень середнього значення КПО – e_n ;

M – позиція, в якій нормується мінімальне значення КПО – e_{\min}

Попередній розрахунок площі світлових прорізів проводять:

а) за бокового освітленні приміщень, використовуючи формулу:

$$100 \frac{S_v}{S_n} = \frac{e_n \cdot K_z \cdot \eta_v}{\tau_0 \cdot r_1} \cdot K_{\text{буд}}; \quad (10)$$

б) за верхнього освітлення:

$$100 \frac{S_l}{S_n} = \frac{e_n \cdot K_z \cdot \eta_l}{\tau_0 \cdot r_2 \cdot K_l}, \quad (11)$$

де S_v – площа світлових прорізів (у світлі) за бокового освітлення;

S_n – площа підлоги приміщення;

e_n – нормоване значення КПО;

K_z – коефіцієнт запасу, який беруть з дод. 3;

η_v – світлова характеристика вікон;

τ_0 – загальний коефіцієнт світлопроникнення, що визначається

за формулою:
$$\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 \cdot \tau_5, \quad (12)$$

де τ_1 – коефіцієнт світлопропускання матеріалу, який визначається;
 τ_2 – коефіцієнт, який враховує втрати світла у рамках світлопрорізу;

τ_3 – коефіцієнт, який враховує втрати в несучих конструкціях (за бокового освітлення $\tau_3 - 1$);

τ_4 – коефіцієнт, який враховує втрати світла в сонцезахисних пристроях;

τ_5 – коефіцієнт, який враховує втрати світла в захисній сітці, яка встановлюється під ліхтарями, його беруть рівним 0,9;

r_1 – коефіцієнт, який враховує підвищення КПО за бокового освітлення завдяки світлу, яке відбивається від поверхонь приміщення та підстилаючого шару, прилеглого до будинку;

$K_{\text{буд}}$ – коефіцієнт, який враховує затінювання вікон будинками навпроти;

S_ϕ – площа світлових прорізів (у світлі) за верхнього освітлення;

η_ϕ – світлова характеристика ліхтаря або світлового прорізу у площині покриття;

r_2 – коефіцієнт, який враховує підвищення КПО за верхнього освітлення завдяки світлу, яке відбивається від поверхонь приміщення;

K_l – коефіцієнт, який враховує тип ліхтаря.

Коефіцієнти, що використовуються для розрахунків за формулами (10), (11) наведено у нормативному документі [1].

5. Штучне освітлення

Штучне освітлення поділяють на *робоче, аварійне, охоронне, чергове*.

Аварійне освітлення поділяють на *освітлення безпеки та евакуаційне*.

Для загального штучного освітлення приміщень потрібно використовувати, як правило, розрядні джерела світла, надаючи перевагу за однакової потужності джерелам світла з найбільшою світловою віддачею і строком служби.

Робоче освітлення слід передбачати для усіх приміщень будинків, а також ділянок відкритих просторів, призначених для роботи, проходу людей та руху транспорту. Для приміщень, які мають зони з різними умовами природного освітлення та різними режимами роботи, має бути передбачено окреме керування освітленням таких зон.

За необхідності частина світильників робочого або аварійного освітлення може бути використана для чергового освітлення.

Нормовані характеристики освітлення у приміщеннях і зовні будинків може забезпечуватись як світильниками робочого освітлення, так і спільним з ним освітленням світильниками безпеки і (або) евакуаційного освітлення.

Для освітлення приміщень потрібно використовувати, як правило, найбільш економічні розрядні лампи. Використання ламп розжарювання для загального освітлення допускається тільки у випадках неможливості або техніко-економічної недоцільності використання розрядних ламп.

Для місцевого освітлення, крім розрядних джерел світла, рекомендується використовувати лампи розжарювання, в тому числі галогенні. Застосування ксенонових ламп у приміщеннях не дозволяється.

Розрізняють такі системи штучного освітлення: *загальне, місцеве та комбіноване.*

Систему *загального освітлення* призначено для освітлення всього приміщення, вона може бути рівномірною та локалізованою. Загальне рівномірне освітлення встановлюють у цехах, де виконуються однотипні роботи невисокої точності по усій площі приміщення за великої щільності робочих місць. Загальне локалізоване освітлення встановлюють на поточних лініях, під час виконання робіт різноманітних за характером на певних робочих місцях, за наявності стаціонарного затемнюючого обладнання, та якщо треба створити спрямованість світлового потоку.

Місьцеве освітлення призначається для освітлення тільки

робочих поверхонь, воно може бути стаціонарним (наприклад, для контролю за якістю продукції на поточних лініях) та переносним (для тимчасового збільшення освітленості окремих місць, або зміни напрямку світлового потоку під час огляду, контролю параметрів, ремонту).

Світильники місцевого освітлення повинні бути зручними у користуванні, а, головне, безпечними під час експлуатації.

Категорично забороняється застосовувати лише місцеве освітлення, оскільки воно створює значну нерівномірність освітленості, яка підвищує втомленість зору та призводить до розладу нервової системи. Таке освітлення на виробництві є допоміжним до загального.

Комбіноване освітлення складається з загального та місцевого. Його передбачають для робіт I-III, IVа, IVб IVв, Va розрядів точності зорових робіт.

6. Джерела світла

Головними джерелами світла для промислового освітлення є лампи розжарювання та газорозрядні лампи різноманітних типів. Кожен із типів має свої недоліки та переваги.

Лампи розжарювання (ЛР) належать до джерел світла теплового випромінювання, їх світлова віддача становить 10...15 лм/Вт. Вони створюють безперервний спектр випромінювання, який найбільш багатий жовтими та червоними (тобто інфрочервоними) променями та бідніший в зоні синіх та зелених спектрів випромінювання, ніж спектр природного світла неба, що погіршує розрізнення кольорів. У цих ламп низький коефіцієнт корисної дії, малий термін служби (до 1000 годин), висока температура на поверхні колби (250...300 °С). Водночас вони мають деякі переваги: у них широкий діапазон потужностей і типів порівняно з газорозрядними лампами, незалежність експлуатації від навколишнього середовища (вологості, запиленості і т.ін.), простота світильників та компактність.

На підприємствах для освітлення застосовують різноманітні види ламп розжарювання: вакуумні (В), газонаповнені (Г), газонаповнені біоспіральні (Б) та ін.

Газорозрядні лампи (люмінесцентні, ртутні, високого тиску дугові типу ДРЛ та ін.) випромінюють світло близьке до природного, поверхня колби цих ламп холодна, вони більш економічними, дозволяють створювати високу освітленість. Такі лампи випускаються в асортименті. За спектром їх випромінювання передача кольорів має велике значення для промисловості, оскільки дає можливість визначити дійсну якість продукції, здійснювати контроль сировини, напівфабрикатів та готових виробів. Люмінесцентні лампи у 2,5...3 рази економічніші від ламп розжарювання, працюють протягом 5-10 тис. годин, їх світловіддача становить 30...80 лм/Вт.

Недоліки освітлювальних установок із газорозрядними лампами (пульсація світлового потоку, осліплююча дія, шум дроселів, великі первинні витрати на закупівлю та монтаж) компенсуються їх економічністю у процесі тривалої експлуатації, а також їх незамінністю за необхідності виконання робіт із розрізненням кольорів. Пульсація світлового потоку газорозрядних ламп не сприймається оком, але небажана, оскільки є причиною виникнення стробоскопічного ефекту. В пульсуючому світлі виникає викривлення зорового сприйняття стану рухомих та обертальних об'єктів, а це вже є небезпечним фактором. Ослаблення пульсації досягається підключенням паралельно працюючих ламп на різні фази трьохфазної мережі або застосуванням високочастотного постачання освітлювальної установки.

Засліплювання змінює сприйняття спектрального складу світлового випромінення. Тому захист від блискучості таких світильників обов'язковий. Не дозволяється застосовувати відкриті газорозрядні лампи.

Зараз виготовляють такі види газорозрядних ламп, які розрізняють – за спектром: лампи денного світла (ЛД) мають блакитний колір, за спектром випромінювання вони близькі до

розсіяного світла чистого неба; лампи денного світла з покращеною передачею кольорів (ЛДЦ), вони близькі до ламп ЛД, але мають кращу передачу кольорів теплих відтінків, у тому числі зовнішнього вигляду людини; люмінесцентні лампи типу ЛЄ найбільш близькі до спектра природного сонячного світла; лампи білого кольору ЛБ дають випромінення з меншим вмістом синьо-фіолетових променів, світло у них трохи фіолетове, нагадує світло неба, вкритого хмарами, що освітлюються сонцем; лампи холодно-білого світла (ЛХБ), дають кращу передачу світла, ніж лампи ЛБ та ЛД; лампи тепло-білого світла (ЛТБ) дають світло рожево-білого відтінку.

У виробничих приміщеннях підприємств доцільно застосовувати люмінесцентні лампи білого світла – ЛБ. Вони найбільш економні та дають світло теплих тонів. Лампи ЛТБ можна застосовувати у приміщеннях для відпочинку. Там, де необхідно проводити суворий контроль якості продукції, належить застосовувати лампи ЛДЦ.

Люмінесцентні лампи треба застосовувати насамперед там, де недостатнє природне освітлення (приміщення з вікнами, що затіняються будівлями, деревами або виходять на північ, експедиції, підвальні приміщення тощо). Для комбінованого освітлення краще застосовувати лампи ЛБ.

Лампи ДРЛ (дугові ртутні) належать до ламп високого тиску. Вони економні, світлова віддача майже 75... 100 лм/Вт. Такі лампи застосовують для освітлення в цехах під час виконання грубих робіт та робіт середньої точності, під час загального нагляду, а також для зовнішнього освітлення місць навантаження, вивантаження і в цехах великої висоти та площі.

Світильники складаються з джерела світла та арматури. Арматуру призначено для перерозподілу світлового потоку, захисту очей від блискучості, запобігання забруднення джерела світла та його пошкоджень. Світильники класифікують за спрямуванням світлового потоку в робочій зоні та захистом від факторів навколишнього середовища.

За напрямком світлового потоку їх поділяють на світильники:

прямого світла (випромінювання нижче за світильник, не менше 80% світлового потоку спрямовано на робочу поверхню); відбитого світла (випромінювання світлового потоку – більше 80% – спрямовано на стелю та верхню частину стін (вище за світильник); напіввідбитого світла (40-60% світлового потоку спрямовується на робочу поверхню, а решта – на стелю).

За ступенем захисту від навколишнього середовища світильники поділяють на: пилоне захищені (відкриті); пило захищені та пилонапроникні; водозахищені (від потрапляння крапель зверху); водонепроникні або герметичні (навіть при зануренні у рідину); вибухозахищені (для вибухонебезпечних і пожежонебезпечних приміщень, наприклад, приміщень, де застосовується спирт, гас, розчинники фарб) та підвищеної надійності проти вибуху (рис. 4).

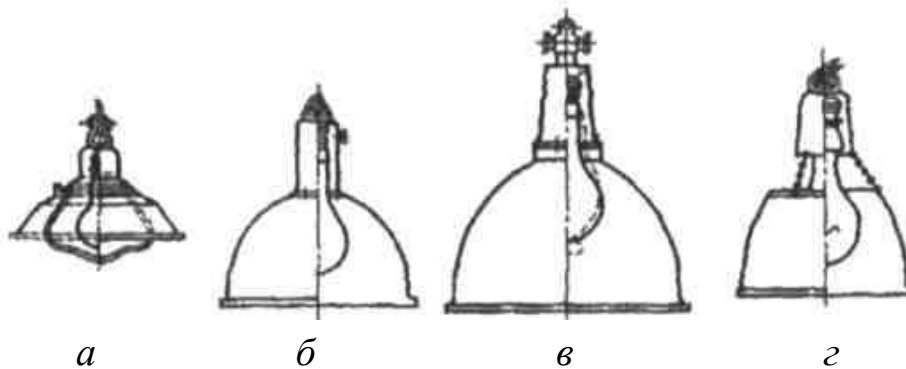


Рис. 4. Світильники: *a* – НОБ-300 з лампою розжарювання, вибухозахищений;

б – ПУ-100-вологозахисний (промисловий); *в* – «Універсаль» УП-200 – пилоблизконепроникний; *г* – Рн-60 – пилонапроникний

Однією з характеристик світильника є його захисний кут, у межах якого око людини захищене від сліпучої дії джерела світла. Величина захисного кута має бути не менше 15° (рис. 5).

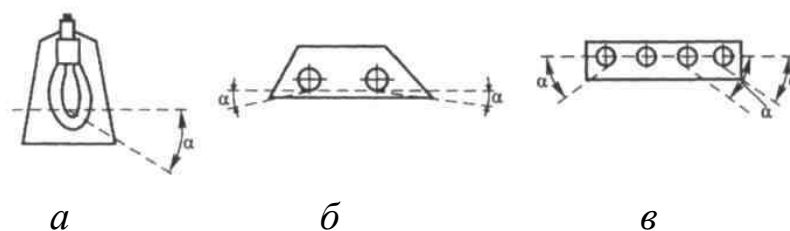


Рис. 5. Схема захисного кута для світильників: *a* – з лампами ДРЛ; *б* і *в* – з люмінесцентними

Для загального освітлення застосовують дволампові чи чотирилампові світильники типу ШОД, ЛОУ, ВЛВ, ВЛК, ПВЛ для газорозрядних ламп або з лампами розжарювання типу «Універсаль» (УП), «Люцетта» (ЛЦ) та ін.

Вимоги безпеки до світлового обладнання встановлені відповідним стандартом.

7. Нормування штучного освітлення виробничих приміщень

Нормами [1] встановлено мінімально допустимі величини освітленості виробничих та допоміжних приміщень, житлових та громадських будівель, територій виробничих підприємств, відкритих просторів та залізничних шляхів. Мінімальна освітленість встановлюється за характеристикою зорової роботи з найменшим розміром об'єкта розрізнення, контрастом об'єкта з фоном і характеристикою фону. Враховується система робочого освітлення (загальне або комбіноване) та джерела світла (лампи розжарювання або газорозрядні).

Згідно з нормами, всі роботи за зоровими параметрами розподіляються на 8 розрядів та 4 підрозряди (а, б, в, г) залежно від розміру об'єкта та умов (фон, контраст) (табл. 1).

На промислових підприємствах робоче освітлення більшості виробничих приміщень характеризуються III...VIII розрядами зорових робіт. Приміщення, в основному, обладнуються загальним освітленням. На поточних лініях воно локалізоване.

8. Розрахунок штучного освітлення

У розрахунку штучного освітлення для конкретних умов виробництва виникає потреба, коли необхідно дослідити існуючу освітлювальну установку або спроектувати нову для даного виду робіт. У першому випадку розраховують освітленість, яку має створити освітлювальна установка, вимірюють дійсну освітленість та порівнюють її з нормованою.

У другому випадку обирають систему освітлення, тип джерела світла, визначають нормовану освітленість і розраховують кількість світильників або ламп, які забезпечують нормовану освітленість.

Для цього застосовують методи: *питомої потужності* і *коефіцієнта використання світлового потоку*.

1. *Метод питомої потужності* – найбільш простий, але є приблизним (орієнтовним) методом розрахунку. Він базується на визначенні за світлотехнічними довідниками питомої потужності освітлювальної установки, яка залежить від коефіцієнтів відбиття стелі, стін та підлоги приміщення і коефіцієнтів запасу для світильників з різними джерелами світла. Для розрахунку необхідно їх мати таблиці для визначення питомої потужності, складені для різних показників освітленості та коефіцієнтів.

Знайдену в таблиці питому потужність перемножують на площу і отримують загальну необхідну потужність. Поділивши загальну потужність на кількість ламп, одержують потужність однієї лампи і, навпаки, поділивши на потужність однієї лампи – одержують їх кількість:

$$P_l = \frac{P_{\text{пит}} \cdot S}{N}, \quad (13)$$

де P_l – потужність однієї лампи, Вт;
 $P_{\text{пит}}$ – питома потужність, Вт/м²;
 S – площа приміщення, м²;
 N – кількість світильників (ламп).

2. *За методом коефіцієнта використання світлового потоку* розраховують необхідну кількість світильників або освітленість за формулою:

$$F_{\text{л. розр.}} = \frac{E_n \cdot S \cdot K_3 \cdot Z}{N \cdot n \cdot \eta}, \quad \text{лм}, \quad (14)$$

тоді:
$$N = \frac{E_n \cdot S \cdot K_3 \cdot Z}{F_{\text{л. станд.}} \cdot n \cdot \eta}, \quad \text{шт}, \quad (15)$$

$$E_{\text{розр.}} = \frac{F_{\text{л. станд.}} \cdot N \cdot n \cdot \eta}{S \cdot K_3 \cdot Z}, \quad \text{лк}, \quad (16)$$

де E_n $E_{\text{розр.}}$ – нормована та розрахована освітленість, лк;

S – площа освітлюваної поверхні, м²;

N, n – кількість світильників та ламп у кожному з них, шт.;

K_3 – коефіцієнт запасу, що враховує старіння ламп і запиленість приміщення (дод. 3);

Z – коефіцієнт нерівномірності освітлення, залежить від типу ламп, що використовуються у світильниках (для ламп розжарювання та ДРЛ $Z = 1,1$, для люмінесцентних ламп $Z = 1,15$);

$F_{л. розр.}, F_{л. станд.}$ – світловий потік однієї лампи, що необхідне за розрахунками для створення нормованого значення освітленості та стандартний світловий потік ламп, які випускаються промисловістю (вибирається значення найближче до розрахункового за дод. 4), лм;

η – коефіцієнт використання світлового потоку, визначається за дод. 5, залежить від коефіцієнтів відбиття стелі і стін та індексу приміщення. Індекс приміщення враховує висоту встановлення світильника над робочим місцем h , довжину та ширину приміщення A і B :

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)}. \quad (17)$$

Коефіцієнт η вказує, яка частина світлового потоку (корисна) падає на робочу поверхню.

Для розрахунку локалізованого та комбінованого освітлення можна застосувати *точковий метод*. В основі цього методу лежить рівняння:

$$E_{розр.} = \frac{I \cdot \cos \alpha}{K_3 \cdot h^2}, \quad (18)$$

де E – освітленість, лк;

I – сила світла у напрямку від джерела на дану точку робочої поверхні, (дод. 6), кд;

α – кут падіння світлового потоку між променем і перпендикуляром до робочої поверхні (рис. 6);

h – висота підвісу світильника над робочою поверхнею, м;

K_3 – коефіцієнт запасу.

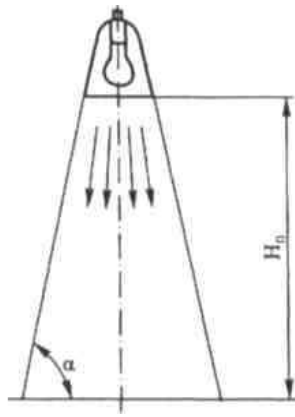


Рис. 6. Схема для розрахунку освітлення

9. Контроль та догляд за освітлювальними установками

Освітлення потребує систематичного догляду, правильної експлуатації освітлювальної установки та контролю освітленості на робочих місцях не менше одного разу на рік.

Залежно від специфіки цехів складають графіки перевірки стану віконного скла, світильників, електроарматури, їх очищення та миття. Внаслідок тривалої експлуатації ламп, їх світловий потік знижується до 25%. Такі лампи треба своєчасно замінювати. Забороняється встановлення світильників, до комплекту яких входять неоднотипні газорозрядні лампи, а також такі, що мають різний спектр та величину світлового потоку.

Очищення світильників належить проводити не менше одного разу на три місяці. Очищення шибок світлових отворів проводиться не рідше двох разів на рік для приміщень із незначним виділенням пилу, і не менше чотирьох разів із значним виділенням пилу.

Основним приладом для контролю та вимірювання освітленості на робочих місцях є люксметри типу Ю-16, Ю-17, Ю-116, Ю-117. Вони відрізняються границями вимірювання та оформленням. Принцип дії всіх однаковий і базується на явищі фотоелектричного ефекту.

Для автоматичного контролю освітленості на робочих місцях встановлюються фотодіоди ФД, які вказують на недостатню освітленість.

10. Порядок проведення лабораторної роботи.

Вимірювання та оцінка природного освітлення у приміщенні

1. Виділити 5 умовних робочих місць у площині характерного розрізу приміщення лабораторії на рівні умовної робочої поверхні, наприклад, на відстані 1, 2, 3, 4 та 5 метрів від віконного отвору на висоті 0,8 м від підлоги.

2. Люксометром Ю-116 виміряти освітленість виділених робочих місць ($E_{вн.1}$, $E_{вн.2}$, і т.ін.), а також горизонтальну зовнішню освітленість ($E_{зовн.}$). Дані занести в таблицю протоколу.

3. Розрахувати коефіцієнт природної освітленості КПО ($e_{ф.1}$, $e_{ф.2}$, і т.д.) для кожного з п'яти робочих місць (за формулою 8).

4. Знайти нормоване значення КПО (e_N , %) для заданого за варіантом розряду зорових робіт та поясу світлового клімату з урахуванням даних дод. 1, 2 (за формулою (5.9)).

5. Результати вимірювань і розрахунків занести в протокол.

6. Побудувати графік залежності КПО від розташування робочого місця щодо віконного отвору аудиторії (додаток В.5).

7. Визначити за допомогою графіка умовні робочі місця, на яких рівень КПО відповідає нормованому значенню для заданого розряду зорової роботи. Зробити висновок про достатність природного освітлення у приміщенні.

Методика оцінки штучного освітлення

Завданням оцінки є визначення відповідності освітлювальної установки для виконання нормативних вимог з освітленості у виробничому приміщенні. Для контролю та при проектуванні систем штучного освітлення застосовують такі методи:

– *точковий*, використовуваний для оцінки та розрахунку місцевого і комбінованого освітлення;

– *світлового потоку* (коефіцієнта використання), вживаний для оцінки та розрахунку загального рівномірного освітлення;

– *питомої потужності*, використовується для орієнтовних розрахунків.

У роботі необхідно провести оцінку рівня освітленості при штучному освітленні за одним із зазначених методів.

Оцінка штучного освітлення за точковим методом

1. Розрахувати освітленість ($E_{розр.}$, лк) приміщення за такою формулою:

$$E_{розр.} = \frac{F_l \cdot I_\alpha \cdot \cos^3 \alpha \cdot n}{h^2 \cdot K_z \cdot 1000}, \quad (19)$$

де F_l – світловий потік заданого типу ламп (лм) (дод. 4);

α – кут падіння світлового потоку, який визначається через тангенс кута, далі за дод. 7:

$$\operatorname{tg} \alpha = L/2h, \quad (20)$$

де L – відстань між лампами або рядами ламп (м), задано за варіантом;

h – висота підвісу ламп над робочою поверхнею, (м) задано за варіантами;

$\cos^3 \alpha$ – залежно від знайденого кута падіння світлового потоку (дод. 7);

I_α – сила світла під кутом α для заданого типу світильника і типу кривої сили світла КСС (кд) (дод. 6);

n – кількість ламп, задано за варіантом;

K_z – коефіцієнт запасу, задано за варіантом.

2. Для оцінки достатності штучного освітлення визначити нормовану величину освітленості (E_n) при загальному штучному освітленні для заданого розряду і підрозряду зорових робіт та відповідного типу ламп (дод. 1).

3. Знайти відхилення (ΔE) фактичної величини освітленості від норми:

$$\Delta E = \frac{E_{розр.} - E_n}{E_n} \cdot 100\%. \quad (21)$$

За ДБН В.2.5.28-2006 відхилення ΔE допускається в межах від (–10%) до (+20%).

4.Зробити висновок про достатність штучного освітлення

Оцінка штучного освітлення за коефіцієнтом використання світлового потоку

1. Визначити загальну розрахункову освітленість ($E_{розр.}$ лк) виробничого приміщення, що створюється світильниками, за формулою 16.

У порядок розрахунку входить визначення індексу приміщення (i) за формулою 17, значення якого разом з величинами коефіцієнтів віддзеркалення стелі (ρ_c), стін ($\rho_{ст}$) та підлоги (ρ_n), впливає на вибір відповідного даному типу світильника (за типм КСС) коефіцієнта використання світлового потоку (η).

2. Для оцінки достатності світлового потоку джерела світла по нормованій освітленості необхідно визначити нормовану величину освітленості (E_n) за загального штучного освітлення для заданого розряду і підрозряду зорових робіт (дод. 1).

3. Знайти відхилення (ΔE) фактичної величини освітленості від норми за формулою (21).

За ДБН В.2.5-28-2006 відхилення ΔE допускається в межах від (-10%) до (+20%).

5.Зробити висновок про достатність штучного освітлення.

11. Контрольні запитання

1. Яку роль відіграє зір у спілкуванні людини з навколишнім світом?
2. До чого призводить недостатня освітленість?
3. Чому сприяє неправильне освітлення?
4. Від яких чинників залежить стомлюваність органів зору?
5. Якими показниками характеризується освітленість?
6. Які бувають види освітлення?
7. Які світлові характеристики відносяться до якісних показників?
8. Які світлові характеристики відносяться до кількісних показників?
9. Що таке світловий потік, в яких одиницях він вимірюється?
10. Що таке сила світла, в яких одиницях вона вимірюється?

11. Яку характеристику оцінюють в люменах?
12. Що розуміють під яскравістю поверхні?
13. Одиниця вимірювання освітленості?
14. Охарактеризуйте поняття «освітленість».
15. Що розуміють під об'єктом розрізнення?
16. Що розуміють під терміном «фон»?
17. Що таке видимість?
18. Які існують системи природного освітлення?
19. Як нормується природне освітлення?
20. Дайте визначення КПО.
21. Чим визначається розряд зорових робіт?
22. Чим визначається підрозряд зорових робіт?
23. Від яких параметрів залежить нормативна величина КПО?
24. Від яких параметрів залежить нормативна величина освітленості?
25. Який параметр нормується за природного освітлення?
26. Як оцінюється достатність освітлення за суміщеному освітленні?
27. Які системи освітлення використовують за штучного освітлення?
28. Який параметр нормується за штучного освітлення?
29. Що таке світильник?
30. За якими ознаками класифікують світильники?
31. Який прилад використовують для визначення освітленості?
32. Які методи використовують для оцінки штучного освітлення?
33. Від чого залежить коефіцієнт використання світлового потоку?
34. Як впливає кут падіння світлового потоку на величину сили світла?
35. На якому явищі засновано принцип дії люксметра?
36. Перерахуйте конструктивні частини люксметра і охарактеризуйте їх призначення.

Список літератури

1. ДБН В.2.5.28-2006. Природне і штучне освітлення.
2. Кнорринг Г.М. Осветительные установки. – Л.: Энергоиздат, 1981.– 288 с.
3. Долин П.А. Справочник по технике безопасности. – М.: Энергоиздат, 1982. – 800 с.
4. Юдин Е.Я. Охрана труда в машиностроении. – М.: Машиностроение, 1983.– 432 с.
5. Жидецкий В.Ц., Джигерей В.С., Мельников А.В. Основы охраны труда. – Львов: Афиша, 2000 – 351 с.
6. Гандзюк М.П., Желібо Є.П., Халімовський М.О. Основи охорони праці. – К.: Каравела, 2004. – 408 с.

Нормовані значення освітленості та КПО для виробничих приміщень (ДБН В.2.5-28-2006)

Зорова робота	Найменший розмір об'єкту розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Під-розряд зорової роботи	Контраст об'єкту розрізнення з фоном	Характеристика фону	Освітленість, E_n , лк		КПО, e_n %			
						при комбінованому освітленні	при загальному освітленні	при верхньому, або комбінованому освітленні	при бічному освітленні	при верхньому, або комбінованому освітленні	при бічному освітленні
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Найвищої точності	Менше 0,15	I	а	Малий	Темний	5000	–	–	–	6,0	2,0
			б	Малий Середній	Середній Темний	4000 3500	1200 1000				
			в	Малий Середній Великий	Світлий Середній Темний	2500 2000	750 600				
			г	Середній Великий Великий	Світлий Світлий Середній	1500 1250	400 300				
Дуже високої точності	Від 0,15 до 0,3	II	а	Малий	Темний	4000	–	–	–	4,2	1,5
			б	Малий Середній	Середній Темний	3000 2500	750 600				
			в	Малий Середній Великий	Світлий Середній Темний	2000 1500	500 400				
			г	Середній Великий Великий	Світлий Світлий Світлий	1000 750	300 200				
Високої точності	Від 0,3 до 0,5	III	а	Малий	Темний	2000	500	–	–	3,0	1,2
			б	Малий Середній	Середній Темний	1000 750	300 200				
			в	Малий Середній Великий	Світлий Середній Темний	750 600	300 200				
			г	Середній Великий Великий	Світлий Світлий Середній	400	200				
Середньої точності	Від 0,5 до 1,0	IV	а	Малий	Темний	750	300	4,0	1,5	2,4	0,9
			б	Малий Середній	Середній Темний	500	200				
			в	Малий Середній Великий	Світлий Середній Темний	400	200				
			г	Середній Великий Великий	Світлий Світлий Середній	–	200				
Малої точності	Від 1,0 до 5,0	V	а	Малий	Темний	400	300	3,0	1,0	1,8	0,6
			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 та контрасту об'єкту з фоном		–	200	3,0	1,0	1,8	0,6

Примітка: найменший розмір об'єкта розрізнення і відповідні їм розряди зорової роботи встановлені під час розташування об'єктів розрізнення на відстані $0,5 \geq m$ від очей працюючого.

Коефіцієнт світлового клімату, t

Світлові прорізи	Орієнтація світлових прорізів за сторонами горизонту	Коефіцієнт світлового клімату, t	
		Автономна республіка Крим, Одеська обл.	Решта території України
В зовнішніх стінах будинків	ПН	0,85	0,90
	ПНС, ПНЗ	0,85	0,90
	З, С	0,80	0,85
	ПДС, ПДЗ	0,80	0,85
	ПД	0,75	0,85
В прямокутних та трапецієподібних ліхтарях	ПН-ПД	0,80	0,80
	ПНС-ПДЗ ПДЗ-ПНЗ	0,75	0,80
	С-З	0,70	0,75
У ліхтарях типу "Шед"	ПН	0,80	0,80
У zenітних ліхтарях	–	0,70	0,80
Прим: ПН - північ; ПНС - північ-схід; ПНЗ - північ-захід; С - схід; З - захід; ПН-ПД - північ-південь; С-З - схід-захід; ПД - південь; ПДС - південь-схід; ПДЗ - південь-захід			

Коефіцієнт запасу K_z

Приміщення та територія	Приклади приміщень	Коефіцієнт запасу K_z при природному освітленні і розташуванні світлопропускаючого матеріалу		
		вертик.	похило	горизонт.
1. Виробничі приміщення з повітряним середовищем, що містить у робочій зоні:	Агломераційні фабрики, цементні заводи і обрубувальні відділення ливарних цехів Цехи ковальські, ливарні, мартенівські, зварювальні, збірного залізобетону Цехи інструментальні, складальні, механічні, механоскладальні, пошивні Цехи хімічних заводів з вироблення кислот, лугів, їдких хімічних реактивів, добрив, цехи гальванічних покриттів та гальванопластики різних галузей промисловості з застосуванням електролізу	1,5	1,7	2
		1,4	1,5	1,8
		1,3	1,4	1,5
		1,5	1,7	2
2. Приміщення житлових та громадських будинків	Кабінети і робочі приміщення громадських будинків, житлові кімнати, навчальні приміщення, лабораторії, читальні зали тощо	1,2	1,4	1,5

Характеристика джерел штучного освітлення

Світловий потік ламп розжарювання, $F_{л. стандарт}$ (лм)					
Тип лампи	Потужність	Світловий потік	Тип лампи	Потужність	Світловий потік
НБ-40	40	370	ЛН-150	150	2100
НБК-40		430	НГ-150		1900
ЛН-60	60	715	ЛН-200	200	2920
НБ-60		620	НГ-200		2700
НБК-60		700	ЛН-300	300	4600
НБ-75	75	840	НГ-300		4350
НБК-75		1080	ЛН-500	500	8300
ЛН-100	100	1350	НГ-500		8100
НБ-100		1240	НГ-750	750	13100
Світловий потік люмінесцентних ламп, $F_{л. стандарт}$ (лм)					
Тип лампи	Потужність	Світловий потік	Тип лампи	Потужність	Світловий потік
ЛДЦ 15	15	450	ЛХБ 30	30	1500
ЛД 15		525	ЛБ 30		1740
ЛХБ 15		600	ЛТБ 30		1500
ЛБ 15		630	ЛДЦ 40	40	1520
ЛТБ 15	600	ЛД 40	1960		
ЛДЦ 20	20	620	ЛХБ 40		2200
ЛД 20		760	ЛБ 40		2480
ЛХБ 20		900	ЛТБ 40	2200	
ЛБ 20		980	ЛДЦ 80	80	2720
ЛТБ 20	900	ЛД 80	3440		
ЛДЦ 30	30	1110	ЛХБ 80		3840
ЛД 30		1380	ЛБ 80		4320

Коефіцієнти використання світлового потоку η , %

Тип світильника	$\rho_{с\%}$	$\rho_{ст\%}$	Коефіцієнт використання 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
У і УПМ	70	50	22	32	39	44	47	49	50	52	55	58	60	62	64	66	68	70	73
	50	30	20	26	34	38	41	43	45	47	50	53	55	57	59	62	64	66	69
	30	10	17	23	30	34	37	39	41	43	46	48	51	53	55	58	61	62	64
УЗ	70	50	19	27	32	35	37	39	40	42	44	46	48	49	51	53	55	56	57
	50	30	15	22	28	31	33	35	36	38	40	42	44	45	47	49	51	52	53
	30	10	10	12	19	25	30	31	32	34	36	39	40	42	44	46	48	49	51
Г і ГПМ	70	50	26	32	36	40	43	45	47	50	54	57	59	61	62	64	66	67	69
	50	30	22	27	31	34	37	40	42	45	49	53	55	57	58	61	63	64	66
	30	10	19	24	28	31	34	37	39	42	46	49	52	54	55	58	60	61	63
СХМ	70	50	32	36	40	44	47	50	52	55	60	63	66	68	70	72	74	76	77
	50	30	25	29	33	37	40	43	46	49	54	58	61	63	65	67	70	72	74
	30	10	21	25	30	33	37	39	42	44	50	54	57	59	62	64	67	68	71
ПГТ	70	50	18	22	26	28	30	31	33	35	37	39	41	42	44	46	48	49	51
	50	30	14	17	20	23	25	26	28	30	32	34	36	38	39	41	43	44	46
	30	10	10	14	17	20	21	23	24	26	29	31	32	34	35	37	39	40	42
Лц	70	50	22	29	34	38	41	44	46	49	52	54	56	58	60	62	64	66	68
	50	50	21	26	31	35	37	40	42	44	47	50	52	53	55	57	58	60	62
	50	30	18	22	27	31	34	36	38	40	43	46	48	49	51	53	54	56	58
ОД	70	50	30	34	38	42	45	47	50	53	57	60	62	64	65	67	69	70	72
	50	30	25	29	33	36	39	42	44	48	52	54	57	59	60	63	65	66	69
	30	10	20	25	29	33	35	38	40	43	47	51	54	56	57	60	62	64	66
ОДР	70	50	28	32	35	38	41	44	46	48	52	54	56	58	60	62	63	64	65
	50	30	24	27	30	33	36	38	41	44	47	50	52	54	55	58	59	61	62
	30	10	21	24	27	29	32	34	36	39	43	46	49	51	52	55	57	58	60
ОДОР	70	50	26	30	34	37	40	42	45	48	51	54	56	58	59	61	63	64	66
	50	30	20	24	28	31	33	35	37	40	43	46	48	50	51	53	55	56	58
	30	10	17	20	23	26	28	30	33	35	38	41	43	45	46	48	50	51	53
ПВЛ-1	70	50	17	22	25	28	30	32	34	36	39	42	44	45	47	49	41	52	54
	50	30	13	17	20	22	24	26	28	30	33	36	38	40	41	43	45	47	49
	30	10	10	13	16	18	20	22	24	26	29	31	33	35	37	39	41	43	45
ШОД	70	50	22	28	32	35	38	41	43	46	50	53	55	57	59	61	63	65	67
	50	50	16	21	24	27	30	32	34	37	40	43	45	47	48	50	52	54	56
	50	30	14	18	21	24	27	29	31	34	37	40	42	44	45	48	50	51	53

**Значення сили світла (за світлового потоку ламп у світильнику
1000 лм), I_{α} (кд)**

Кут α	Тип світильника											
	3 лампами розжарювання						3 люмінесцентними лампами					
	У та УМП	УЗ	Г та ГПМ	СХМ	ПГТ	Лц	ОД	ОДР	ОДОР	ПВЛ-1	ШОД	ШЛП
0	238	185	268	262	124	141	242	246	208	144	172	211
5	229	183	365	260	124	142	241	244	208	144	170	209
15	215	175	248	255	119	144	241	238	208	141	164	199
25	204	167	227	242	111	144	237	227	209	138	148	183
35	195	154	206	228	100	146	216	210	198	131	134	157
45	164	133	185	190	90	133	183	171	157	118	102	119
55	145	108	150	155	80	88	139	126	104	108	68	82
65	122	84	88	122	73	51	93	86	70	92	48	70
75	76	55	19	28	63	50	40	35	25	72	39	61
85	7	19	5	5	54	46	10	10	10	59	38	56
90	3	8	–	–	46	45	–	–	0	52	38	55

Величина α , $tg \alpha$, $cos^3 \alpha$

Кут α	$tg \alpha$	$cos^3 \alpha$	Кут α	$tg \alpha$	$cos^3 \alpha$	Кут α	$tg \alpha$	$cos^3 \alpha$
0	0,000	1,000	15	0,268	0,901	30	0,577	0,650
1	0,017	1,000	16	0,287	0,888	31	0,601	0,630
2	0,035	0,998	17	0,306	0,875	32	0,625	0,610
3	0,052	0,996	18	0,325	0,860	33	0,650	0,590
4	0,067	0,993	19	0,344	0,845	34	0,675	0,570
5	0,087	0,989	20	0,364	0,830	35	0,700	0,550
6	0,105	0,984	21	0,384	0,814	36	0,727	0,530
7	0,012	0,978	22	0,404	0,797	37	0,754	0,509
8	0,141	0,971	23	0,424	0,780	38	0,781	0,489
9	0,158	0,964	24	0,445	0,762	39	0,810	0,469
10	0,176	0,955	25	0,466	0,744	40	0,839	0,449
11	0,194	0,946	26	0,488	0,726	41	0,869	0,429
12	0,213	0,936	27	0,510	0,707	42	0,900	0,410
13	0,231	0,925	28	0,532	0,688	43	0,932	0,391
14	0,249	0,913	29	0,554	0,669	44	0,966	0,372

Варіант	Найменший розмір об'єкту розрізнення (мм)	Населений пункт*	Розташування світлового отвору	Орієнтація світлових проїмів за сторонами горизонту	Розряд і підрозряд з орової роботи	Тип світильників	Тип ламп	Відстань між лампами (м)	Висота підвісу ламп над робочою поверхнею (м)	Коефіцієнт запасу	Кількість ламп	Довжина приміщення, А (м)	Ширина приміщення, В (м)
1.	0,45	1	В зовнішніх стінах будинків	ПН	III а	У	НГ-200	3,0	2,0	1,5	12	6	4
2.	0,1	2		ПНС	I б	ОД	ЛДЦ-30	2,7	3,0	1,3	90	12	6
3.	0,27	3		С	II в	ОДР	ЛТБ-40	2,2	1,8	1,3	8	15	8
4.	0,65	4		ПНЗ	IV г	ПГТ	ЛН-60	2,4	2,4	1,7	14	20	10
5.	0,8	5		ПД	V а	Лц	НБ-100	2,6	3,0	1,7	20	14	12
6.	0,12	6		ПДЗ	I а	ОДОР	ЛТБ-30	1,8	3,4	1,3	80	8	4
7.	0,32	7		ПДС	III б	ШОД	ЛХБ-80	2,0	2,8	1,5	8	6	6
8.	0,16	8		ПН	II г	УЗ	ЛБ-20	3,0	2,4	1,3	100	10	8
9.	0,52	9		ПНС	IV в	УМП	НБ-60	2,0	4,0	1,7	44	12	10
10.	1,1	10		С	V б	У	НБ-40	2,2	3,8	1,7	52	16	12
11.	5,4	11		ПНЗ	VI	УМП	ЛН-150	2,4	3,6	1,3	6	8	4
12.	0,13	12		ПД	I в	ШОД	ЛДЦ-80	2,6	2,4	1,3	22	15	6
13.	0,28	13		ПДЗ	II а	ПВЛ-1	ЛД-80	3,0	2,8	1,3	40	10	8
14.	0,41	14		ПДС	III в	СХМ	НБ-75	3,2	2,2	1,5	20	12	10
15.	0,62	15		ПН	IV б	ПГТ	НБК-40	3,5	2,8	1,5	90	20	12
16.	0,74	16		ПНС	IV а	Лц	НБК-75	1,8	3,4	1,5	36	4	4
17.	0,11	17		С	I г	ОД	ЛБ-80	2,0	3,0	1,3	6	14	6
18.	0,20	18		ПНЗ	II б	ШОД	ЛБ-40	2,2	3,0	1,3	22	12	8
19.	0,48	19		ПД	III г	УЗ	ЛН-100	2,4	2,4	1,5	10	18	10
20.	0,67	20		ПДЗ	IV а	СХМ	НГ-150	2,6	2,6	1,7	12	16	12
21.	2,4	21		ПДС	V в	ПГТ	ЛН-200	2,8	4,0	1,7	14	10	4
22.	0,23	22		ПН	II б	ОДОР	ЛХБ-40	3,0	2,6	1,3	24	6	6
23.	0,14	23		ПНС	I а	ШОД	ЛБ-30	3,2	2,8	1,3	96	10	8
24.	0,34	24		С	III г	ГПМ	ЛН-300	3,5	3,2	1,5	5	10	10
25.	0,29	25		ПНЗ	II в	ШЛП	ЛД-40	1,8	3,4	1,3	21	15	12
26.	3,6	1		ПД	V а	УЗ	НГ-300	2,0	4,0	1,7	8	8	4
27.	0,8	2		ПДЗ	IV а	СХМ	ЛН-500	2,2	2,2	1,7	2	6	6
28.	0,17	3		ПДС	II г	УЗ	ЛДЦ-40	2,4	2,0	1,5	12	14	8
29.	0,09	4		ПН	I в	ШОД	ЛХБ-30	2,6	2,6	1,3	46	12	10
30.	0,47	5		ПНС	III а	Ге	НГ-500	2,8	3,0	1,5	8	20	12
* територіальне розміщення споруди у певній області:													
1	Тернопільська	6	Житомирська	11	Кіровоградська	16	Полтавська	21	Херсонська				
2	Миколаївська	7	Закарпатська	12	Луганська	17	Рівненська	22	Хмельницька				
3	Ів.-Франківська	8	Запорізька	13	Львівська	18	Сумська	23	Черкаська				
4	Дніпропетровська	9	Вінницька	14	Волинська	19	АР Крим	24	Чернівецька				
5	Донецька	10	Київська	15	Одеська	20	Харківська	25	Чернігівська				

Примітка: у таблиці використано скорочення – С - схід; 3 - захід; ПД - південь; ПН - північ; ПНС - північ-схід; ПНЗ - північ-захід; ПДС - південь-схід; ПДЗ - південь-захід

Протокол лабораторної роботи №5

від «_____» _____ 20____ г.

Тема: «Дослідження та оцінка виробничого освітлення»

Студента групи _____ П.І.Б. _____ варіант _____

Початкові дані для оцінки природного освітлення

Чинник	Значення
Найменший розмір об'єкту розрізнення (мм)	
Населений пункт	
Розташування світлового отвору	
Орієнтація світлових проїомів за сторонами горизонту	

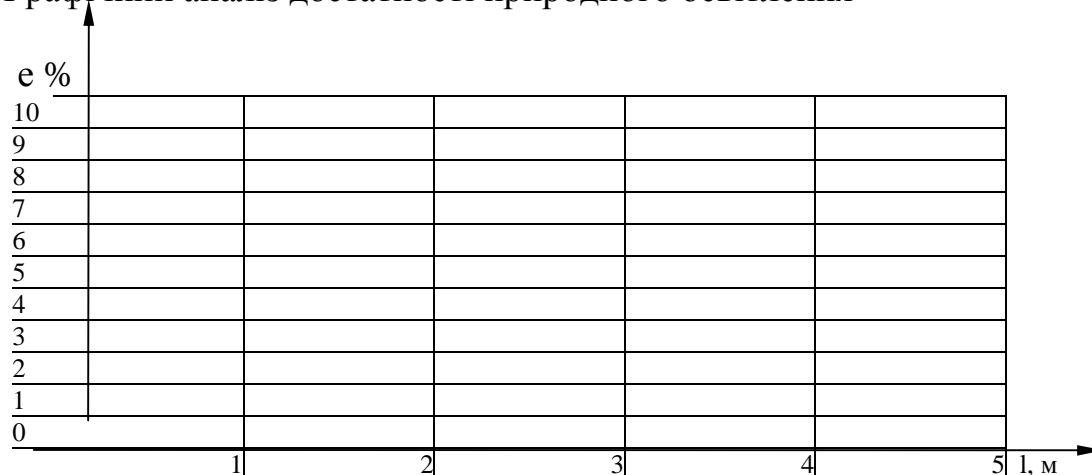
Початкові дані для оцінки штучного освітлення

Чинник	Значення
Розряд і підрозряд зорової роботи	
Тип світильників	
Тип ламп	
Кількість ламп	
Розмір приміщення А, В (м)	
Відстань між лампами (м)	
Висота підвісу ламп над робочою поверхнею (м)	
Коефіцієнт запасу K_3	

Результати вимірювань та розрахунків

Параметр	Номер умовного робочого місця					Нормоване значення
	1	2	3	4	5	
Освітленість приміщення при природному освітленні $E_{вн.}$, (лк)	65	60	58	42	30	–
Зовнішня освітленість $E_{зовн.}$, (лк)	1200					–
Коефіцієнт природного освітлення КПО $e_f, e_{норм.}$, %						
Освітленість при штучному освітленні $E_{розр.}, E_{н.}$, (лк)						

Графічний аналіз достатності природного освітлення



Висновок: _____

Роботу виконав _____ Роботу перевірів _____

ДЛЯ ПОДАТОК

ДЛЯ НОТАТОК

Навчально-методичне видання

ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ
Дослідження та оцінка виробничого освітлення

Методичні вказівки
до проведення лабораторної роботи
для студентів усіх спеціальностей
денної та заочної форми навчання

Укладачі: **КАСЬЯНОВ** Микола Анатолійович,
ГУНЧЕНКО Оксана Миколаївна,
ВІЛЬСОН Олександр Георгійович,
ЖУРАВСЬКА Наталія Євгенівна

Комп'ютерне верстання *Р.В. Шушпанової*

Підписано до друку 2016. Формат 60 × 84 ^{1/16}
Ум. друк. арк. 2,09. Обл.-вид. арк. 2,25.
Електронний документ. Вид № 40/III-16. Зам №

Видавець і виготовлювач
Київський національний університет будівництва і архітектури

Повітрофлотський проспект, 31, Київ, Україна, 03680
E-mail: red-isdat@ukr.net, тел. (044)241-54-22, 241-54-87
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єктів
Видавничої справи ДК № 808 від 13.02.2002 р.