

# ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОСВІТЛЕННЯ У ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕННЯХ

1. [Основні світлотехнічні положення і терміни](#)
2. [Природне освітлення.](#)
3. [Штучне освітлення.](#)
4. [Основні світлотехнічні показники](#)

## 1. Основні світлотехнічні положення і терміни

Одним з важливих елементів, сприятливих умов для ефективного виконання працівниками своїх обов'язків на робочому місці є гарне освітлення приміщень і робочих місць.

Організація ефективного освітлення виробничих приміщень є однією з найважливіших задач охорони праці. Гарне освітлення забезпечує психологічний комфорт, поліпшує умови праці, підвищує безпеку робіт та знижує травматизм на виробництві, а також одночасно сприяє поліпшенню якості продукції, підвищенню продуктивності праці. При хорошому освітленні очі протягом довгого часу зберігають здатність добре бачити, не стомлюючись.

Незадовільне освітлення приміщення ускладнює виконання роботи, може призвести до нещасного випадку і захворювання органів зору.

Промениста енергія сонця безпосередньо впливає і на організм людини. Сприймаються оком видимі сонячні промені впливають на стан центральної нервової системи, підвищуючи активність великих півкуль. Світло покращує загальний стан людини, підвищує життєвий тонус. Діючи рефлекторно через нервові закінчення в шкірі, світло впливає на ритм життєвого тонусу, функцію серцево-судинної системи тощо.

Комфортне освітлення виробничих і допоміжних приміщень має велике значення для нормальної і безпечної роботи підприємства. Для безпечної роботи потрібно не тільки достатнє освітлення робочих поверхонь, але і гарний напрямок світла, відсутність різких тіней і відблисків, які зазвичай викликають сліпучу дію і знижують працездатність.

Здатність очей пристосовуватися до різної яскравості світла називається *адаптацією*. Часта переадаптація очей знижує виробничу діяльність праці і сприяє збільшенню травматизму. Адаптація усувається, якщо у виробничому приміщенні створюється рівномірне освітлення.

Недостатнє освітлення сама по собі не викликає нещасних випадків, але може сприяти їх виникненню. Наприклад, недостатнє або неправильне освітлення змушує працівника ближче нахилитися до оброблюваного предмету, що збільшує небезпеку ушкодження обличчя та очей. Недостатня освітленість, різкі тіні,

наявність у полі зору робочого джерела світла великої яскравості заважає розрізняти рухомі частини верстатів, агрегатів і сприяє відповідно виникненню травматизму.

Освітлення виробничих приміщень здійснюється штучним і природним світлом.

[Повернутися до змісту](#)

## 2. Природне освітлення.

*Природне освітлення* – це освітлення приміщень денним світлом неба (прямим або відбитим), що проникає через світлові прорізи у зовнішніх огорожувальних конструкціях. Воно обумовлене прямими сонячними променями і розсіяним світлом і змінюється залежно від географічної широти, часу доби, ступеня хмарності, прозорості атмосфери.

За конструктивним виконанням природне освітлення підрозділяється на бокове (одно- і двостороннє – через отвори у зовнішніх стінах), верхнє (через світлоаераційні ліхтарі, світлові прорізи у перекриттях, а також через отвори в місцях перепаду висот будівлі) і комбіноване (є поєднанням верхнього та бокового освітлення). Використовувати в якості робочих приміщення, в яких відсутнє природне освітлення, дозволяється тільки в особливих випадках, коли це обумовлено особливостями виробництва. На рис. 1 представлені види природного освітлення.

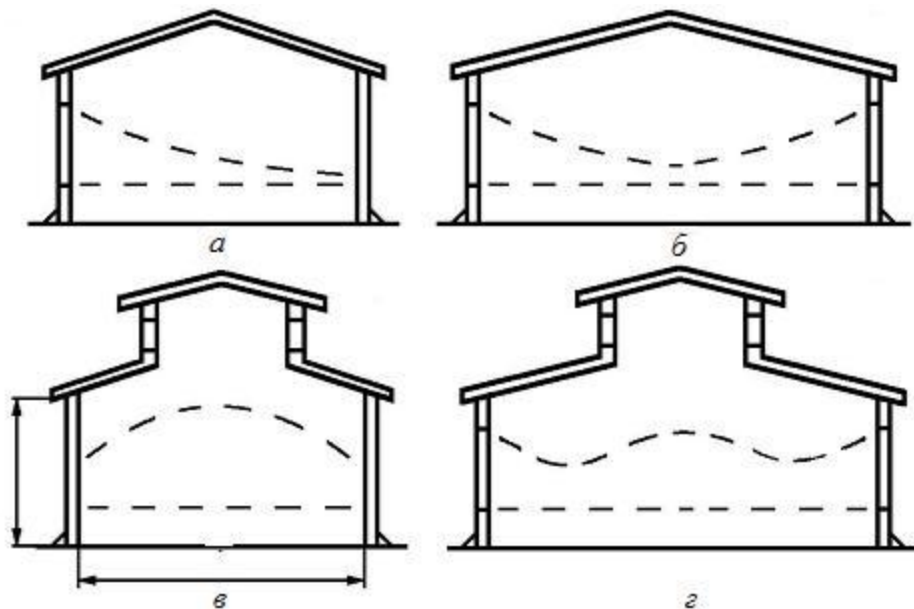


Рис. 1. Схема розташування світлових прорізів і освітленості приміщень:

а – бокове одностороннє освітлення (при  $b < 12$  м); б – бічне двостороннє (при  $b > 12$  м); в – верхнє (при  $b > 5h$ ); г – комбіноване

Природне освітлення промислових приміщень характеризується коефіцієнтом природної освітленості (КПО( $e$ )), що є відношенням освітленості

робочої поверхні  $E_{вн}$  (лк) до освітленості поза будівлею  $E_{нар}$  (лк) на цей час, виражене у відсотках:

$$e = \frac{E_{вн}}{E_{нар}} \cdot 100\%, \quad (1)$$

Коефіцієнт природної освітленості визначається залежно від розряду зорових робіт, від системи освітлення (табл. Б.1).

Крім того, згідно з ДБН В.2.5-28-2006 по задачам зорових робіт приміщення поділяються на 4 групи:

– до першої групи відносяться приміщення, у яких проводиться розрізнення об'єктів зорової роботи у разі фіксованого напрямку лінії зору працюючих на робочу поверхню (цехи, дільниці, конструкторські бюро, лабораторії та ін.);

– до другої групи відносяться приміщення, де проводиться розрізнення об'єктів нефіксованої лінії зору та огляд навколишнього простору (торгові зали крамниць, картинні галереї, виробничі приміщення, де ве-деться тільки нагляд за роботою технологічного обладнання та ін.);

– третя група характеризується оглядом навколишнього простору у разі дуже короткочасного, епізодичного розрізнення об'єктів (концертні зали, кімнати очікування та ін.);

– до четвертої групи відносяться приміщення, у яких відбувається загальна орієнтація у просторі інтер'єра (проходи, коридори та ін.).

При системі бокового природного освітлення (через світлові отвори в зовнішніх стінах, вікнах) нормується мінімальне значення КПО (при боковому односторонньому – в точці, розташованій на відстані 1 м від стіни, найбільш віддаленій від світлових отворів на перетині вертикальної площини характерного розрізу приміщення і умов робочої поверхні або підлоги).

При системі верхнього природного освітлення (через ліхтарі – світлові отвори в покритті будівлі) і системі верхнього і бокового природного освітлення нормується середній КПО, обчислений за результатами вимірювань або обчислень КПО в  $N$  точках (не менше 5), які розташовані на перетині вертикальної площини характерного розрізу приміщення і умовної робочої поверхні (або підлоги). Перша і остання точки приймаються на відстані 1 м від поверхні стін або перегородок:

$$e_{cp} = \frac{1}{N-1} \left( \frac{e_1}{2} + e_2 + e_3 + \dots + e_{N-1} + \frac{e_N}{2} \right), \quad (2)$$

де  $e_N$  – значення КПО в  $N$ -й контрольній точці, %;  $N$  – кількість контрольних точок в площині характерного розрізу приміщення.

Нормування значення КПО для будівель залежать від розряду зорової роботи, яке виконується у виробничих приміщеннях, або призначення приміщення в будівлях управління, проектних, науково-дослідницьких установ, цивільних і суспільних будівлях, а також від системи освітлення і стійкості сніжного покриву (при системі бокового освітлення).

Нормовані вимоги до природного освітлення приведені в СНиП 11-4-79.

У випадку недостатнього природного освітлення воно повинно заміщуватися штучним.

[Повернутися до змісту](#)

### 3. Штучне освітлення

**Штучне освітлення** – це освітлення будинків, приміщень і споруд за допомогою спеціальних електроосвітлювальних установок.

#### **Вимоги до штучного освітлення:**

- освітлення повинно забезпечувати необхідний за технологічними і гігієнічними нормативами рівень загальної та локальної (місцевої) освітленості в побутових, робочих та інших умовах, тобто бути достатнім;
- максимально наближатися до спектру природного освітлення;
- не створювати великої яскравості;
- забезпечувати потрібну рівномірність;
- не змінювати фізико-хімічні властивості повітря;
- не бути джерелом пожежної небезпеки, додаткового шуму і теплового випромінювання
- бути компактним, естетичним, доступним для огляду та підтримки чистоти.

Штучне освітлення за функціональним призначенням поділяється на *робоче, аварійне, охоронне і чергове*.

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

*Аварійне освітлення*, в свою чергу, підрозділяється на евакуаційне та освітлення безпеки.

*Евакуаційне освітлення* – освітлення, призначене для евакуації людей з приміщення при аварійному відключенні робочого ос-освітленні. Евакуаційне освітлення повинно забезпечувати найменшим-шую освітленість на підлозі основних проходів і на сходах: у приміщеннях – 0,5 лк, на відкритих територіях – 0,2 лк.

*Освітлення безпеки* – освітлення, необхідне для продовження роботи при аварійному відключенні робочого освітлення. Воно передбачається у випадках,

коли відключення робочого освітлення пов'язане з цим порушення обслуговування устаткування і механізмів може викликати вибух, пожежа, отруєння людей, тривалий збій технологічного процесу, порушення роботи об'єктів, що забезпечують життєдіяльність населення. Освітлення безпеки повинно забезпечувати на робочих поверхнях найменшу освітленість в розмірі 5 % від робочого, але не менше 2 лк усередині будівлі і 1 лк – на території підприємства.

*Чергове освітлення* – енергозберігаюче освітлення, яке використовується в неробочий час.

*Охоронне освітлення* – освітлення, яке передбачається уздовж кордонів охороняється територій при відсутності спеціальних технічних засобів охорони.

Штучне освітлення за місцем розташування світильників використовується двох систем: *загальне* і комбіноване. *Загальне* – освітлення, при якому світильники розміщуються у верхній зоні приміщення рівномірно (загальне рівномірне) або групуються з урахуванням розташування обладнання (загальне локалізоване). Система комбінованого освітлення включає загальне і місцеве освітлення. Застосування одного місцевого освітлення (без загального) всередині приміщень не допускається. *Комбіноване* освітлення застосовується при необхідності високої освітленості робочих поверхонь, а також тоді, коли до подання світлового потоку пред'являються спеціальні вимоги. У комбінованій системі загальне освітлення становить не менше 10% від необхідної нормованої освітленості, а місцеве – 90%.

Як джерела штучного світла для освітлення приміщень слід використовувати найбільш економічні лампи. Використання ламп розжарювання для загального освітлення допускається тільки в разі неможливості або техніко-економічної недоцільності використання розрядних ламп. Для місцевого освітлення крім розрядних джерел світла рекомендується використовувати лампи розжарювання, в тому числі галогенні.

При суміщеному освітленні недостатнє за нормами природне освітлення доповнюється штучним.

Суміщене освітлення приміщень виробничих будинків слід передбачати: для виробничих приміщень, в яких виконуються роботи I – III розрядів; для виробничих та інших приміщень у випадках, коли за умовами технології, організації виробництва або клімату в місці будівництва необхідні об'ємно-планувальні рішення, які не дозволяють забезпечити нормоване значення коефіцієнта природної освітленості (багатоповерхові будинки великої ширини, одноповерхові будівлі з прогонами великої ширини тощо).

Для суміщеного освітлення виробничих приміщень нормування значення КПО ті ж, що і при нормуванні КПО для природного освітлення. Штучне

освітлення при суміщеному освітленні проектується відповідно до норм для штучного освітлення.

Висока зорова працездатність і продуктивність праці тісно пов'язані між собою комфортним (гарним) виробничим освітленням. І основні вимоги до висвітлення на робочому місці незалежно від джерела світла повинні бути наступними:

- достатність освітлення, що має забезпечити комфортні умови для загальної працездатності і оптимальні рівні яскравості для роботи зорового аналізатора;
- забезпечення безпечного виконання роботи;
- рівномірність освітлення у часі і просторі, щоб предмети і об'єкти, що мають різну відбивну здатність і значну яскравість, сприймалися органом зору в повному обсязі.

Скрізь, де це можливо, слід користуватися тільки природним освітленням як найбільш сприятливим для зору і економічним. Природне (сонячне) світло за своїм спектральним складом значно відрізняється від світла штучних світільників. У спектрі сонячного світла набагато більше корисних для людини ультрафіолетових променів. Висока дифузність (розсіювання) цього світла дуже сприятлива для зору.

Нормовані значення коефіцієнта природного освітлення при природному освітленні і освітленість на робочих поверхнях при штучному освітленні викладені в у відповідній нормативній літературі.

Застосовувані норми освітленості є нормами гігієнічного мінімуму і повинні розглядатися як найменша границя, допустимий з точки зору охорони праці та здоров'я трудящих.

[Повернутися до змісту](#)

#### 4. Основні світлотехнічні показники

Для гігієнічної оцінки освітленості використовуються світлотехнічні якісні і кількісні показники.

До кількісних показників відносяться світловий потік, освітленість, коефіцієнт відбиття, сила світла і яскравість. До якісних показників слід віднести фон, видимість, контраст.

Видима промениста енергія оцінюється по світловому відчуттю і називається *світловим потоком*, який вимірюється в люменах (лм).

*Світловий потік* ( $F$ ) – потужність променевої енергії, що оцінюється світловим відчуттям людського ока. Світловий потік визначається як величина не тільки фізична, а й фізіологічна, так як вимірювання її засновано на зоровому сприйнятті. Точне значення світлового потоку в лм визначається по еталонним

електричним лампам розжарювання, вивіреном відповідно до міжнародних угод. Таким чином, одиниця світлового потоку – люмен – прийнята абсолютно умовно. Між умовною одиницею світлового потоку – люмен і енергетичною – Ват є наступне співвідношення:  $1 \text{ лм} = 0,00161 \text{ Вт}$ . Всі джерела світла, в тому числі освітлювальні прилади, випромінюють світловий потік у просторі нерівномірно. Розподіл світлового потоку у просторі враховують, користуючись поняттям просторової густини світлового потоку або сили світла.

*Сила світла* ( $I$ ) – це величина просторової щільності світлового потоку, яка визначається як відношення світлового потоку  $dF$ , що виходить від джерела і поширюється рівномірно всередині елементарного тілесного кута  $d\omega$ , до величини цього кута:

$$I = \frac{dF}{d\omega}. \quad (3)$$

За одиницю сили світла прийнята кандела (кд). Сила світла в одну Кандела забезпечується світловим потоком в один люмен, що знаходиться в одиничному куті в один стерадіан.

Про висвітлення приміщення можна до певної міри судити за величиною освітленості  $E$ , яка визначається поверхневою густиною світлового потоку або відношенням світлового потоку  $dF$ , що падає на поверхню, до величини цієї поверхні  $dS$ , тобто:

$$E = \frac{dF}{dS}. \quad (4)$$

За одиницю освітленості прийнято люкс (лк). *Люкс* – це освітленість поверхні площею  $1 \text{ м}^2$  при світловому потоці падаючого на нього випромінювання, що дорівнює 1 лм.

Освітленість у різних точках робочого місця різна, тому ставлення  $F/S$  приймають за середню освітленість.

Умови видимості визначаються відношенням сили світла, випромінюваного світиться поверхнею у напрямку зору, до величини видимої частини цієї поверхні, що світиться. Це відношення називається *яскравістю* і вимірюється в канделах на метр квадратний ( $\text{кд/м}^2$ ).

За яскравість  $L$  поверхні, що світиться в будь-якому напрямку приймається відношення сили світла, що випускається поверхнею в заданому напрямку  $I$  до проекції поверхні, що світиться  $S \cdot \cos\alpha$  на площину, перпендикулярну до того ж напрямку, тобто:

$$L = \frac{I}{S \cdot \cos \alpha}, \quad (5)$$

де  $\alpha$  – кут, що утворений напрямом світлового потоку з нормаллю до площадки поверхні, що світиться.

За величину яскравості прийнято ніт (нт), який має розмірність  $1 \text{ кд/м}^2$ . Яскравість поверхні залежить від сили світла, кута падіння світлового потоку на площину, кольору поверхні тощо.

Різні предмети видимі тому, що світловий потік, відбитий ними, частково сприймається оком. Ставлення відбитого світлового потоку  $F_{отр}$  до падаючого світлового потоку  $F_{пад}$  називаються *коефіцієнтом відбиття*  $Q$ :

$$Q = \frac{F_{отр}}{F_{пад}}, \quad (6)$$

Величина  $Q$  залежно від кольору поверхні коливається в межах  $0,02 - 0,85$ .

*Об'єкт розрізнення* – найменший розмір розглянутого предмета, окремої його частини, який необхідно розрізнити в процесі роботи. Залежно від найменшого розміру об'єкта розрізнення зорові роботи поділяються на розряди.

*Контраст об'єкта розрізнення з фоном* ( $K$ ) характеризується як відсоткове співвідношення абсолютної величини різниці між яскравістю об'єкта розрізнення  $L_o$  і фону  $L_\phi$  до яскравості фону  $L_\phi$ :

$$K = \frac{L_o - L_\phi}{L_\phi}. \quad (7)$$

Контраст оцінюється як малий, якщо  $K$  до  $0,2$  (об'єкт і фон мало відрізняються за яскравістю); середній –  $K = 0,2 - 0,5$  (об'єкт і фон помітно відрізняються за яскравістю) і великий –  $K$  понад  $0,5$  (об'єкт і фон різко відрізняються за яскравістю).

*Фон* – поверхня, що прилягає безпосередньо до об'єкта розрізнення, на який він розглядається. Фон вважається світлим при коефіцієнті відбиття поверхні  $Q$  більше  $0,4$ ; середнім – при  $Q = 0,2 - 0,4$ ; темним –  $Q$  менше  $0,2$ .

Залежно від характеристики фону і контрасту об'єкта розрізнення з фоном зорові роботи поділяються на підрозряд.

*Видимість* ( $V$ ) – універсальна характеристика якості освітлення, яка характеризує здатність ока сприймати об'єкт. Залежить від освітленості, розміру об'єкта, його яскравості, контрасту об'єкта з фоном. Видимість визначається числом порогових контрастів в контрасті об'єкта з фоном:

$$V = \frac{K}{K_{пор}}, \quad (8)$$



де  $K$  – контраст об'єкта з фоном;  $K_{\text{пор}}$  – пороговий контраст, тобто.  $E$ . Найменший помітний оком контраст, при невеликому зменшенні якого об'єкт стає невиразним.

Установки штучного освітлення мають такі додаткові характеристики, як ступінь сліпучого дії джерела світла, пульсація, спектр світла.

*Показник осліпленості* ( $P$ ) – критерій оцінки сліпучої дії освітлювальної установки:

$$P = (S - 1) 1000, \quad (9)$$

де  $S$  – коефіцієнт осліпленості, що дорівнює відношенню видимості об'єкта відповідно при екранування і при наявності джерел, що створюють блиск в полі зору.

*Коефіцієнт пульсації освітленості* ( $K_n$ ) – критерій оцінки відносної глибини коливань освітленості в результаті зміни в часі світлового потоку газорозрядних ламп при живленні їх змінним струмом:

$$K_n = \frac{E_{\text{max}} - E_{\text{min}}}{2E_{\text{cp}}} 100, \quad (10)$$

де  $E_{\text{max}}$  і  $E_{\text{min}}$  – відповідно максимальне і мінімальне значення освітленості за період її коливання, лк;  $E_{\text{cp}}$  – середнє значення освітленості за цей же період, лк.

Слід мати на увазі, що на око спільно діють якісні та кількісні характеристики світла, що забезпечують певний ступінь працездатності людини.

Для успішного і безпечного виконання виробничого процесу зір людини має весь час зберігати так звані контрастну чутливість і гостроту розрізнення. Розрізнення дрібних деталей, рисок тощо (тобто об'єктів розрізнення) можливо лише при певному контрасті деталей і фону, на якому вони розглядаються. Здатність ока розрізняти найменші контрасти називається *контрастною чутливістю*. Дослідженнями встановлено, що контрастна чутливість зростає зі збільшенням освітленості робочої поверхні. Здатність очі спостерігати об'єкти розрізнення називається *гостротою розрізнення*. Вона залежить від контраста деталі і фону, від освітленості поля зору і інших чинників. Зі збільшенням освітленості гострота розрізнення зростає.

Пристосовність очей до різної яскравості обмежена певними межами. Якщо в полі зору знаходяться яскравості, що значно перевищують норму, то функції зору істотно знижуються, відбувається осліплення. Розрізняють два види сліпучої яскравості, або блискості: пряму, що йде безпосередньо від джерела світла (гола лампа), і непряму, яку можна спостерігати на освітлювальних поверхнях. Другий вид блискості часто зустрічається в умовах виробництва (при обробці металів, на полірованих і лакованих поверхнях тощо).

Осліплення супроводжується роздратуванням і різзю очей, головним болем і серйозним розладом зору. Робота при недостатньо точному освітленні або змінної яскравості вимагає сильного напруження зору, що призводить до частой переадаптації очей і швидкому їх перевтоми.

[Повернутися до змісту](#)