

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ

Кафедра «БЖД та фізичного виховання»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичного заняття № 11

за темою: **«ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОЦІНКА ВИРОБНИЧОГО  
ОСВІТЛЕННЯ»**

з дисципліни «Соціальна та екологічна безпека життєдіяльності»

(для студентів усіх напрямків підготовки  
усіх форм навчання)

ЗАТВЕРДЖЕНО  
на засіданні кафедри  
«БЖД та ФВ»  
Протокол № \_1 від 29.09.2019\_

Київ 2019

## Практичне заняття № 11

### Тема: 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 всіх видів робіт. Світло є не тільки важливою умовою роботи зорового аналізатора, але є й біологічним фактором розвитку організму людини в цілому. Для людини день і ніч, світло і темрява визначають біологічний ритм – бадьорість чи сон. Отже, недостатня освітленість, або її надмірна кількість, знижує рівень збудженості центральної нервової системи і 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 повинно 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) ( $1 \text{ нм} \text{ дорівнює } 10^{-9} \text{ м}$ ). 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 (небосхила), що освітлює приміщення через світлові прорізи в зовнішніх відгороджуючих конструкціях.

2. *Штучне* – здійснюється штучними джерелами світла (лампами розжарювання або газорозрядними) і призначене для освітлення приміщень у темні години доби, або таких приміщень, які 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  $\omega$  рівному 1 стерadian точковим джерелом світла в 1 канделу. Стерadian – одиничний тілесний кут  $\omega$ , який утворює на сферичній поверхні радіусом 1м поверхню, площа якої дорівнює  $1\text{ м}^2$ . Значення  $\omega = S/R^2$  (рис. 1.).

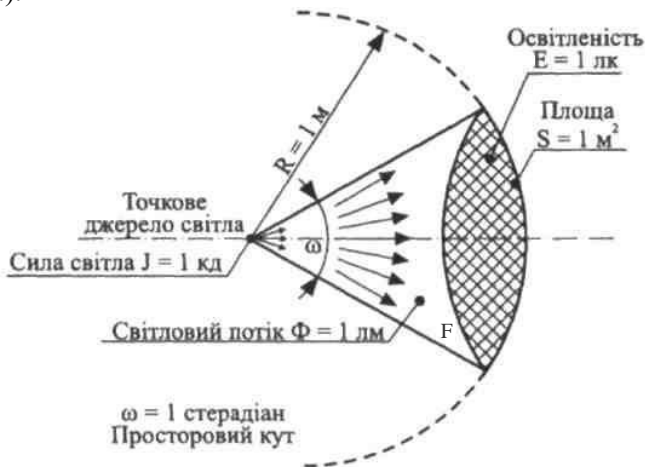


Рис. 1. Схема кількісних показників освітлення

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 приймають 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  $S=1\text{ м}^2$  при світ-

ловому потоці  $F=I$  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 прийнято ніт – це яскравість  $1\text{ м}^2$  плоскої поверхні, яка відбиває у перпендикулярному напрямі 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.д.

*Коефіцієнт відбиття* ( $\rho$ ) 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 при  $\rho>0,4$ , середнім при  $\rho=0,2\dots0,4$  і темним при  $\rho<0,2$ .

*Контраст об'єкта з фоном* ( $K$ ) характеризується співвідношенням яскравостей розрізняльного об'єкта та фону:

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

Контраст вважається великим при  $K>0,5$ , середнім при  $K=0,2\dots0,5$  і малим при  $K<0,2$ .

*Видимість* ( $V$ ) характеризує здатність ока сприймати об'єкт при освітленості від 0,1 до 100000 лк, залежить від освітленості, розміру даного об'єкту, його яскравості, контрасту об'єкту з фоном, та визначається числом порогових контрастів (тобто, найменшим розрізняльним контрастом):

$$V=K/K_{\text{пор.}}, \quad (6)$$

де  $K$  – контраст об'єкту з фоном;

$K_{\text{пор}}$  – пороговий контраст, тобто найменший помітний оком контраст, при невеликому зменшенні якого об'єкт стає невиразним.

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

$$P=(S-I)\cdot1000, \quad (7)$$

де коефіцієнт осліпленості  $S = V_1/V_2$ , причому,  $V_1$  – при екрануванні 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 розрізнювання* – це мінімальні окремі частини об'єкту, які необхідно розрізняти в процесі роботи.

### 3. Прилади для вимірювання освітленості

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

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

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

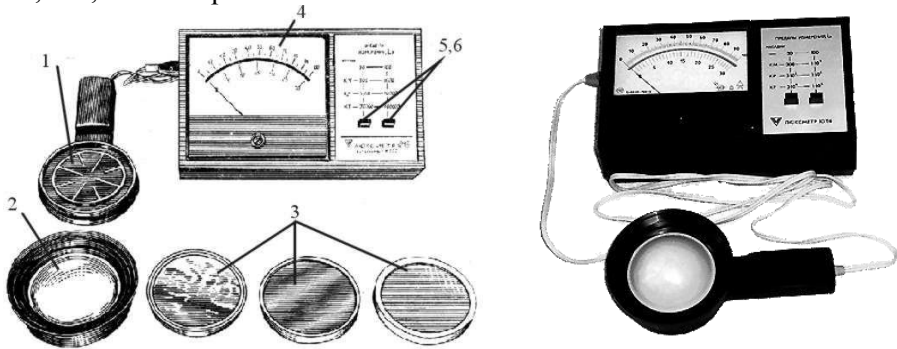


Рис. 2. Люксметр Ю-116.

1 – фотоелемент; 2 – поглинаюча 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 через ліхтарі (аераційні, zenітні), що встановлені на покрівлях виробничих будівель.

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

1. Бокове одностороннє або двостороннє, коли світлові отвори (вікна) зна-

ходяться в одній або в двох зовнішніх стінах.

2. Верхнє, коли світлові отвори (ліхтарі) знаходяться в покритті або в 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», в приміщеннях із постійним перебуванням людей в них повинно бути передбачене природне освітлення. Основною нормованою величиною природного освітлення є КПО, або ( $e$ ) – коефіцієнт природної освітленості. Фактичний КПО визначають відношенням заміряної освітленості на робочому місці у виробничому приміщенні  $E_{\text{вн.}}$  до одночасної освітленості зовні приміщення  $E_{\text{зовн.}}$  у горизонтальній площині при відкритому небосхилі (щоб ніщо не затінювало фотоелемент люксметра) і дифузному світлі (сонце закрито хмарою). Оскільки ця величина відносна, то виражається у відсотках:

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

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 (табл. 2), яке залежить від характеру зорової роботи (розряду);

$m$  – коефіцієнт світлового клімату (табл. 3).

При боковому освітленні нормується мінімальне значення КПО –  $e_{\text{мін}}$ . У випадку однобічного – 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, що розташовані у різних районах України наведені в будівельних нормах ДБН В.2.5-28-2006.

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

Також можливе використання розрахункового методу оцінки достатності природного освітлення, за яким визначається.

Нормований рівень природної освітленості визначається площею світлових отворів у зовнішніх огороженнях на основі розрахунків при проектуванні приміщення.

Попередній розрахунок площі світлових прорізів проводиться:

а) при боковому освітленні приміщень за формулою:

$$\frac{100 S_g}{S_n} = \frac{e_n K_3 \eta_d}{\tau_0 \cdot r_l} \cdot K_{\text{бвд}} \quad (10)$$

б) при верхньому освітленні за формулою:

$$100 \frac{S_l}{S_n} = \frac{e_n K_3 \eta_l}{\tau_0 \cdot r_2 \cdot K_l} \quad (11)$$

де  $S_g$  – площа світлових прорізів (в світлі) при боковому освітленні;  
 $S_n$  – площа підлоги приміщення;  
 $e_n$  – нормоване значення КПО;  
 $K_3$  – коефіцієнт запасу, який приймається згідно з таблицею 4;  
 $\eta_e$  – світлова характеристика вікон;

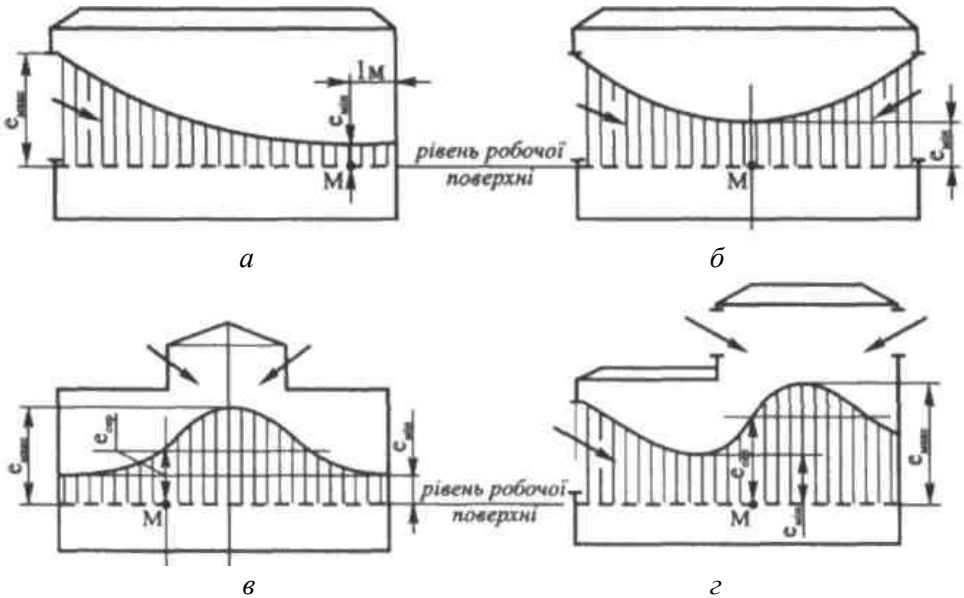


Рис. 3. Схеми видів природного освітлення та нормування КПО за розрізами приміщень: а) бокове одностороннє освітлення; б) бокове двостороннє освітлення; в) верхнє освітлення; г) комбіноване освітлення. 1- рівень робочої поверхні; 2 – крива зміни КПО за розрізом приміщення; 3 – рівень середнього значення КПО –  $e_{\text{ф}}$ ; М – позиція, в якій нормується мінімальне значення КПО –  $e_{\text{мін}}$

При верхньому та комбінованому освітленні нормується середнє значення КПО.

$\tau_0$  – загальний коефіцієнт світлопроникнення, який визначається за формулою:

$$\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 \cdot \tau_5 \quad (12)$$

де  $\tau_1$  – коефіцієнт світлопропускання матеріалу, який визначається;  
 $\tau_2$  – коефіцієнт, який враховує втрати світла в рамах світлопрорізу;

$\tau_3$  – коефіцієнт, який враховує втрати в несучих конструкціях (при боковому освітленні  $\tau_3 = 1$ );

$\tau_4$  – коефіцієнт, який враховує втрати світла в сонцезахисних пристроях;

$\tau_5$  – коефіцієнт, який враховує втрати світла в захисній сітці, яка встановлюється під ліхтарями, який приймається рівним 0,9;

$r_1$  – коефіцієнт, який враховує підвищення КПО при боковому освітленні завдяки світлу, яке відбивається від поверхонь приміщення та підстиляючого шару, прилеглого до будинку;

$K_{\text{від.}}$  – коефіцієнт, який враховує затінювання вікон протилежними будинками;

$S_{\text{ф}}$  – площа світлових прорізів (в світлі) при верхньому освітленні;

$\eta_{\text{ф}}$  – світлова характеристика ліхтаря або світлового прорізу в площині покриття;

$r_2$  – коефіцієнт, який враховує підвищення КПО при верхньому освітленні завдяки світлу, яке відбивається від поверхонь приміщення;

$K_{\text{л}}$  – коефіцієнт, який враховує тип ліхтаря.

Коефіцієнти, що використовуються для розрахунків за формулами 10, 11 наведені у нормативному документі ДБН В.2.5-28-2006 [1].

## 5. Штучне освітлення

Штучне освітлення поділяється на робоче, аварійне, охоронне, чергове.

Аварійне освітлення поділяється на освітлення безпеки та евакуаційне.

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

Робоче освітлення слід передбачати для всіх 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, повинно передбачатись окреме керування освітленням таких зон.

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

Нормовані характеристики освітлення в 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 слід 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*.

Система *загального освітлення* призначена 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 при великій щільності робочих місць. Загальне локалізоване освітлення встановлюють на поточних лініях, при виконанні робіт різноманітних за характером на певних робочих місцях, при 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 при огляді, контролі параметрів, ремонті).

Світильники місцевого освітлення повинні бути зручними у користуванні, а, головне, безпечними при 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 ламп має свої недоліки та переваги.

*Лампи розжарювання (ЛР)* належать до джерел світла теплового випромінювання, їх світлова віддача складає 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°C). 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.д.), простота світильників та компактність.

На підприємствах для освітлення застосовують різноманітні види ламп розжарювання: вакуумні (В), газонаповнені (Г), газонаповнені біоспиральні (Б) та ін. *Газорозрядні лампи* (люмінесцентні, ртутні, високого тиску дугові типу ДРЛ та ін.) випромінюють світло близьке до природного, поверхня колби цих ламп хо-

лодна, вони більш економні, 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 в 2,5...3 рази економніші 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 економністю в процесі тривалої експлуатації, а також їх незамінністю при 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 трьох-фазної мережі, або застосуванням височастотного постачання освітлювальної установки.

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

Зараз виготовляють такі види газорозрядних ламп, які розрізняються 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 тину ЛЕ найбільш близькі до спектру природного сонячного світла; лампи білого кольору ЛБ дають випромінювання з меншим вмістом синьо-фіолетових променів, світло у них трохи фіолетове, нагадує світло неба, вкритого хмарами, що освітлюються сонцем; лампи холодно-білого світла ЛХБ, ЛХЕ 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 в 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 при виконанні грубих робіт та робіт середньої точності, при загаль-

ному нагляді, 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 класифікуються за спрямуванням світлового потоку в робочій зоні та захистом від факторів навколишнього середовища.

За напрямком світлового потоку вони поділяються на світильники: прямого світла (випромінювання нижче за світильник, не менш 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).

Будь-який світильник розробляється не для одного конкретного об'єкта, а для типового застосування. Тому є кілька стандартних типів діаграм кутового розподілу сили світла, або кривих сили світла (КСС), докладний опис яких можна знайти в ГОСТ 17677-82.

В основу їхньої класифікації покладені дві незалежних друг від друга ознаки: зона напрямків максимальної сили світла і коефіцієнт форми КСС, під яким розуміють відношення максимальної сили світла в даній меридіональній площині до середньоарифметичної сили світла світлового потоку для цієї площини. Під КСС розуміють графік залежності сили світла світлового потоку від меридіональних і екваторіальних кутів, одержуваний перетином його фотометричного тіла площиною або поверхнею. КСС підрозділяються на сім типів відповідно до таблиці 1 та рис. 4.

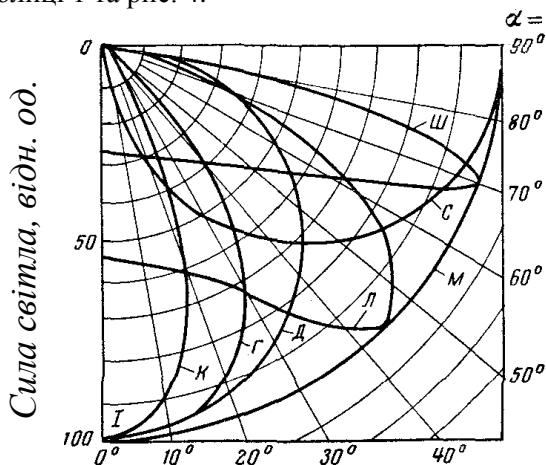
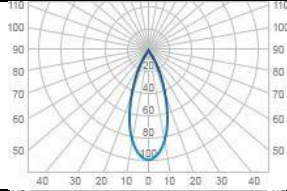
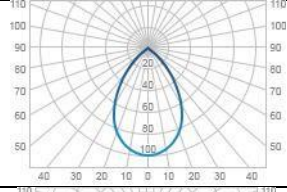
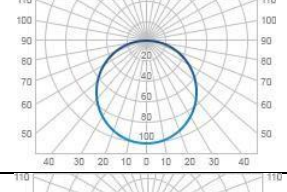
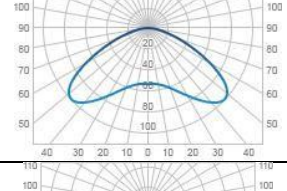
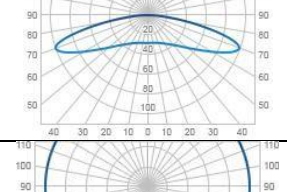
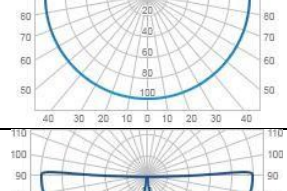
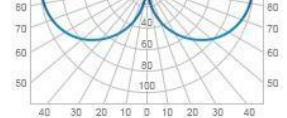


Рис. 4. Типи КСС

Таблиця 1

*Характеристики типів КСС*

КСС	Найменування	Позначення	Кут розкриття світлового потоку
	Концентрована	К	30°
	Глибока	Г	60°
	Косинусна	Д	120°
	Напівширока	Л	140° світловий потік розтягується уздовж освітлюва- ної поверхні
	Широка	Ш	160° світловий потік розтягується уз- довж освітлюваної поверхні
	Рівномірна	М	180°
	Синусна	С	90°

За ступенем захисту від навколишнього середовища світильники поділяються на: пилонезахищені (відкриті); пилозахищені 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. 5).

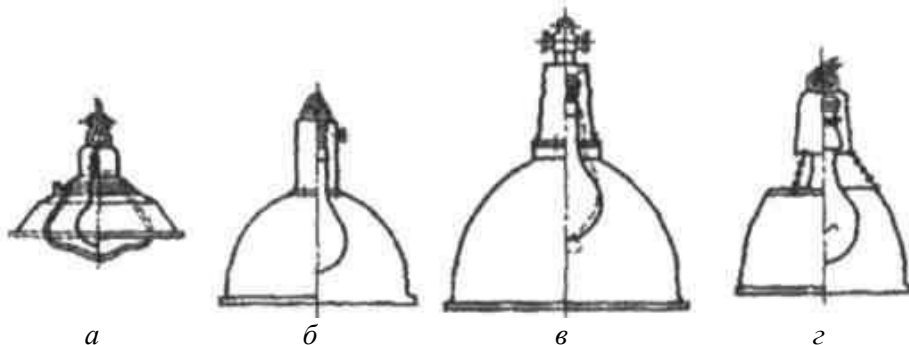


Рис. 5. Світильники: а) НОБ-300 з лампою розжарювання, вибухозахищений; б) ПУ-100-вологозахисний (промисловий); в) «Універсаль» УП-200 – пилоблизконепроникний; г) Рн-60 – пилонапроникний.

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  $15^\circ$  (рис. 6).

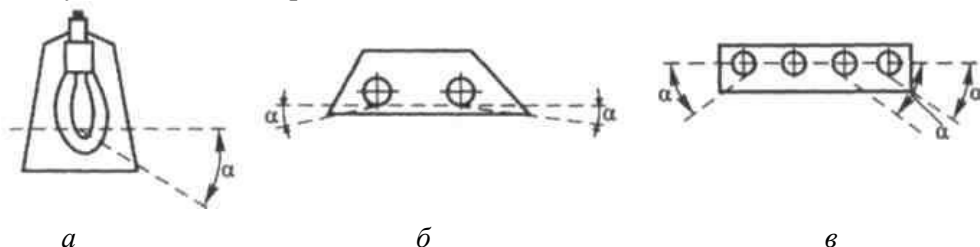


Рис. 6. Схема захисного кута для світильників: а – з лампами ДРЛ; б і в – з люмінесцентними.

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

## 7. Нормування штучного освітлення виробничих приміщень

Нормами [1] встановлюються мінімально допустимі величини освітленості виробничих та допоміжних приміщень, житлових та громадських будівель, тери-

торій виробничих підприємств, відкритих просторів та залізничних шляхів. Мінімальна освітленість встановлюється за характеристикою зорової роботи з найменшим розміром об'єкту 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) в залежності від розміру об'єкта та умов (фон, контраст) (табл. 2 Додатку 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

В 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 повинна 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. Таблиці для визначення питомої потужності складені для різних показників освітленості та коефіцієнтів, тому для розрахунку необхідно їх мати.

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:

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

де  $P_{\lambda}$  – потужність однієї лампи, Вт;

$P_{\text{пит}}$  – питома потужність, Вт/м<sup>2</sup>;

$S$  – площа приміщення, м<sup>2</sup>;

$N$  – кількість світильників (ламп).

2. Метод коефіцієнта використання світлового потоку пропонує розраховувати необхідну кількість світильників або освітленість за формулою:

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

тоді:

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

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

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

$S$  – площа освітлюваної поверхні, м<sup>2</sup>;

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

$K_3$  – коефіцієнт запасу, який враховує старіння ламп і запиленість приміщення (табл. 4 Додатку 1);

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

$F_{\text{л. розр.}}$ ,  $F_{\text{л. станд.}}$  – 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 табл. 5 Додатку 1) лм;

$\eta$  – коефіцієнт використання світлового потоку, визначається по світлотехнічних таблицях (табл. 6 Додатку 1), залежить від коефіцієнтів відбиття стелі та 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  $\eta$  вказує, яка частина світлового потоку (корисна) падає на робочу поверхню. Для світильників з лампами розжарювання

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

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

де  $E$  – освітленість, лк;

$I$  – сила світла у напрямку від джерела на дану точку робочої поверхні, (табл. 7) кд;

$\alpha$  – кут падіння світлового потоку між променем і перпендикуляром до робочої поверхні(рис. 7);

$h$  – висота підвісу світильника над робочою поверхнею, м;

$K_z$  – коефіцієнт запасу.

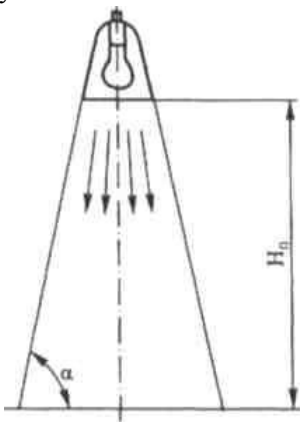


Рис. 7. Схема для розрахунку освітлення

#### 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 складаються 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 практичного заняття.

*Вимірювання та оцінки природного освітлення у приміщенні.*



1. Вибрати варіант завдання (Додаток 2). Дані занести у відповідні таблиці протоколу (Додаток 3)

2. Виділити 5 умовних робочих місць в площині характерного розрізу приміщення 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.

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

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

5. Знайти нормоване значення КПО ( $e_N$ , %) для заданого по варіанту розряду зорових робіт та поясу світлового клімату з урахуванням даних табл.2, 3 Додатку 1 (за формулою 9) для бічного суміщеного освітлення. Результати вимірювань і розрахунків занести в протокол.

6. Побудувати графік залежності КПО від розташування робочого місця щодо віконного отвору аудиторії (Додаток 3).

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 по освітленості у виробничому приміщенні. Для контролю та при проектуванні систем штучного освітлення застосовуються наступні методи:

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

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

– *питомій потужності*, вживаний при орієнтовних розрахунках.

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

### *Оцінка штучного освітлення за точковим методом*

1. Розрахувати освітленість ( $E_{розр.}$ , лк) приміщення по наступній формулі:

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

де  $F_{л}$  – світловий потік заданого типу ламп (лм) (таблиця 5 Додатку 1);

$\alpha$  – кут падіння світлового потоку, який визначається через тангенс кута, далі по таблиці 8 Додатку 1:

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

де  $L$  – відстань між лампами або рядами ламп (м), задано по варіанту;  
 $h$  – висота підвісу ламп над робочою поверхнею, (м) задана по варіанту;  
 $\cos^3 \alpha$  – залежно від знайденого кута падіння світлового потоку (таблиця 8 Додатку 1);

$I_\alpha$  – сила світла під кутом  $\alpha$  для заданого типу світильника і типу кривої сили світла КСС (кд) (таблиця 7 Додатку 1);

$n$  – кількість ламп, задано по варіанту;

$K_z$  – коефіцієнт запасу, заданий по варіанту.

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 (табл. 2. Додатку 1).

3. Знайти відхилення ( $\Delta E$ ) фактичної величини освітленості від норми:

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

За вимогами ДБН В.2.5.28-2006 відхилення  $\Delta E$  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 ( $E_{\text{розн., лк}}$ ) 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 ( $\rho_c$ ), стін ( $\rho_{cm}$ ) та підлоги ( $\rho_n$ ), впливає на вибір відповідного даному типу світильника (за типом КСС) коефіцієнта використання світлового потоку ( $\eta$ ).

2. Для оцінки достатності світлового потоку джерела світла по нормованій освітленості необхідно визначити нормовану величину освітленості ( $E_n$ ) при загальному штучному освітленні для заданого розряду і підрозряду зорових робіт (таблиця 2).

3. Знайти відхилення ( $\Delta E$ ) фактичної величини освітленості від норми за формулою (21).

За вимогами ДБН В.2.5.28-2006 відхилення  $\Delta E$  допускається в межах від (–10%) до (+20%).

4. Зробити висновок про достатність штучного освітлення.

## *11. Контрольні запитання*

1. Яку роль відіграє зір у спілкуванні людини з навколишнім світом?
2. Від яких чинників залежить стомлюваність органів зору?
3. Якими показниками характеризується освітленість?
4. Які бувають види освітлення?
5. Які світлові характеристики відносяться до якісних показників?
6. Які світлові характеристики відносяться до кількісних показників?
7. Що таке світловий потік, в яких одиницях він вимірюється?
8. Що таке сила світла, в яких одиницях вона вимірюється?
9. Яку характеристику оцінюють в люменах?
10. Що розуміють під яскравістю поверхні?
11. Одиниця вимірювання освітленості?
12. Охарактеризуйте поняття «освітленість».
13. Що розуміють під об'єктом розрізнення?
14. Що розуміють під терміном «фон»?
15. Що таке видимість?
16. Які існують системи природного освітлення?
17. Як нормується природне освітлення?
18. Дайте визначення КПО.
19. Чим визначається розряд зорових робіт?
20. Чим визначається підрозряд зорових робіт?
21. Який параметр нормується при природному освітленні?
22. Як оцінюється достатність освітлення при суміщеному освітленні?
23. Який параметр нормується при штучному освітленні?
24. За якими ознаками класифікуються світильники?
25. Який прилад використовують для визначення освітленості?
26. Які методи використовують для оцінки штучного освітлення?
27. Від чого залежить коефіцієнт використання світлового потоку?

## *12. Література*

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

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	при бічному освітленні	при верхньому, або комбінованому	при бічному освітленні
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
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	–	200				
				Середній	Темний						
			в	Малий	Світлий	–	200				
				Середній Великий	Середній Темний						
			г	Середній	Світлий	–	200				
Великий Великий	Світлий Середній										
Груба (дуже малої точності)	Більше 5,0	VI	–	Незалежно від характе- ристик фону та контраст- ту об'єкту з фоном		–	200	3,0	1,0	1,8	0,6

**Примітка:** найменші розміри об'єкту розрізнення і відповідні їм розряди зорової роботи встановлені при розташуванні об'єктів розрізнення на відстані не більше 0,5 м 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 літтарях	ПН-ПД	0,80	0,80
	ПНС-ПДЗ ПДЗ-ПНЗ	0,75	0,80
	С-З	0,70	0,75
У літтарях типу "Шед"	ПН	0,80	0,80
У зенітних літтарях	—	0,70	0,80
Примітка. 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			

Таблиця 4

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:				
а) більше 5 мг/м <sup>3</sup> пилу, диму, кіптяви	Агломераційні фабрики, цементні заводи і обрубувальні відділення ливарних цехів	1,5	1,7	2
б) від 1 до 5 мг/м <sup>3</sup> диму, кіптяви	Цехи ковальські, ливарні, мартенівські, зварювальні, збірного залізобетону	1,4	1,5	1,8
в) менше 1 мг/м <sup>3</sup> пилу, диму, кіптяви	Цехи інструментальні, складальні, механічні, механоскладальні, пошивні	1,3	1,4	1,5
г) значні концентрації кислот, лугів, газів, здатних при взаємодії з вологою утворювати слабкі розчини кислот, лугів, а також мають велику корозійну здатність	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
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, $F_{л. \text{ станд.}}$ (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, $F_{л. \text{ станд.}}$ (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

Таблиця 6

Коефіцієнти використання світлового потоку, %

Тип світиль- ника	$\rho_c\%$	$\rho_{ст}\%$	Коефіцієнт використання $\eta\%$ , 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



Таблиця 7

Значення сили світла (при світловому потоці ламп в світильнику 1000 лм), Іа (кд)

Кут $\alpha$	Тип світильника											
	3 лампами розжарювання						3 люмінесцентними лампами					
	У та УМП	УЗ	Г та ГПМ	СХМ	ПГТ	Лц	ОД	ОДР	ОД Р	ПВЛ -1	ШО Д	ШЛ П
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

Таблиця 8

Величина  $\alpha$ ,  $\operatorname{tg} \alpha$ ,  $\cos^3 \alpha$ 

Кут $\alpha$	$\operatorname{tg} \alpha$	$\cos^3 \alpha$	Кут $\alpha$	$\operatorname{tg} \alpha$	$\cos^3 \alpha$	Кут $\alpha$	$\operatorname{tg} \alpha$	$\cos^3 \alpha$
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

## Початкові дані

Варіант	Найменший розмір об'єкту розрізнення (мм)	Населений пункт *	Розташування світлового отвору	Орієнтація світлових проїмів за сторонами горизонту	Розряд і підряд зорової 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)				
До розрахунку природного освітлення				До розрахунку штучного освітлення													
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	Г	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	Івано-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 практичного заняття № 11

з дисципліни «Соціальна та екологічна безпека життєдіяльності»

**Тема: «Дослідження та оцінка виробничого освітлення»**

П.І.Б. \_\_\_\_\_ група \_\_\_\_\_ варіант \_\_\_\_\_ дата \_\_\_\_\_

*Початкові дані для оцінки  
природного освітлення*

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

*Початкові дані для оцінки  
штучного освітлення*

Чинник	Значення
Розряд і під розряд 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 $K_3$	

### Таблиця для розрахунку природного освітлення:

Фактичні виміри – загальні для всіх (дані люксометрії в аудиторії).

КПО нормоване – знаходять за варіантами).

Точка вимірювання	Поглинач	Показник індикатору	Е, лк	КПО, % (ф.8)	КПО нормативне, % (ф.9)
1 робоче місце (р.м.)	100	8,5			
2 р.м.	100	7,5			
3 р.м.	10	60			
4 р.м.	10	40			
5 р.м.	10	20			
На вулиці (під відкритим небом)	1000	50		Не розраховують	

### Таблиця для розрахунку штучного освітлення:

Викладач поділяє студентів на 2-3 підгрупи для виконання оцінки штучного освітлення за 2-3 варіантами. Послідовність дій за формулами: 20→19→21.

Е розрахун., лк	Е нормоване, лк	∇ Е

#### Результати дослідження

Параметр	Номер умовного робочого місця					Нормоване значення
	1	2	3	4	5	
Освітленість приміщення при природному освітленні $E_{\text{вн.}}$ (лк)						—
Зовнішня освітленість $E_{\text{зовн.}}$ (лк)						—
Коефіцієнт природного освітлення КПО $e_{\text{ф.}}$ $e_{\text{норм.}}$ %						
Освітленість при штучному освітленні $E_{\text{розр.}}$ $E_{\text{н.}}$ (лк)						

Графічний аналіз достатності природного освітлення:



Висновки: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Роботу виконав \_\_\_\_\_ Роботу перевірів \_\_\_\_\_

