

Центральноукраїнський національний технічний університет

Кафедра будівельних, дорожніх машин і будівництво

## **СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ПРОЕКТУВАННЯ ВИРОБНИЧИХ БУДІВЕЛЬ**

### **Розрахунок природнього освітлення**

#### **Методичні вказівки**

**до виконання практичних занять для студентів всіх форм  
навчання**

**за напрямом підготовки 192 «Будівництво та цивільна  
інженерія»**

Кропивницький 2023

Сучасні тенденції проектування виробничих будівель:  
методичні вказівки до виконання практичних занять (Розрахунок  
природнього освітлення) для студентів спеціальності 192  
"Будівництво та цивільна інженерія" всіх форм навчання / Укл.:  
В.В. Яцун, В.В.Дарієнко І.П. Заворуєва, М.В.Пашинський, В.В.  
Яцун. Кропивницький: ЦНТУ, 2023. 44 с.

Затверджено на засіданні кафедри БДМБ, протокол №14 від  
12.04.2023.

Укладачі:

**Володимир Васильович Яцун – канд. техн. наук, доцент**

**Віктор Вікторович Дарієнко – канд. техн. наук, доцент**

**Інна Петрівна Заворуєва – викладач**

**Микола Вікторович Пашинський - канд. техн. наук, ст.викладач**

**Володимир Володимирович Яцун – канд. техн. наук, доцент**

Рецензент:

**Семко В. О. – доктор техн. наук, професор**

# 1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Будівельна світлотехніка розглядає методику проектування і розрахунку природного освітлення згідно з чинними нормативними документами. Основним завданням світлотехнічних розрахунків є визначення форми, розмірів та розташування світлових прорізів, які б забезпечили нормативний рівень освітлення природним світлом в приміщеннях у відповідності до технологічного процесу і зорової роботи працівників. Велику увагу слід приділяти також конструкції віконних блоків, а саме теплопровідних характеристикам склопакетів та профілів з яких виготовляються конструкції вікон, бо енергозбереження є вагомим фактором при затвердженні проектів. Визначені світлотехнічним розрахунком розміри світлових прорізів можуть бути змінені в межах +5...-10%. Винятком для збільшення площі світових прорізів можуть бути вітрини. Необхідно також звернути увагу на застосування комбінації глухих вікон і стулок, що відчиняються бо природний повітрянообмін, який запроектований може значно зменшити експлуатаційні витрати на улаштування вентиляції.

Мета методичних вказівок полягає в ознайомленні студентів із застосуванням чинних будівельних норм і стандартів та методики розрахунку природнього освітлення громадських та промислових будівель. Методичні вказівки можуть бути використані при виконання курсових і дипломних проектів.

У методичних вказівках наведені приклади розрахунків природного освітлення приміщень.

## 2. ОСНОВНІ СВІЛОТЕХНІЧНІ ПОНЯТТЯ І ТЕРМІНИ

Світло – це електромагнітне випромінювання Сонця, температура якого наближається до  $6000^{\circ}\text{C}$ . Енергія, яка передається шляхом випромінювання, називається променевою.

Світло є електромагнітні хвилі в інтервалі частот, що сприймаються людським оком (4,01014-7,51014 Гц). Довжина хвиль від 760 нм (червоний) до 380 нм (фіолетовий).

Сонце віддає у світловий простір досить значну кількість променевої енергії, але тільки  $1/2 \times 10^9$  частини досягає земної поверхні. Променева енергія розподіляється таким чином: 52%-видиме випромінювання, 43%-інфрачервоне, 5%-ультрафіолетове.

Світло має певні дії:

- освітлювальну;
- хімічну;
- теплову;
- електричну;
- механічну.

Основну увагу ми зосередим на освітлювальній дії.

Інтенсивність променевої енергії визначається кількістю енергії, що віддається джерелом за одиницю часу. Величина, що характеризує потужність променевої енергії, називається променевим потоком  $P$ . Одиниця випромінювання променевого потоку - ват /Вт/.

За одиницю світлового потоку  $/F/$  прийнятий люмен /лм/. Люмен є величина світлового потоку, що випромінюється абсолютно чорним тілом при температурі твердіння платини  $2042^{\circ}\text{C}$  з площі в  $5305 \times 10^{-10} \text{ м}^2$ .

Для оцінки умов освітлення від будь-якого джерела світла користуються поняттям «освітленість».

Освітленість  $/E/$  - відношення світлового потоку  $/F/$  до площі поверхні, яка ним освітлюється  $/S/$ ;

$$E = \frac{F}{S} \quad (1)$$

Одиниця освітлення-люкс /лк/, (від лат . lux - світло), одиниця освітленості  $E$ ; позначається лк. 1 лк - освітленості поверхні площею  $1 \text{ м}^2$  при потраплянні на неї світлового потоку, рівним 1 лм.

Через постійну зміну погодних умов природнього освітлення під відкритим небом практично складно встановити значення освітленості всередині приміщення в люксах. У зв'язку з цим освітленість приміщень прийнято визначати не в абсолютних одиницях (люксах), а у відносних у вигляді коефіцієнта природної освітленості КПО.

$$\text{КПО} = e = \frac{E}{E_0}, \quad (2)$$

де  $E$  - освітленість точки всередині приміщення, лк;

$E_0$  - освітленість точки на горизонтальній площині під повністю відкритим небосхилом, лк.

КПО є процентне відношення і тому формула (2) набуває вигляду:

$$e = \frac{E}{E_0} \cdot 100\% \quad (3)$$

### 3. СИСТЕМА ОСВІТЛЕННЯ

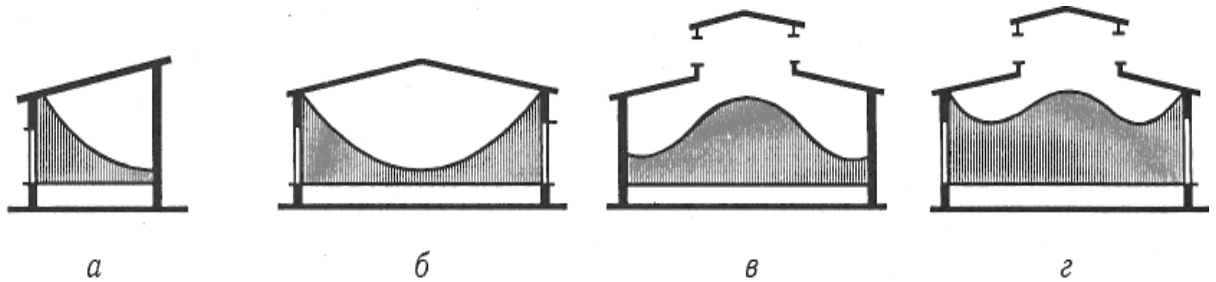


Рис. 1 Криві освітлення при різних видах освітлення

Відповідно з {1} природне освітлення поділяється на:

бокове однібічне рис 1а;

бокове двобічне рис.1б;

верхне рис.1в

комбіноване рис 1г;

транспортоване

акумульоване.

Природне освітлення бокове- це природне освітлення крізь світлові прорізи у зовнішніх стінах.

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

Природне освітлення комбіноване- поєднання верхнього і бокового природнього освітлення.

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.

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

### 4. ПРОЕКТУВАННЯ ПРИРОДНЬОГО ОСВІТЛЕННЯ

Проектування природнього освітлення базується на детальному вивченні технологічних та інших трудових процесів, а також на світло-кліматичних особливостях місця будівництва. При цьому повинні бути визначені такі характеристики:

- характеристика зорової роботи, найменший об'єкт розрізнення, розряд зорової роботи;

- визначення району світлового клімату згідно розташування будівлі на карті світло-кліматичного районування території України;
- нормоване значення КПО ( $D_H$ ) з урахуванням характеру зорової роботи і світло-кліматичних особливостей місця розташування будівлі;
- необхідна рівномірність природнього освітлення;
- габаритні розміри і розташування обладнання;
- бажана направленість світлового потоку на робочу поверхню;
- тривалість використання природнього освітлення протягом доби для різних місяців року з урахуванням призначення приміщення, режиму роботи і світлового клімату місцевості;
- необхідність захисту приміщення від засліплюючого впливу прямих сонячних променів.

Проектування природнього освітлення будівель доцільно виконувати у такій послідовності:

I-ий етап-визначення вимог до природнього освітлення приміщень; визначення нормованого значення КПО за розрядом переважаючих у приміщенні зорових робіт; вибір системи освітлення;

вибір типів світлових прорізів і світло-пропускаючого матеріалу;

вибір засобів для обмеження засліплюючої дії прямого сонячного світла;

урахування орієнтації будівель і світлових прорізів за сторонами ;

II-ий етап-виконання попереднього розрахунку природнього освітлення приміщень (визначення необхідної площі світлових прорізів), уточнення параметрів світлових прорізів;

III-ий етап-виконання перевірного розрахунку природнього освітлення приміщень;

Визначення приміщень, зон і ділянок із недостатнім, згідно з нормами, природнім освітленням;

Визначення вимог до додаткового штучного освітлення приміщень, зон та ділянок із недостатнім природнім освітленням;

IV-ий етап – внесення необхідних коректив у проект природнього освітлення і повторний розрахунок (за необхідністю)

Систему природнього освітлення будівель (бокове, верхнє або комбіноване ) рекомендується вибрати з урахуванням таких факторів:

призначення і прийнятого архітектурно-планувального, об'ємно-просторового й конструктивного рішення будівлі;

вимог до природнього освітлення приміщень, які враховують особливості технологічного процесу і характер зорової роботи;

кліматичних та світло-кліматичних особливостей місця будівництва.

Верхнє і комбіноване природнє освітлення слід переважно використовувати у виробничих одноповерхових будівлях промислових підприємств, у одноповерхових громадських будівлях великої площі (стадіони, павільйони тощо).

Бокове природнє освітлення слід використовувати у багатоповерхових виробничих та житлових будинках, а також у одноповерхових виробничих і громадських будівлях, у яких відношення глибини приміщення до висоти вікон над умовною робочою поверхнею не перевищує 8.

Під час вибору конструкцій вікон і ліхтарів та світлопропускаючих матеріалів необхідно враховувати наступне:

вимоги до природнього освітлення приміщень;

призначення, об'ємно-просторове і конструктивного рішення будівлі;

орієнтацію будівлі за сторонами світу

кліматичні і світло-кліматичні особливості місця будівництва;

необхідність захисту приміщень від інсоляції.

## **5. НОРМУВАННЯ ПРИРОДНЬОГО ОСВІТЛЕННЯ**

Нормовані значення КПО,  $D_H$ , %, визначається в залежності від призначення приміщення та підрозряду чи розряду зорової роботи.

У приміщеннях житлових і громадських приміщень при боковому освітленні з однієї сторони нормоване мінімальне значення КПО повинно бути забезпечено у розрахунковій точці робочої поверхні, найбільш віддаленій від вікон. Розрахункова точка лежить на перетині робочої поверхні та площини характерного розрізу на відстані 1 м від стіни, протилежної вікнам. Робочою поверхнею є:

- у житлових приміщеннях житлових будинків і гуртожитків, у вітальнях і номерах готелів, в ігрових приміщеннях дошкільних навчальних закладах, у

ізоляторах і кімнатах для хворих дітей, у палатах лікарень, госпіталів, у палатах і спальних кімнатах санаторіїв, будинків відпочинку і пансіонатів-підлога;

- у навчальних і навчально-виробничих приміщень шкіл, шкіл-інтернатів, професійно-технічних і вищих навчальних закладів I-Прівня акредитації, у кабінетах лікарів, які приймають хворих в оглядових, у приймально-оглядових боксах, у перев'язочних-умовна робоча поверхня, що розташована на висоті 0,8 м над підлогою;

- в інших приміщеннях – згідно з додатком Д {1} в залежності від призначення приміщення.

У виробничих приміщеннях глибиною до 6м при односторонньому боковому освітленні нормується мінімальне нормоване значення КПО, яке повинно бути забезпечено у розрахунковій точці умовної робочої поверхні, що знаходиться на перетині цієї поверхні та вертикальної площини характерного розрізу приміщення на відстані 1м від стіни, протилежної вікнам, або в найбільш віддаленій від вікон точці робочої поверхні, в якій триває виробничий процес.

У великогабаритних виробничих приміщеннях глибиною більше ніж 6 м при боковому освітленні 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.

При боковому освітленні приміщень крізь вікна, що розташовані у кількох стінах, за винятком виробничих приміщень глибиною більше ніж 6м, мінімальне нормоване значення КПО повинно бути забезпечено у найменш освітленій точці робочої поверхні по характерному розрізу приміщення. При боковому двосторонньому освітленні таких приміщень та однакових вікнах з обох сторін дозволяється за розрахункову точку приймати точку, яка розташована в центрі приміщення на перетині вертикальної площини характерного перерізу і робочої поверхні.

При вертикальному або комбінованому природньому 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;
- у допоміжних приміщеннях цивільних будівель з верхнім або комбінованим освітленням, в яких виконуються зорові роботи розрядів Г та Д.

При транспортованому природньому освітленні нормування КПО проводиться або як для бокового, або як для верхнього освітлення, залежно від розташування вхідних отворів світловодів.

Допускається розподілення приміщень на зони з боковим освітленням (зони, які примикають до зовнішніх стін з вікнами) і зони з верхнім освітленням. Зона з боковим освітленням на характерному розрізі приміщення обмежується точкою, яка розміщена на робочій поверхні і віддалена від світлопрорізів на відстань, що визначається відповідно до 6,5 для великогабаритних приміщень.

У виробничих приміщеннях з зоровою роботою I-III розрядів доцільно використовувати суміщене освітлення. Допускається застосовувати верхнє природне освітлення у великопрогонових складальних цехах, де роботи виконуються в значній частині об'єму приміщення на різних рівнях поверхнях підлоги і на різно-орієнтованих у просторі робочих поверхнях. При цьому нормовані значення КПО приймають для розрядів I, II, III відповідно 10%; 7%; 5%.

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 затіняючих предметів, а також при 100% використанні світлопрозорих заповнень у світлопрорізах. Розрахункові значення КПО слід заокруглювати до сотих часток. Дозволяється зниження розрахункового значення КПО від нормованого не більше ніж на 10 %.

Розрахункові значення середньозваженого коефіцієнта світло-відбивання внутрішніх поверхонь приміщення слід приймати на підставі прийнятої в проекті архітектурної обробки поверхонь, але не більше 0,5- у приміщеннях цивільних будівель та кухнях житлових будинків, а також у виробничих приміщеннях зі світлою характеристикою фону; не більше 0,4- у житлових кімнатах житлових будинків та у виробничих приміщеннях із середньою характеристикою фону; не більше 0,3- у виробничих приміщеннях з темною характеристикою фону.

Середньозважений коефіцієнт відбивання засклених прорізів фасаду з урахуванням рами  $\rho_B$  в розрахунках приймаємо 0,2.

Середньозважений коефіцієнт відбивання фасаду  $\rho_\Phi$  з урахуванням засклених прорізів слід розраховувати за формулою:

$$\rho_\Phi = \frac{\rho_M \cdot S_M + \rho_B \cdot S_B}{S_M + S_B} \quad (4)$$

де  $\rho_M, \rho_B$  - коефіцієнт відбиття матеріалу обробки фасаду і коефіцієнт відбиття засклених прорізів фасаду з урахуванням рам відповідно;

$S_M, S_B$  - площа фасаду без світлових прорізів і площа світлових прорізів відповідно.

$D_H$  - нормативне значення КПО, яке визначається у відповідності до технологічного і функціонального призначення:

- для виробничих підприємств за таблицею 5.1{1},
- для приміщень житлових, цивільних та адміністративно-побутових приміщень за таблицею 5.2{1};
- для приміщень об'єктів громадського та комунального призначення за додатком Д{1};
- для приміщень житлових будинків за додатком Ж{1}.

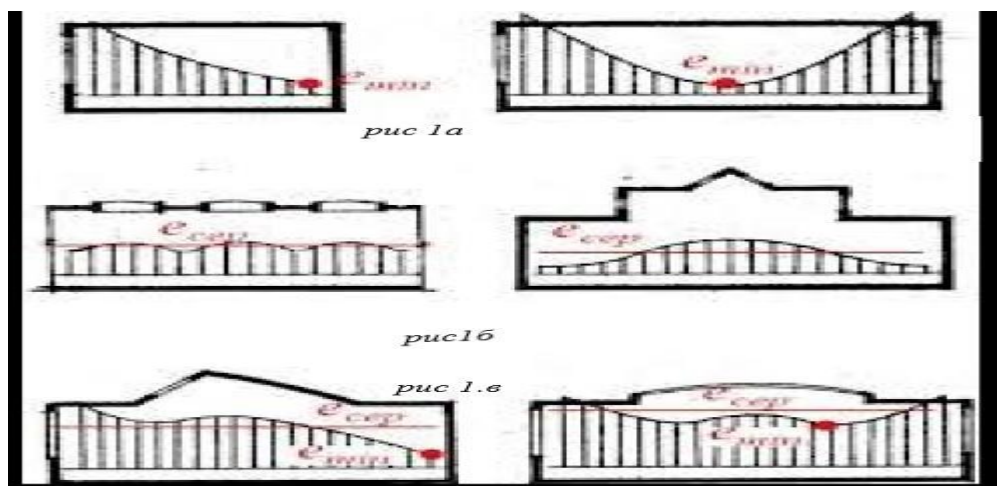


Рис 2 – До розрахунку КПО

## 6. РОЗРАХУНОК ПРИРОДНОГО ОСВІТЛЕННЯ

Розрахунок природного освітлення виконується для рівно-яскравого неба; дійсний стан небосхилу наближається до умов такого припущення тільки при суцільній хмарності, так зване хмарне небо МКО- небо, повністю закрите хмарами.

На стадій ескізного проектування користуються розрахунком наближеного значення площі світлопрорізів, які визначаються за формулами {1};

а) при боковому освітленні

$$S_B = \frac{D_H}{100m} \cdot \frac{K_3 \eta_B K_{\text{буд}}}{\tau_0 r_1} \cdot S_{\text{П}} \quad (5)$$

б) при верхньому освітленні

$$S_L = \frac{D_H}{100m} \cdot \frac{K_3 \eta_L}{\tau_0 r_2 K_L} \cdot S_{\text{П}} \quad (6)$$

де  $S_B$  і  $S_L$  – площі світлових прорізів (в світлі) відповідно при боковому та верхньому освітленні, м<sup>2</sup>;

$S_{\text{П}}$ - площа підлоги приміщення, м<sup>2</sup>;

$D_H$ - нормоване значення КПО, яке визначається за таблицями 5.1, 5.2 чи додатками Д, Ж {1};

$m$ - коефіцієнт світлового клімату світлопрорізу, який визначається за таблицею М.1 і рисунком М.1 {1};

$K_3$ - коефіцієнт запасу, який приймається за таблицею 5.3 {1};

$\eta_B, \eta_L$ - коефіцієнти, що враховують світлову активність вікон і ліхтарів, які визначаються за таблицями М.2, М.3 або М.4 {1};

$K_L$ -коефіцієнт, що враховує тип ліхтаря, який визначається за таблицею М.5 {1};

$K_{\text{буд}}$ - коефіцієнт, що враховує затінювання вікон протилежними будинками, який визначається за таблицею М.6 {1};

$\tau_{1,2}$ -коефіцієнт, що враховує підвищення КПО за рахунок світла, відбитого від внутрішніх поверхонь приміщення, які визначаються за таблицями М.7 або М.8 {1};

$\tau_0$ -загальний коефіцієнт світлопропускання, який визначається за формулою:

$$\tau_0 = \tau_1 \tau_2 \tau_3 \tau_4 \tau_5 \quad (7)$$

де  $\tau_1$ - коефіцієнт світлопропускання матеріалу, який визначається за таблицею М.9 {1};

$\tau_2$ - коефіцієнт, що враховує втрати світла у рамках світлопрорізу, який розраховується за формулою:

$$\tau_2 = \frac{S_B - S_p}{S_B} \quad (8)$$

де  $S_B$ -площа світлового прорізу, м<sup>2</sup>;

$S_p$ -площа частини світлопрорізу, що затінюється рамою, м<sup>2</sup>;

При розрахунках за формулами (5) і (6)  $\tau_2$  приймається 0,75 для металопластикових та дерев'яних вікон і ліхтарів та 0,85- для металевих;

$\tau_3$ -коефіцієнт, що враховує втрати світла у несучих конструкціях, який визначається за таблицею М.10 {1};

$\tau_4$ -коефіцієнт, що враховує втрати світла у сонцезахисних пристроях, який визначається за таблицею М.11 (при відсутності сонцезахисних пристроїв  $\tau_4=1$ ) {1};

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

## **Перевірочний метод розрахунку природного освітлення**

**(метод А.М. Данилюка)**

Перевірочний розрахунок за методом А. М. Данилюка використовується для визначення значень КПО на умовній робочій поверхні.

Суть методу полягає в наступному: вважається, що будівля розташовується під напівсферою небосхилу, а точка, для якої визначається освітленість, знаходиться у центрі напівсфери. Напівсфера небосхилу умовно поділена 100 меридіанами і 100 паралелями. У результаті такого поділу отримується 10000 ділянок, горизонтальні проекції яких рівновеликі. Якщо з'єднати точки перетину меридіанів і паралелей радіусами із центром

напівсфери, то отримаємо 10000 світлових пучків. Один із таких пучків показаний на рисунку 3.

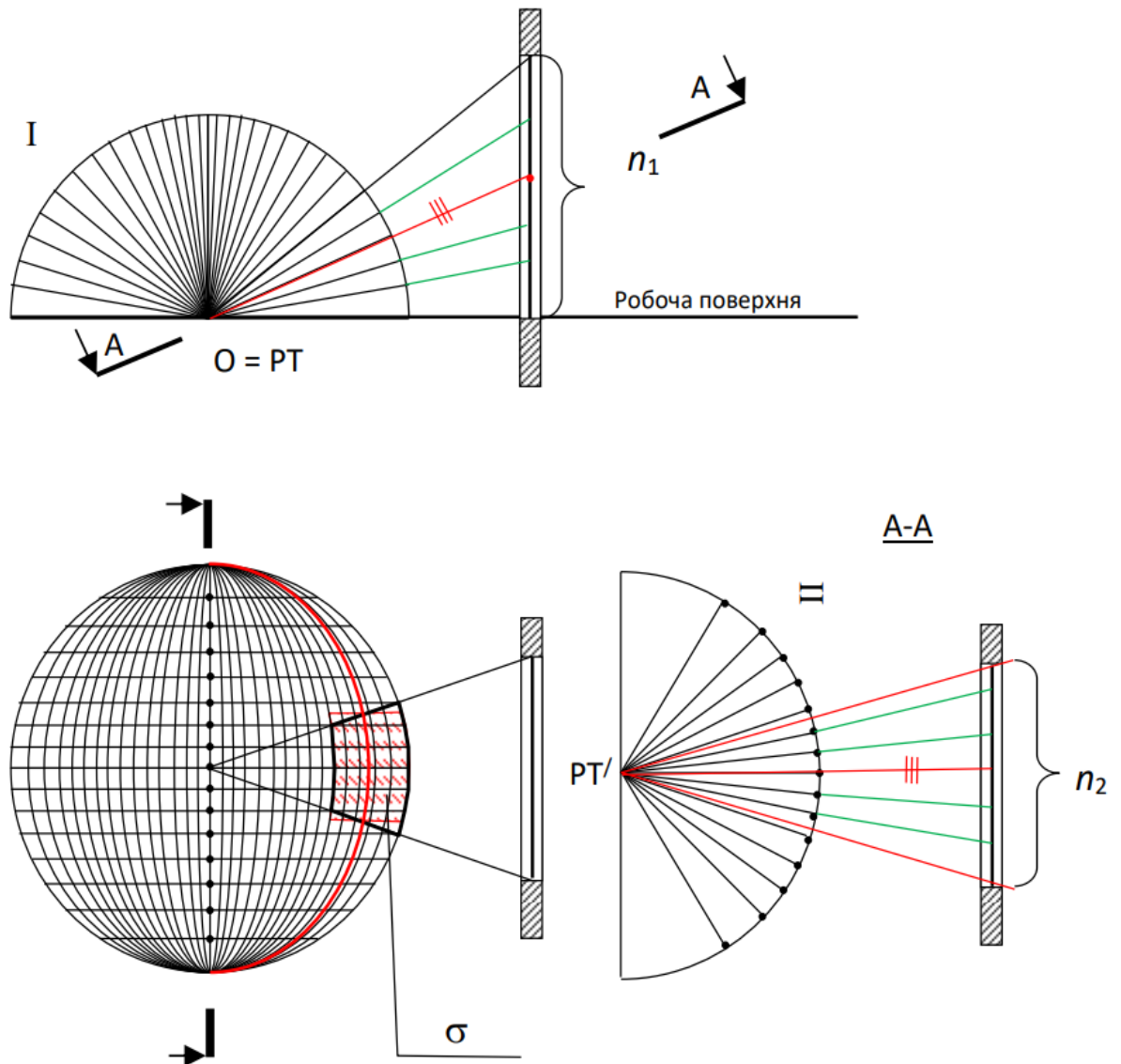


Рис.3 Світловий пучок

Оскільки кожна ділянка напівсфери посилає світлову енергію, то кожний пучок радіусів можна вважати за світловий пучок.

Число таких пучків, які проникають до приміщення, може служити мірою освітленості. Для визначення числа світлових пучків, що проникають у приміщення крізь світлопрорізи, А.М. Данилюк провів із центів ваги усіх ділянок радіуси до центра напівсфери. Отриману таким чином систему радіусів він спроектував на дві площини: горизонтальну й вертикальну, отримавши при цьому два графіка.

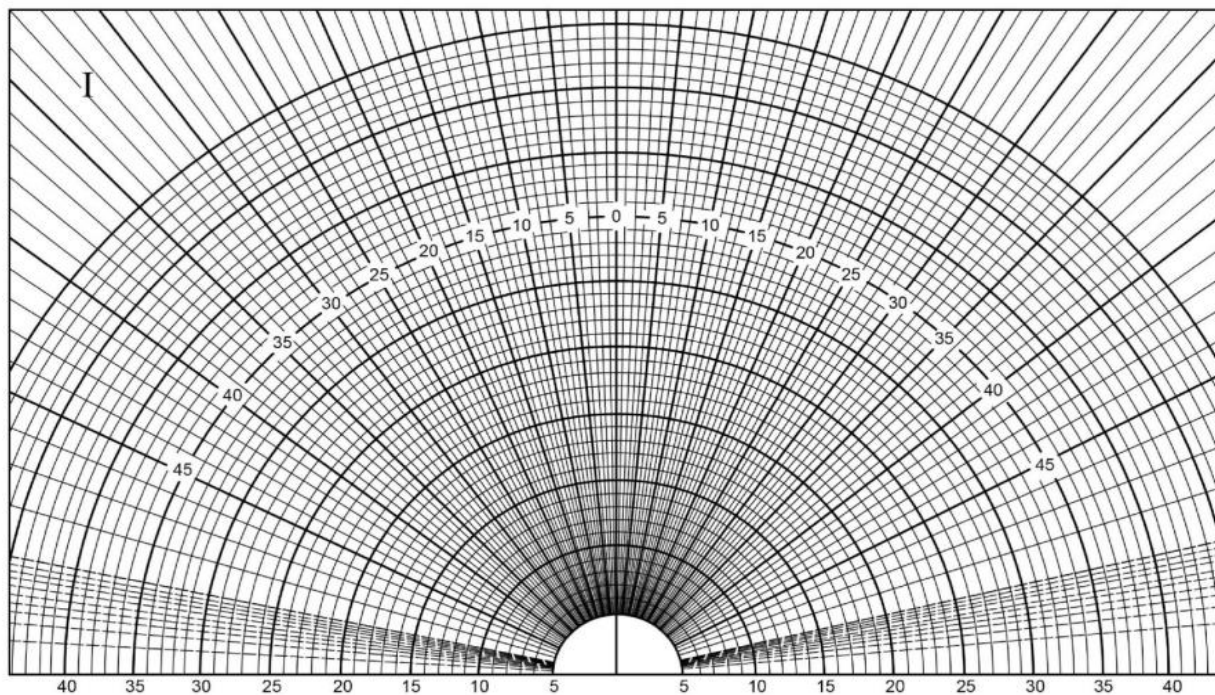


Рис.4. Графік I-проекція радіусів на вертикальну площину

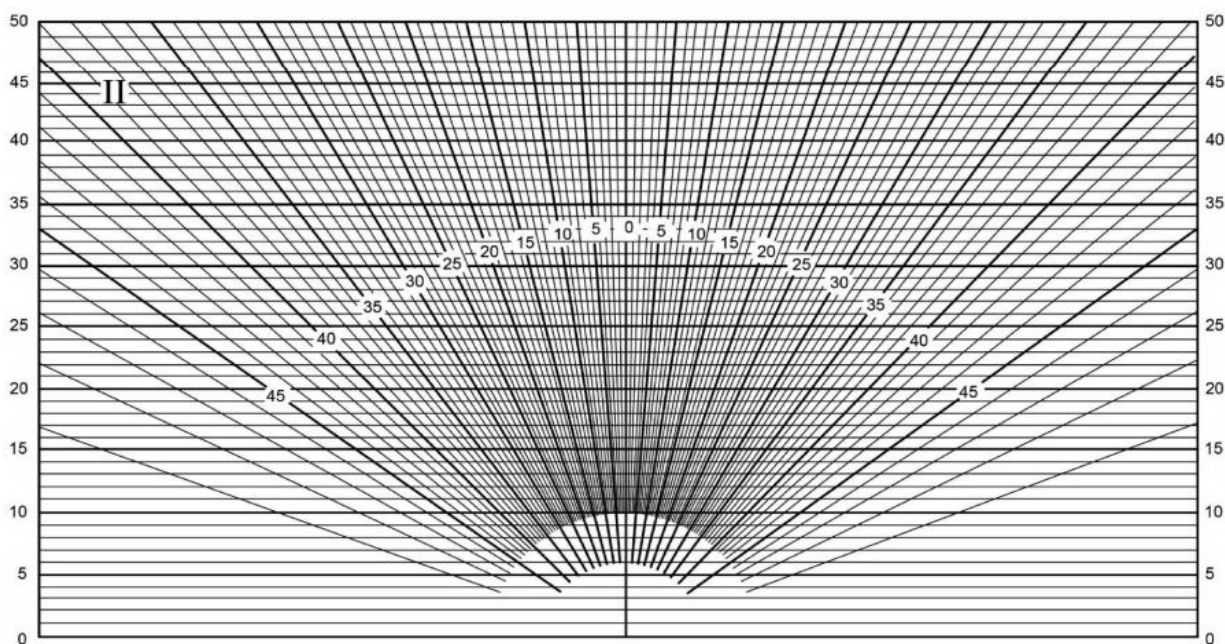


Рис.5. Графік II-проекція радіусів на горизонтальну площину

Кожний радіус на графіках відповідає одному світловому пучку. Для визначення освітленості необхідно сумістити графіки I і II з розрізом та планом приміщення відповідно, підрахувати кількість радіусів (світлових пучків), що проникають через світлопрорізи до розрахункової точки. Значення КПО на умовній робочій площині у розрахункових точках визначається за формулами:

а) при боковому освітленні

$$D_p^6 = \left( \sum_{i=1}^I D_{S_i} q_i m + \sum_{j=1}^J D_{e_j} R_j m_j \right) r_1 \frac{\tau_0}{K_3}, \quad (9)$$

б) при верхньому освітленні

$$\begin{cases} D_p^B = [D_B + D_{\text{сер}}(r_2 K_n - 1)] \frac{\tau_0}{K_3}; \\ D_B = \left( \sum_{i=1}^I D_{S_i} q_i m + \sum_{j=1}^J D_{e_j} R_j m_j \right); \\ D_{\text{сер}} = \frac{\sum_{i=1}^N D_{B_i}}{N}, \end{cases} \quad (10)$$

в) при комбінованому освітленні

$$D_p^K = D_p^B + D_p^6, \quad (11)$$

де  $D_{S_i}$ ,  $D_{e_j}$  – геометричне КПО в розрахунковій точці, що враховують відповідно пряме світло від  $i$ -ї ділянки неба та світло, що відбивається від  $j$ -го фасаду будинків, які розташовані напроти, що визначаються за формулами

$$D_s = 0.01 n_1 \bullet n_2. \quad D_e = 0.01 n'_1 \bullet n'_2. \quad (12)$$

де  $n_1$ ,  $n_2$  та  $n'_1$ ,  $n'_2$  – кількість променів, за графіком 1 і 2 А.М. Данилюка, що проходять від небосхилу через світлопрорізи у розрахункову точку на поперечному перерізі та плані приміщення;

$q_i$  – коефіцієнт, що враховує нерівномірну яскравість  $i$ -ї ділянки хмарного неба залежно від кутової висоти середини світлопрорізу над робочою поверхнею і визначається за формулою

$$q_i = \frac{3}{7} (1 + 2 \sin \theta). \quad (13)$$

де  $\theta$  – кутова висота центру  $i$ -ї ділянки неба відносно розрахункової точки;

$R_j$  – коефіцієнт, що враховує відносну яскравість  $j$ -ї будівлі, що розташована напроти і розраховується за формулою

$$R_j = (0.396 - 0.01 \sum_{k=1}^K D_{\text{прк}} q_{\text{прк}}) \rho_{\text{ф}}, \quad (14)$$

де  $D_{\text{прк}}$  – геометричний КПО центру ваги ділянки фасаду, що спостерігається з розрахункової точки через вікно, від частини неба, який затінюється к-будівлею;

$q_{\text{прк}}$ - відносна яскравість частини неба, від якої розраховується  $D_{\text{прк}}$ ;

$\rho_f$ - коефіцієнт світловідбиття фасаду будівлі, яка розташована напроти.

$m, m_j$  - коефіцієнти світлового клімату, відповідно до світлопрорізу та  $j$ -ї будівлі, що визначається за таблицею М.1 (1) та таблицею 2 Додатку 1

$I, J$ - відповідно кількість окремих розрахункових ділянок неба та фасадів будівель, що розташовані напроти, які спостерігаються через світло прорізи з розрахункової точки;

$\tau_1, \tau_2$ -коефіцієнти, що враховують підвищення КПО за рахунок світла, що відбивається від внутрішніх поверхонь приміщення, які визначаються за таблицями М.7 або М.8 (1) або таблиці 8 и 9 додатку 1

$\tau_0$ -загальний коефіцієнт світлопропускання, який визначається за формулою:

$$\tau_0 = \tau_1 \tau_2 \tau_3 \tau_4 \tau_5 \quad (15)$$

де  $\tau_1$ - коефіцієнт світлопропускання матеріалу, який визначається за таблицею М.9 {1};

$\tau_2$ - коефіцієнт, що враховує втрати світла у рамках світлопрорізу, який розраховується за формулою:

$$\tau_2 = \frac{S_B - S_p}{S_B} \quad (16)$$

де  $S_B$ -площа світлового прорізу,  $\text{м}^2$ ;

$S_p$ - площа частини світлопрорізу, що затінюється рамою,  $\text{м}^2$ ;

При розрахунках за формулами (5) і (6)  $\tau_2$  приймається 0,75 для металопластикових та дерев'яних вікон і ліхтарів та 0,85 - для металевих;

$\tau_3$ -коефіцієнт, що враховує втрати світла у несучих конструкціях, який визначається за таблицею М.10 {1};

$\tau_4$ -коефіцієнт, що враховує втрати світла у сонцезахисних пристроях, який визначається за таблицею М.11 (при відсутності сонцезахисних пристроїв  $\tau_4=1$ ) {1};

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

$K_3$ - коефіцієнт запасу, який приймається за таблицею 5.3 {1};

$N$ -кількість розрахункових точок по характерному розрізу приміщення.

Сумарне КПО від усіх світлопрорізів у кожній розрахунковій точці визначається за формулою:

$$D = D_1 + D_2 + \dots + D_K \quad (17)$$

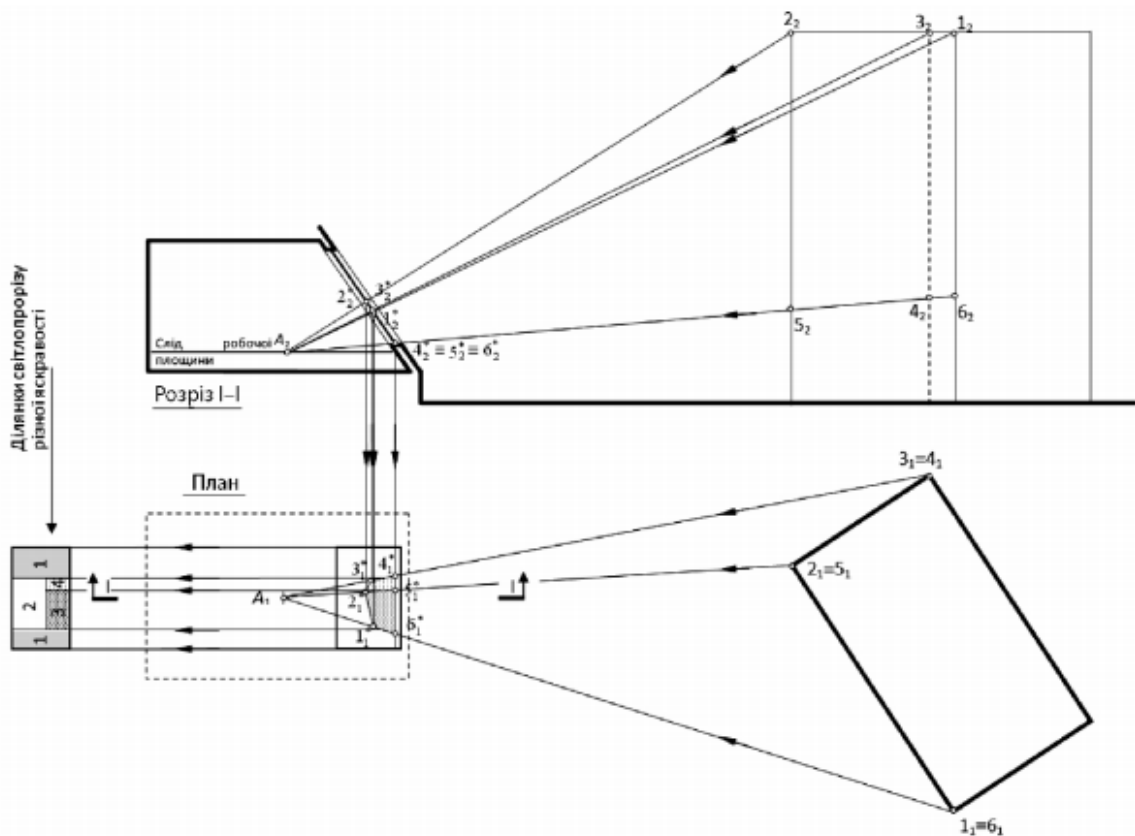
де  $K$ -кількість світлопрорізів у приміщенні.

Середнє значення КПО в характерному розрізі приміщення  $D_{\text{сер}} \%$  визначається за формулою:

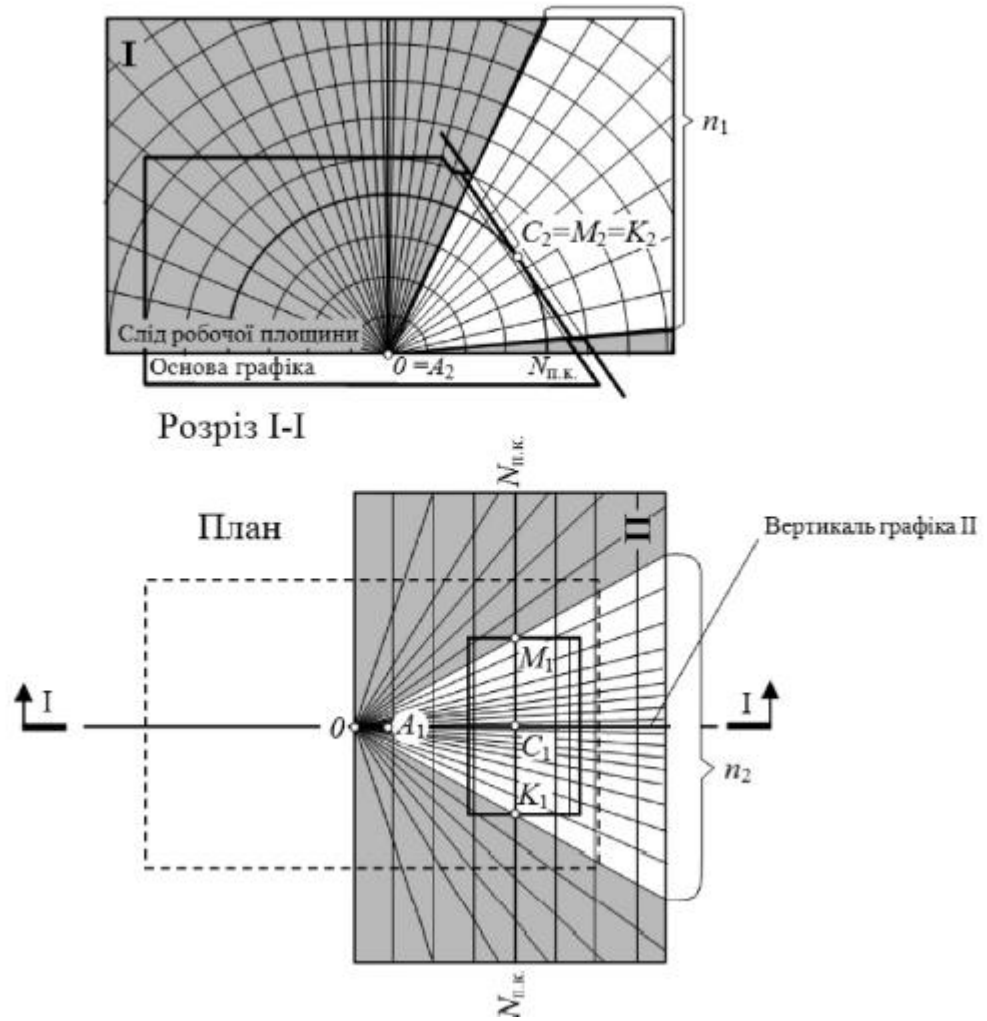
$$D_{\text{сер}} = \frac{1}{N-1} \left( \frac{D_1}{2} + D_2 + D_3 + \dots + D_{N-1} + \frac{D_N}{2} \right) \quad (18)$$

де  $N$ -кількість точок, в яких визначається КПО (приймаємо  $N=5$ );

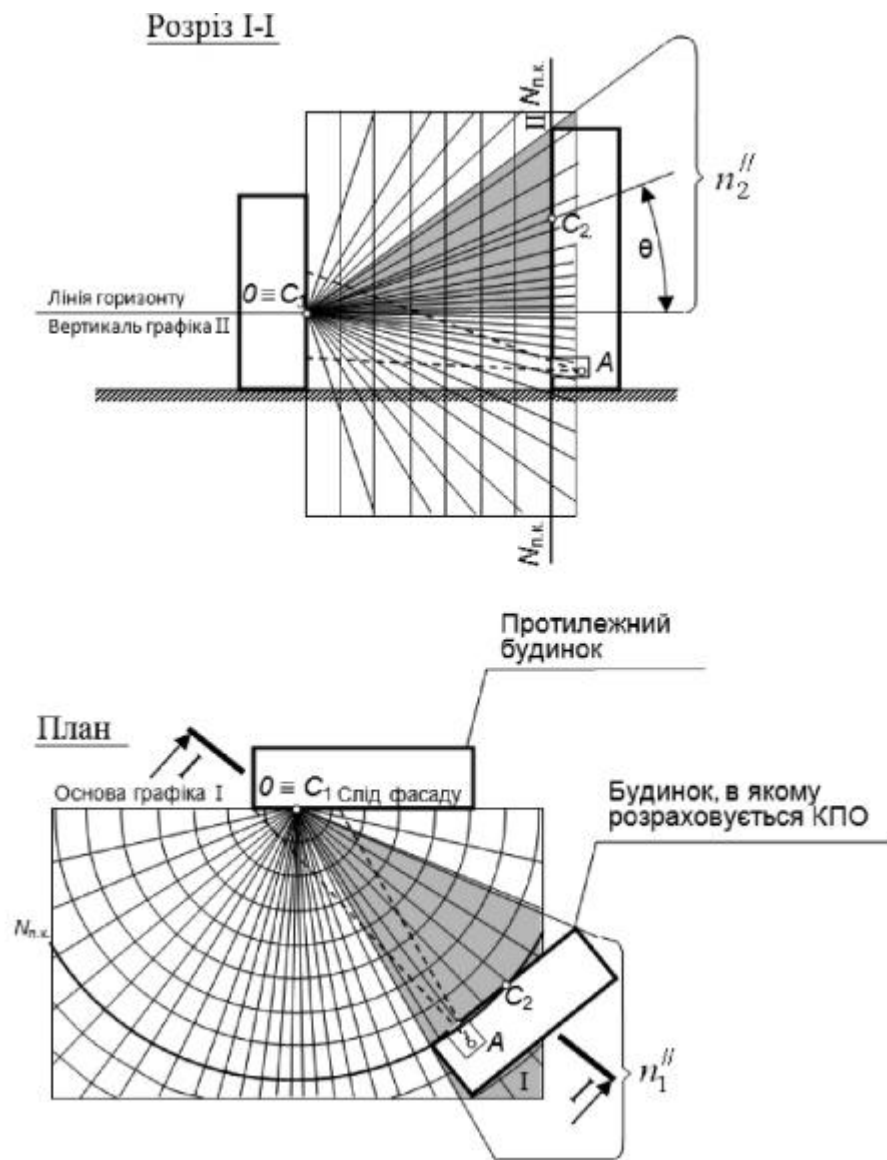
$D_1; D_2; D_3; \dots; D_N$ -значення КПО в точках характерного розрізу приміщення.



**Рис.6 - Значення КПО на умовній робочій площині при боковому освітленні**



**Рис.7 - Значення КПО в точках характерного розрізу приміщення**



**Рис.8 - Значення КПО в точках характерного розрізу приміщення**

## ПРИКЛАДИ РОЗРАХУНКІВ

### ПРИКЛАД 1. РОЗРАХУНОК ПРИРОДНОГО ОСВІТЛЕННЯ ПРИ БОКОВОМУ ОСВІТЛЕННІ

Необхідно визначити мінімальне значення КПО в аудиторії вищого навчального закладу на горизонтальній робочій поверхні на рівні 0,8 від підлоги у точці М, що розташована на відстані 1,0 м від стіни з вікнами. Точка М знаходиться у площині характерного розрізу. Вікна приміщення частково затінені будівлею, що стоїть навпроти, з коефіцієнтом світловідбиття  $\rho=0,6$ .

Приміщення має довжину  $L=9$  м, глибину  $B=6$  м, висоту  $H=3,3$  м. У зовнішній стіні розташовані три віконних прорізи висотою 2,1 м; підвіконня знаходяться на рівні 0,8 м від підлоги (рис. 9), застелення подвійне, віконні рами з дерева, роздільні. Коефіцієнти світловідбиття стелі  $\rho_1=0,75$ , стін  $\rho_2=0,5$ , підлоги  $\rho_3=0,25$ .

Місце будівництва: м. Полтава.

### РІШЕННЯ

А. Найближчий розрахунок необхідної площі світлопрорізів

1. Згідно таблиці 2 /1/ нормоване значення КПО для аудиторій приймається  $D_H=2,0\%$ .
2. Світлокліматичний район згідно рис.Л.1 для м. Полтави -II район-при розташуванні вікон на південь  $m=1,18$ ,

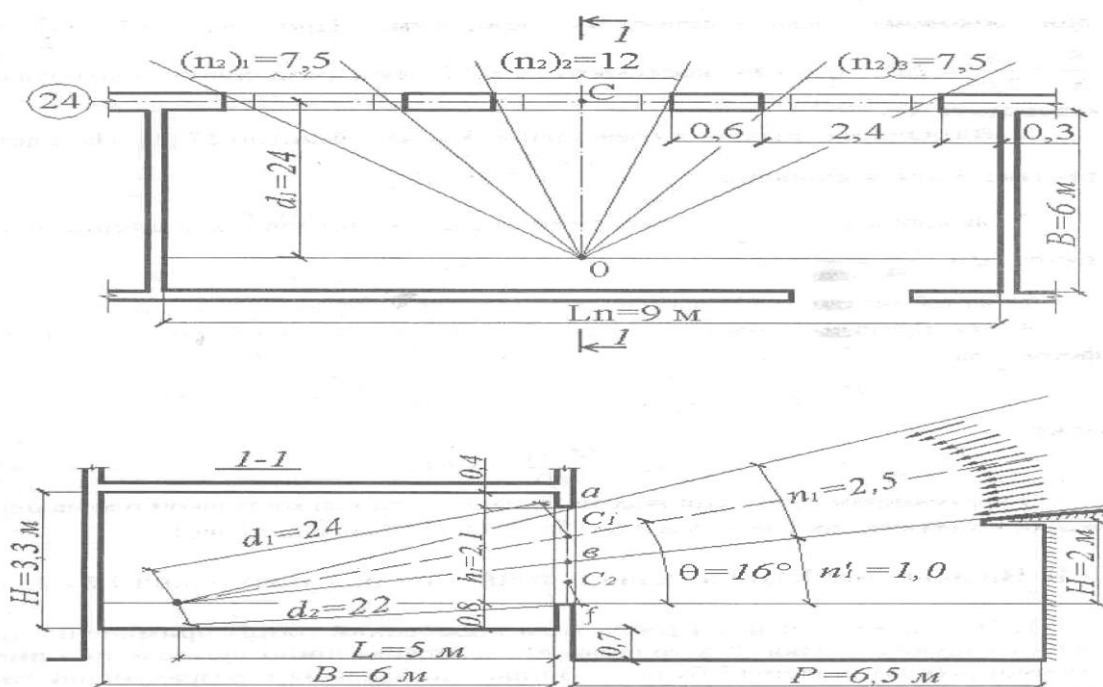


Рис.9 Схема приміщення для розрахунку КПО при боковому освітленні

3. Розраховуємо загальний коефіцієнт світлопропускання віконного прорізу за формулою

$$\tau_0 = \tau_1 \tau_2 \tau_3 \tau_4 \tau_5$$

$$\tau_0 = \tau_1 \tau_2 \tau_3 \tau_4 \tau_5 = 0,87 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,74$$

4. Розраховуємо середньозважений коефіцієнт світловідбиття від внутрішніх поверхонь при  $S_{стелі} = 54 \text{ м}^2$ ,  $S_{стін} = 99 \text{ м}^2$ ,  $S_{підл} = 54 \text{ м}^2$ .

$$\rho_{ср} = \frac{\rho_1 \cdot S_{стл} + \rho_2 \cdot S_{стн} + \rho_3 \cdot S_{підл}}{S_{стл} + S_{стн} + S_{підл}} = \frac{0,75 \cdot 54 + 0,5 \cdot 99 + 0,25 \cdot 54}{54 + 99 + 54} = 0,5$$

5. За таблицею М.7 /1/ визначаємо значення коефіцієнта  $r_1$  для точки М при боковому односторонньому освітленні.

При  $\rho_{ср} = 0,5$ ;  $\frac{L_H}{B} = \frac{9}{6} = 1,5$ ;  $\frac{B}{h_1} = \frac{6}{2,1} = 2,8$ ;  $\frac{1}{B} = 0,84$  коефіцієнт  $r_1 = 3,45$  (при розрахунку враховувалась інтерполяція)

6. Визначаємо значення коефіцієнта  $K_{буд}$  за таблицею М.6/1/ На підставі рис.9. при відношенні  $\frac{P}{H_{буд}} = \frac{6,5}{2} = 3,25$ .  $K_{буд} = 1$ .

7. За таблицею М.2 /1/ знаходимо значення світлової характеристики  $\eta_B$  вікна. При  $\frac{L_H}{B} = \frac{9}{6} = 1,5$  та  $\frac{B}{h_1} = \frac{6}{2,1} = 2,85$ ; за методом інтерполяції  $\eta_B = 14,7$

8. За таблицею 5.2 /1/ п.3,б в приміщеннях громадських і житлових будівель з нормальними умовами середовища при куті нахилу засклення 90 градусів  $K_3 = 1,2$ .

9. На підставі отриманих даних знаходимо загальну площу вікон  $S_B$  за формулою

$$S_B = \frac{D_H}{100m} \cdot \frac{K_3 \cdot \eta_B \cdot K_{буд}}{\tau_0 \cdot r_1} \cdot S_{п} = \frac{2}{100 \cdot 1,18} \cdot \frac{1,2 \cdot 14,7 \cdot 1}{0,74 \cdot 3,45} \cdot 54 = 6,32 \text{ м}^2$$

З урахуванням прийнятої висоти вікна 2,1 м та кількості вікон, площа віконного прорізу дорівнює  $S = 6,32 : 3 = 2,1 \text{ м}^2$ , а його ширина 1,2 м.

Б. Визначення КПО в заданій точці при розмірах вікна 1,2x2,1 м.

1. Накладаємо графік 1 (рис.4) на поперечний розріз приміщення (рис.10) і суміщаємо полюс з точкою М, а нижню лінію - з лінією умовної робочої поверхні в будівлі. Виявляємо, що від неба в розрахункову точку М світло проходить крізь верхню частину вікна  $a_v$ , а світло, що відбивається від розташованої проти будівлі, крізь нижню  $f_v$ .

2. Рахуємо кількість променів за графіком 1, що проходять крізь верхню частину вікна в розрахункову точку М від неба,  $n=2.5$  та крізь нижню частину від будівлі  $n^1_1=1$ .

3. Звернемо увагу, що крізь точку  $C_1$ , яка знаходиться на відстані  $d_1$  точки М, проходить концентричне напівколо 24, крізь точку  $C_2$  – концентричне напівколо 22.

4. Накладаємо графік II (рис.5) на план приміщення (рис.9) таким чином, щоб його вертикальна вісь та горизонталь 24 проходили крізь точку С, а полюс лежав на лінії характерного розрізу на плані (полюс повинен зміщуватись щодо точки М).

5. Рахуємо за графіком II кількість променів, що проходять від неба через перший  $(n_2)_1=7,5$ , другий  $(n_2)_2=12$  і третій світлопроріз  $(n_2)_3=7,5$ .

6. Визначаємо значення геометричного КПО за формулою (12)

$$D_6=0,01 \cdot (7,5 \cdot 12 \cdot 7,5)=0,675$$

7 Накладаємо план приміщення на графік II таким чином, щоб його вертикальна вісь та горизонталь 22 проходила крізь точку С.

8. За графіком II рахуємо кількість променів відповідно до пункту 5:

$$(n'_2)_1=7.5; (n'_2)_2=12; (n'_2)_3=7.5$$

$$D'_6=0,01 \cdot (7,5 \cdot 12 \cdot 7,5)=6.75$$

9. Визначаємо значення коефіцієнта R, що враховує відносну яскравість протилежної будівлі (дивись формулі М.11 /1/. Схема розташування такої будівлі наведена на рисунку 10.

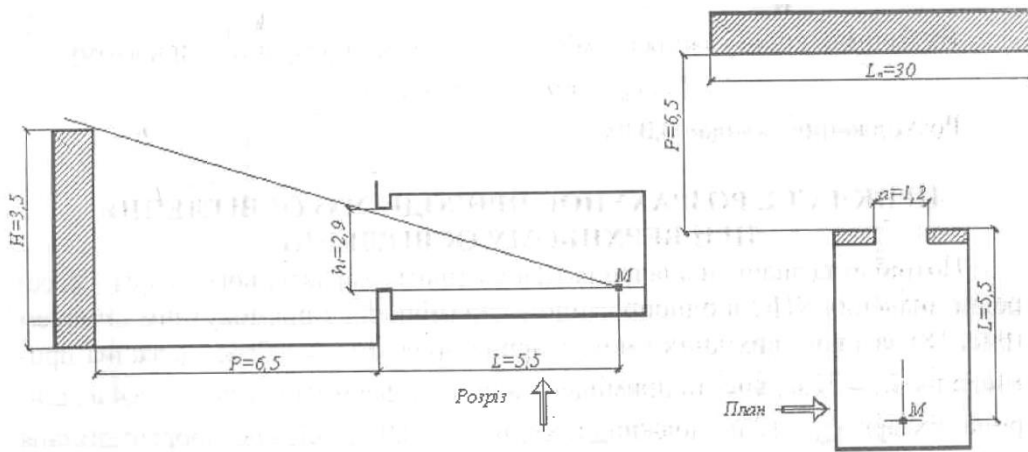


Рисунок 10. Схема розташування протилежної будівлі

Облицювальний матеріал фасаду протилежної будівлі- цегла.

Індекс протилежної будівлі в плані:

$$Z = \frac{L_n \cdot l}{(P + l) \cdot a} = \frac{30 \cdot 5.5}{(6.5 + 5.5) \cdot 1.2} = 12.5$$

Індекс прилежної будівлі в розрізі:

$$Z_2 = \frac{H \cdot l}{(P + l) \cdot h_1} = \frac{3.5 \cdot 5.5}{(6.5 + 5.5) \cdot 2.9} = 0.55$$

Виходячи з отриманих значень індексів , знаходимо коефіцієнт  $R=0,18$ .

10. Визначаємо коефіцієнт  $q$ , враховуючий нерівномірність яскравості неба через значення кута  $\theta$  (дивись формулу М.7 /1/). Кут  $\theta$  у даному випадку дорівнює  $16^\circ$ , згідно з цим  $q=0.66$ .

11. Розраховуємо значення КПО на умовній робочій площині при боковому освітленні в точці М

$$D_p^b = (D_6 \cdot q + D_6' \cdot R) \cdot r_1 \cdot \frac{\tau_0}{K_3} = (0,675 \cdot 0,66 + 0,27 \cdot 0,18) \cdot 3,45 \cdot \frac{0,74}{1,2} = 1,064$$

Як бачимо, отримане значення КПО у півтора рази менше за нормативне, а це означає, що попереднє визначення площі вікон  $S_b$  не дало задовільного результату. Для забезпечення нормативного значення КПО в точці М потрібно збільшити розміри вікон і відкоригувати в розрахунку кількість променів за графіком П. Всі інші значення залишаються незмінними.

12. Збільшуємо ширину вікна до 2,4 і перераховуємо відповідну кількість променів за графіком П. Після перерахунку отримуємо:

$n_2=54, n'_2=54;$

$$D_6=0,01 \cdot (54 \cdot 54)=2,16$$

$$D_p^6 = (1,35 \cdot 0,66 + 0,54 \cdot 0,18) \cdot 3,45 \cdot \frac{0,749}{1,2} = 2,13$$

13. Як, бачимо коригування розмірів дало бажаних результатів, при якому  $D_p=2.13 < D_6= 2.16$

Відхилення складає 0,03%

## **ПРИКЛАД 2. РОЗРАХУНОК ПРИРОДНОГО ОСВІТЛЕННЯ ПРИ ВЕРХНЬОМУ ОСВІТЛЕННІ**

Потрібно визначити значення КПО в точках характерного розрізу та середнє значення КПО в однопрогінному приміщені з прямокутним ліхтарем (рисунок 11) за таких вихідних даних: ширина прольоту  $L_1=24$ м, довжина приміщення  $L_{п}=72$ м, висота приміщення до низу ферм на опорі  $H=8.4$ м, ширина ліхтаря  $l_{л}=12$ м, довжина ліхтаря  $L_{л}=60$ м, світлові прорізи ліхтаря заповнені подвійним заскленням в металевих рамах, що відкриваються, висота від рівня робочої поверхні, яка розміщується на 0,8 м від рівня підлоги, до низу вікна ліхтаря  $H_{л}=9,6$ м; коефіцієнт відбиття стелі і ферм  $\rho_1=0,6$ ; стін та колон  $\rho_2=0,4$ ; підлоги  $\rho_3=0,2$ ; в приміщенні виконується роботи малої точності. Приміщення –механічний цех. Несучі конструкції покриття-сталеві ферми.

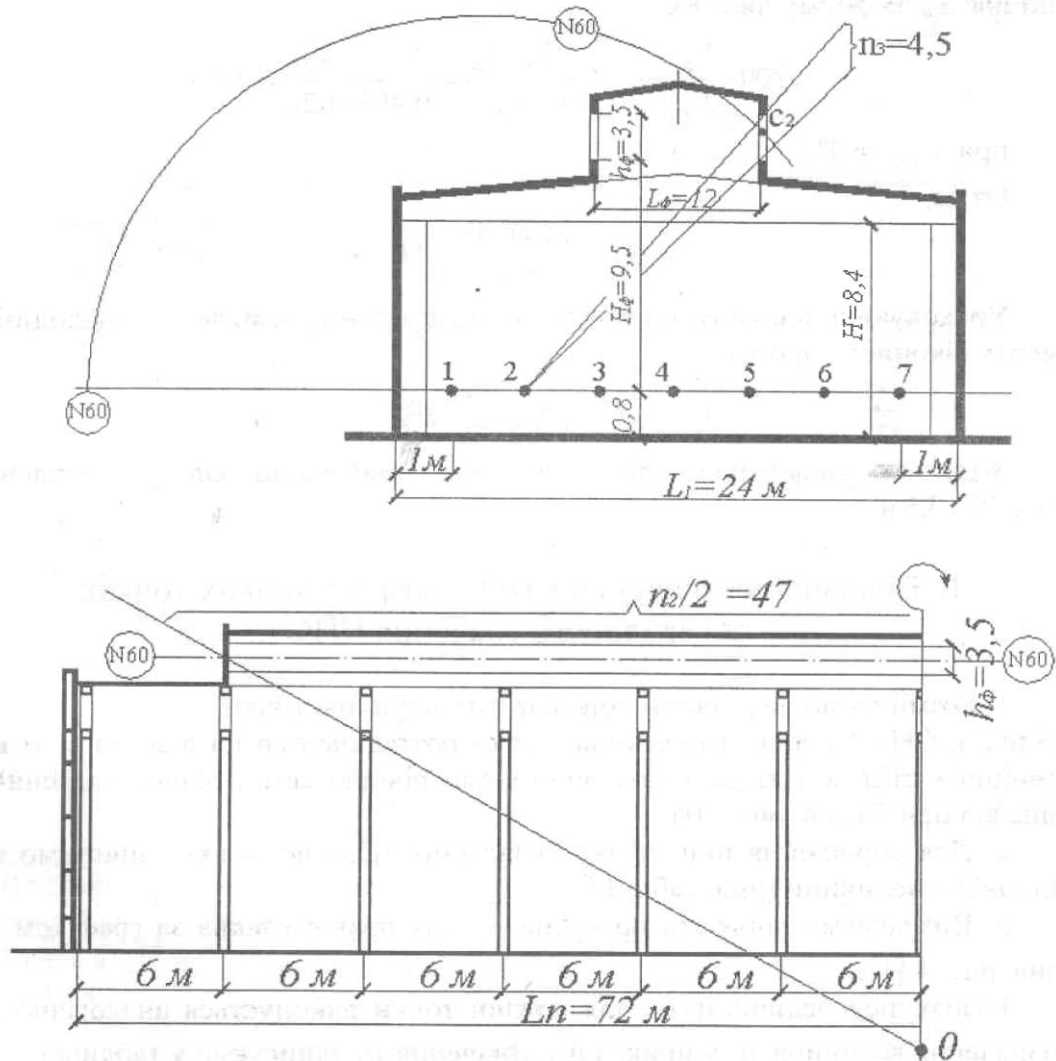


Рис.11 Схема приміщення для підрахунку КПО при верхньому освітленні:

а) поперечний розріз; б) повздовжній розріз

## РІШЕННЯ

*А. Визначаємо необхідну площу ліхтаря*

1. Аналогічно 1 прикладу розраховуємо  $\tau_0$  за формулою М.3 [1]

$$\tau_0 = \tau_1 \tau_2 \tau_3 \tau_4 \tau_5 = 0,87 \cdot 0,85 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 0,9 = 0,6$$

2. Визначаємо середньозважений коефіцієнт відбиття внутрішньої поверхні приміщення

$$\rho_{\text{ср}} = \frac{0,6 \cdot 1728 + 0,4 \cdot 1613 + 0,2 \cdot 1728}{1728 + 1613 + 1728} = 0,4$$

3. За таблицею М.8 [1] або таблицею 9 визначаємо значення коефіцієнта  $r_2$   
При  $\rho_{\text{ср}}=0,4$ ; одному прольоті та  $\frac{H_{\text{л}}}{L_1} = 0,4$  коефіцієнт  $r_2=1,28$  (з урахуванням інтерполяції).

4. За таблицею М.3[1] або таблиці 4 визначаємо світлову характеристику ліхтаря  $\eta_{\text{л}}$ . При  $\frac{L_n}{L_1} = 3$ .  $\frac{H}{L_1} = 0.35$  і одному прольоті  $\eta_{\text{л}}=4,6$ .  
 За таблицею М.5 [1] або таблиця 6 визначаємо  $K_{\text{л}}=1,2$  за типом ліхтаря.  
 За таблицею 5.3 [1] або таблиця 13  $K_3=1,3$  для механічному цеху.  
 За таблицею М.1 та на підставі рисунком М.1 [1] або рис.1,1 та таблиці 2 визначаємо коефіцієнт світлового клімату світлопрорізу для м. Полтави –ІІ район і орієнтацією вікон на південь  $m=1.18$
5. На підставі отриманих даних визначаємо загальну площу засклення ліхтаря  $S_{\text{л}}$

$$S_{\text{л}} = \frac{D_{\text{н}}}{100m} \cdot \frac{K_3 \eta_{\text{л}}}{\tau_0 r_2 K_{\text{л}}} \cdot S_{\text{п}} = \frac{3}{100 \cdot 1.18} \cdot \frac{1,3 \cdot 4,6}{0,6 \cdot 1,28 \cdot 1,2} \cdot 1440 = 237,7 \text{ м}^2$$

Ураховуючи довжину ліхтаря 60м і двостороннє освітлення, розраховуємо висоту віконного прорізу

$$H = \frac{237,7}{2 \cdot 60} = 1,98 \text{ м}$$

Згідно уніфікації вікон ліхтарів приймаємо висоту засклення  $2 \times 1 = 2 \text{ м}$

### *Б. Визначення значення КПО в розрахункових точках та середнього значення КПО*

1. Розміщуємо на робочій поверхні розрахункові точки. Згідно п.6,5 [1] першу і останню точки розташовуємо на відстані 1м від зовнішніх стін, кількість точок приймаємо рівною семи, рівновіддаленими одна від одної.
2. Для спрощення підрахунку складаємо таблицю в яку записуємо всі відповідні величини (дивись таблицю1).
3. Визначаємо кількість променів  $n_3$  для правого вікна за графіком  
 Розрахунок величини  $n_3$  для кожної точки виконується аналогічно до визначення величини  $n_1$  у прикладі 1. Значення  $n_3$  заносимо у таблицю 1.
4. Визначаємо кількість променів  $n_2$  від правого вікна за графіком II. Для знаходження величини  $n_2$  може бути використаний повздовжній розріз приміщення, де позначена довжина віконного прорізу ліхтаря. Так як будівля симетрична, то можна використовувати тільки половину повздовжнього розрізу. Якщо план або повздовжній розріз має інший масштаб у порівнянні з поперечним розрізом, то відповідно до масштабу приймаємо відстань  $d$  від точки до центру прорізу (наприклад, розріз у М 1:100, а план або повздовжній розріз у М1:200, відповідно на плані або на повздовжньому розрізі значення величини  $d$  зменшується у 2 рази.)

5. Визначаємо за формулою  $D_B=0,01 \cdot (n_3 \cdot n_2)$  для вашого вікна
6. Симетрично записуємо значення  $D_B^n$
7. Підсумовуючи величини  $D_B^n$  та  $D_B^л$ , визначаємо  $D_B$  для кожної точки.
8. Розраховуємо середнє значення  $D_{cp}$ :

$$D_{cp} = \frac{3,23 \cdot 2 + 4,23 \cdot 2 + 8,71 \cdot 2 + 11,64}{7} = 6.29$$

9 За таблицею М.5 [1] або таблиця 6 визначаємо  $K_{л}=1,2$  за типом ліхтаря.

За таблицею 5.3 [1] або таблиця 13  $K_3=1,3$  для механічному цеху.

10 Оскільки для кожної точки відомі величини  $D_B$ ,  $D_{cp}$ ,  $r_2$ ,  $K_{л}$ ,  $K_3$  знаходимо величину КПО, для першої точки

$$D_{p1}^B = \{3.23 + 6.29 \cdot (1.28 \cdot 1 - 1)\} - \frac{0.6}{1.3} = 4.53$$

Аналогічно визначаємо інші значення для всіх точок і результати заносимо в таблицю 1

11. Розраховуємо середнє значення КПО

Визначаємо  $D_B$  при висоті вікна  $h_{л}=2м$

Таблиця 1

Вид світло-прорізу	Розрахункові формули та величини	Розрахункові точки						
		1	2	3	4	5	6	7
Праве вікно ліхтаря	$n_3$ за графік						-	-
	№ напівкола	70	60	51	44	40	-	-
	$n_2$	92	94	96	97	98	-	-
	$D_H=0,01 n_3 \cdot n_2$	3,23	4,23	5,28	5,82	3,43	-	-
Ліве вікно ліхтаря	$D_H=0,01 n_3 \cdot n_2$	-	-	3,43	5,82	5,28	4,23	3,23
$D_B=D_B^n+D_B^л$		3,23	4,23	8,71	11,64	8,71	4,23	3,23
$D_{cp}$		6,28	6,28	6,28	6,28	6,28	6,28	6,28
$D_B$		2,04	2,35	3,74	4,65	3,74	23,5	2,04

Отримане значення  $D_v$  майже дорівнює нормативному. При цьому варіанті перерахунок і коригування засклення ліхтарів виконувати не потрібно.

Примітка. При комбінованому освітленні визначається КПО в розрахункових точках окремо від бокових світлопрорізів і від верхніх. Отримані значення КПО сумують. За одержаними сумарними значеннями знаходиться середнє значення КПО і порівнюється з нормативним.

### ПРИКЛАД 3

#### Вихідні дані

Розрахунок природного освітлення будівлі ковальсько-пресового цеху, яка знаходиться в місті Ужгород.

Цех складається з металевого та залізобетонного каркасів. Будівля з залізобетонним каркасом має такі характеристики: кількість прольотів – 4 по 18 м. Крок колон 6 м. Висота до головки кранової рельси 11,45 м. Прольоти обладнанні мостовими кранами вантажопідйомністю 20 т. Довжина ділянки механічного очищення – 54 м, трьох інших прольотів – 72 м. Будівля з металевим каркасом має такі характеристики: кількість прольотів – один, його розмір – 24 м; крок колон 6 м. Довжина будівлі – 114 м. Проліт обладнано мостовим краном вантажопідйомністю 100 т, відмітка головки кранової рейки – 19,1 м.

Вікна стрічкові. Нижні стрічки заповненні подвійним стальними перепльотами заскленими звичайним листовим склом, верхні стрічки вікон заповненні подвійним склінням листовим склом. Забруднення скла незначне при регулярному очищенні. Інтер'єр вирішено з застосуванням наступних кольорів, для кольорового оздоблення основних поверхонь приміщення:

- стеля – білий;
- стіни – синій;
- підлога – коричнева.

Поряд стоячих будівель немає.

Світлотехнічний розрахунок виконується для приміщення з попередньо прийнятими орієнтовними розмірами світлових прорізів та

викреслюється в масштабі характерним поперечним розрізом і планом приміщення цеху.

### 1.1. Бокове освітлення

#### 1.1.1. Металевий каркас будівлі:

Визначаємо наближене значення необхідної площі світло прорізів за формулою:

$$S_B = \frac{D_H}{100m} \cdot \frac{K_z \eta_B K_{б\text{уд}}}{\tau_0 \cdot r_1} \cdot S_{\text{п}}$$

де:  $S_{\text{п}}$  - площа підлоги приміщення,  $\text{м}^2$ ;

$D_H$ - нормоване значення КПО, яке визначається за табл. 1 [1], %;

$m$ - коефіцієнт світлового клімату світло прорізу, який визначається за табл. Л1 [1];

$K_z$ - коефіцієнт запасу, табл. 3 [1];

$\eta_B$  - коефіцієнт, що враховує світлову активність вікон, за табл. Л2 [1];

$K_{\delta\text{уд}}$  - коефіцієнт, що враховує затінювання вікон протилежними будинками, визначається за табл. Л6 [1];

$r_1$  - коефіцієнт, що враховує підвищення КПО за рахунок світла, відбитого від внутрішніх поверхонь приміщення, визначається за табл. Л7 [1];

$\tau_0$  - загальний коефіцієнт світло пропускання, визначається за формулою:

$$\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 \cdot \tau_5$$

де:  $\tau_1$ - коефіцієнт світло пропускання матеріалу, визначається за табл. Л9 [5];

$\tau_2$  - коефіцієнт, що враховує втрати світла у рамах світло прорізу;

$\tau_3$  - коефіцієнт, що враховує втрати світла в несучих конструкціях, визначається за табл. Л10 [1];

$\tau_4$  - коефіцієнт, що враховує втрати світла у сонцезахисних пристроях, визначається за табл. Л11 [1];

$\tau_5$  - коефіцієнт, що враховує втрати світла в захисній сітці, яка встановлюється під ліхтарями.

$$\tau_0 = 0,85 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,7225$$

$$S_B = \frac{1}{100 \cdot 1} \cdot \frac{1,4 \cdot 7 \cdot 1}{0,7225 \cdot 1,1} \cdot 2736 = 337,4 \text{ м}^2$$

Фактична площа скління – 1713,6 м<sup>2</sup>.

#### 1.1.2.1 Залізобетонний каркас будівлі по осях 1-4:

Визначаємо наближене значення необхідної площі світло прорізів за формулою:

$$S_B = \frac{D_H}{100m} \cdot \frac{K_3 \eta_B K_{б\text{уд}}}{\tau_0 \cdot r_1} \cdot S_{\Pi}$$

$$S_B = \frac{1}{100 \cdot 1,1} \cdot \frac{1,4 \cdot 8,5 \cdot 1}{0,7225 \cdot 1,1} \cdot 971,1 = 132,2 \text{ м}^2$$

Фактична площа скління – 352,8 м<sup>2</sup>.

#### 1.1.2.2 Залізобетонний каркас будівлі по осях 4-16:

Визначаємо наближене значення необхідної площі світло прорізів за формулою:

$$S_B = \frac{D_H}{100m} \cdot \frac{K_3 \eta_B K_{б\text{уд}}}{\tau_0 \cdot r_1} \cdot S_{\Pi}$$

$$S_B = \frac{1}{100 \cdot 1,12} \cdot \frac{1,4 \cdot 21 \cdot 1}{0,7225 \cdot 1,1} \cdot 3942 = 1302 \text{ м}^2$$

Фактична площа скління – 504 м<sup>2</sup>.

### 1.2. Верхнє освітлення

#### 1.2.1. Металевий каркас будівлі:

Визначаємо наближене значення необхідної площі світло прорізів за формулою:

$$S_{л} = \frac{D_{н}}{100m} \cdot \frac{K_{з}\eta_{л}}{\tau_{0}\cdot r_{2}K_{л}} \cdot S_{п}$$

де:  $S_{п}$  - площа підлоги приміщення, м<sup>2</sup>;

$D_{н}$ - нормоване значення КПО, яке визначається за табл. 1 [1], %;

$m$  - коефіцієнт світлового клімату світлопрорізу, який визначається за табл. Л1 [1];

$\eta_{л}$ - коефіцієнт, що враховує світлову активність ліхтарів, визначається за табл. Л3 [1];

$K_{л}$  - коефіцієнт, що враховує тип ліхтаря, визначається за табл. Л5 [1];

$r_{2}$  - коефіцієнт, що враховує підвищення КПО за рахунок світла, відбитого від внутрішніх поверхонь приміщення, визначається за табл. Л8 [1]

$\tau_{0}$  - загальний коефіцієнт світло пропускання, визначається за формулою:

$$\tau_{0} = \tau_{1} \cdot \tau_{2} \cdot \tau_{3} \cdot \tau_{4} \cdot \tau_{5}$$

де:  $\tau_{1}$  - коефіцієнт світлопропускання матеріалу, визначається за табл. Л9 [5];

$\tau_{2}$  - коефіцієнт, що враховує втрати світла у рамах світло прорізу;

$\tau_{3}$  - коефіцієнт, що враховує втрати світла в несучих конструкціях, визначається за табл. Л10 [1];

$\tau_{4}$  - коефіцієнт, що враховує втрати світла у сонцезахисних пристроях, визначається за табл. Л11 [1];

$\tau_{5}$  - коефіцієнт, що враховує втрати світла в захисній сітці, яка встановлюється під ліхтарями

$$\tau_{0} = 0,85 \cdot 0,85 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 0,9 = 0,585$$

$$S_{л} = \frac{3}{100 \cdot 1} \cdot \frac{1,4 \cdot 9,1}{0,585 \cdot 1,3 \cdot 1,2} \cdot 2736 = 1145,4 \text{ м}^2$$

Фактична площа скління – 489,6 м<sup>2</sup>.

1.2.2. Залізобетонний каркас будівлі по осях 1-4:

Визначаємо наближене значення необхідної площі світло прорізів за формулою:

$$S_{л} = \frac{D_{н}}{100m} \cdot \frac{K_{з}\eta_{л}}{\tau_{0}\cdot r_{2}K_{л}} \cdot S_{п}$$
$$S_{л} = \frac{3}{100 \cdot 1,1} \cdot \frac{1,4 \cdot 10,5}{0,585 \cdot 1,3 \cdot 1,2} \cdot 971,1 = 426,4 м^2$$

Фактична площа скління – 201,6 м<sup>2</sup>.

1.2.3. Залізобетонний каркас будівлі по осях 4-16:

Визначаємо наближене значення необхідної площі світло прорізів за формулою:

$$S_{л} = \frac{D_{н}}{100m} \cdot \frac{K_{з}\eta_{л}}{\tau_{0}\cdot r_{2}K_{л}} \cdot S_{п}$$
$$S_{л} = \frac{3}{100 \cdot 1,12} \cdot \frac{1,4 \cdot 4,8}{0,585 \cdot 1,3 \cdot 1,2} \cdot 3942 = 777,2 м^2$$

Фактична площа скління – 864 м<sup>2</sup>.

1.3. Загальна площа скління.

$$S^{н} = 337,4 + 132,2 + 1302 + 1145,4 + 426,4 + 777,2 = 4120,6 м^2$$

Загальне фактичне засклення:

$$S^{\phi} = 1713,6 + 352,8 + 504 + 489,6 + 201,6 + 864 = 4125,6 м^2$$

$$S^{н} = 4120,6 м^2 < S^{\phi} = 4125,6 м^2 - \text{умова виконується.}$$

## Література

1. ДБН В.2.5-28-2018 «Природне і штучне освітлення», Київ, Мінрегіонбуд України 2018
2. ДСТУ Б В.2.6-17-2000 «Блоки віконні і дверні. Методи визначення опору теплопередачі».
3. ДСТУ Б В.2.6-18-2000 «Блоки віконні і дверні. Методи визначення повітро- і водопроникності».
4. ДСТУ Б В.2.6-19-2000 «Блоки віконні і дверні. Метод визначення звукоізоляції».
5. ДСТУ Б В.2.6-20-2000 «Блоки віконні і дверні. Метод визначення загального коефіцієнта пропускання світла».
6. ДСТУ Б В.2.6-23-2001 «Блоки віконні. Загальні технічні умови».
7. Гетун Г.В. Основи проектування промислових будівель. – К.: КОНДОР, 2003. – 210 с.
8. ДСТУ Б В.2.7-110 «Скло загартоване будівельне. Технічні умови».
9. Черненко В.К. та інші. Технологія будівельного виробництва. – К.: Вища школа, 2002. – 430 с.

## Зміст

1. Загальні положення .....	3
2. Основні світлотехнічні поняття і терміни.....	3
3. Система освітлення .....	5
4. Проектування природнього освітлення .....	5
5. Нормування природнього освітлення .....	7
6. Розрахунок природнього .....	11
7. Приклади розрахунків .....	20
7.1 Приклад 1. Розрахунок природнього освітлення при боковому освітленні .....	20
7.2 Приклад 2. Розрахунок природнього освітлення при вертикальному освітленні .....	24
7.3 Приклад 3. Розрахунок природнього освітлення будівлі ковальсько-пресового цеху, яка знаходиться в місті Ужгород .....	28
8. Література .....	33
9. Додатки .....	35

**9. Додатки**  
**ДБН В.2.5-28-2018**

Таблиця 1 Вимоги до освітлення виробничих підприємств

Характеристика зорової роботи	Найменший або еквівалентний розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Під-розряд зорової роботи	Контраст об'єкта з фоном	Характеристика фону	Штучне освітлення					Природне освітлення		Суміщене освітлення		
						Освітленість, лк		сукупність нормованих величин показника засліпленості і коефіцієнта пульсації			КПО, $D_n$ , %				
						при системі комбінованого освітлення		при системі загального освітлення	нормованих величин показника засліпленості і коефіцієнта пульсації		середнє $D_{сер}^{н пр}$	міні-мальне $D_{мін}^{н пр}$	середнє $D_{сер}^{н сум}$	міні-мальне $D_{мін}^{н сум}$	
						всього	у т.ч. від загального		$P$	$K_p$ , %					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Найвищої точності	Менше ніж 0,15	I	а	малий	темний	5 000	500	–	20	10	–	–	6,0	2,0	
				4 500	500	–	10	10							
				б	малий	середній	4 000	400	1 200	20					10
				середній	темний	3 500	400	1 000	10	10					
Дуже високої точності	Від 0,15 до 0,3 включно	II	а	малий	темний	4 000	400	–	20	10	–	–	4,2	1,5	
				3 500	400	–	10	10							
				б	малий	середній	3 000	300	750	20					10
				середній	темний	2 500	300	600	10	10					
Високої точності	Від 0,3 до 0,5 включно	III	а	малий	темний	2 000	200	500	40	15	–	–	3,0	1,2	
				1 500	200	400	20	15							
				б	малий	середній	1 000	200	300	40					15
				середній	темний	750	200	200	20	15					
Середньої точності	Від 0,5 до 1,0 включно	IV	а	малий	темний	750	200	300	40	10	4	1,5	2,4	0,9	
				б	малий	середній	500	200	200	40					10
				в	малий	світлий	400	200	200	40					10
				середній	середній	400	200	200	40	10					
Малої точності	Від 1,0 до 5 включно	V	а	малий	темний	400	200	300	40	10	3	1	1,8	0,6	
				б	малий	середній	–	–	200	40					10
				в	малий	світлий	–	–	200	40					10
				середній	середній	–	–	200	40	10					
Груба (дуже малої точності)	Більше ніж 5	VI		Незалежно від характеристик фону і контрасту об'єкта з фоном		–	–	200	40	10	3,0	1,0	1,8	0,6	
				–	–	200	40	10							
				–	–	200	40	10							
				–	–	200	40	10							

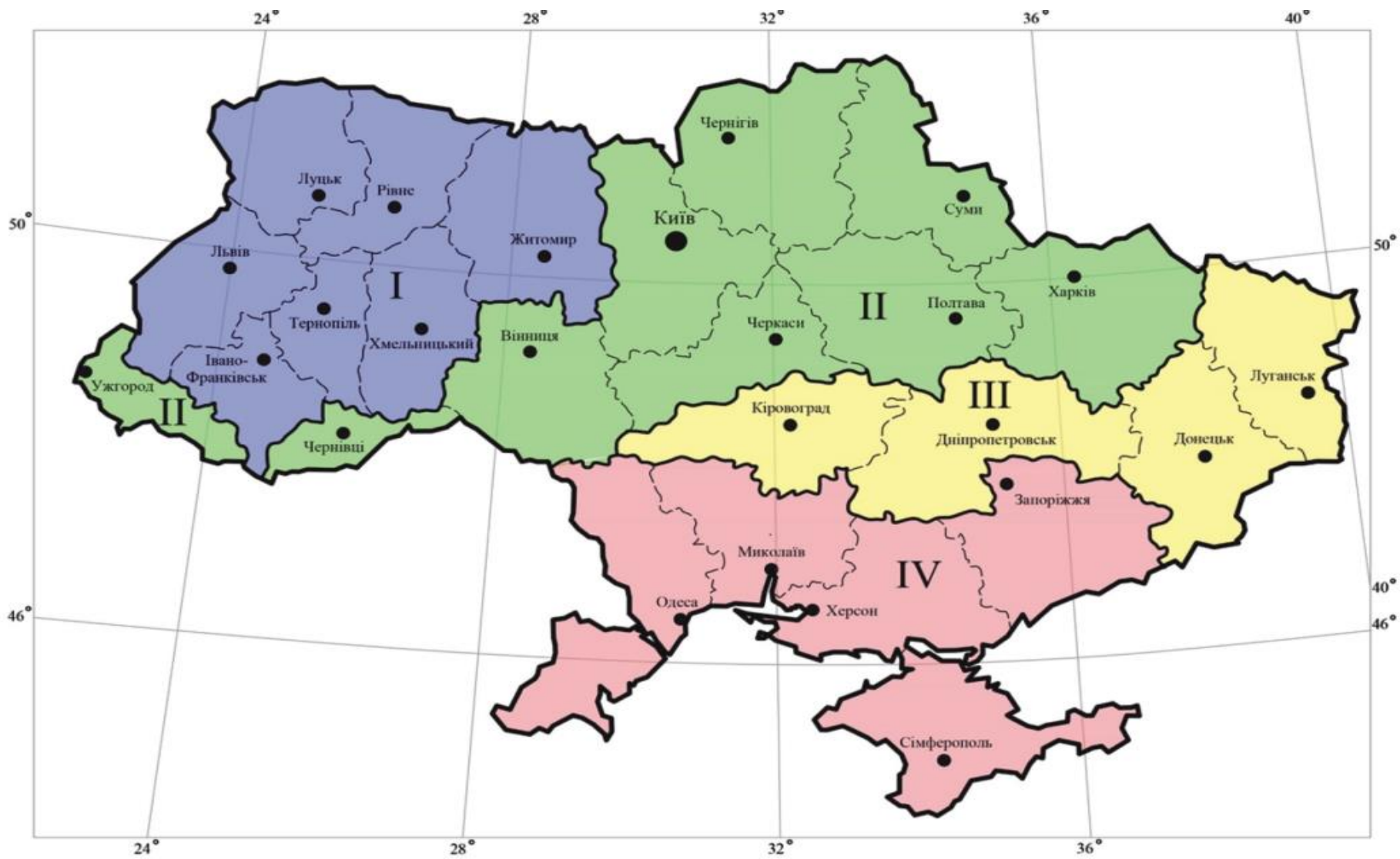


Рис.1.1 Карта світлокліматичного районування території України

**Таблиця 2 Значення коефіцієнта світлового клімату**

Світло-кліматичний район (рис1.1)	Значення $m$ для світлопрорізів								
	Вертикальних, орієнтованих на:								орієнтованих на зеніт
	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	1,2	1,12	1,17
IV	1,15	1,21	1,28	1,32	1,33	1,32	1,29	1,21	1,26

**Примітка 1.** При розташуванні світлопрорізів у площинах, нахилених до горизонту під кутом  $\alpha$ , 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.

**Примітка 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 ( $0 < A \leq 22,5^\circ$ ;  $337,5 < A \leq 360^\circ$ ); ПнС – північно-східна ( $22,5 < A \leq 67,5^\circ$ ); С – східна ( $67,5 < A \leq 112,5^\circ$ ); ПдС – південно-східна ( $112,5 < A \leq 157,5^\circ$ ); Пд – південна ( $157,5 < A \leq 202,5^\circ$ ); ПдЗ – південно-західна ( $202,5 < A \leq 247,5^\circ$ ); З – західна ( $247,5 < A \leq 292,5^\circ$ ); ПнЗ – північно-західна ( $292,5 < A \leq 337,5^\circ$ ).

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

**Таблиця 3-Значення світлової активності  $\eta_v$  вікон при боковому освітленні**

Відношення довжини приміщення $l_n$ до його глибини $B$	Значення $\eta_v$ 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 4- Значення світлової активності  $\eta_{л}$  прямокутних, трапецієподібних та шедових ліхтарів**

Тип ліхтарів	Кількість прогонів	Значення $\eta_{л}$								
		Відношення довжини приміщення $L_{п}$ 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
3 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	12,8	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
3 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
3 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	6,6	4,35	5	5,5
	/3	5	6,5	8,2	4	4,3	5	3,6	3,8	4,1
3 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 5-Значення світлової активності  $\eta_{п}$  світлових прорізів у площі покриття**

Схеми ліхтарів	Відношення площі вихідного отвору $S_2$ 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 покриття над робочою поверхнею.

**Таблиця 6-Значення коефіцієнта  $K_n$ , що враховує тип ліхтаря**

Тип ліхтаря	Значення $K_n$
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 ліхтарі)	1,2
Ліхтарі з однобічним похилим заскленням (шеди)	1,3
Ліхтарі з однобічним вертикальним заскленням (шеди)	1,4

**Таблиця 7-Значення коефіцієнта  $K_{буд}$ , що враховує затінювання вікон протилежними будинками**

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

**Таблиця 8-Значення коефіцієнта  $r_1$**

Відношення глибини приміщення $B$ до висоти від рівня 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 $\rho_{сер}$ стелі, стін та підлоги								
		0,5			0,4			0,3		
		Відношення довжини приміщення $l_n$ до його глибини $B$								
		0,5	1	/2	0,5	1	/2	0,5	1	/2
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	1,2	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	2,25	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 таблиці 8

Відношення глибини приміщення $B$ до висоти від рівня 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	0,5	1	/2	0,5	1	/2
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 9-Значення коефіцієнта  $r_2$

Відношення висоти приміщення від робочої поверхні до нижньої грані засклення $H_n$ , до ширини прогону $l_1$	Значення коефіцієнта $r_2$								
	Середньозважений коефіцієнт світловідбивання $\rho_{\text{сер}}$ 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 10 – Значення коефіцієнта  $\tau_1$  світлопропускання матеріалу

Вид світлопрозорого матеріалу	Значення $\tau_1$
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

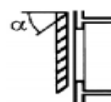
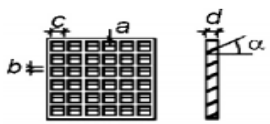
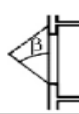
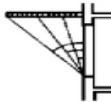
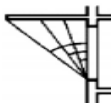
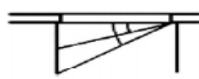

## Продовження таблиці 10

Вид світлопрозорого матеріалу	Значення $\tau_1$
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:	
світлорозсіювальні	0,5
світлопроникні	0,55
Склопрофіліт:	
швелерного перерізу	0,8
коробчастого перерізу	0,65
<p><b>Примітка 1.</b> Якщо світлопрозоре заповнення світлопрорізу складається з кількох шарів скла, то його коефіцієнт пропускання світла визначається як добуток коефіцієнтів пропускання світла кожного шару.</p> <p><b>Примітка 2.</b> Значення коефіцієнтів <math>\tau_1</math> і <math>\tau_2</math> для профільного скла і конструкцій з нього слід приймати відповідно до Вказівок з проектування, монтажу та експлуатації конструкцій з профільного скла.</p> <p><b>Примітка 3.</b> Для світлопрозорих матеріалів, що не увійшли у таблицю, значення <math>\tau_1</math> слід приймати за сертифікатами або визначати лабораторним шляхом згідно з ДСТУ Б В.2.6-20.</p>	

## Таблиця 11 Значення коефіцієнта $\tau_3$ втрати світла у несучих конструкціях

Несучі конструкції покриття	Значення $\tau_3$
Сталеві ферми	0,9
Залізобетонні і дерев'яні ферми і арки	0,8
Балки і рами суцільні при висоті перерізу:	
50 см і більше	0,8
менше 50 см	0,9

**Таблиця 12-Значення коефіцієнта  $\tau_4$ , що враховує втрати світла у сонцезахисних пристроях**

№ схеми	Схема	Значення $\tau_4$	№ схеми	Схема	Значення $\tau_4$																																																																																																						
1	<p>Горизонтальні жалюзі</p>  <p><math>\alpha = 0^\circ</math> <math>\alpha = 45^\circ</math></p>	0,75 0,35	7	<p>Стільникоподібні</p> 																																																																																																							
2	<p>Маркізи напівпрозорі</p>  <p><math>\beta = 45^\circ</math></p>	0,4		<table border="1"> <thead> <tr> <th><math>\alpha</math></th> <th>a</th> <th>b</th> <th>c</th> <th>d</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0°</td><td>1</td><td>11</td><td>11</td><td>5</td><td>0,57</td></tr> <tr><td>30°</td><td>1</td><td>8</td><td>37</td><td>5</td><td>0,61</td></tr> <tr><td>45°</td><td>1</td><td>7</td><td>24</td><td>5</td><td>0,54</td></tr> <tr><td>15°</td><td>1</td><td>9</td><td>37</td><td>7</td><td>0,62</td></tr> <tr><td>15°</td><td>1</td><td>10</td><td>37</td><td>5</td><td>0,70</td></tr> <tr><td>45°</td><td>1</td><td>7</td><td>37</td><td>5</td><td>0,55</td></tr> <tr><td>0°</td><td>1</td><td>11</td><td>11</td><td>7</td><td>0,48</td></tr> <tr><td>30°</td><td>1</td><td>8</td><td>37</td><td>7</td><td>0,54</td></tr> <tr><td>30°</td><td>1</td><td>7</td><td>24</td><td>7</td><td>0,52</td></tr> <tr><td>45°</td><td>1</td><td>5</td><td>37</td><td>7</td><td>0,45</td></tr> <tr><td>15°</td><td>1</td><td>9</td><td>37</td><td>10</td><td>0,61</td></tr> <tr><td>30°</td><td>1</td><td>6</td><td>37</td><td>10</td><td>0,50</td></tr> <tr><td>45°</td><td>1</td><td>7</td><td>37</td><td>7</td><td>0,57</td></tr> <tr><td>15°</td><td>1</td><td>10</td><td>37</td><td>10</td><td>0,56</td></tr> <tr><td>15°</td><td>1</td><td>9</td><td>24</td><td>10</td><td>0,49</td></tr> <tr><td>45°</td><td>1</td><td>2</td><td>37</td><td>10</td><td>0,32</td></tr> </tbody> </table>	$\alpha$		a	b	c	d		0°	1	11	11	5	0,57	30°	1	8	37	5	0,61	45°	1	7	24	5	0,54	15°	1	9	37	7	0,62	15°	1	10	37	5	0,70	45°	1	7	37	5	0,55	0°	1	11	11	7	0,48	30°	1	8	37	7	0,54	30°	1	7	24	7	0,52	45°	1	5	37	7	0,45	15°	1	9	37	10	0,61	30°	1	6	37	10	0,50	45°	1	7	37	7	0,57	15°	1	10	37	10	0,56	15°	1	9	24	10	0,49	45°	1	2	37	10	0,32
$\alpha$	a	b		c	d																																																																																																						
0°	1	11		11	5		0,57																																																																																																				
30°	1	8		37	5		0,61																																																																																																				
45°	1	7		24	5		0,54																																																																																																				
15°	1	9		37	7		0,62																																																																																																				
15°	1	10		37	5		0,70																																																																																																				
45°	1	7		37	5		0,55																																																																																																				
0°	1	11		11	7		0,48																																																																																																				
30°	1	8		37	7		0,54																																																																																																				
30°	1	7		24	7		0,52																																																																																																				
45°	1	5		37	7		0,45																																																																																																				
15°	1	9		37	10		0,61																																																																																																				
30°	1	6		37	10		0,50																																																																																																				
45°	1	7		37	7		0,57																																																																																																				
15°	1	10	37	10	0,56																																																																																																						
15°	1	9	24	10	0,49																																																																																																						
45°	1	2	37	10	0,32																																																																																																						
3	<p>Козирок решітчастий</p>  <p><math>\beta = 45^\circ</math> <math>\beta = 30^\circ</math> <math>\beta = 15^\circ</math></p>	0,65 0,82 0,95																																																																																																									
4	<p>Козирок суцільний</p>  <p><math>\beta = 45^\circ</math> <math>\beta = 30^\circ</math> <math>\beta = 15^\circ</math></p>	0,6 0,8 0,95																																																																																																									
5	<p>Вертикальні екрани</p>  <p><math>\gamma = 15^\circ</math> <math>\gamma = 30^\circ</math></p>	0,95 0,85																																																																																																									
6	<p>Вертикальні жалюзі</p>  <p><math>\gamma = 45^\circ, \alpha = 90^\circ</math> <math>\gamma = 45^\circ, \alpha = 45^\circ</math></p>	0,70 0,60																																																																																																									

**Таблиця 13** Коефіцієнти запасу для природнього освітлення

Приміщення та території	Приклади приміщень	Природне освітлення			
		Коефіцієнт запасу $K_3$			
		Кількість чищень скла світлових отворів за рік			
		Кут нахилу світлопроникного матеріалу до горизонту, град.			
		0-15	16-45	46-75	76-90
1. Виробничі приміщення з повітряним середовищем, які містять в робочій зоні: а) більше ніж 5 мг/м <sup>3</sup> пилу, диму, кіптяви	Агломераційні фабрики, цементні заводи і обрубувальні відділення ливарних цехів	$\frac{2,0}{4}$	$\frac{1,8}{4}$	$\frac{1,7}{4}$	$\frac{1,5}{4}$
	б) від 1 до 5 мг/м <sup>3</sup> пилу, диму, кіптяви	$\frac{1,8}{3}$	$\frac{1,6}{3}$	$\frac{1,5}{3}$	$\frac{1,4}{3}$
	в) менше ніж 1 мг/м <sup>3</sup> пилу, диму, кіптяви	$\frac{1,6}{2}$	$\frac{1,5}{2}$	$\frac{1,4}{2}$	$\frac{1,3}{2}$
	г) великі концентрації пари, кислоти, лугів, газів, спроможних при зіткненні з вологою утворювати слабкі розчини кислот, лугів, а також які мають велику корозійну спроможність	Цехи хімічних заводів із виготовлення кислот, лугів, їдких хімічних реактивів, ядохімікатів, добрив, цехи гальванічних покриттів і різних галузей промисловості з застосуванням електролізу	$\frac{2,0}{3}$	$\frac{1,8}{3}$	$\frac{1,7}{3}$
2. Виробничі приміщення з особливим режимом чистоти повітря при обслуговуванні світильників: а) з технічного поверху		–	–	–	–
	б) знизу з приміщення	–	–	–	–
3. Приміщення громадських та житлових будинків: а) запилені з високою температурою, високою вологістю;		$\frac{2,0}{3}$	$\frac{1,8}{3}$	$\frac{1,7}{3}$	$\frac{1,6}{3}$
	б) з нормальними умовами середовища	$\frac{1,5}{2}$	$\frac{1,4}{2}$	$\frac{1,3}{2}$	$\frac{1,2}{2}$
<b>Примітка.</b> Значення коефіцієнта запасу слід помножити на 1,1 – при застосуванні візерунчастого скла, склопластика, армоплівки та матованого скла, а також при використанні світлових отворів для аерації; на 0,9 – при використанні прозорого органічного скла.					