

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторної роботи

**«ВИЗНАЧЕННЯ ОСВІТЛЕННЯ ПРИМІЩЕНЬ
ПРИРОДНИМ СВІТЛОМ»**

з дисципліни «Охорона праці»
для студентів усіх спеціальностей
денної та заочної форм навчання

Харків 2024

Методичні вказівки до лабораторної роботи «Визначення освітлення приміщень природним світлом» з дисципліни «Охорона праці» для студентів усіх спеціальностей денної та заочної форм навчання / уклад. Л. А. Васьковець, Є. В. Ящеріцин. – Харків : НТУ «ХПІ», 2024. – 60 с.

Укладачі : Л. А. Васьковець,
Є.В. Ящеріцин

Рецензент Н . С. Євтушенко

Кафедра безпеки праці і навколишнього середовища

ВСТУП

Одним із суттєвих факторів виробничого середовища є освітлення. На сучасному виробництві воно забезпечує 80 % робіт.

Несприятливі умови зорової роботи можуть викликати зорове і загальне стомлення працівників, психологічне напруження та розвиток професійних захворювань, підвищення рівня виробничого травматизму та аварій на виробництві. Так, тривале виконання точних зорових робіт на близькій відстані при недостатніх рівнях освітленості та значному напруженні м'язів кришталика може призвести у працівників до розвитку несправжньої короткозорості, що може перейти в справжню короткозорість, а також до раннього розвитку старечої далекозорості, коли кришталик втрачає свою еластичність.

Створення сприятливих умов зорової роботи може бути здійснено впровадженням раціонального виробничого освітлення і раціональною організацією робочого місця.

Раціональне виробниче освітлення не тільки попереджує розвиток негативних змін в організмі працюючих, а і сприяє збереженню високої працездатності, покращує якість виконуваної роботи та підвищує безпеку праці. Збільшення освітленості з 10 до 100 лк при напруженій зоровій роботі підвищує продуктивність праці на 10–20 %, зменшує кількість браку на 20 % та знижує число нещасних випадків на 30 %.

Організація раціонального освітлення у виробничих приміщеннях є важливим завданням безпеки праці.

Мета роботи – дослідження кількісних показників природного освітлення, ознайомлення з методами визначення коефіцієнта природної освітленості і необхідної площі світлових прорізів.

1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

У виробничих приміщеннях використовують три види освітленості:

- природне;
- штучне;
- суміщене (характеризується одночасним сполученням природного й штучного освітлення).

Природне освітлення утворюється природними джерелами: прямими сонячними променями і дифузним (розсіяним) світлом небосхилу. Цей вид освітлення біологічно найбільш цінний, до нього максимально пристосоване око людини. Дія штучного освітлення визначається високою інтенсивністю світлового потоку і сприятливим спектральним складом.

Природне освітлення поділяється на *бокове, верхнє і комбіноване (верхнє і бокове), транспортване та акумульоване*.

Залежно від конструктивного виконання й розташування прорізів для пропускання світла природне освітлення поділяється на таке:

- *бокове*, якщо світлові прорізи (вікна) розташовані в зовнішніх стінах (рис. 1);
- *верхнє*, якщо освітлення здійснюється через ліхтарі та отвори в дахах і перекриттях (рис. 2);
- *комбіноване*, якщо поєднуються верхнє й бокове освітлення (рис. 3).

Природне освітлення верхнім або комбінованим світлом забезпечує більшу рівномірність рівня освітленості, ніж бокове. При використанні тільки бокового освітлення утворюється високий рівень освітленості поблизу світлових прорізів і низький у глибині приміщення, тому,

наприклад, у виробничому цеху при цьому можливе утворення тіней від обладнання великих розмірів.

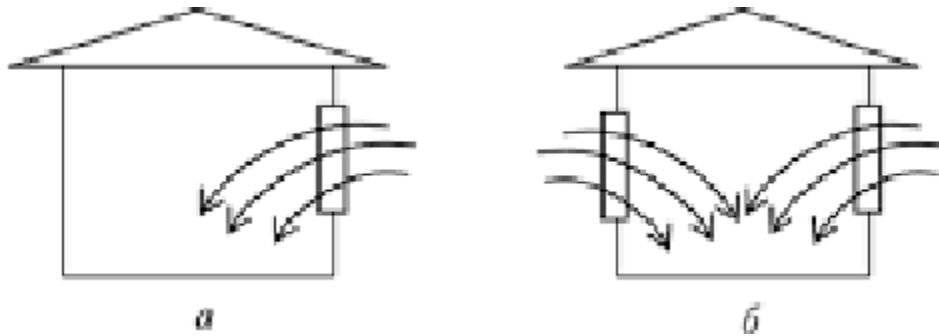


Рисунок 1 – Бокове природне освітлення:

a – одностороннє; *б* – двостороннє

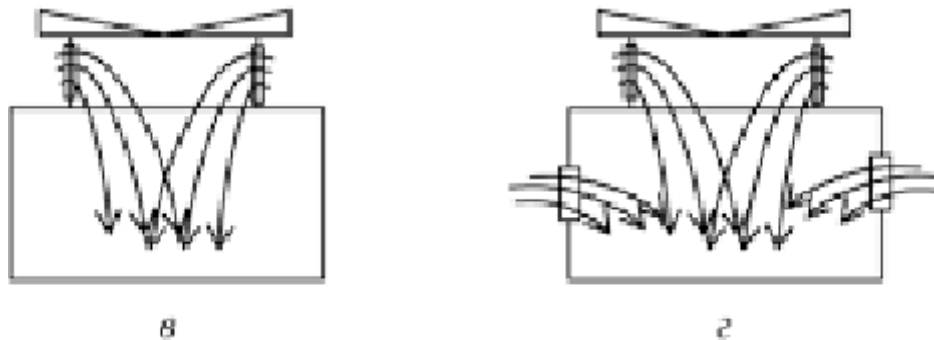


Рисунок 2 – Верхнє природне
освітлення

Рисунок 3 – Комбіноване природне
освітлення

Останнім часом усе більшого визнання набуває пасивна світловодна система природного освітлення, яка призначена для прийому, доставки та розподілу сонячного світла в приміщенні за його відсутності або недостатності (рис. 4). Це *транспортоване природне освітлення* – освітлення, що потрапляє у приміщення за допомогою інженерної системи на основі світловодів, та використовується для освітлення глибинного або підземного внутрішнього простору будівель і споруд.

Запроваджується також і *акумульоване освітлення* – освітлення за допомогою світильників, що акумулюють в денний час доби енергію від небосхилу та використовують її для нічного освітлення.

Запроваджується також і *акумульоване освітлення* – освітлення за допомогою світильників, що акумулюють в денний час доби енергію від небосхилу та використовують її для нічного освітлення.



Рисунок 4 – Транспортоване природне освітлення

Система пасивного світловодного природного освітлення складається з трьох основних елементів: зовнішнього пристрою для прийому природного світла (1), світловоду (2) і внутрішнього устаткування для розподілу світла в приміщенні (4) (рис. 5). За рахунок такої системи природне світло може доправлятися туди, де воно найбільш потрібне, незалежно від довжини світловоду і кількості колін. Світловоди не використовують електроенергії та не проводять тепло від прямого

сонячного світла. При цьому можна економити близько 70 % енергії, яка витрачалася б на штучне освітлення приміщення.

Транспортне природне освітлення рекомендується застосовувати для освітлення природним світлом приміщень, які не мають зовнішніх огорожень, а також зон приміщень, віддалених від світлопрорізів. Його переважно застосовують у приміщеннях, де:

- немає можливості забезпечити належний рівень природного освітлення іншим способом (виробничі та інші приміщення);
- відсутнє денне освітлення, а проектування вікон неможливе (підвальні приміщення, закриті коридори);
- є значна недостатність денного світла або немає електромережи.

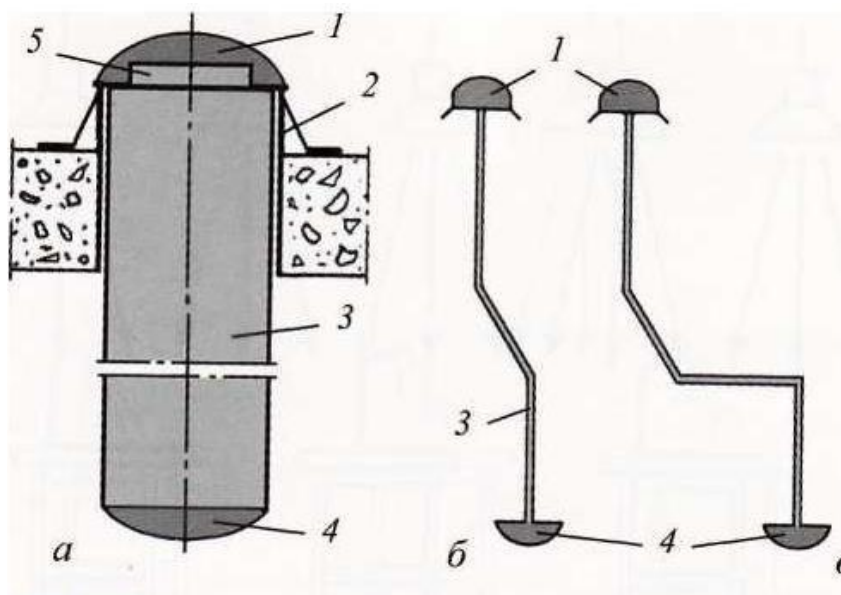


Рисунок 5 – Елементи пасивної світловодної системи природного освітлення:

а – на введенні, *б* – із трьома колінами; *в* – із чотирма колінами;

1 – купол; *2* – стакан; *3* – світловод; *4* – дифузор; *5* – пристрій, що перехоплює світло

З метою створення раціонального освітлення на виробництві до нього ставляться певні вимоги, що відображують кількісні і якісні характеристики, які визначені у ДБН 2.5-28:2018 [1].

Кількісний показник – освітленість робочої поверхні E , лк (люкс), оцінюється поверхневою густиною світлового потоку:

$$E = \Phi / S, \quad (1)$$

де Φ – світловий потік, що падає на поверхню;

S – площа поверхні.

Якісний показник – це якість виробничого освітлення, що характеризує гігієнічні вимоги до приміщень.

До гігієнічних вимог належать такі показники:

- рівномірний розподіл яскравості в полі зору й обмеженість тіні;
- обмеженість прямої і відбитої блискавості.

Інтенсивність і спектральний склад природного освітлення змінюються залежно від географічної широти, часу доби, ступеня хмарності й прозорості атмосфери, ступеня забруднення атмосферного повітря, періоду року та інших факторів. Серед яких найважливішими є:

1) зовнішні фактори:

- географічна широта місцевості;
- пора року і години доби;
- наявність об'єктів, що затінюють вікна (будинки, дерева тощо)

2) внутрішні фактори:

- орієнтація вікон будівлі за сторонами горизонту;
- планування приміщення;
- розміри приміщення та віконних отворів, їх розміщення, кількість, конструкція і конфігурація;
- колір стін, стелі, підлоги, меблів;
- якість та чистота скла;
- наявність об'єктів, що затінюють вікна (штори, жалюзі тощо).

Використання тієї чи іншої системи природного освітлення залежить від призначення і розмірів приміщення, розміщення його в плані будівлі, а також від кліматичних особливостей місцевості.

Основною величиною для розрахунку і нормування природного освітлення є *коефіцієнт природної освітленості* (КПО), який позначається [D]. Він визначається у відсотках і є відношенням освітленості, що утворюється в точці на заданій площині світлом E_v , одержаним безпосередньо або опосередковано від неба (рис. 6), до одночасної освітленості на горизонтальній площині внаслідок освітлення всією півсферою небосхилу E_z :

$$D = (E_v / E_z) \cdot 100 \% \quad (2)$$

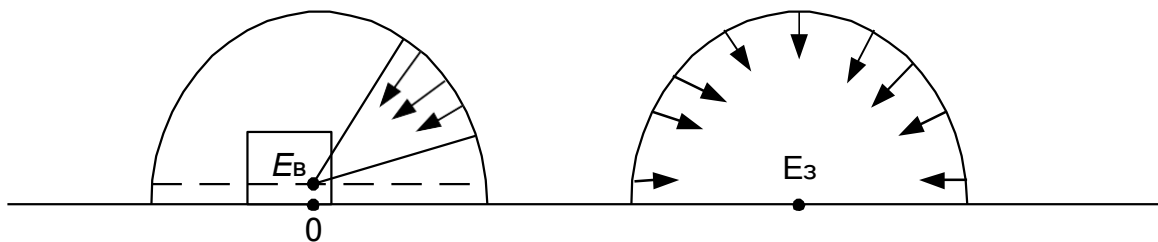


Рисунок 6 – Схема для визначення коефіцієнта природного освітлення:

E_v – освітленість усередині приміщення в точці 0; E_z – зовнішня освітленість

На значення КПО впливають розмір і конфігурація приміщення, розміри і розташування світлових прорізів, відбивна здатність внутрішніх поверхонь приміщення й об'єктів, що затінюють його.

Світловий потік, що падає на поверхню, частково відбивається, поглинається або пропускається крізь освітлюване тіло. Тому світлові властивості освітлюваної поверхні характеризуються не тільки значенням світлового потоку, що падає на неї, але й коефіцієнтами відбиття ρ , пропускання γ і поглинання α , причому у всіх випадках

$$\rho + \gamma + \alpha = 1. \quad (3)$$

Коефіцієнт відбиття ρ визначається як відношення світлового потоку $\Phi_{\text{відб}}$, відбитого від поверхні, до світлового потоку, що падає на неї, $\Phi_{\text{пад}}$:

$$\rho = \Phi_{\text{відб}} / \Phi_{\text{пад}}. \quad (4)$$

Таким чином, коефіцієнт відбиття характеризує здатність поверхні відбивати світловий потік, що падає на неї. Відбиття світлового потоку поверхнями залежить від їх забарвлення, стану і будови.

Середньо зважений коефіцієнт відбиття поверхонь приміщення (стелі, стін, підлоги) може бути розрахований за формулою:

$$\rho_{\text{ср}} = (\rho_1 S_1 + \rho_2 S_2 + \dots + \rho_n S_n) / \Sigma S, \quad (5)$$

де $\rho_1 \dots \rho_n$ – коефіцієнти відбиття для різних поверхонь;

$S_1 \dots S_n$ – площі поверхонь, для яких визначаються коефіцієнти відбиття.

Розрахунок КПО виконується з урахуванням *середньозважених коефіцієнтів відбивання світла* внутрішніми поверхнями приміщень та фасадів протилежних будівель та споруд, але без урахування меблів, устаткування, обладнання, озеленення та інших затінюючих предметів.

Розрахункові значення середньозваженого коефіцієнта світловідбивання внутрішніх поверхонь приміщення у виробничих приміщеннях із середньою характеристикою фону приймають не більше 0,4 та у виробничих приміщеннях з темною характеристикою фону – не більше 0,30.

Середньозважений коефіцієнт відбивання зашкленних прорізів фасаду з урахуванням рами $\rho_{\text{в}}$ в розрахунках приймається 0,2. Якщо є сертифікат на скло, в якому наведений коефіцієнт відбивання світла, то в розрахунок вводиться значення, вказане в сертифікаті.

Середньозважений коефіцієнт відбивання фасаду $\rho_{\text{ф}}$ з урахуванням зашкленних прорізів слід розраховувати за формулою:

$$\rho_{\text{ф}} = \frac{\rho_{\text{м}} S_{\text{м}} + \rho_{\text{с}} S_{\text{с}}}{S_{\text{м}} + S_{\text{с}}}, \quad (6)$$

де ρ_m , ρ_v – коефіцієнт відбивання матеріалу обробки фасаду і коефіцієнт відбиття зашкленних прорізів фасаду з урахуванням рам відповідно;

S_m , S_v – площа фасаду без світлових прорізів і площа світлових прорізів відповідно.

Природне освітлення нормується за КПО залежно від характеристики (розряду) зорової роботи.

Зорові роботи за ступенем точності їх виконання поділяють на вісім розрядів (I–VIII). Розряд і характеристику зорової роботи встановлюють за найменшим лінійним розміром об'єкта розрізнення у мм.

Коефіцієнт природної освітленості відповідно до ДБН 2.5-28:2018 [1] нормується наступним чином (рис. 7).

I. При боковому освітленні.

1. *При боковому односторонньому освітленні* у виробничих приміщеннях глибиною:

а) до 6 м нормується *мінімальне нормоване значення КПО у розрахунковій точці умовної робочої поверхні:*

б) у великогабаритних виробничих приміщеннях глибиною більше ніж 6 м нормується *мінімальне значення КПО в точці на умовній робочій поверхні, віддаленій від світлових прорізів:*

- на 1,5 висоти від підлоги до верху світлових прорізів для зорової роботи I–IV розрядів;
- на 2 висоти від підлоги до верху світлових прорізів для зорової роботи V–VII розрядів;
- на 3 висоти від підлоги до верху світлових прорізів для зорової роботи VIII розряду.

2) *При боковому освітленні приміщень крізь вікна, що розташовані у кількох стінах*, за винятком виробничих приміщень глибиною більше ніж 6 м, нормується *мінімальне нормоване значення КПО, що забезпечено у*

найменш освітленій точці робочої поверхні по характерному розрізу приміщення.

3) При боковому двосторонньому освітленні приміщень, що розташовані у кількох стінах, за винятком виробничих приміщень глибиною більше ніж 6 м, та однакових вікнах з обох сторін за розрахункову точку приймають точку, розташовану в центрі приміщення на перетині вертикальної площини характерного розрізу і робочої поверхні.

II. При верхньому або комбінованому природному освітленні приміщень різного призначення нормується *середнє значення КПО по робочій поверхні та мінімальне значення у найменш освітленій точці робочої поверхні*. Розрахунок проводиться для точок робочої поверхні по характерному розрізу приміщення. Розрахункових точок повинно бути не менше ніж п'ять на прогін. Перша і остання точки приймаються на відстані 1 м від поверхні стін (перегородок) або осі колон. Точки розташовуються рівномірно. При цьому нерівномірність природного освітлення робочої площини не повинна перевищувати 3:1.

Нерівномірність природного освітлення не нормується:

- у приміщеннях з боковим освітленням;
- у виробничих приміщеннях з верхнім або комбінованим освітленням, в яких виконуються зорові роботи VII і VIII розрядів;

Розрахункова точка умовної робочої поверхні знаходиться на перетині цієї поверхні та вертикальної площини характерного розрізу приміщення на відстані 1 м від стіни, протилежної вікнам, або в найбільш віддаленій від вікон точці робочої поверхні, в якій триває виробничий процес (рис. 7).

Умовна робоча поверхня – умовно прийнята горизонтальна поверхня, розташована на висоті 0,8 м над підлогою.

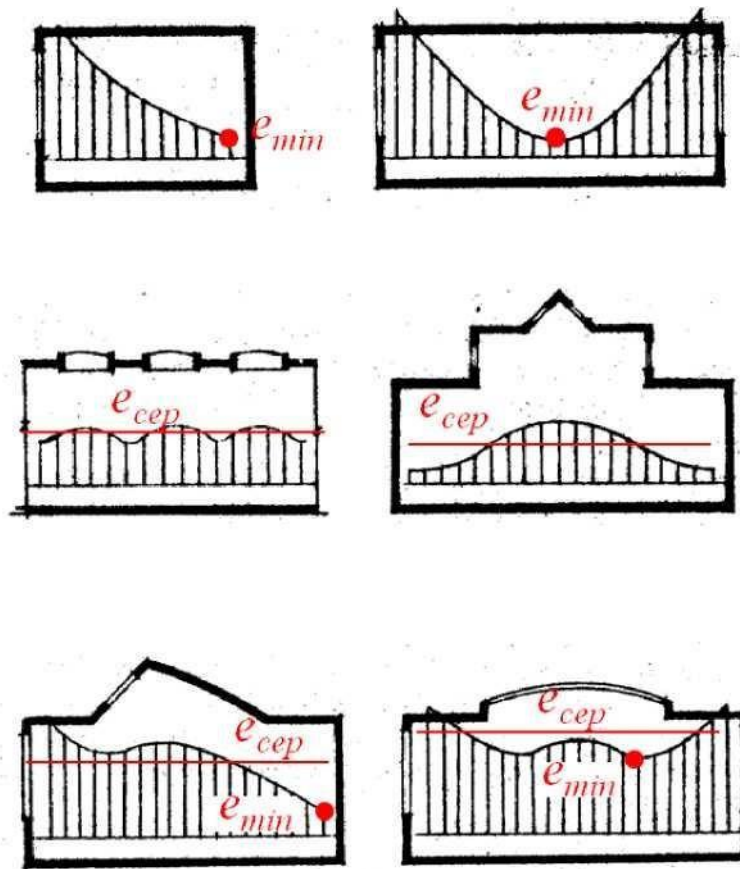


Рисунок 7 – Нормування КПО за розрізами приміщень [3]

Характерний розріз приміщення – поперечний розріз, як правило, по середині приміщення, площина якого перпендикулярна до площини зашкленних світлових прорізів (при боковому освітленні) або до поздовжньої осі прогонів приміщення. До характерного розрізу приміщення повинні входити ділянки з найбільшою кількістю робочих місць, а також точки робочої зони, найбільш віддалені від світлових прорізів.

Розрахункова точка (найбільш несприятлива за освітленням у приміщенні точка), яка знаходиться (рис. 8):

- при боковому освітленні на перетині робочої поверхні та площини характерного розрізу на відстані 1 м від стіни, протилежної вікнам;
- при боковому двосторонньому освітленні приміщень та однакових вікнах з обох сторін дозволяється за розрахункову точку приймати точку,

розташовану в центрі приміщення на перетині вертикальної площини характерного розрізу і робочої поверхні;

- при верхньому або комбінованому природному освітленні приміщень розрахункових точок повинно бути не менше п'яти. Перша і остання точки приймаються на відстані 1 м від внутрішніх поверхонь стін (перегородок) або осей колон.

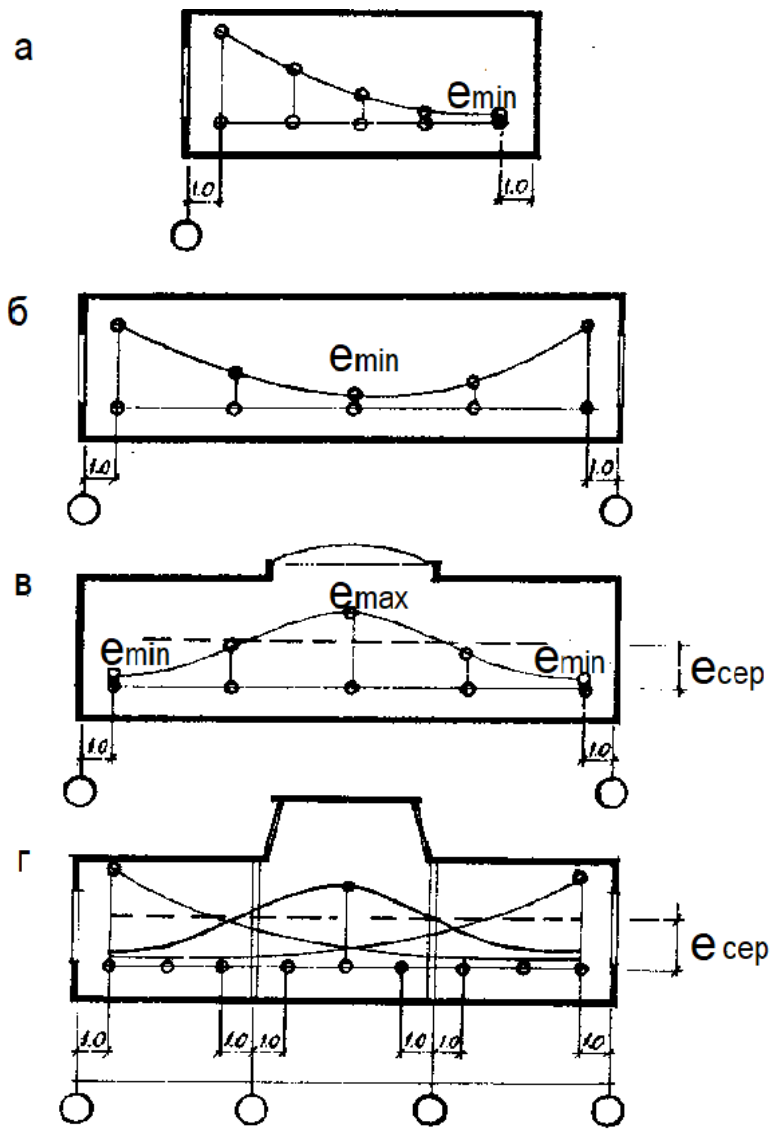


Рисунок 8 – Розрахункові точки на робочій поверхні

Більшість методів розрахунку природної освітленості ґрунтується на наступних законах природного освітлення [3].

1. Закон суперпозиції, відповідно до якого розрахунок КПО в будь-

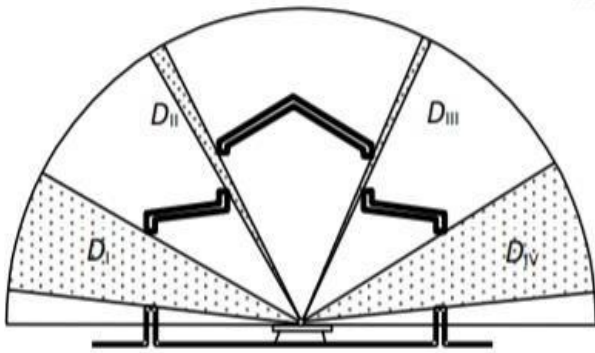


Рисунок 9 – Схема до закону суперпозиції

якій точці приміщення e , %, від декількох світлопрорізів зводиться до послідовного незалежного визначення КПО від кожного світлопрорізу для цієї точки і наступного додавання отриманих значень:

$$D = D_I + D_{II} + \dots + D_M, \quad (7)$$

де D_I , D_{II} , D_M – значення КПО в окремій розрахунковій точці від окремих світлопрорізів, %; M – кількість приміщенні (рис. 9).

2. Закон розділеного світлового потоку, відповідно до якого КПО

в будь-якій точці приміщення D_i , %, від i -го світлопрорізу формується

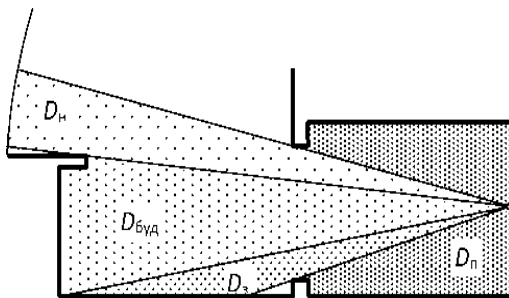


Рисунок 10 – Схема до закону розділеного світлового потоку

внаслідок приходу чотирьох окремих складових: D_{nz} – від прямого світла небозводу, D_{bud} – від світла, відбитого від сусідніх будинків, D_z – від світла, відбитого поверхнею землі, та D_{pi} – від світла, відбитого від внутрішніх поверхонь приміщення (рис. 10). Його значення можна обчислити за

формулою

$$D_i = D_{nz} + D_{bud} + D_z + D_{pi}. \quad (8)$$

3. Закон проекції тілесного кута, відповідно до якого освітленість у

приміщенні E_v , лк, створювана прямим світлом, що пройшов крізь незаповнений світлопроріз, від рівномірно яскравого небозводу, прямо пропорційна яскравості неба і площі проекції на освітлювану площину тілесного кута, під яким видно ділянку неба з даної точки приміщення (рис. 11).

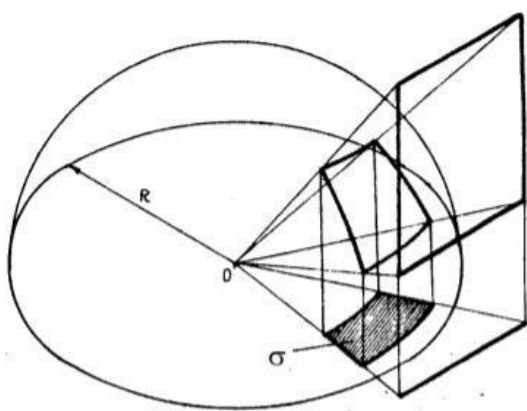


Рисунок 11 – Схема до закону проекції тілесного кута

Математично цей закон

записується формулами

$$\begin{cases} E_{\sigma} = L\sigma; \\ \varepsilon = \frac{\sigma}{\pi R^2} 100 \end{cases}, \quad (9)$$

де L – яскравість небозводу, кд/м²;

ε – геометричний коефіцієнт природної освітленості (ГКПО), %;

σ – проекція на робочу площину (РП) частини небозводу, видимого з розрахункової точки;

R – радіус небесної сфери (зазвичай приймається рівним 1).

Геометричний коефіцієнт природної освітленості – відношення площі ортогональної проекції на робочу площину ділянки умовної небесної півсфери, видимої з розрахункової точки через незаповнений світлопроріз або його частину, від якої розраховується освітленість, до площі основи небесної півсфери. Це – *доля світла неба* в коефіцієнті природної освітленості $[D_s]$, а у разі розрахунку геометричного коефіцієнта природної освітленості від протилежного будинку – відношення площі ортогональної проекції на робочу площину ділянки небесної півсфери, що затінюється будинком у розрахунковій точці, до площі основи небесної півсфери. Це – *доля зовнішнього відбивання* в коефіцієнті природної освітленості $[D_e]$.

4. Закон світлотехнічної подібності, який формулюється таким чином: якщо різні світлові отвори мають один і той же тілесний кут та однакову яскравість $L_1 = L_2 = \text{const}$, то освітленість у точці приміщення не залежить від абсолютних розмірів світлових отворів (рис. 12).

Тобто КПО не залежить від абсолютних розмірів приміщення, а отже

розраховувати КПО можна на моделях будь-якого масштабу.

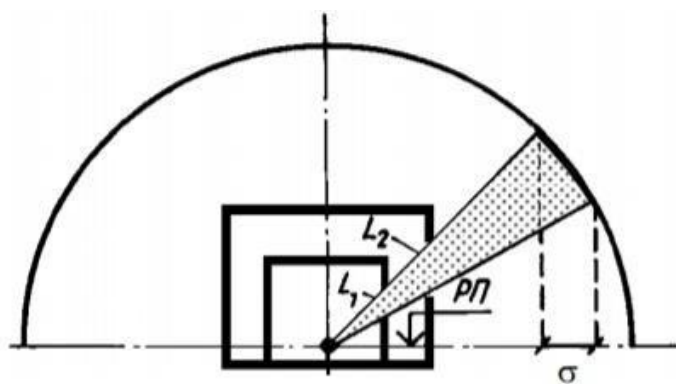


Рисунок 12 – Схема до закону світлотехнічної подібності

Закон світлотехнічної подібності дозволяє при дослідженні природного освітлення приміщень використовувати моделювання. І передбачає використання моделі приміщення та лабораторної установки «штучне небо».

Найменші значення КПО виробничих приміщень при суміщеному освітленні, що нормовані у ДБН В.2.5-28-2018 [1], наведені у табл. 1.

Таблиця 1 – Найменші нормовані значення КПО виробничих приміщень при суміщеному освітленні

Розряд зорової роботи	Найменше нормоване значення КПО D_n %, при суміщеному освітленні	
	при верхньому або комбінованому освітленні	при боковому освітленні
I	3	1,2
II	2,5	1
III	2	0,7
IV	1,5	0,5
V і VII	1	0,3
VI	0,7	0,2

Нормативні значення коефіцієнта природної освітленості – D_n , виробничих приміщень за ДБН 2.5-28:2018 [1] представлено у додатку В (табл. В.1).

Розрахунок КПО в розрахунковій точці від кожного світлопрорізу наведено у додатку Д.

На стадії ескізного проектування наближене значення необхідної площі світлопрорізів можна розрахувати:

– при боковому освітленні приміщень за формулою

$$S_{\text{б}} = \frac{D_{\text{н}}}{100m} \cdot \frac{K_3 \eta_{\text{б}} K_{\text{б}}}{\tau_o r_1}; \quad (10)$$

– при верхньому освітленні приміщень за формулою

$$S_{\text{л}} = \frac{D_{\text{н}}}{100m} \cdot \frac{K_3 \eta_{\text{л}}}{\tau_o r_2 K_{\text{л}}} \cdot S_{\text{н}}, \quad (11)$$

де $S_{\text{б}}$ і $S_{\text{л}}$ – площі світлових прорізів (в світлі), відповідно, при боковому та верхньому освітленні, м²;

$S_{\text{п}}$ – площа підлоги приміщення, м²;

$D_{\text{н}}$ – нормоване значення КПО, яке визначається за додатком В (табл. В.1, В.2), %;

m – коефіцієнт світлового клімату світлопрорізу, який визначається за додатком Б (рис. Б.1) і додатком Г (табл. Г.1).

K_3 – коефіцієнт запасу, який приймається за додатком Ж (табл. Ж.1);

$\eta_{\text{в}}$, $\eta_{\text{л}}$ – коефіцієнти, що враховують світлову активність вікон і ліхтарів, які визначаються за додатком Г (табл. Г.2, Г.3 або Г.4);

$K_{\text{л}}$ – коефіцієнт, що враховує тип ліхтаря, який визначається за додатком Г (табл. Г.5);

$K_{\text{б}}_{\text{уд}}$ – коефіцієнт, що враховує затінювання вікон протилежними будинками, який визначається за додатком Г (табл. Г.6);

r_1 , r_2 – коефіцієнти, що враховують підвищення КПО за рахунок світла, відбитого від внутрішніх поверхонь приміщення, які визначаються за додатком Г (табл. Г.7 або Г.8);

τ_o – загальний коефіцієнт світлопропускання, який визначається за формулою:

$$\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 \cdot \tau_5, \quad (11)$$

де τ_1 – коефіцієнт світлопропускання матеріалу, який визначається за додатком Г (табл. Г.9);

τ_2 – коефіцієнт, що враховує втрати світла у рамах світлопрорізу, який розраховується за формулою:

$$\tau_2 = \frac{S_e - S_p}{S_e}, \quad (12)$$

де S_e – те саме, що і в формулі (10);

S_p – площа частини світлопрорізу, що затінюється рамою.

Примітка. При розрахунках за формулами (11) та (12) τ_2 приймається 0,75 для металопластикових та дерев'яних вікон і ліхтарів та 0,85 – для металевих;

τ_3 – коефіцієнт, що враховує втрати світла у несучих конструкціях, який визначається за додатком Г (табл. Г.10), при боковому освітленні $\tau_3 = 1$;

τ_4 – коефіцієнт, що враховує втрати світла у сонцезахисних пристроях, який визначається за додатком Г (табл. Г.11), при відсутності сонцезахисних пристроїв $\tau_4 = 1$);

τ_5 – коефіцієнт, що враховує втрати світла у захисній сітці, яка встановлюється під ліхтарями; за її наявності $\tau_5 = 0,9$, інакше $\tau_5 = 1$.

При виконанні даної роботи для визначення відповідності природного освітлення в приміщенні необхідним нормам коефіцієнт природної освітленості визначають для ряду точок, розташованих у перетині двох площин: вертикальної площини характерного розрізу приміщення (наприклад, посередині приміщення по осі вікон або між ними) і горизонтальної площини, що знаходиться на висоті 0,8 м над рівнем підлоги і приймається за умовну робочу поверхню приміщення (рис. 13).

При верхньому або комбінованому освітленні освітленість вимірюється в різних точках приміщення з наступним усередненням, при боковому – на найменш освітлених робочих місцях.

Для забезпечення нормованого значення КПО при боковому освітленні необхідна сумарна площа світлових прорізів залежно від площі підлоги використовують формулу (10). При верхньому освітленні сумарну площу світлових прорізів розраховують за формулою (11).

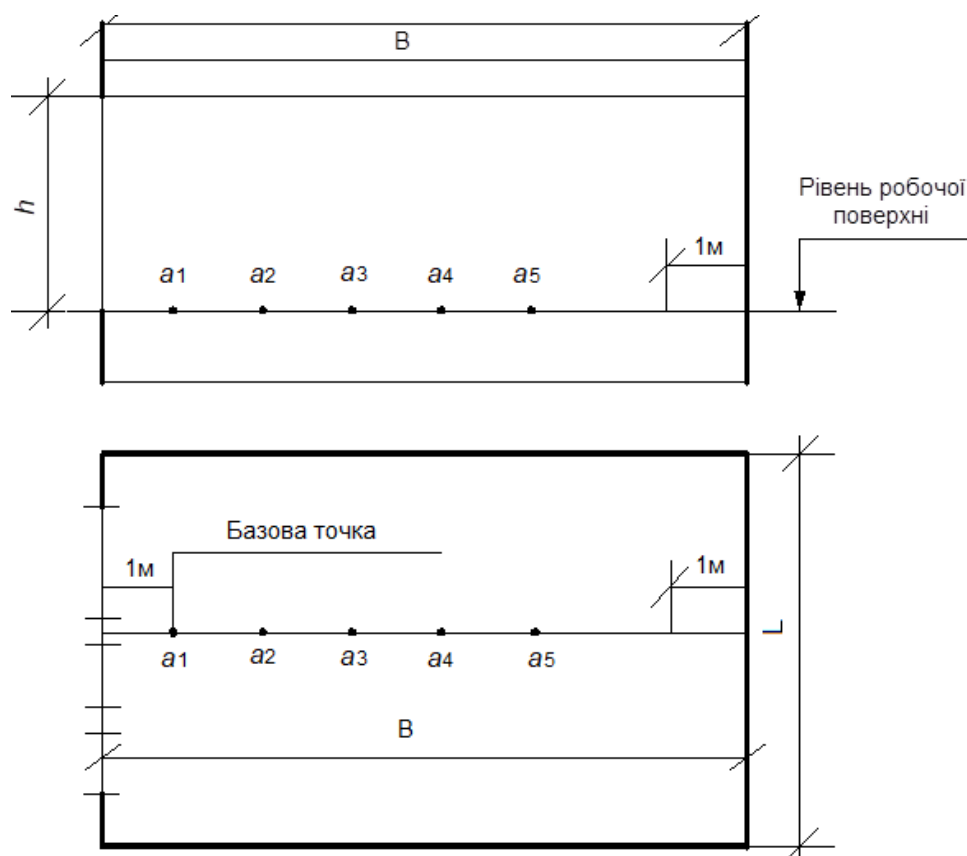


Рисунок 13 – Характерний поперечний розріз і план приміщення для розрахунку коефіцієнта природної освітленості при боковому освітленні:

B – глибина приміщення; L – довжина приміщення; h – висота верху вікна над робочою поверхнею

Значення величин D_n , що входять до формул (10) – (11) вибирають згідно ДБН 2.5-28:2018 [1] за додатком В (табл. В.1, В.2).

2. ЛАБОРАТОРНЕ ОБЛАДНАННЯ

У виробничих приміщеннях для контролю за освітленістю використовується люксметр (рис. 14–15).

Люксметр Ю-116 складається з селенового фотоелемента й міліамперметра, шкала якого градуйована в люксах.

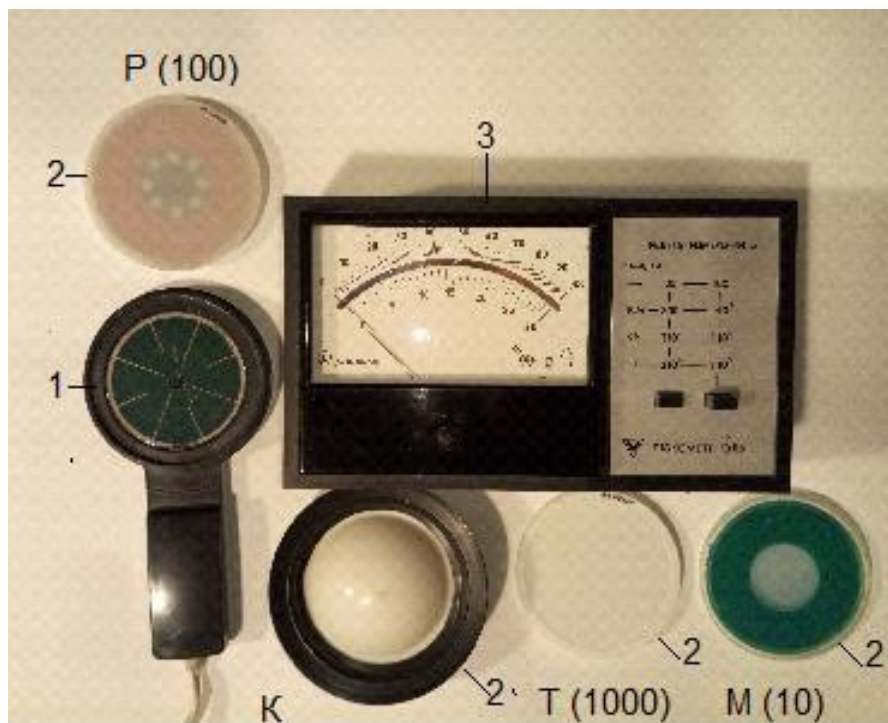


Рисунок 14 – Люксметр Ю-116:

1 – фотоелемент у пластмасовому корпусі; 2 – насадки; 3 – мікроамперметр

Принцип дії люксметра Ю-116 ґрунтується на явищі фотоелектричного ефекту. Світловий потік, падаючи на фотоелемент, викликає протікання фотоструму через міліамперметр, який відхиляє стрілку міліамперметра.

Значення струму i , отже, відхилення стрілки міліамперметра є пропорційними освітленості на робочій поверхні фотоелемента.



а



б



в



г

Рисунок 15 – Цифрові люксметри:

а – Ю-118; б – DT – 1309; в – YS 1010A; г – TM-201L

Люксметр Ю-116 має дві основні шкали: 0–100 і 0–30. На кожній з них точками позначено початок діапазону вимірювань: на шкалі 0–100 точка знаходиться над позначкою 17, на шкалі 0–30 – над позначкою 5.

Насадка у вигляді півсфери, виконаної з білої пластмаси, що розсіює світло, і непрозорого пластмасового кільця, яке має складний профіль призначена для зменшення похибки, пов'язаної з конструктивними особливостями люксметра. Вона позначена з середини буквою «К» і використовується не самостійно, а з однією з трьох інших насадок (М, Р, Т). Ці насадки є світлофільтрами з коефіцієнтом послаблення світла відповідно у 10, 100 і 1000 разів. Без насадок люксметром Ю-116 вимірюють освітленість у межах 5–30 лк і 17–100 лк. При необхідності розширити межі вимірювань у 10, 100 і 1000 разів на фотоелемент надівають поглинаючі насадки (М, Р, Т). На передній панелі вимірювача є кнопки перемикача шкал і табличка зі схемою, що пов'язує дію кнопок і використовуваних насадок із діапазонами вимірювань, наведеними в табл. 2.

Таблиця 2 – Діапазон вимірювань освітленості з використанням насадок

Діапазон вимірювання, лк	Умовне позначення двох насадок на фотоелемент, які використовуються одночасно	Загальний номінальний коефіцієнт ослаблення при одночасному використанні двох насадок – коефіцієнт перерахунку шкали
5–30 17–100 50–300 170–1000 50–3000 170–10000 50–30000 170–100000	Без насадки з відкритим фотоелементом К, М К, Р К, Т	1 10 100 1000

Люксметр градуують без насадок, і на діапазонах вимірювань 5–30 і 17–100 лк він має найменшу похибку вимірювань, яка становить $\pm 10\%$.

Люксметр Ю-116 призначений для роботи при температурі навколишнього повітря від +10 до +35 °С і відносній вологості не більше 80 % при температурі +25 °С.

Перед вимірюванням стрілку гальванометра за допомогою коректора установлюють у нульове положення. При цьому фотоелемент від'єднується від вимірювача люксметра.

Для вимірювання освітленості фотоелемент встановлюють у площині виміру. З'єднують фотоелемент із вимірювачем приладу.

При достатньо високій інтенсивності світлового потоку, а отже, високому рівні освітленості, виміри потрібно починати з використанням насадок К, Т, користуючись для відліку показань спочатку шкалою 0–100 (права кнопка). Якщо стрілка вимірювача відхиляється нижче 17 поділок, необхідно перемкнути прилад на шкалу 0–30 (ліва кнопка). Показання приладу по відповідній шкалі множити на коефіцієнт переліку, поданий у табл. 2, залежно від насадок, які використовуються (або зазначений на насадках, які використовуються).

По закінченню вимірювань треба від'єднати фотоелемент від вимірювального приладу, надіти на фотоелемент фільтр-поглинач, укласти фотоелемент у футляр.

3. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

При експериментальному визначенні КПО потрібно виконувати вимірювання одночасно освітленості всередині й ззовні приміщення при небі, закритому хмарами. Точку для вимірювання зовнішньої освітленості вибирають на відкритій ділянці земної поверхні, освітленій усім небосхилом.

При освітленості приміщення прямими сонячними променями вимірювання КПО проводити не потрібно.

Для визначення КПО в кількох точках приміщення, як правило, користуються базовою точкою, для якої КПО визначені значенням e_0 , %. Базову точку вибирають на лінії характерного розрізу приміщення. Місце цієї точки повинно бути добре освітлене природним світлом. За базову точку приймають точку на відстані 1 м від світлових прорізів (рис. 13).

Виконують вимірювання освітленості в даній точці і ззовні приміщення. Обчислюють КПО базової точки:

$$e_0 = (E_b / E_z) \cdot 100, \quad (13)$$

де E_b – освітленість у даній точці;

E_z – те ж зовні приміщення.

Щоб визначити КПО будь-якої точки x приміщення, вимірюють одночасно освітленість у базовій E_0 точці і в іншій вибраній точці E_x . Коефіцієнт природної освітленості будь-якої точки

$$e_x = e_0 \cdot E_x / E_0. \quad (14)$$

4. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ РОБОТИ

Завдання 1. Експериментально дослідити значення КПО у виробничому приміщенні (навчальна лабораторія або аудиторія), визначити нормоване значення КПО для виконуваної зорової роботи (за вказівкою викладача).

Роботу виконувати в наступній послідовності.

1. Користуючись нормами (додаток В), за найменшим об'єктом розрізнення визначити розряд і характеристику зорової роботи, що виконується у приміщенні.

За видом освітленості й характеристикою зорової роботи (розрядом) встановити D_n для визначеного розряду зорової роботи.

2. Ознайомитись з улаштуванням люксметра.

3. Вибрати характерний розріз приміщення.

4. За характерним розрізом приміщення на висоті 0,8 м від підлоги виконати вимірювання освітленості в базовій точці (на відстані 1 м від світлових прорізів) й одночасно зовнішньої освітленості і занести у табл. 3.

Таблиця 3 – Значення КПО у виробничому приміщенні

Точки вимірювань	Вид освітлення	Освітленість всередині приміщення, лк	Одночасно виміряна зовнішня освітленість або освітленість у базовій точці, лк	Отримане значення КПО (e_x , %)

5. Визначити КПО базової точки, користуючись формулою (13).

6. Виконати вимірювання освітленості одночасно в базовій точці і в точках, що знаходяться на однаковій відстані одна від одної по лінії характерного розрізу. Користуючись формулою (11), визначити КПО в даних точках і занести в табл. 3.

7. Побудувати криву зміни КПО залежно від відстані до світлових прорізів.

8. Мінімальне значення КПО в розрахунковій точці (у точці на відстані 1 м від протилежної до світлових прорізів стіни), отримане в результаті вимірювань і обчислень, порівняти з нормативними даними (додаток В) і зробити висновки.

Завдання 2. Визначити площу світлових прорізів виробничого приміщення, які забезпечують нормоване значення КПО для даного виду зорових робіт та світлокліматичного району території України (додаток Б). За розрахованою площею світлових прорізів визначити їх розміри й кількість.

1. Знайти нормоване значення КПО (D_n) для визначеного розряду зорової роботи. Занести в табл. 4.

Таблиця 4 – Початкові дані й результати розрахунку площі світлових прорізів

Вид освітлення	D_H %	$S_{п,}$ m^2	η_v	K_z	$K_{буд}$	r_1	τ_z	Площа світлових прорізів, m^2

2. Визначити площу підлоги виробничого приміщення. Результати вимірювань занести в табл. 4.

3. Вибрати коефіцієнти $\tau_1, \tau_2, \tau_3, \tau_4, \tau_5, r_1, \eta_v, K_{буд}, K_z$ (додаток Г). Занести в табл. 4.

4. Розрахувати потрібну (розрахункову) площу світлових прорізів S_v для даного приміщення (додаток Д) та світлокліматичного району (додаток Б) за формулою (10). Результати розрахунків занести в табл. 4.

5. Порівняти розрахункову площу світлових прорізів S_v з фактичною $S_{ф}$. Зробити відповідні висновки.

5. ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Мета роботи.
2. Короткий опис приладу.
3. Таблиці, заповнені за поданою формою.
4. Графік результатів вимірювань КПО по лінії характерного розрізу.
5. Аналіз результатів і висновки.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Які переваги й недоліки має природне освітлення?
2. Назвіть види природного освітлення.
3. Наведіть кількісні і якісні показники освітлення.

4. Сформулюйте визначення терміну «коефіцієнт природної освітленості (КПО)».
5. За яким принципом здійснюється нормування природного освітлення?
6. Сформулюйте закони природного освітлення.
7. Пояснить улаштування та принцип дії люксметра.
8. Які початкові дані необхідні для розрахунку природного освітлення?
9. Які основні розрахункові показники природного освітлення?
10. Які технічні рішення забезпечують достатню освітленість робочих місць природним світлом?

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ

1. Державні будівельні норми України. Природне і штучне освітлення : ДБН 2.5-28:2018. – [Чинний від 01.03.2019]. – Офіц. вид. – Київ : Мінрегіон України, 2018. – 133 с.

2. Кундієв Ю.І. Гігієна праці / Ю. І. Кундієв, О. П. Яворовський, А. М Шевченко та ін.. – Київ: Всеукраїнське спеціалізоване видавництво «Медицина», 2011. – 904 с.

3. Єгорченков В. О. Розрахункові та інструментальні методи оцінки природного світлового середовища приміщень / В. О. Єгорченков, М. Б. Яців, А. М. Югов, Р. І. Кінаш. – Макіївка: Дон-НАБА, 2007. – 110 с.

4. Нормування природного, суміщеного та штучного освітлення.
– Режим доступу:
<https://www.google.com.ua/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwi88arr0avqAhUQxYsKHfSMCAyQFjAAegQIBBAB&url=http%3A%2F%2Forg2.knuba.edu.ua%2Fmod%2Fresource%2Fview.php%3Fid%3D26237&usg=AOvVaw0WaaAiq0h0yUxmqPpPjHys> .

– Дата звернення 11.04.2020.

ДОДАТКИ

Додаток А

Терміни та визначення понять

(за ДБН 2.5-28:2018 [1])

1. Блискавість – умова бачення, за якої з’являється дискомфорт або зменшення здатності бачити деталі або об’єкти через несприятливий розподіл яскравості, або діапазон яскравостей, або екстремальні контрасти в просторі.

2. Геометричний коефіцієнт природної освітленості – відношення площі ортогональної проекції на робочу площину ділянки умовної небесної півсфери, видимої з розрахункової точки через незаповнений світлопроріз або його частину, від якої розраховується освітленість, до площі основи небесної півсфери.

3. Гострота зору – здатність розрізняти окремо дрібні деталі, які мають дуже малу кутову роздільну здатність.

4. Зоровий дискомфорт – відчуття незручності або напруження, що виникає при незадовільному розподілу яскравості в освітленому просторі, що призводить до відволікання уваги, зниження зосередженості, зорової і загальної стомлюваності.

5. Коефіцієнт природної освітленості [D] – відношення освітленості, що утворюється в точці на заданій площині світлом, одержаним безпосередньо або опосередковано від неба, до одночасної освітленості на горизонтальній площині внаслідок освітлення всією півсферою небосхилу. Внесок прямого сонячного світла в утворення цих освітленостей вилучають.

6. Коефіцієнт запасу [K_з] – розрахунковий коефіцієнт, що враховує зниження КПО і освітленості в процесі експлуатації внаслідок забруднення і старіння світлопрозорих заповнень у світлових прорізах, джерел світла (ламп) і світильників, а також зниження відбиваючих властивостей поверхні приміщення.

Примітка. В світі більш поширене застосування коефіцієнта експлуатації M, який пов'язаний з коефіцієнтом запасу, як: $K_z = 1/M$.

7. Нерівномірність природного освітлення – відношення середнього значення до найменшого значення КПО в межах характерного розрізу приміщення.

8. Об'єкт розрізнення – предмет, що розглядається, окрема його частина або дефект, які треба розрізнити в процесі роботи.

9. Освітлення акумульоване – освітлення за допомогою світильників, що акумулюють в денний час доби енергію від небосхилу та використовують її для нічного освітлення.

10. Показник зорового дискомфорту [M] – критерій оцінки дискомфорту блискавості, яка викликає неприємні відчуття при нерівномірному розподіленні яскравості в полі зору.

11. Природне освітлення – освітлення приміщень світлом неба (прямим або відбитим), яке проходить крізь світлові прорізи в зовнішніх огорожувальних конструкціях.

12. Природне освітлення бокове – природне освітлення приміщень крізь світлові прорізи у зовнішніх стінах.

13. Природне освітлення верхнє – природне освітлення приміщень крізь ліхтарі, світлові прорізи в стінах у місцях перепаду висот будівлі.

14. Природне освітлення комбіноване – поєднання верхнього і бокового природного освітлення.

15. Природне освітлення транспортоване – освітлення, що потрапляє у приміщення за допомогою інженерної системи на основі

світловодів, та використовується для освітлення глибинного або підземного внутрішнього простору будівель і споруд.

16. Робоче освітлення – освітлення, яке забезпечує нормовані умови освітлення (освітленість, якість освітлення) в приміщеннях і в місцях виконання робіт поза будівлями.

17. Робоча поверхня (базова поверхня) – поверхня, на якій виконується робота і нормується або вимірюється освітленість.

18. Розрізнення (об'єкта) – властивість об'єкта або джерела світла бути помітним на навколишньому фоні.

19. Світлове середовище – сукупність ультрафіолетових, видимих інфрачервоних випромінювань джерел природного і штучного світла; важлива складова життєвого середовища організмів і рослин, яка визначається світловими потоками джерел світла, що змінюються в результаті взаємодії з навколишнім предметним середовищем; сприймається зором за розподілом світла в просторі.

20. Світловід – пристрій для трансляції світла від джерела до освітлюваного об'єкта всередині порожнистого або заповненого світлопровідним матеріалом каналу зі світловідбиваючими внутрішніми поверхнями.

21. Середньозважений коефіцієнт відбиття; $[r_{\text{сер}}]$ – коефіцієнт відбиття, усереднений за площею (фасаду, приміщення, робочої поверхні тощо).

22. Суміщене освітлення – освітлення, за якого недостатнє (згідно з нормами) природне освітлення доповнюється штучним.

23. Умовна робоча поверхня – умовно прийнята горизонтальна поверхня, розташована на висоті 0,8 м над підлогою.

24. Фон (тло) – поверхня, прилегла безпосередньо до об'єкта розрізнення, на якій він розглядається. Фон буває: світлим (якщо коефіцієнт відбивання поверхні більше ніж 0,4); середнім (якщо коефіцієнт

відбивання поверхні від 0,2 до 0,4); темним (якщо коефіцієнт відбивання поверхні менше ніж 0,2).

25. Характерний розріз приміщення – поперечний розріз, як правило, по середині приміщення, площина якого перпендикулярна до площини зашкелених світлових прорізів (при боковому освітленні) або до поздовжньої осі прогонів приміщення. До характерного розрізу приміщення повинні входити ділянки з найбільшою кількістю робочих місць, а також точки робочої зони, найбільш віддалені від світлових прорізів.

Додаток Б

Районування території України

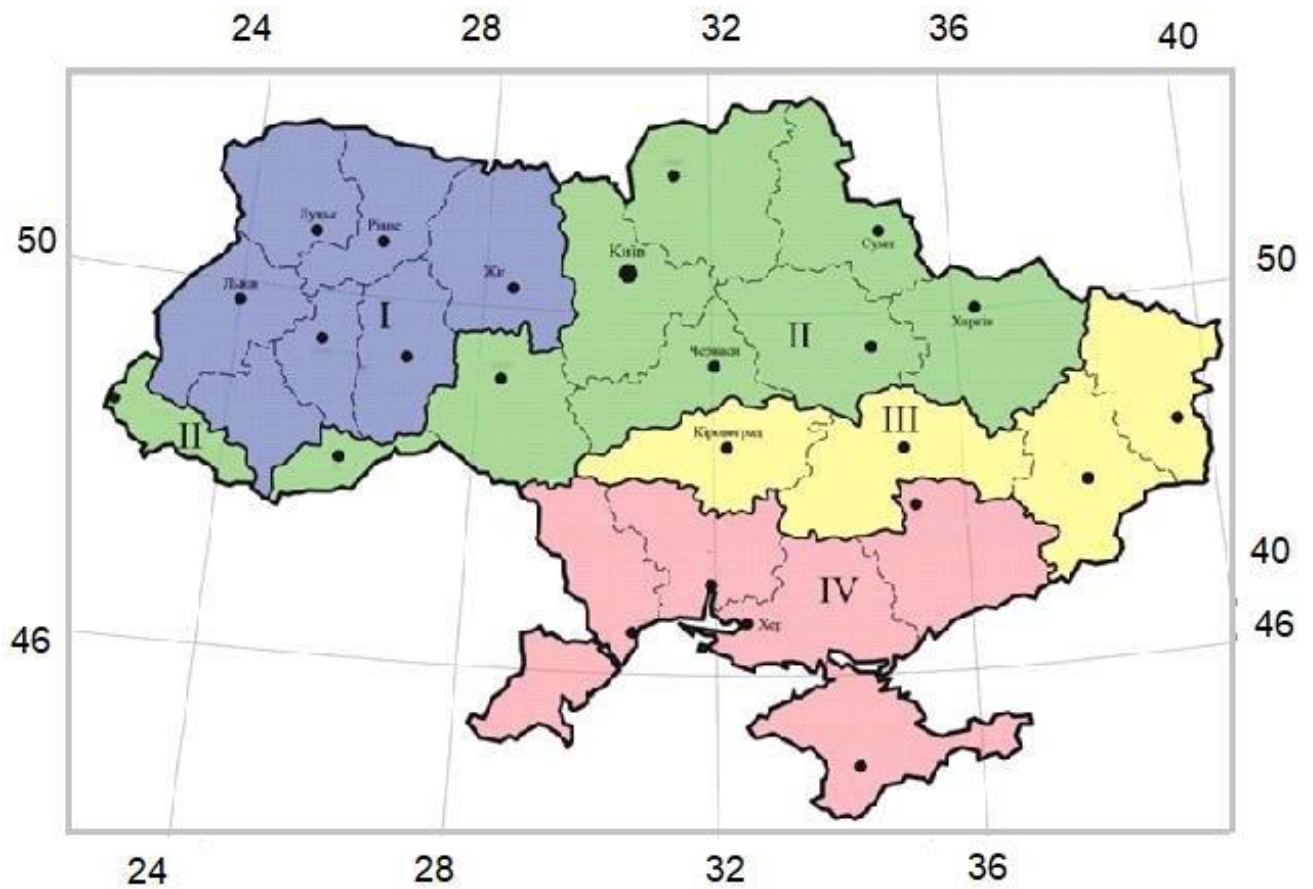


Рисунок Б.1 – Карта світлокліматичного районування території України

Додаток В

Вимоги до освітлення

Таблиця В 1 – Вимоги до освітлення приміщень виробничих підприємств

Характеристика зорової роботи	Найменший або еквівалентний розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Природне освітлення		Суміщене освітлення	
			КПО, D_n , %			
			середнє $D_{сер}^n$	мінімаль-не	середнє	мінімаль-не
				D_{min}^n	$D_{сер}^n$	D_{min}^n
1	2	3	4	5	6	7
Найвищої точності	Менше ніж 0,15	I	—	—	6,0	2,0
Дуже високої точності	Від 0,15 до 0,3 включно	II	—	—	4,2	1,5
Високої точності	Від 0,3 до 0,5 включно	III	—	—	3,0	1,2
Середньої точності	Від 0,5 до 1,0 включно	IV	4	1,5	2,4	0,9
Малої точності	Від 1,0 до 5 включно	V	3	1	1,8	0,6
Груба (дуже малої точності)	Більше ніж 5	VI	3,0	1,0	1,8	0,6

Продовження додатка В

1	2	3	4	5	6	7
Робота з матеріалами, які світяться і виробами в гарячих цехах	Більше ніж 0, 5	VII	3,0	1,0	1,8	0,6
Загальне спостереження за ходом виробничого процесу: – постійне		VII	3,0	1,0	1,8	0,6
– періодичне під час (за) постійного перебування людей у приміщенні			1,0	0,3	0,7	0,2
– періодичне при періодичному перебуванні людей у приміщенні			0,7	0,2	0,5	0,2
– загальне спостереження за інженерними комунікаціями			0,3	0,1	0,2	0,1

Таблиця В 2 – Вимоги до освітлення приміщень житлових, цивільних та адміністративно-побутових споруд

Характеристика зорової роботи	Найменший або еквівалентний розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової	Підрозряд зорової	Відносна тривалість зорової роботи в напрямку зору на робочу поверхню, %	Природне КПО, Дн, %	
					середнє $D_{сер}^{н сум}$	мінімальне $D_{min}^{н пр}$
1	2	3	4	5	10	11
Розрізнення об'єктів при фіксованій та нефіксованій лінії зору: – дуже високої точності	Від 0,15 до 0,30	А	1	Не менше ніж 70	4,0	1,5
			2	Менше ніж 70	3,5	1,2
– високої точності	Від 0,30 до 0,50	Б	1	Не менше ніж 70	3,0	1,0
			2	Менше ніж 70	2,5	0,7
– середньої точності	Більше ніж 0,50	В	1	Не менше ніж 70	2,0	0,5
			2	Менше ніж 70	2,0	0,5
Огляд оточуючого при дуже епізодичному розрізненні об'єктів: – при високій насиченості приміщень світлом	Незалежно від об'єкта розрізнення	Г	–	Незалежно від тривалості зорової роботи	3,0	1,0
– при нормальній насиченості приміщень світлом		Д	–		2,5	0,7
– при низькій насиченості приміщень світлом		Е	–		2,0	0,5

Продовження додатка В

1	2	3	4	5	10	11
Загальне орієнтування в просторі інтер'єру: – при великому скупченні людей	Незалежно від розміру об'єкта розрізнення	Ж	1	Незалежно від тривалості зорової роботи	Не нормується	Не нормується
– при малому скупченні людей			2			
Загальне орієнтування в зонах пересування: – при великому скупченні людей	Незалежно від розміру об'єкта розрізнення	З	1	Незалежно від тривалості зорової роботи	Не нормується	Не нормується
– при малому скупченні людей			2			

Додаток Г

Таблиці для розрахунку природного освітлення

Таблиця Г 1 – Значення коефіцієнта світлового клімату m

Світло- кліматич- ний район (Додаток А)	Значення <i>m</i> для світлопрорізів								орієнто- ваних на зеніт
	Вертикальних, орієнтованих на:								
	Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ	
I	1,93	0,96	1,00	1,02	1,03	1,02	1,01	0,96	0,99
II	1,05	1,09	1,14	1,16	1,18	1,17	1,15	1,09	1,12
III	1,07	1,12	1,18	1,22	1,23	1,22	1,20	1,12	1,17
IV	1,15	1,21	1,28	1,32	1,33	1,32	1,29	1,21	1,26

Примітки:

1 – При розташуванні світлопрорізів у площинах, нахилених до горизонту під кутом α , град, значення m визначається за формулою

$$m = \frac{m_1 \alpha + m_2 (90 - \alpha)}{90},$$

де m_1 – коефіцієнт світлового клімату для вертикального світлопрорізу відповідного типу та орієнтації у даному районі світлового клімату;

m_2 – коефіцієнт світлового клімату для світлового прорізу, орієнтованого на зеніт, у даному районі.

2 – Орієнтація світлопрорізів визначається азимутом A – кутом в плані між напрямом на північ та вектором, спрямованим зсередини приміщення назовні, перпендикулярно до площини світлопрорізу; відраховується від напрямку на північ за годинниковою стрілкою: Пн - північна ($0 < A < 22,5^\circ$; $337,5 < A < 360^\circ$); ПнС – північно-східна ($22,5 < A < 67,5^\circ$); С – східна ($67,5 < A < 112,5^\circ$); ПдС – південно-східна ($112,5 < A < 157,5^\circ$); Пд – південна ($157,5 < A < 202,5^\circ$); ПдЗ – південно-західна ($202,5 < A < 247,5^\circ$); З – західна ($247,5 < A < 292,5^\circ$); ПнЗ – північно-західна ($292,5 < A < 337,5^\circ$).

3 – Коефіцієнт m для фасадів протилежних будинків визначається аналогічно в залежності від азимута A фасаду.

Таблиця Г 2 – Значення світлової активності η_v вікон при боковому освітленні

Відношення довжини приміщення l_n до його глибини B	Значення η_v при відношенні глибини приміщення B до його висоти від рівня робочої поверхні до верху вікна h_1							
	1	1,5	2	3	4	5	7,5	10
4 і більше	6,5	7	7,5	8	9	10	11	12,5
3	7,5	8	8,5	9,6	10	11	12,5	14
2	8,5	9	9,5	10,5	11,5	13	15	17
1,5	9,5	10,5	13	15	17	19	21	23
1	11	15	16	18	21	23	26,5	29
0,5	18	23	31	37	45	54	66	—

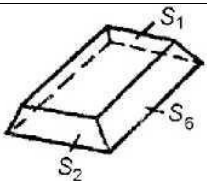
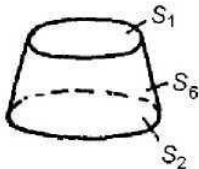
Таблиця Г 3 – Значення світлової активності прямокутних, трапецієподібних та шедових ліхтарів $\eta_{\text{л}}$

Тип ліхтарів	Кількість прогонів	Значення $\eta_{\text{л}}$								
		Відношення довжини приміщення L_n до ширини прогону l_1								
		від 1 до 2			від 2 до 4			більше 4		
		Відношення висоти приміщення H до ширини прогону l_1								
		від 0,2 до 0,4	від 0,4 до 0,7	від 0,7 до 1	від 0,2 до 0,4	від 0,4 до 0,7	від 0,7 до 1	від 0,2 до 0,4	від 0,4 до 0,7	від 0,7 до 1
З вертикальним двобічним заскленням (прямокутні, М-подібні)	1	5,8	9,4	16	4,6	6,8	10,5	4,4	6,4	9,1
	2	5,2	7,5	11,8	4	5,1	7,8	3,7	6,4	6,5
	/3	4,8	6,7	11,4	3,8	4,5	6,9	3,4	4	5,6
З похилим двобічним заскленням	1	3,5	5,2	6,2	2,8	3,8	4,7	2,7	3,6	4,1
	2	3,2	4,4	5,3	2,5	3	4,1	2,3	2,7	3,4
	/3	3	4	4,7	2,35	2,7	3,7	2,1	2,4	3
З вертикальним однобічним заскленням (шеди)	1	6,4	10,5	15,2	5,1	7,6	10	4,9	7,1	8,5
	2	6,1	8	11	4,7	5,5	5,6	4,35	5	5,5
	/3	5	6,5	8,2	4	4,3	5	3,6	3,8	4,1
З нахиленим однобічним заскленням (шеди)	1	3,8	4,55	6,8	2,9	3,4	4,5	2,5	3,2	3,9
	2	3	4,3	5,7	2,3	2,9	2,5	2,15	2,65	2,9
	/3	2,7	3,7	5,1	2,2	2,5	3,1	2	2,25	2,5

Таблиця Г 4 – Значення коефіцієнта $K_{\text{л}}$

Тип ліхтаря	Значення $K_{\text{л}}$
Світлові прорізи у площині покриття, стрічкові	1
Світлові прорізи у площині покриття, штучні	1,1
Ліхтарі з похилим двобічним заскленням (трапецієподібні ліхтарі)	1,15
Ліхтарі з вертикальним двобічним заскленням (прямокутні)	1,2
Ліхтарі з однобічним похилим заскленням (шеди)	1,3
Ліхтарі з однобічним вертикальним заскленням (шеди)	1,4

Таблиця Г 5 – Значення світлової активності $\eta_{\text{л}}$ світлових прорізів у площині покриття

Схеми ліхтарів	Відношення площі вихідного отвору B_2 до суми площ вхідного отвору S_1 і бокової поверхні прорізу S_6	Індекс приміщення i									
		0,5	0,7	1	1,25	1,5	2	2,5	3	4	5
 	0,05	25	19	16	14,3	13,3	12	11,5	11	10,5	10
	0,1	13	10,3	8,5	7,7	7	6,3	6	5,8	5,5	5,4
	0,2	7	5,6	4,6	4,2	3,8	3,4	3,3	3,1	3	2,9
	0,3	5	4	3,3	2,9	2,7	2,4	2,3	2,2	2,1	2
	0,4	4,2	3,3	2,7	2,4	2,2	2	1,9	1,85	1,8	1,7
	0,5	3,7	2,9	2,4	2,1	2	1,8	1,7	1,6	1,55	1,5
	0,6	3,3	2,6	2,1	1,9	1,8	1,6	1,5	1,45	1,4	1,3
	0,7	3,1	2,4	2	1,8	1,6	1,5	1,4	1,35	1,3	1,25
	0,8	2,9	2,3	1,9	1,7	1,55	1,4	1,35	1,3	1,2	1,2
	0,9	2,8	2,2	1,8	1,6	1,5	1,35	1,3	1,25	1,2	1,15

Примітка:

Індекс приміщення

$$i = \frac{l_n b}{H (l_n + b)}$$

де l_n – довжина приміщення вздовж осі прогонів; b – ширина приміщення; H – висота покрівлі над робочою поверхнею.

Таблиця Г 6 – Значення коефіцієнта $K_{\text{буд}}$

Відношення відстані між будинками P до висоти $H_{\text{буд}}$ розташування карнизу протилежного будинку над підвіконням приміщення, що розраховується	$K_{\text{буд}}$
0,5	1,7
1	1,4
1,5	1,2
2	1,1
3 і більше	1

Таблиця Г 7 – Значення коефіцієнта r_1

Відношення глибини приміщення B до висоти від рівня умовно робочої поверхні до верху вікна h_1	Відношення відстані l розрахункової точки від зовнішньої стіни до глибини приміщення B	Значення r_1								
		Середньозважений коефіцієнт світловідбивання $\rho_{\text{сер}}$ стелі, стін та підлоги								
		0,5			0,4			0,3		
		Відношення довжини приміщення l_n до його глибини B								
		0,5	1	2 і більше	0,5	1	2 і більше	0,5	1	2 і більше
Від 1 до 1,5	0,1	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1	1,05	1	1
	0,5	1,4	1,3	1,2	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,1
	1	2,1	1,9	1,5	1,8	1,6	1,3	1,4	1,3	1,2
Більше 1,5 до 2,5	0,1	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1	1
	0,3	1,3	1,2	1,1	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,05
	0,5	1,85	1,6	1,3	1,5	1,35	1,2	1,3	1,2	1,1
	0,7	2,75	2	1,7	1,7	1,6	1,3	1,55	1,35	1,2
	1	3,8	3,3	2,4	2,8	2,4	1,8	2	1,8	1,5
Більше 2,5 до 3,5	0,1	1,1	1,05	1,05	1,05	1	1	1	1	1
	0,2	1,15	1,1	1,05	1,1	1,1	1,05	1,05	1,05	1,05
	0,3	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,1	1,1	1,1	1,05
	0,4	1,35	1,25	1,2	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,1
	0,5	1,6	1,45	1,3	1,35	1,25	1,2	1,25	1,15	1,1
	0,6	2	1,75	1,45	1,6	1,45	1,3	1,4	1,3	1,2
	0,7	2,6	2,2	1,7	1,9	1,7	1,4	1,6	1,5	1,3
	0,8	3,6	3,1	2,4	2,4	2,2	1,55	1,9	1,7	1,4
	0,9	5,3	4,2	3	2,9	2,45	1,9	2,2	1,85	1,5
	1	7,2	5,4	4,3	3,6	3,1	2,4	2,6	2,2	1,7

Продовження додатка Г

Відношення глибини приміщення B до висоти від рівня умовно робочої поверхні до верху вікна h_1	Відношення відстані l розрахункової точки від зовнішньої стіни до глибини приміщення B	Значення r_1								
		Середньозважений коефіцієнт світловідбивання $\rho_{\text{сер}}$ стелі, стін та підлоги								
		0,5			0,4			0,3		
		Відношення довжини приміщення l_n до його глибини B								
		0,5	1	2 і більше	0,5	1	2 і більше	0,5	1	2 і більше
Більше 3,5	0,1	1,2	1,15	1,1	1,1	1,1	1,05	1,05	1,05	1
	0,2	1,4	1,3	1,2	1,2	1,15	1,1	1,1	1,05	1,05
	0,3	1,75	1,5	1,3	1,4	1,3	1,2	1,25	1,2	1,1
	0,4	2,4	2,1	1,8	1,6	1,4	1,3	1,4	1,3	1,2
	0,5	3,4	2,9	2,5	2	1,8	1,5	1,7	1,5	1,3
	0,6	4,6	3,8	3,1	2,4	2,1	1,8	2	1,8	1,5
	0,7	6	4,7	3,7	2,9	2,6	2,1	2,3	2	1,7
	0,8	7,4	5,8	4,7	3,4	2,9	2,4	2,6	2,3	1,9
	0,9	9	7,1	5,6	4,3	3,6	3	3	2,6	2,1
	1	10	7,3	5,7	5	4,1	3,5	3,5	3	2,5

Таблиця Г 8 – Значення коефіцієнта r_2

Відношення висоти приміщення від робочої поверхні до нижньої грані засклення $H_{\text{л}}$, до l_1	Значення коефіцієнта r_2								
	Середньозважений коефіцієнт світловідбивання $\rho_{\text{ср}}$ стелі, стін та підлоги								
	0,5			0,4			0,3		
	Кількість прогонів								
	1	2	/3	1	2	/3	1	2	/3
2	1,7	1,5	1,15	1,6	1,4	1,1	1,4	1,1	1,05
1	1,5	1,4	1,15	1,4	1,3	1,1	1,3	1,1	1,05
0,75	1,45	1,35	1,15	1,35	1,25	1,1	1,25	1,1	1,05
0,5	1,4	1,3	1,15	1,3	1,2	1,1	1,2	1,1	1,05
0,25	1,35	1,25	1,15	1,25	1,15	1,1	1,15	1,1	1,05

Таблиця Г 9 – Значення коефіцієнта τ_1

Вид світлопрозорого матеріалу	Значення τ_1 .
Скло безкольорове завтовшки, мм	
2,0	0,89
3,0	0,88
4,0	0,87
5,0	0,86
6,0	0,85
8,0	0,83
10	0,81
12	0,79
15	0,76

Продовження додатка Г

Вид світлопрозорого матеріалу	Значення τ_1
19	0,72
25	0,67
Скло листове армоване	0,6
Скло листове візерункове	0,65
Скло сонцезахисне	0,65
Скло спектрально-селективне	0,75
Органічне скло: прозоре	0,9
молочне	0,6
Склоблоки:	0,5
світлорозсіювальні	
світлопроникні	0,55
Склопрофіліт:	0,8
швелерного перерізу	
коробчастого перерізу	0,65

Примітки:

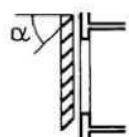
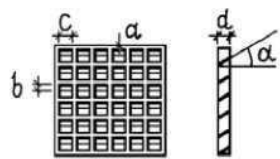
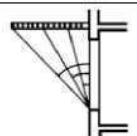
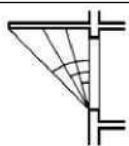
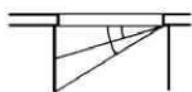
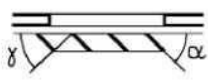
1 – Якщо світлопрозоре заповнення світлопрорізу складається з кількох шарів скла, то його коефіцієнт пропускання світла визначається як добуток коефіцієнтів пропускання світла кожного шару.

2– Значення коефіцієнтів τ_1 і τ_2 для профільного скла і конструкцій з нього слід приймати відповідно до Вказівок з проектування, монтажу та експлуатації конструкцій з профільного скла.

Таблиця Г 10 – Значення коефіцієнта τ_3

Несучі конструкції	Значення τ_3
Сталеві ферми	0,9
Залізобетонні та дерев'яні ферми й арки	0,8
Балки та рами суцільні при висоті перетину:	
50см і більше	0,8
менше 50 см	0,9

Таблиця Г 11 – Значення коефіцієнта τ_4

№ схеми	Схема	Значення τ_4	№ схеми	Схема	Значення τ_4
1	 Горизонтальні жалюзі $\alpha = 0^\circ$ $\alpha = 45^\circ$	0,75 0,35	7	 Стільникоподібні	Значення τ_4
2	 Маркізи напівпрозорі $\beta = 45^\circ$	0,4			
3	 Козирок решітчастий $\beta = 45^\circ$ $\beta = 30^\circ$ $\beta = 15^\circ$	0,65 0,82 0,95			
4	 Козирок суцільний $\beta = 45^\circ$ $\beta = 30^\circ$ $\beta = 15^\circ$	0,6 0,8 0,95			
5	 Вертикальні екрани $\gamma = 15^\circ$ $\gamma = 30^\circ$	0,95 0,85			
6	 Вертикальні жалюзі $\gamma = 45^\circ, \alpha = 90^\circ$ $\gamma = 45^\circ, \alpha = 45^\circ$	0,70 0,60			

Навчальне видання

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторної роботи

**«ВИЗНАЧЕННЯ ОСВІТЛЕННЯ ПРИМІЩЕНЬ
ПРИРОДНИМ СВІТЛОМ»**

з дисципліни «Охорона праці»

для студентів усіх спеціальностей

денної та заочної форм навчання

Укладачі:

ВАСЬКОВЕЦЬ Людмила Антонівна

ЯЩЕРИЦІН Євген Володимирович