

## ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 3 ТЕМА 2. ВИРОБНИЧЕ ОСВІТЛЕННЯ

### Мета заняття

Вивчення ролі світла у виробничому процесі та забезпеченні його безпеки, нормування штучного та природного освітлення, ознайомлення з основними заходами, спрямованими на забезпечення сприятливих умов зорової роботи.

### Матеріал для самостійного опрацювання

Частина 2.5. Освітлення виробничих приміщень підручника [1], стор. 186...198.

Частини 3.1, 3.2 та параграфи 3.3.1, 3.4.1 посібника [2], стор. 107 – 113, 122 – 124.

Державні будівельні норми ДБН В.2.5.-28-2006. Природне і штучне освітлення. Мінбуд України, 2006 – 76 с.

### Теоретичні відомості (Витяг з ДБН В.2.5.-28-2006)

#### «2 ПРИРОДНЕ ОСВІТЛЕННЯ

2.1. Приміщення з постійним перебуванням людей повинно мати, як правило, природне освітлення. Без природного освітлення допускається проектування приміщень, які визначені державними будівельними нормами на проектування будинків і споруд, нормативними документами з будівельного проектування будинків і споруд окремих галузей промисловості, затвердженими в установленому порядку, а також приміщення, розміщені яких дозволено в підвальних поверхах будинків.

2.2. Природне освітлення поділяється на бокове, верхнє і комбіноване (верхнє і бокове).

2.3. Нормоване значення КПО,  $e_N$ , для будинків, розташованих в різних районах, слід визначати за формулою

$$e_N = e_H \cdot m_N \quad (1)$$

де  $e_H$  - значення КПО за таблицями 1 і 2; »

*Примітка: табл.1 наведена в додатку 1 цієї практичної роботи*

« $m_N$  - коефіцієнт світлового клімату за таблицею 4;»

*Примітка: табл.4 наведена в додатку 1 цієї практичної роботи*

« $N$  - номер групи забезпеченості природним світлом за таблицею 4.

Отримані за формулою (1) значення слід округлити до десятих долей.

2.4. При двосторонньому боковому освітленні приміщень різного призначення нормоване значення КПО повинно бути забезпечено в розрахунковій точці в центрі приміщення на перетині вертикальної площини характерного розрізу і робочої поверхні.

В житлових і громадських будинках при боковому освітленні з однієї сторони нормоване значення КПО повинно бути забезпечено:

житлових приміщень у житлових будинках, житлових приміщень гуртожитків, віталень і номерів готелів, групових і гральних приміщеннях дитячих дошкільних установ, ізоляторах і кімнатах для хворих дітей, у навчальних і навчально-виробничих приміщеннях шкіл, шкіл-інтернатів, професійно-технічних і середніх спеціальних навчальних закладів і т.і. - в

розрахунковій точці, розташованій на перетині вертикальної площини характерного розрізу приміщення і площини підлоги на відстані 1 м від стіни, найбільше віддаленої від світлових прорізів

У виробничих приміщеннях глибиною до 6 м при односторонньому боковому освітленні нормується мінімальне значення КПО в точці, розташованій на перетині вертикальної площини характерного розрізу приміщення і умовної робочої поверхні на відстані 1 м від стіни або лінії максимального заглиблення зони, найбільше віддаленої від світлових прорізів.

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 м висоти від підлоги до верху світлових прорізів для зорової роботи I - IV розрядів;

- на 2 м висоти від підлоги до верху світлових прорізів для зорової роботи V - VII розрядів;

- на 3 м висоти від підлоги до верху світлових прорізів для зорової роботи VIII розряду.

2.6. При верхньому або комбінованому природному освітленні приміщень різного призначення нормується середнє значення КПО в точках, розташованих 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 (перегородок) або осі колон.

2.7. Допускається розподілення приміщень на зони з боковим освітленням (зони, які примикають до зовнішніх стін з вікнами) і зони з верхнім освітленням. Нормування та розрахунок природного освітлення в кожній зоні проводиться незалежно одне від одного.

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

2.9. Розрахунок КПО проводиться з урахуванням середньозважених коефіцієнтів відбивання внутрішніх поверхонь приміщень без урахування меблів, устаткування, озеленення та інших затінюючих предметів, а також при 100 % використанні світлопрозорих заповнень у світлопрорізах. Розрахункові значення КПО слід округляти до десятих часток.

2.10. Розрахункові значення середньозваженого коефіцієнта відбивання внутрішніх поверхонь приміщення слід приймати 0,50 в громадських, 0,40 в житлових і 0,30 у виробничих приміщеннях.

2.12. У навчальних приміщеннях загальної і середньої спеціальної освіти незалежно від типу освітлення слід розташовувати робочі місця учнів так, щоб світло від природного освітлення падало на них, як правило, з лівого боку.

2.13. Нерівномірність природного освітлення виробничих і громадських будинків з верхнім або комбінованим освітленням не повинна перевищувати 3:1. Розрахункове значення КПО при верхньому і комбінованому природному освітленні у будь-якій точці на лінії перетину умовної робочої поверхні і площини характерного вертикального розрізу повинно бути не менше нормованого значення КПО при боковому освітленні для робіт відповідних розрядів.

Нерівномірність природного освітлення не нормується для приміщень з боковим освітленням, для виробничих приміщень, в яких виконуються зорові роботи VII і VIII розрядів, при верхньому і боковому освітленні допоміжних приміщень громадських будинків, в яких виконуються зорові роботи розрядів Г та Д.

### **3. СУМІЩЕНЕ ОСВІТЛЕННЯ**

3.1. Суміщене освітлення приміщень виробничих будинків слід передбачати:

а) для виробничих приміщень, в яких виконуються роботи I-III розрядів;

б) для виробничих та інших приміщень у випадках, коли за умов технології, організації виробництва або клімату в місці будівництва необхідні об'ємно-планувальні рішення, які не дозволяють забезпечити нормоване значення КПО (багатоповерхові будинки великої ширини тощо), а також у випадках, коли техніко-економічна доцільність суміщеного освітлення порівняно з природним підтверджена відповідними розрахунками;

в) відповідно до нормативних документів з будівельного проектування будинків і споруд окремих галузей промисловості, затверджених в установленому порядку.

Суміщене освітлення приміщень житлових, громадських і допоміжних будинків допускається передбачати у випадках, коли це потрібно за умов вибору раціональних об'ємно-планувальних рішень за винятком житлових кімнат та кухонь житлових будинків і гуртожитків, віталень і номерів готелів, спальних приміщень санаторіїв і будинків відпочинку, групових і гральних дитячих дошкільних закладів, палат лікувально-профілактичних установ.

3.2. Загальне (незалежно від прийнятої системи освітлення) штучне освітлення виробничих приміщень, призначених для постійного перебування людей, повинно забезпечуватися розрядними джерелами світла.

Вибір джерел світла слід робити відповідно до вимог розділу 4.

Застосування ламп розжарювання допускається в окремих випадках, коли за умов технології, середовища або вимог до оформлення інтер'єра використання розрядних джерел світла неможливе або недоцільне.

### **4. ШТУЧНЕ ОСВІТЛЕННЯ**

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

Аварійне освітлення поділяється на освітлення безпеки і евакуаційне.

Для загального штучного освітлення приміщень слід використовувати, як правило, розрядні джерела світла, віддаючи перевагу за однакової

потужності джерелам світла з найбільшою світловою віддачею і строком служби.

4.2. Штучне освітлення може бути двох систем - загальне та комбіноване.

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

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

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

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

Для місцевого освітлення, крім розрядних джерел світла, рекомендується використовувати лампи розжарювання, в тому числі галогенні. Вибір джерел світла за кольоровими характеристиками слід провадити за додатком Е. Застосування ксенонових ламп у приміщеннях не дозволяється.

Норми освітленості, наведені в таблиці 1, слід підвищувати на один ступінь шкали освітленості в таких випадках:

а) при роботах I - VI розрядів, якщо зорова робота виконується більше половини робочого дня;

б) при підвищеній небезпеці травматизму, якщо освітленість від системи загального освітлення складає 150 лк і менше (робота на дискових пилках, гільйотинних ножицях тощо);

в) при спеціальних підвищених санітарних вимогах (наприклад, на підприємстві харчової та хіміко-фармацевтичної промисловості), якщо освітленість від системи загального освітлення 500 лк і менше;

г) при роботі або виробничому навчанні підлітків, якщо освітленість від системи загального освітлення 300 лк і менше;

д) за відсутності в приміщенні природного світла і постійному перебуванню працюючих, якщо освітленість від системи загального освітлення 750 лк і менше;

е) при спостереженні за деталями, що обертаються зі швидкістю, яка дорівнює або більша 500 об/хв, або об'єктами, що рухаються зі швидкістю, яка дорівнює або більша 1,5 м/хв;

ж) при постійному пошуку об'єктів розрізнення на поверхні розміром 0,1 м<sup>2</sup> і більше.

За наявності одночасно кількох ознак норми освітленості слід підвищувати не більше ніж на один ступінь.

4.6.В приміщеннях, де виконуються роботи IV-VI розрядів, норми освітленості слід знижувати на один ступінь при короткочасному перебуванні людей або за наявності устаткування, яке не потребує постійного обслуговування.

4.7.При виконанні в приміщеннях робіт I-III, IVa, IVб, IVв, Va розрядів слід застосовувати систему комбінованого освітлення. Передбачати систему загального освітлення допускається при технічній неможливості або недоцільності влаштування місцевого освітлення, що конкретизується в галузевих нормах, узгоджених з органами Державного санітарного нагляду.

За наявності в одному приміщенні робочих і допоміжних зон слід передбачати локалізоване загальне освітлення (за будь-якої системи освітлення) робочих зон і менш інтенсивне освітлення допоміжних зон, зараховуючи їх до розряду VIIa.

4.8. Освітленість робочої поверхні, створена світильниками загального освітлення в системі комбінованого, повинна складати не менше 10 % нормованої для комбінованого освітлення при таких джерелах світла, які застосовуються для місцевого освітлення. При цьому освітленість повинна бути не менше 200 лк при розрядних лампах, не менше 75 лк - при лампах розжарювання. Створювати освітленість від загального освітлення в системі комбінованого більше 500 лк при розрядних лампах і більше 150 лк при лампах розжарювання допускається тільки за наявності обґрунтувань.

У приміщеннях без природного світла освітленість робочої поверхні, утворена світильниками загального освітлення в системі комбінованого, слід підвищувати на один ступінь.

4.9. Відношення максимальної освітленості до мінімальної не повинно перевищувати для робіт I - III розрядів при люмінесцентних лампах 1,3, при інших джерелах світла - 1,5, для робіт розрядів IV - VII - 1,5 і 2,0 відповідно.

Нерівномірність освітленості допускається підвищувати до 3,0 в тих випадках, коли за умов технології світильники загального освітлення можуть установлюватися тільки на площадках, колонах або стінах приміщення.

4.10. У виробничих приміщеннях освітленість проходів та ділянок, де робота не виконується, повинна складати не більше 25 % від нормованої освітленості, але не менше 75 лк при розрядних лампах і не менше 30 лк при лампах розжарювання.

Для місцевого освітлення робочих місць слід використовувати світильники з непросвічуючими відбивачами. Світильники повинні розташовуватися так, щоб їх елементи, які світяться, не влучали в поле зору працюючих на освітленому робочому місці і на інших робочих місцях.

Місьцеве освітлення робочих місць, як правило, повинно бути обладнане регуляторами освітлення.

Коефіцієнт пульсації освітленості на робочих поверхнях при живленні джерел світла струмом частотою менше 300 Гц не повинен перевищувати значень, вказаних у таблиці 1.

Коефіцієнт пульсації не обмежується:

- при частоті живлення 300 Гц і більше;

- для приміщень з періодичним перебуванням людей за відсутності в них умов для виникнення стробоскопічного ефекту.

У приміщеннях, де можливе виникнення стробоскопічного ефекту, необхідно включення сусідніх на 3 фази живильної напруги або включення їх у мережу з електронними пускорегулюючими апаратами.

#### ***Аварійне (безпеки і евакуаційне), охоронне і чергове освітлення***

4.72. Аварійне освітлення поділяється на освітлення безпеки і евакуаційне.

4.73. Освітлення безпеки слід передбачати у випадках, коли відключення робочого освітлення і пов'язане з цим порушення обслуговування устаткування і механізмів може викликати:

- вибух, пожежу, отруєння людей;
- тривале порушення технологічного процесу;
- порушення роботи таких об'єктів, як електричні станції, вузли радіо- і телевізійних передач

і зв'язку, диспетчерські пункти, насосні установки водопостачання, каналізації і теплофікації,

установки вентиляційні і кондиціонування повітря для виробничих приміщень, в яких неприпустиме призупинення роботи тощо;

- порушення режиму дитячих установ незалежно від чисельності присутніх у них дітей.

4.74. Евакуаційне освітлення в приміщеннях або в місцях виконання робіт поза будинками слід передбачати:

- у місцях, небезпечних для проходу людей;
- у проходах і на сходах, які використовуються для евакуації людей, при чисельності евакуйованих понад 50 чоловік;

- \* по основних проходах виробничих приміщень, в яких працює понад 50 чоловік;

- \* на сходових клітках житлових будинків заввишки 6 поверхів і більше;

- у виробничих приміщеннях з постійно працюючими в них людьми, де вихід людей із приміщення при аварійному відключенні нормального освітлення пов'язаний з небезпекою травмування при продовженні роботи виробничого устаткування;

- у приміщеннях громадських і допоміжних будинків промислових підприємств, якщо в приміщенні можуть перебувати одночасно понад 100 чоловік;

- у виробничих приміщеннях без природного світла.

4.75. Освітлення безпеки повинно створювати на робочих поверхнях у виробничих приміщеннях і на території підприємств, які потребують обслуговування при відключенні робочого освітлення, найменшу освітленість 5 % , яка нормується для робочого освітлення від загального, але не менше 2 лк в середині приміщення і не менше 1 лк - для територій підприємств. При цьому створювати найменшу освітленість всередині будинків більше 30 лк при розрядних лампах і більше 10 лк при лампах розжарювання допускається за наявності відповідних обґрунтувань.

Евакуаційне освітлення повинно забезпечувати найменшу освітленість на підлозі основних проходів (або на землі) і на сходах: у приміщеннях 0,5 лк, на відкритих територіях - 0,2 лк.

Нерівномірність евакуаційного освітлення (відношення максимальної освітленості до мінімальної) за всією евакуаційних проходів повинна бути не більше 40:1.

Світильники освітлення безпеки в приміщеннях можуть бути використані для евакуаційного освітлення.

4.76. Для аварійного освітлення (освітлення безпеки і евакуаційного) слід застосовувати:

а) лампи розжарювання;

б) люмінесцентні лампи - у приміщеннях з мінімальною температурою повітря не менше 5°C і за умови живлення ламп в усіх режимах напругою не нижче 90 % номінальної; допускається застосування люмінесцентних світильників із спеціальними лампами та схемами їх підключень, що забезпечують їх нормальну роботу при температурі повітря мінус 15 °С;

в) розрядні лампи високого тиску за умови їх миттєвого або швидкого повторного запалювання і як в гарячому стані після короткочасного відключення живильної напруги, так і в холодному стані.

4.77. В громадських і допоміжних будинках підприємств виходи з приміщень, де можлива присутність понад 100 чоловік, а також виходи з виробничих приміщень без природного світла, де можлива присутність понад 50 чоловік або які мають площу понад 150 м<sup>2</sup>, повинні бути відмічені покажчиками.

Покажчики виходів можуть бути:

- світловими, з вбудованими в них джерелами світла, що приєднуються до мережі аварійного освітлення;

- світловими, з вбудованими в них джерелами світла і автономними джерелами живлення на проміжок роботи не менше 1 год;

- не світловими (без джерел світла) за умови, що позначення виходу (напис, знак тощо) освітлюється світильниками аварійного освітлення.

При цьому покажчики повинні розташовуватися на відстані не більше 25 м один від одного, а також в місцях повороту коридору. Додатково повинні бути відмічені покажчиками виходи з коридорів і рекреацій, які примикають до вищезгаданих приміщень. Світлові покажчики повинні встановлюватися на висоті не нижче ніж 2 м від підлоги.

4.78. Освітлювальні прилади аварійного освітлення (безпеки, евакуаційного) допускається передбачати такими, що світять та вмикаються одночасно із освітлювальними приладами нормального освітлення, і які не світять, що вмикаються автоматично при призупиненні живлення нормального освітлення.

Світильники аварійного освітлення повинні відрізнятися від світильників робочого освітлення спеціально нанесеною буквою А червоного кольору.

4.79. Охоронне освітлення (за відсутності спеціальних технічних засобів охорони) повинно передбачатися вздовж межі території, яка

охороняється в нічний час. Освітленість повинна бути не менше 0,5 лк на рівні землі в горизонтальній площині або на рівні 0,5 м від землі на одному боці вертикальної площини, яка перпендикулярна до лінії межі.

При використанні для охорони спеціальних технічних засобів освітленість слід приймати за завданням на проектування охоронного освітлення.

Для охоронного освітлення можуть використовуватися будь-які джерела світла, за винятком випадків, коли охоронне освітлення нормально не горить і автоматично вмикається від дії охоронної сигналізації або інших технічних засобів. У таких випадках повинні використовуватись лампи розжарювання.

4.80. Галузь застосування величини освітленості, рівномірність та вимоги до якості для чергового освітлення не нормується.

4.81. Освітлення знаків безпеки виконується відповідно до вимог національних норм.»

### **Питання для самоперевірки**

1. Що таке світло (світлове випромінювання) як фізичне явище і як чинник виробничого процесу?
2. Яку роль в життєдіяльності людини відіграє природне освітлення?
3. Як впливає освітлення на виробничий процес?
4. Що таке і в яких одиницях вимірюється світловий потік?
5. Що таке і в яких одиницях вимірюється сила світла?
6. Що таке і в яких одиницях вимірюється освітленість?
7. Що таке і в яких одиницях вимірюється яскравість поверхні?
8. Що таке у світлотехніці фон? Що таке коефіцієнт відбиття поверхні та контраст між об'єктом спостереження і фоном?
9. Які існують види виробничого освітлення?
10. Яке буває штучне освітлення за функціональним призначенням?
11. Які існують системи природного виробничого освітлення? Переваги і недоліки кожної з них.
12. Які існують системи штучного виробничого освітлення? Переваги і недоліки кожної з них.
13. Які основні вимоги ставляться до робочого освітлення?
14. Як нормується природне бокове освітлення?
15. Як нормується природне верхнє освітлення?
16. Як враховується при нормуванні природного освітлення розташування приміщення на території країни та орієнтація вікон за сторонами горизонту?
17. Як нормується штучне освітлення?
18. Назвіть переваги і недоліки ламп розжарювання та люмінесцентних ламп.
19. Яке призначення світильників та в чому полягає експлуатація освітлювальних установок?



#### **Задача 4.**

##### **Умова.**

У виробничому приміщенні довжиною  $a$  м, висотою  $h$  м і шириною  $b$  м виконуються роботи, при яких мінімальний розмір об'єкта, що розрізняється, становить  $s_0$  мм. Приміщення має загальну систему освітлення, освітлюється за допомогою  $N$  дволампових світильників типу ШОД, які розміщені у два ряди і в кожному з яких знаходяться люмінесцентні лампи потужністю 40 Вт. Стеля приміщення свіжопобілена  $\rho_{сл} = 70\%$ , стіни мають світлосірий колір  $\rho_{ст} = 50\%$ , підлога з дубового паркету  $\rho_{п} = 30\%$ . Висота робочої поверхні  $h_p$  становить 0,8 м.

Довжина, висота приміщення, мінімальний розмір об'єкта, що розпізнається, характеристика фону, на якому розпізнається об'єкт, контраст об'єкта з фоном, а також кількість світильників і тип ламп наведено у вихідних даних (додаток 1 п.1).

##### **Завдання.**

Визначте згідно варіанту відповідає чи ні освітленість у цьому приміщенні нормативним значенням штучного освітлення робочої зони і зробіть відповідні висновки.

##### **Методичні вказівки.**

1. Накресліть схему розташування світильників у приміщенні згідно вихідних даних, зазначивши розміри приміщення, довжину світильників, відстані між рядами та між світильниками.

Для визначення відстаней між рядами треба враховувати таке правило: відстань від стіни до світильника дорівнює половині відстані між рядами.

Для визначення відстані між світильниками необхідно визначити суму довжин усіх світильників в ряду, знайти різницю між цією довжиною і довжиною приміщення. Далі, враховуючи, що світильники повинні розташовуватись рівномірно вздовж ряду, тобто усі проміжки мають бути однакові, зробити попередній розрахунок відстані між світильниками і між світильником і стіною. Для визначення остаточних величин, необхідно округлити отримане значення у меншу сторону до сантиметрів (якщо в попередніх розрахунках вийшло ціле число в сантиметрах (без міліметрів), то зупиняються на попередніх підрахунках). Знайти суму отриманих відстаней між світильниками в ряду, до якої додати суму довжин усіх світильників, після чого знайти різницю між отриманим значенням і довжиною стіни. Цю різницю ділимо навпіл щоб знайти остаточною відстанню від стіни до світильника.

2. Визначте згідно ДБН В.2.5.-28-2006 нормоване значення освітленості на робочому місці, беручи до уваги, що осліпленість  $P$  для розрядів зорової роботи II дорівнює 10, для III – V розрядів - 40. Для цього:

2.1. на підставі мінімального розміру об'єкту розпізнавання визначте розряд зорових робіт і на підставі характеристики фону і контрасту об'єкта розпізнавання з фоном визначте підрозряд зорових робіт (Додаток 2, табл. 1);

2.2. для встановленої системи освітлення, типу ламп, розряду і підрозряду зорових робіт визначте нормоване значення освітленості на робочому місці  $E_n$ , лк (Додаток 2, табл. 1).

3. На підставі характеристики системи освітлення і розмірів приміщення визначте фактичну освітленість у приміщенні. Для цього:

3.1. виходячи з типу і потужності ламп визначте світловий потік, який випромінює кожна з них,  $F_{л}$ , лм (додаток 2, табл. 2);

3.2. підрахуйте індекс приміщення  $i$  по формулі

$$i = ab / (h_c (a + b))$$

де  $a$  і  $b$  довжина і ширина приміщення,

$h_c$  – висота підвісу світильника над робочою поверхнею.

*Примітка: товщину світильників в цій задачі не враховуємо.*

3.3. виходячи з індексу приміщення ( $i$ ) та коефіцієнтів відбиття стелі, стін і підлоги ( $\rho_{сл}, \rho_{ств}, \rho_{п}$ ), визначте коефіцієнт використання світлового потоку  $\eta$  (додаток 2, табл. 3);

*Примітка: при виборі з таблиці значення коефіцієнта використання світлового потоку  $\eta$  значення індексу приміщення ( $i$ ) приймати округленим в меншу сторону.*

3.4. перетворивши основне рівняння методу коефіцієнта світлового потоку у формулу, за допомогою якої можна розрахувати освітленість, визначте фактичне значення освітленості в приміщенні  $E_{ф}$ .

$$E_{ф} = F_{л} N n \eta / (S k_z z),$$

де  $F_{л}$  – світловий потік лампи, лм,

$N$  – кількість світильників, од.,

$n$  – кількість ламп в світильнику, од.,

$\eta$  – коефіцієнт використання світлового потоку,

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

$k_z$  – коефіцієнт запасу,

$z$  – коефіцієнт нерівномірності.

*Примітка: прийміть для цієї задачі коефіцієнт запасу ( $k_z$ ) рівним 1,5, а коефіцієнт нерівномірності ( $z$ ) рівним 1,1.*

4. Порівняйте фактичне значення освітленості, що створює у приміщенні задана система загального штучного освітлення, з нормативним значенням штучного освітлення робочої зони.

*Примітка: допускається відхилення фактичного значення від нормативного на 10%, зменшення освітленості неприпустимо з гігієнічної точки зору, збільшення - економічно недоцільно.*

5. В разі невідповідності освітленості приміщення нормам, розрахуйте необхідну кількість світильників та намалюйте умовну схему їх розташування.

6. На підставі отриманих результатів зробіть загальний висновок щодо відповідності системи штучного освітлення у розглянутому приміщенні нормативним вимогам та дайте рекомендації щодо вибору ламп, світильників та їх розташування.

7. Результати роботи оформити згідно з додатком 3.

### **Задача 5.**

**Умова.**

У виробничому приміщенні, яке розташовано у Києві і має вікна, розташовані уздовж однієї з більших за довжиною бокових стін, проведено дослідження природного освітлення. Параметри приміщення і характер

зорових робіт, що виконуються в ньому, аналогічні наведеним в умовах задачі 4. Для цього була виміряна величина природного освітлення на робочих місцях, що знаходяться в приміщенні на відстані 1, 2, 3, 4 та 5 м від вікна. Величина природного освітлення  $E_{вн}$ , лк, у цих точках, орієнтація вікон за сторонами горизонту та величина зовнішнього природного освітлення  $E_{зов}$ , лк наведені у вихідних даних (додаток 1, п.2).

### **Завдання.**

Визначте величину нормованого коефіцієнту природного освітлення (КПО) для даного приміщення і зробіть висновок щодо системи освітлення, яка має бути використана в цьому приміщенні. Визначте величину фактичного КПО для кожної точки, в якій було проведено вимірювання величини природного освітлення. Побудуйте графік залежності КПО від відстані до вікна. Порівняйте відповідне чи ні КПО у цьому приміщенні нормативним значенням природного освітлення робочої зони. В тому разі, якщо КПО у цьому приміщенні не відповідає нормативним значенням, визначте, в якій частині цього приміщення воно відповідає нормативному значенню, і покажіть цю частину приміщення на плані. Зробіть висновки щодо відповідності нормативним значенням робочих місць в приміщенні і заходи щодо поліпшення умов праці у приміщеннях, де фактичне КПО не відповідає нормам.

### **Методичні вказівки.**

1. Встановіть нормативне значення КПО для заданого в умовах задачі приміщення, для чого:

1.1. на підставі розряду і підрозряду зорових робіт відповідно до ДБН В.2.5.-28-2006 (додаток 2, табл. 1) визначте систему освітлення, яка має використовуватись в денний час, і визначте нормоване значення КПО ( $e_n$ ),.

1.2. зважаючи на місце розташування приміщення, орієнтацію його вікон за сторонами горизонту, визначте коефіцієнт світлового клімату  $m_N$  відповідно до ДБН В.2.5.-28-2006 (додаток 2, табл. 4 );

1.3. за формулою  $e_N = e_n m_N$  підрахуйте нормоване значення КПО для даного приміщення.

2. За формулою  $e_f = (E_{пр} / E_{зов}) 100\%$  визначте значення фактичного КПО в кожній точці, в якій було проведено вимірювання величини природного освітлення.

3. Побудуйте графік залежності фактичного КПО від відстані до вікна та проведіть лінію нормованого значення КПО для даного приміщення.

4. Визначте, відповідає чи ні КПО у цьому приміщенні нормативним значенням природного освітлення робочої зони.

*Примітка.* За системи бокового природного освітлення нормується мінімальне значення КПО, яке визначається в точці, що знаходиться на відстані 1м від стіни протилежної світловим проймам.

5. Якщо КПО у приміщенні не відповідає нормативному, знайдіть по графіку приблизну відстань від вікна, де закінчується зона приміщення з задовільним природним освітленням. Позначте на плані приміщення ці зони.

6. На підставі отриманих результатів зробіть загальний висновок щодо відповідності системи природного освітлення у приміщенні, що аналізується,

нормативним вимогам і вкажіть заходи щодо поліпшення умов праці в зонах приміщень, які не відповідають нормам.

7. Результати роботи оформити згідно з додатком 3.

## Додаток 1

### 1. Вихідні дані для задачі 4

Варіант	Параметри приміщення, м			Характеристика зорової роботи			Кількість світильників, N, 40 Вт	Тип ламп
	<i>a</i>	<i>h</i>	<i>b</i>	Мінімальний розмір об'єкта розпізнавання, мм	Характеристика фону	Контраст об'єкта розпізнавання з фоном		
1	8	3	6	0,2	Середній	Малий	6	ЛБ
2	12	4	6	0,4	Середній	Середній	8	ЛД
3	16	5	6	0,8	Світлий	Великий	10	ЛДЦ
4	20	3	6	3	Темний	Великий	14	ЛБ
5	8	4	6	0,2	Середній	Малий	6	ЛД
6	12	5	6	0,4	Світлий	Малий	8	ЛДЦ
7	16	3	6	0,8	Темний	Середній	12	ЛБ
8	20	4	6	3	Середній	Великий	14	ЛД
9	8	5	6	0,2	Світлий	Великий	4	ЛДЦ
10	12	3	6	0,4	Темний	Малий	8	ЛБ
11	16	4	6	0,8	Середній	Малий	10	ЛД
12	20	5	6	3	Світлий	Середній	14	ЛДЦ
13	8	3	6	0,2	Темний	Великий	6	ЛБ
14	12	4	6	0,4	Середній	Великий	8	ЛД
15	16	5	6	0,8	Світлий	Малий	10	ЛДЦ
16	20	3	6	3	Темний	Малий	14	ЛБ
17	8	4	6	0,2	Середній	Середній	6	ЛД
18	12	5	6	0,4	Світлий	Великий	8	ЛДЦ
19	16	3	6	0,8	Темний	Великий	8	ЛБ
20	20	4	6	3	Середній	Малий	14	ЛД
21	8	5	6	0,2	Світлий	Малий	6	ЛДЦ
22	12	3	6	0,4	Темний	Середній	6	ЛБ
23	16	4	6	0,8	Середній	Великий	10	ЛД
24	20	5	6	3	Світлий	Великий	14	ЛДЦ
25	8	3	6	0,2	Середній	Малий	6	ЛБ

2. Вихідні дані для задачі 5

Варіант	Величина природного освітлення $E_{пр}$ , лк, на відстані $L$ , м, від вікна					Орієнтація вікон за сторонами горизонту	Зовнішня освітленість $E_{зов}$ , лк
	1	2	3	4	5		
1	2000	1520	1010	675	450	Північ	16000
2	1540	1100	780	560	400	Схід	20000
3	1160	860	640	470	350	Захід	25000
4	1520	1010	675	450	300	Південь	30000
5	2300	1650	1180	840	600	Північ	35000
6	2320	1720	1280	945	700	Схід	40000
7	1270	845	565	375	250	Захід	15000
8	770	550	390	280	200	Південь	20000
9	1830	1350	1000	745	550	Північ	25000
10	2530	1690	1120	750	500	Схід	30000
11	1730	1230	880	630	450	Захід	35000
12	1330	985	730	540	400	Південь	40000
13	1770	1180	790	525	350	Північ	15000
14	1150	825	590	420	300	Схід	20000
15	830	615	455	340	250	Захід	25000
16	1010	675	450	300	200	Південь	30000
17	1920	1370	980	700	500	Північ	35000
18	1990	1480	1090	810	600	Схід	40000
19	1010	675	450	300	200	Захід	15000
20	575	410	295	210	150	Південь	20000
21	1660	1230	910	675	500	Північ	25000
22	2280	1520	1010	675	450	Схід	30000
23	1540	1100	780	560	400	Захід	35000
24	1160	860	640	475	350	Південь	40000
25	2030	1350	900	600	400	Північ	15000

Таблиця 1

Характеристика зорової роботи	Найменший або еквівалентний розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Підрозряд зорової роботи	Контраст об'єкта з фоном	Характеристика фону	Штучне освітлення					Природне освітлення		Суміщене освітлення		
						Освітленість, лк				сукупність нормованих величин показника осліпленості і коефіцієнта пульсації		КПО, е <sub>н</sub> , %			
						при системі комбінованого освітлення		при системі загального освітлення	Р		Кп, %	при верхньому або комбінованому освітленні	при боковому освітленні	при верхньому або комбінованому освітленні	при боковому освітленні
						всього	ут. ч. від загального								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Найвищої точності	Менше 0,15	I	а	Малий	Темний	5000	500	—	20	10	—	—	6,0	2,0	
						4500	500		10	10					
				Малий	Середній	4000	400	1200	20	10					
				Середній	Темний	3500	400	1000	10	10					
Дуже високої точності	Від 0,15 до 0,3 включно	II	а	Малий	Темний	4000	400	—	20	10	—	—	4,2	1,5	
						3500	400		10	10					
				Малий	Середній	3000	300	750	20	10					
				Середній	Темний	2500	300	600	10	10					
Дуже високої точності	Від 0,15 до 0,3 включно	II	б	Малий	Світлий	2000	200	500	20	10	—	—	4,2	1,5	
						1500	200	400	10	10					
				Малий	Середній	2000	200	500	20	10					
				Середній	Темний	1500	200	400	10	10					
Дуже високої точності	Від 0,15 до 0,3 включно	II	в	Малий	Світлий	1000	200	300	20	10	—	—	4,2	1,5	
						750	200	200	10	10					
				Малий	Середній	1000	200	300	20	10					
				Середній	Темний	750	200	200	10	10					

Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Високої точності	Від 0,3 до 0,5 включно	III	а	Малий	Темний	2000 1500	200 200	500 400	40 20	15 15	—	—	3,0	1,2
			б	Малий Середній	Середній Темний	1000 750	200 200	300 200	40 20	15 15				
			в	Малий Середній Великий	Світлий Середній Темний	750 600	200 200	300 200	40 20	15 15				
			г	Середній Великий Великий	Світлий Світлий Середній	400	200	200	40	15				
Середньої точності	Більше 0,5 до 1,0	IV	а	Малий	Темний	750	200	300	40	20	4	1,5	2,4	0,9
			б	Малий Середній	Середній Темний	500	200	200	40	20				
			в	Малий Середній Великий	Світлий Середній Темний	400	200	200	40	20				
			г	Середній Великий Великий	Світлий Світлий Середній	—	—	200	40	20				
Малої точності	Більше 1,0 до 5	V	а	Малий	Темний	400	200	300	40	20	3	1	1,8	0,6
			б	Малий Середній	Середній Темний	—	—	200	40	20				
			в	Малий Середній Великий	Світлий Середній Темний	—	—	200	40	20				
			г	Середній Великий Великий	Світлий Світлий Середній	—	—	200	40	20				
Груба (дуже малої точності)	Більше 5	VI		Незалежно від характеристик фону і контрасту об'єкта з фоном		—	—	200	40	20	3	1	1,8	0,6

Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Робота з матеріалами, які світяться, і виробами в гарячих цехах	Більше 5	VII		Незалежно від характеристик фону і контрасту об'єкта з фоном		–	–	200	40	20	3	1	1,8	0,6
Загальне спостереження за ходом виробничого процесу: - постійне  - періодичне при постійному перебуванні людей у приміщенні  - періодичне при періодичному перебуванні людей у приміщенні  - загальне спостереження за інженерними комунікаціями		VIII	а	Те саме		–	–	200	40	20	3	1	1,8	0,6
			б	– « –		–	–	100	–	–	1	0,3	0,7	0,2
			в	– « –		–	–	50	–	–	0,7	0,2	0,5	0,2
			г	– « –		–	–	20	–	–	0,3	0,1	0,2	0,1



### Закінчення таблиці 1

**Примітка 1.** Для підрозряду Норм від Ia до IIIв може прийматися один із наборів нормованих показників, наведених для даного підрозряду в гр. 7-11.

**Примітка 2.** Освітленість слід приймати з урахуванням 4.5 і 4.6 цих Норм.

**Примітка 3.** Найменший розмір об'єкта розрізнення та відповідні йому розряди зорової роботи встановлені при розташуванні об'єктів розрізнення на відстані не більше 0,5 м від очей працюючого. При збільшенні цієї відстані розряд зорової роботи слід встановлювати згідно з додатком Б. Для продовговуватих об'єктів розрізнення еквівалентний розмір приймається за додатком В.

**Примітка 4.** Освітленість при застосуванні ламп розжарювання слід знижувати за шкалою освітленості (1.1 цих Норм):

а) на один ступінь при системі комбінованого освітлення, якщо нормована освітленість складає 750 лк і більше;

б) те саме, загального освітлення для розрядів I-V, VI;

в) на два ступені при системі загального освітлення для розрядів VI і VIII.

**Примітка 5.** Освітленість при роботах з об'єктами, які світяться, розміром 0,5 мм і менше слід вибирати відповідно до розміру об'єкта розрізнення і відносити їх до підрозряду "в".

**Примітка 6.** Показник осліпленості регламентується в гр. 10 тільки для загального освітлення (при будь-якій системі освітлення).

**Примітка 7.** Коефіцієнт пульсації  $K_p$  вказаний у гр. 11 для системи загального освітлення або для світильників місцевого освітлення при системі комбінованого освітлення.  $K_p$  від загального освітлення в системі комбінованого не повинен перевищувати 20 %.

**Примітка 8.** Передбачати систему загального освітлення для розрядів I-III, IVa, IVб, IVв, Va допускається тільки при технічній неможливості або економічній недоцільності застосування системи комбінованого освітлення, що конкретизується в галузевих нормах освітлення, узгоджених з органами державного санітарного нагляду.

**Примітка 9.** В районах з температурою найбільш холодної п'ятиденки мінус 28 °С і нижче нормовані значення КПО при суміщеному освітленні слід приймати за таблицею 5.

**Примітка 10.** В приміщеннях, спеціально призначених для роботи або виробничого навчання підлітків, нормоване значення КПО збільшується на один розряд за гр. 3 і повинно бути не менше ніж 1,0 %.

Таблиця 2 Технічні характеристики люмінесцентних ламп низького тиску

Тип ламп	Потужність, Вт	Напруга мережі на лампи, В	Світловий потік номінальний, лм	Розміри лампи, мм		Цоколь	Термін експлуа- тації, годин	Колірна температура, К																			
				Довжина без шпирків	Діаметр																						
ЛДЦ 20 ЛД 20 ЛБ 20 ЛХБ 20 ЛТВ 20 ЛЕЦ 20	20	220/57	820	589,8	38	G13d/35	10000	6500 4000 3450 2950																			
ЛДЦ 40 ЛД 40 ЛХБ 40 ЛБ 40 ЛТВ 40 ЛДЦУФ 40 ЛЕЦ 40 ЛХЕЦ 40 ЛТБЦ 40			40						220/103	2100	1199,4	38	G13d/35	10000	6500 4000 3450 2950												
ЛДЦ 65 ЛД 65 ЛХБ 65 ЛБ 65										65						220/110	3050	1500,0	38	G13d/35	10000	6500 4000 3450					
ЛТВ 65 ЛЕЦ 65																	3980 3400										
ЛДЦ 80 ЛД 80 ЛХБ 80 ЛБ 80 ЛТВ 80																	80						220/102	3740	1500,0	38	G13d/35
										4070																	
	4440																										
	5400																										
	4440																										

Таблиця 3 Коефіцієнт використання світлового потоку

$\rho_{сл}$	0,7	0,7	0,5	0,5	0
$\rho_{сн}$	0,5	0,5	0,5	0,3	0
$\rho_n$	0,3	0,1	0,1	0,1	0
$i$	Коефіцієнт використання $\eta$				
0,5	0,23	0,20	0,20	0,17	0,10
0,6	0,28	0,26	0,24	0,20	0,14
0,7	0,32	0,30	0,28	0,24	0,17
0,8	0,35	0,33	0,30	0,26	0,19
0,9	0,38	0,35	0,33	0,29	0,21
1,0	0,41	0,38	0,35	0,31	0,23
1,1	0,43	0,40	0,37	0,33	0,25
1,25	0,45	0,41	0,38	0,35	0,27
1,5	0,49	0,45	0,42	0,38	0,30
1,75	0,52	0,47	0,44	0,41	0,32
2,0	0,54	0,49	0,45	0,42	0,33
2,25	0,56	0,51	0,47	0,44	0,35
2,5	0,58	0,52	0,48	0,46	0,36
3,0	0,60	0,54	0,50	0,48	0,38
3,5	0,62	0,55	0,51	0,49	0,39
4,0	0,64	0,56	0,52	0,50	0,40
5,0	0,67	0,59	0,54	0,53	0,43

Таблиця 4 Коефіцієнт світлового клімату

Світлові прорізи	Орієнтація світлових прорізів за сторонами горизонту	Коефіцієнт світлового клімату, $m_N$	
		Автономна республіка Крим, Одеська обл..	Решта території України
В зовнішніх стінах будинків	ПН	0,85	0,90
	ПНС, ПНЗ	0,85	0,90
	З, С	0,80	0,85
	ПДС, ПДЗ	0,80	0,85
	ПД	0,75	0,85
В прямокутних та трапецієподібних ліхтарях	ПН-ПД	0,80	0,80
	ПНС-ПНЗ ПДЗ-ПНЗ	0,75	0,80
	С-З	0,70	0,75
В ліхтарях типу «Шед»	ПН	0,80	0,80
В зенітних ліхтарях	-	0,70	0,80

**Примітка.** ПН - північ; ПНС – північ-схід; ПНЗ – північ-захід; С - схід; З - захід; ПН-ПД – північ-південь; С-З – схід-захід; ПД - південь; ПДС – південь-схід; ПДЗ – південь-захід

Студент \_\_\_\_\_ групи \_\_\_\_\_

Прізвище, ініціали \_\_\_\_\_

Шифр групи \_\_\_\_\_

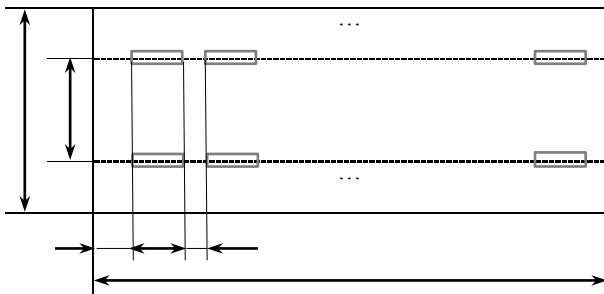
Варіант № \_\_\_\_\_

**Задача 4**

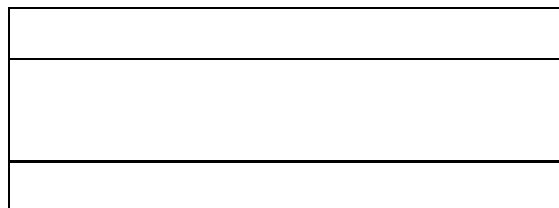
<b>Вихідні дані:</b>	
Довжина приміщення $a$ , м	
Ширина приміщення $b$ , м	
Висота приміщення $h$ , м	
Висота робочої поверхні $h_p$ , м	
Мінімальний розмір об'єкта, що розпізнається, $S_o$ , мм	
Характеристика фону	
Контраст об'єкта розпізнавання з фоном	
Коефіцієнт відбиття стелі $\rho_{cl}$	
Коефіцієнт відбиття стіни $\rho_{cn}$	
Коефіцієнт відбиття підлоги $\rho_n$	
$N$ дволампових ( $n=2$ ) світильників типу ШОД (лампи потужністю 40 Вт)	
Тип ламп	
коефіцієнт запасу ( $k_3$ )	
коефіцієнт нерівномірності ( $z$ )	
<b>Розрахунки:</b>	
п.2.1. розряд зорових робіт (табл. 1 ДБН В.2.5.-28-2006)	
п.2.2. нормоване значення освітленості на робочому місці $E_n$ , ЛК.	
п. 3.1. світловий потік, який випромінює кожна з ламп, $F_n$ , лм (табл. 2)	
довжина ламп, мм *	
п.3.2. індекс приміщення $i$ по формулі $i = ab / (h_c (a + b)) =$	
Висота підвісу світильника над робочою поверхнею $h_c$	
п.3.3. коефіцієнт використання світлового потоку $\eta$ (табл. 3)	
п.3.4. розрахувати освітленість $E_{\phi} = F_n N n \eta / (S k_3 z) =$	
Площа приміщення $S =$	
п.4. $((E_n - E_{\phi}) / E_n) * 100\% =$	
п.5. Висновок (задовольняє, чи не задовольняє приміщення вимогам ДБН)	
Розрахувати кількість світильників $N_p$ , необхідних для досягнення оптимального значення освітленості	
$N_p = S k_3 z E_n / (F_n n \eta) =$	
Розрахувати освітленість з оптимальною кількістю світильників (має бути парна кількість). $E_p = F_n N n \eta / (S k_3 z) =$	
Розрахувати відсоток при оптимальній кількості світильників	

\*Для цієї задачі приймаємо 1200 мм.

План розташування світильників у заданому приміщенні:



Фактичне розташування світильників



Розрахункове розташування світильників

**Задача 5.**

**Вихідні дані:**

Величина природного освітлення $E_{вн}$ , лк, на відстані L, м, від вікна					Орієнтація вікон за сторонами горизонту	Зовнішня освітленість, $E_{зов}$ , лк
1	2	3	4	5		

**Розрахунки:**

п.1.1.  $e_n =$  \_\_\_\_\_ для \_\_\_\_\_ освітлення

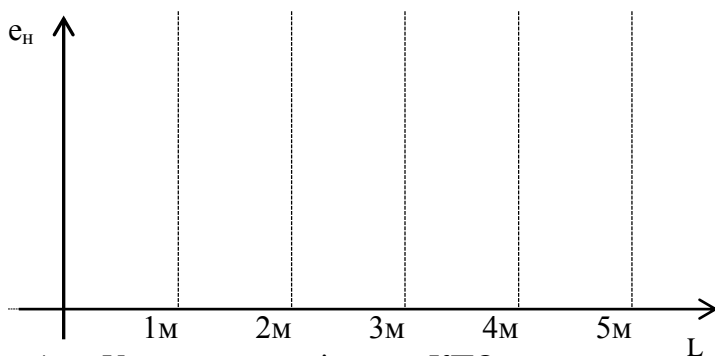
п.1.2.  $m_N =$  \_\_\_\_\_

п.1.3.  $e_N = e_n m_N =$  \_\_\_\_\_

п.2.  $e_\phi = (E_{вн} / E_{зов}) 100\%$

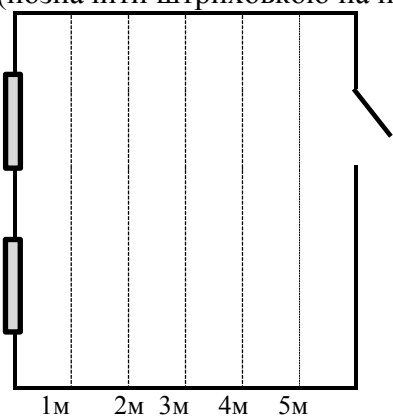
Відстань від розрахункової точки до вікна, м	1	2	3	4	5
КПО ( $e$ ), %					

п.3. Графік залежності КПО від відстані до вікна L.



п.4. У даному приміщенні КПО \_\_\_\_\_ (відповідає/не відповідає) нормативним значенням

п.5. Зона приміщення, для якої фактичне КПО **не** відповідає нормативному значенню (позначити штриховкою на плані приміщення)



6. Загальні висновки по практичній роботі:  
Для досягнення норм освітленості на робочих місцях рекомендовано вжити такі заходи (вказати всі можливі варіанти):