

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА АЕРОЛОГІЇ

МЕТОДИЧНИЙ ПОСІБНИК
по виконанню індивідуальної роботи з дисципліни
«Основи охорони праці».

Напрямок підготовки: 6.030502. Економічна кібернетика
6.030508. Фінанси і кредит.
6.030504 Економіка підприємства
6.030509 Облік і аудит
6.030601. Менеджмент .
6.030503. Міжнародна економіка.
6.030505 Управління персоналом та економіка праці

РОЗГЛЯНУТО

Протокол засідання кафедри
охорони праці та аерології
від «22» березня 2013 р. № 11

ЗАТВЕРДЖЕНО

Протокол засідання
Навчально-видавничої
Ради ДонНТУ
від «___» _____ 2013р. № ____

Донецьк, 2013

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Індивідуальна робота розширює і збагачує знання, завершується формування світогляду студентів, розвиваються їх творчі можливості. Окрім практичної важливості, індивідуальна робота студентів має велике виховне значення, вона виховує самостійність не лише як сукупність певних умінь і навиків, але і як рису вдачі. Індивідуальна робота, перш за все, завершує завдання всіх інших видів учбової роботи.

Джерелом творчих знань є лише особисті вправи, під час яких студент може виконати сам те, чому його вчили під час лекції. Індивідуальна робота передбачає своєчасне вивчення лекційного і самостійного матеріалу до вирішення інженерних задач, спрямованих на забезпечення безпечних та здорових умов праці, безаварійної роботи устаткування, пожежної безпеки на об'єкті.

Робота містить методичні вказівки щодо виконання інженерних розрахунків, що забезпечують безпечні та нешкідливі умови праці при проектуванні ділянок, установок та устаткування. Наведені методики розрахунків освітленості, шум, вентиляція, вібрація.

При виконанні індивідуального завдання необхідно дотримуватися нормативно-правових актів з охорони праці (НПАОП), ГОСТів, норм, правил, інструкцій та інших чинних нормативних документів з питань охорони праці при прийнятті та обґрунтуванні відповідних рішень.

Укладачі:

Н. С. Біла, ст. викладач

С.С. Нікішаєва, ст. викладач

1. КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ

Кондиціонування повітря — це створення і автоматична підтримка в приміщеннях постійних або тих, що змінюються за програмою, певних метеорологічних умов, найсприятливіших для працюючих або вимагаються для нормального протікання технологічного процесу. Кондиціонування повітря може бути повним і неповним. *Повне* кондиціонування повітря передбачає регулювання температури, вологості, рухливості і чистоти повітря, а також, у ряді випадків, можливість його додаткової обробки (обеззараження, ароматизації, іонізації). При *неповному* кондиціонуванні регулюється тільки частина параметрів повітря.

Кондиціонування повітря здійснюється кондиціонерами, які підрозділяються на центральні і місцеві. Центральні кондиціонери призначені для обслуговування великих за розмірами приміщень.

1.1 Визначення виділень тепла. Розрахунок повітрообміну при проектуванні загальнообмінної вентиляції і кондиціонування повітря.

Дія загальнообмінної вентиляції заснована на розбавленні шкідливих речовин, що виділяються, свіжим повітрям до гранично допустимих концентрацій або температур. Одна із задач проектування загальнообмінної вентиляції і кондиціонування полягає в тому, щоб розрахувати необхідний тепловий режим приміщення. При складанні теплового і вологісного балансів приміщення враховують:

- тепловиділення працюючих машин;
- тепловиділення від джерел освітлення;
- тепловиділення, що поступає в приміщення від сонячної радіації;
- тепловиділення від людей.

Повітрообмін по теплу визначаємо по формулі, м³/г

$$L_{np} = \frac{\Sigma Q_{изб}}{C \gamma (t_y - t_n)}, \quad (1.1)$$

де $Q_{над}$ - надмірне тепло в приміщенні, ккал/г;

Z - питома теплоємність повітря при постійному тиску, дорівнює одному кДж/кгК;

γ - густина приточного повітря, кг/м³;

t_y - температура повітря, що видаляється з цеху, °С;

t_n - температура приточного повітря, °С.

Для приміщень з вологовиділеннями повітрообмін визначають по надлишках вологи

$$L = \frac{G}{(d_y - d_n)\gamma}, \quad (1.2)$$

де G - маса водяної пари, що виділяється різними джерелами в приміщення, г/г;
 d_y - вологовміст повітря, що видаляється з приміщення, г/кг;
 d_n - вологовміст зовнішнього (приточного) повітря, г/кг;
 γ - густина приточного повітря, кг/м³.

- Тепловиділення працюючих машин, механізмів, електродвигунів, ккал/г

$$Q_1 = N(l - z)860/z \quad (1.3)$$

де $N_{\text{доб}}$ - настановна або номінальна потужність електродвигуна, Вт;
 z - ККД електродвигуна.

- Тепловиділення від джерел освітлення, ккал/г

$$Q_2 = qE_n S \quad (1.4)$$

де Q_2 - тепло від джерел світла, ккал/г;
 E_n – нормована освітленість, прийнята по нормах БНіП II-4-79. «Природне і штучне освітлення. Норми проектування»;
 $q = 0,05$ ккал – тепло, що виділяється на 1 м² освітлюваної поверхні.

- Тепловиділення, що поступає від сонячної радіації в приміщення для застаклених поверхонь, ккал/г

$$Q_3 = F_{\text{скл}} q_{\text{скл}} A_{\text{скл}} \quad (1.5)$$

де Q_3 - тепловиділення від сонячної радіації, ккал/г ;
 $F_{\text{скл}}$ - площа поверхні скління, м²;
 $q_{\text{скл}}$ - величина радіації через 1 м² скління, ккал/(м²/г);
сонячна радіація через скління для широти
35° = 20 ккал/(м²/г); для 45° = 18 ккал/(м²/г);
для 55° = 15 ккал/(м²/г); і для 65° = 12 ккал/(м²/г);
 $A_{\text{скл}}$ - коефіцієнт, залежний від характеристики скління;
Нижче приведені значення коефіцієнта $A_{\text{скл}}$:

Характеристика скління

Подвійне в одній рамі	1,15
Одинарне	1,45
Звичайне забруднення скла	0,8
Сильне забруднення	0,7
Забілення вікон	0,6

- Тепловиділення від працюючих

$$Q_4 = q_1 n \quad (1.6)$$

де Q_4 - тепловиділення від працюючих, ккал/г;

q_1 - тепловиділення від однієї людини залежно від тяжкості виконуваних робіт прийняте по ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ «Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования»;

n – кількість працюючих.

Після розрахунку кількості повітря, яке повинно поступати в приміщення необхідно вибрати кондиціонер.

2. ОРГАНІЗАЦІЯ ВИРОБНИЧОГО ОСВІТЛЕННЯ

2.1 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ Й РЕКОМЕНДАЦІЇ З ОРГАНІЗАЦІЇ ВИРОБНИЧОГО ОСВІТЛЕННЯ

Основні світлотехнічні поняття й одиниці

Освітлення виробничих приміщень характеризується кількісними і якісними показниками. До основних кількісних показників відносяться: світловий потік, сила світла, яскравість і освітленість.

До основних якісних показників зорових умов роботи можна віднести: фон, контраст між об'єктом і фоном, видимість.

Світловий потік (Φ) – це потужність світлового видимого випромінювання, що оцінюється оком людини по світлових відчуттях. Одиницею світлового потоку є люмен (лм) - світловий потік від еталонного крапкового джерела в одну канделу (міжнародну свічу), розташованого у вершині тілесного кута в один стерадіан.

Сила світла (I) – це величина, що визначається відношенням світлового потоку (Φ) до тілесного кута (ω), у межах якого світловий потік рівномірно розподіляється:

$$I = \frac{\Phi}{\omega}, \quad (2.1)$$

За одиницю сили світла прийнята *кандела* (кд) - сила світла крапкового джерела, що випромінює світловий потік в 1 лм, який рівномірно розподіляється усередині тілесного кута в 1 стерадіан.

Яскравість (B) – визначається як відношення сили світла, що випромінюється елементом поверхні в даному напрямку, до площі світної поверхні:

$$B = \frac{I}{S \cos A}, \quad (2.2)$$

де I - сила світла, що випромінюється поверхнею в заданому напрямку;

S - площа поверхні;

A - кут між нормаллю до елемента поверхні S і напрямком, для якого визначається яскравість.

Одиницею яскравості є *н і т* (нт) – яскравість світної поверхні, від якої в перпендикулярному напрямку випромінюється світло силою в 1 канделу з 1 м².

Освітленість (E) – відношення світлового потоку (Φ), що падає на елемент поверхні, до площі цього елемента (S):

$$E = \Phi / S, \quad (2.3)$$

де Φ - світловий потік, лм;

S – площа, м².

За одиницю освітленості прийнятий *люкс* (лк) - рівень освітленості поверхні площею 1 м², на яку падає, рівномірно розподіляючись, світловий потік в 1 люмен.

Фон – поверхня, що прилягає безпосередньо до об'єкта розходження, на якій він розглядається. Фон характеризується коефіцієнтом відбиття поверхні ρ , що представляє собою відношення світлового потоку, відбитого від поверхні, до світлового потоку, що падає на неї. Фон вважається світлим при $\rho > 0,4$, середнім - при $\rho = 0,2 - 0,4$ і темним, якщо $\rho < 0,2$.

Контраст між об'єктом і фоном (k) характеризується співвідношенням яскравостей розглянутого об'єкта (крапка, лінія, знак і інші елементи, які потрібно розрізнити в процесі роботи) і фону. Контраст між об'єктом і фоном визначається по формулі:

$$k = \frac{B_o - B_\phi}{B_o}, \quad (2.4)$$

де B_o і B_ϕ - відповідно яскравості об'єкта і фону, нт.

Контраст вважається більшим при $k > 0,5$, середнім - при $k = 0,2 - 0,5$ і малим - при $k < 0,2$.

Видимість (v) характеризує здатність ока сприймати об'єкт. Видимість залежить від освітленості, розміру об'єкта розходження, його яскравості, контрасту між об'єктом і фоном, тривалості експозиції:

$$V = \frac{k}{k_{\text{нор}}}, \quad (2.5)$$

де k – контраст між об'єктом і фоном;

$k_{\text{нор}}$ – граничний контраст, тобто найменший контраст, помітний оком за даних умов.

Для виміру світлотехнічних величин застосовують люксметри, фотометри, вимірювачі видимості й інші прилади.

У виробничих умовах для контролю освітленості робочих місць і загальної освітленості приміщень найчастіше використовують люксметри типів Ю 116, Ю 117 і універсальний портативний цифровий люксметр-яркомір ТЭС 0693. Робота цих приладів заснована на явищі фотоефекту - перетворенні світлової енергії в електричну.

Для створення сприятливих умов зорової роботи, що виключають швидке стомлення очей, виникнення професійних захворювань, нещасних випадків, що сприяють підвищенню продуктивності праці і якості продукції, виробниче освітлення повинне відповідати наступним вимогам:

- створювати на робочій поверхні освітленість, що відповідає характеру зорової роботи, не нижче встановлених норм;
- забезпечити достатню рівномірність і незмінність рівня освітленості у виробничих приміщеннях, щоб уникнути частоті переадаптації органів зору;
- не створювати сліпучої дії як від самих джерел освітлення, так і від інших предметів, що перебувають у полі зору;
- не створювати на робочій поверхні різких і глибоких тіней (особливо рухливих);
- забезпечити достатній для розходження деталей контраст освітлюваних поверхонь;

- не створювати небезпечних і шкідливих виробничих факторів (шум, теплові випромінювання, небезпека поразки струмом, пожежо- й вибухонебезпечність світильників);
- повинне бути надійним і простим в експлуатації, економічним і естетичним.

Залежно від джерела світла виробниче освітлення може бути природним, створеним прямими сонячними променями й розсіяним світлом небозводу; штучним, створеними електричними джерелами світла й сполученим, при якому недостатнє по нормах природне освітлення доповнюється штучним.

Природне освітлення підрозділяється на: бічне (одне або двобічне), що здійснюється через світлові прорізи (вікна) у зовнішніх стінах; верхнє, що здійснюється через ліхтарі й світлові прорізи в дахах і перекриттях; комбіноване – сполучення верхнього й бічного освітлення.

Штучне освітлення може бути загальним і комбінованим.

Загальним називають освітлення, при якому світильники розміщуються у верхній зоні приміщення (не нижче 2,5 м над підлогою) рівномірно (загальне рівномірне освітлення) або з урахуванням розташування робочих місць (загальне локалізоване освітлення). Комбіноване освітлення складається із загального й місцевого. Його доцільно застосовувати при роботах високої точності, а також, якщо необхідно створити певний або змінний у процесі роботи напрямок світла. Місцеве освітлення створюється світильниками, які концентрують світловий потік безпосередньо на робочих місцях. Застосування тільки місцевого освітлення не допускається, враховуючи небезпеку виробничого травматизму й професійних захворювань.

2.2 ОРГАНІЗАЦІЯ ПРИРОДНОГО ОСВІТЛЕННЯ

Природне освітлення має важливе фізіолого-гігієнічне значення для працюючих. Воно сприятливо впливає на органи зору, стимулює фізіологічні процеси, підвищує обмін речовин і поліпшує розвиток організму в цілому. Сонячне випромінювання зігріває й знезаражує повітря, очищуючи його від збудників багатьох хвороб (наприклад, вірусу грипу). Крім того, природне світло має й важливе психологічне значення, створюючи у працюючих відчуття безпосереднього зв'язку з навколишнім середовищем.

Природному освітленню властиві й недоліки: воно непостійне в різний час дня й року, у різну погоду, нерівномірно розподіляється по площі виробничого приміщення, при незадовільній його організації може викликати осліплення органів зору.

Природне освітлення організується через різного роду світлові прорізи.

На рівень освітленості приміщення при природному освітленні впливають наступні фактори: світловий клімат; площа й орієнтація світлових прорізів; ступінь чистоти скла у світлових прорізах; фарбування стін і стелі приміщення; глибина приміщення; наявність предметів, що закривають вікно як зсередини, так і зовні приміщення.

Природне освітлення оцінюється коефіцієнтом e природної освітленості (КПО):

$$e = \frac{E_{\text{вн}}}{E_{\text{нар}}} 100\% , \quad (2.6)$$

де $E_{\text{вн}}$ - освітленість, створювана усередині приміщення, лк;

$E_{\text{нар}}$ - освітленість земної поверхні від небозводу, лк.

Нормоване значення (КПО) e_n для приміщень, які розміщені в I, II, IV, V поясах світлового клімату, визначається по формулі

$$e_n = e_n^{\text{III}} m \cdot c , \quad (2.7)$$

де e_n^{III} – нормоване значення КПО згідно СНиП II-4-79. Норми проектування.

Природне й штучне освітлення по табл. 2.5.1;

m - коефіцієнт світлового клімату;

c - коефіцієнт сонячності клімату.

Територія України по поясах світлового клімату представлена на мал. 2.5.1.

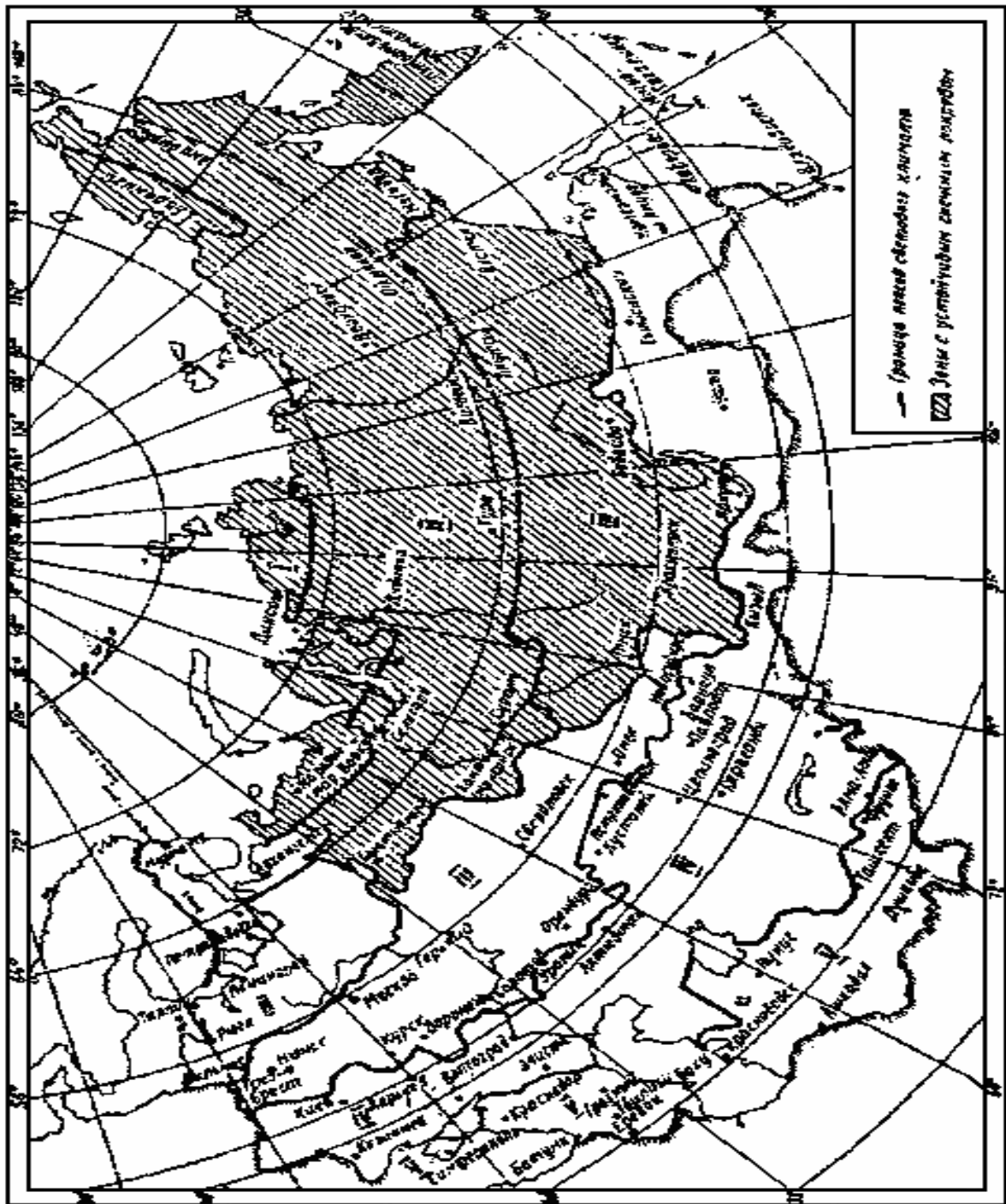


Рис. 2.5.1. Територія України по поясах світлового клімату

Коефіцієнт m для IV пояса світлового клімату дорівнює 0,9.

В охороні праці нормується e_{\min} залежності від наступних факторів:

- виду виконуваної роботи (приміщення);
- розташування світлових прорізів;
- конструктивних особливостей світлових прорізів і розташованих рядом будов.

При *бічному* природному освітленні мінімальне значення коефіцієнта природної освітленості (e_{\min}) нормується:

- при одnobічному - у крапці, розташованій на відстані 1м від стіни, найбільш віддаленої від світлових прорізів;
- при двобічному - у крапці посередині приміщення на перетині вертикальної площини характерного розрізу приміщення й умовної робочої поверхні (або підлоги).

При *верхньому* і *сполученому* освітленні нормується середнє значення КПО ($e_{сер}$):

$$e_{сер} = \frac{1}{N-1} \left(\frac{e_1}{2} + e_2 + e_3 + \dots + \frac{e_n}{2} \right), \quad (2.7)$$

де N - число крапок визначення (перша й остання крапки вибираються на відстані 1м від поверхні зовнішніх стін або перегородок);

$e_1, e_2 \dots e_n$ - значення КПО при *верхньому* і *сполученому* освітленні в крапках характерного розрізу приміщення.

Під умовною поверхнею розуміється умовно прийнята горизонтальна поверхня, розташована на висоті 0,8 м від підлоги. При експериментальному визначенні КПО потрібно робити виміри освітленості усередині й зовні будинку одночасно, коли небо затягнуте хмарами. Крапку для виміру зовнішньої освітленості вибирають на відкритій ділянці земної поверхні.

При *сполученому* освітленні КПО визначають по формулі:

$$e_i = e_б + e_в, \quad (2.8)$$

де $e_б$ і $e_в$ - КПО відповідно при бічному й *верхньому* освітленні.

Для забезпечення нормованого значення КПО площа світлових прорізів при бічному освітленні визначається по формулі:

$$S_0 = \frac{e_n \eta_0 S_n K_{зд} K_з}{100 \tau_0 r_1}, \quad (2.9)$$

при *верхньому*

$$S_\phi = \frac{e_n \eta_\phi S_n K_з}{100 \tau_0 r_1}, \quad (2.10)$$

де e_n - нормоване значення КПО (див. табл. 2.5.1);

S_0 і S_ϕ - площа вікон і ліхтарів відповідно, м²;

S_n - площа підлоги, м²;

τ_0 - загальний коефіцієнт світлопропускання;

r_1 і r_2 – коефіцієнти, що враховують підвищення КПО від відбитого світла (орієнтовно значення r_1 можна приймати в межах від 1,5 до 3,0; причому більше значення при одnobічному освітленні, менше - при бічному двосторонньому; значення коефіцієнта r_2 вибирається в межах від 1,1 до 1,4);

η_0 і η_ϕ - світлова характеристика вікна й ліхтаря (орієнтовно приймається для ліхтарів від 3,0 до 5,0; для вікон - від 8,0 до 15);

$K_{зд}$ - приймається в межах від 1,0 до 1,5 і характеризує затемнення вікна від конфронтуючих будинків;

K_3 - коефіцієнт запасу, приймається рівним 1,5...2...2,0 (причому менше значення використовується при вертикальному розташуванні світлопропускаючого матеріалу).

По розрахованій площі світлових прорізів визначають їхні розміри й кількість.

Таблиця 2.1. - Нормативний рівень умов зорової роботи
(по СНиП 2-4-79)

Характеристика зорової роботи	Найменший розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Підряд зорової роботи	Контраст об'єкта розрізнення с фоном	Характеристика фону	Штучне освітлення		Природне освітлення, КЕО, %			Спільне освітлення, КЕО, %		
						Освітленість, лк		при верхньому або бічному і верхньому освітленні	при бічному освітленні		при верхньому або бічному і верхньому освітленні	при бічному освітленні	
						при комбінованому освітленні	при загальному освітленні		у зоні з постійним покровом	на іншій території		у зоні з постійним покровом	на іншій території
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>	<i>14</i>
Найвищої точності	менше 0.15	1	а	Малий	Темний	5000	1500	10	2,8	3,6	6	1,7	2
			б	Малий Середній	Середній Темний	4000	1250						
			в	Малий Середній Великий	Світлий Середній Темний	2500	750						
			г	Середній " "	Світлий Середній	1500	400						

Продовження табл. 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Дуже високої точності	від 0.15 до 0.3	2	a	Малий	Темний	4000	1250	7	2	2,5	4,2	1,2	1,5	
			б	Малий Середній	Середній Темний	3000	750							
			в	Малий Середній Великий	Світлий Середній Темний	2000	500							
			г	Середній Великий " "	Світлий " " Середній	1000	300							
Високої точності	понад 0.3 до 0.5	3	a	Малий	Темний	2000	500	5	1,6	2,0	3,0	1,0	1,2	
			б	Малий Середній	Середній Темний	1000	300							
			в	Малий Середній Великий	Світлий Середній Темний	750	300							
			г	Середній Великий " "	Світлий " " Середній	400	200							
Середньої точності	понад 0.5 до 1	4	a	Малий	Темний	750	300	4	1,2	1,5	2,4	0,7	0,9	
			б	Малий Середній	Середній Темний	500	200							
			в	Малий Середній Великий	Світлий Середній Темний	400	200							
			г	Середній Великий " "	Світлий " " Середній	300	150							
Малої точності	понад 1 до 5	5	a	Малий	Темний	300	200	3	0,8	1	1,8	0,5	0,6	
			б	Малий Середній	Середній Темний	200	150							
			в	Малий Середній Великий	Світлий Середній Темний	---	150							
			г	Середній Великий " "	Світлий " " Середній	---	100							
Груба дуже малої точності	більш 5	6	---	Незалежно від характеристики фону й контраста об'єкта з фоном			---	150	2	0,4	0,5	1,2	0,3	0,3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Робота зі світними матеріалами і виробами в гарячих цехах Загальне спостереження за ходом виробничого процесу: Постійне Періодичне при постійному перебуванні людей в приміщенні Періодичне при періодичному перебуванні людей в приміщенні	більш 0,5	7	---	Незалежно від характеристики фону і контраста об'єкта з фоном		---	200	3	0,8	1	1,8	0,5	0,6
			а	Незалежно від характеристики фону й контраста об'єкта з фоном	---	---	75	1	0,2	0,3	0,7	0,2	0,2
	8	б	Незалежно від характеристики фону й контраста об'єкта з фоном		---	50	0,7	0,2	0,2	0,5	0,2	0,2	
		в	Незалежно від характеристики фону й контраста об'єкта з фоном		---	30	0,5	0,1	0,1	0,3	0,1	0,2	

2.3. ОРГАНІЗАЦІЯ ШТУЧНОГО ОСВІТЛЕННЯ

Основна відмінність нічних умов праці від денних полягає в тому, що при нічних умовах відсутня достатня освітленість поля зору працюючого рівномірно розподіленим світловим потоком. Тому необхідно створювати таке

штучне освітлення, при якому сумарний світловий потік від всіх встановлених у робочій зоні світильників розподілявся б рівномірно.

Найменша освітленість робочих поверхонь у виробничих приміщеннях регламентується СНиП II-4-79 і залежить, в основному, від характеристики зорової роботи, розряду зорової роботи, найменшого розміру об'єкта розрізнення, контрасту об'єкта із фоном, характеристики фону й типу освітлення (табл.2.1). Норми носять міжгалузевий характер. На їхній основі, як правило, розробляють норми для окремих галузей промисловості.

У СНиП II-4-79 вісім розрядів зорової роботи, з яких перші шість характеризуються розмірами об'єкта розходження. Для 1-5 розрядів, які крім того мають ще й по чотири підрозряди, (а, б, в, г), нормовані значення залежать не тільки від найменшого розміру об'єкта розходження, але й від контрасту об'єкта із фоном і характеристики фону. Найбільша нормована освітленість становить 5000 лк (розряд 1а), а найменша - 30 лк (розряд 8а). Застосовуване на виробництві штучне освітлення по конструктивному виконанню ділиться на загальне й комбіноване - що складається із загального освітлення робочих поверхонь у полі зору. У свою чергу загальне освітлення підрозділяється на загальне рівномірне й загальне локалізоване (виконане з урахуванням розташування робочих місць).

Вибір системи освітлення включає й вирішення питання про розміщення обраних джерел світла над виробничою площею з урахуванням умов кріплення або підвісу, дальності дії, припустимої висоти підвісу, потужності.

Як джерела штучного освітлення широко використовуються лампи накаливання й люмінесцентні лампи.

Лампи накаливання відносяться до теплових джерел світла. Під дією електричного струму нитка накаливання (вольфрамовий дріт) нагрівається до високої температури й випромінює потік променистої енергії. Ці лампи характеризуються простотою конструкції й виготовлення, відносно низькою вартістю, зручністю експлуатації, широким діапазоном напруги й потужностей. Поруч із перевагами їм властиві й істотні недоліки: більша яскравість (сліпуча дія); низька світлова віддача (7 – 20 лм/Вт); відносно малий строк експлуатації (до 2,5 тис. год.); перевага жовто-червоних променів у порівнянні із природним світлом; висока температура нагрівання (до 140°C і вище), що робить їх пожежонебезпечними.

Люмінесцентні лампи в результаті електричного розряду в середовищі інертних газів і пару металу та явища люмінесценції випромінюють світло оптичного діапазону спектра.

Основною перевагою газорозрядних ламп є їхня економічність. Світлова віддача цих ламп становить 40 – 100 лм/Вт, що в 3 – 5 разів перевищує світлову віддачу ламп накаливання. Строк експлуатації – до 10 тис. год., а температура нагрівання (люмінесцентні 30-60°C). Крім того, газорозрядні лампи забезпечують світловий потік практично будь-якого спектра шляхом підбору відповідних інертних газів, пару металу, люмінофора. Так, по спектральному складу видимого світла випускають люмінесцентні лампи: денного світла (ЛД),

денного світла з поліпшеною передачею кольорів (ЛДК), холодного білого (ЛХБ), теплого білого (ЛТБ), білого (ЛБ) і ін.

Основним недоліком газорозрядних ламп є пульсація світлового потоку, що може обумовити виникнення стробоскопічного ефекту. У результаті такого ефекту спотворюється зорове сприйняття предметів, які пересуваються й обертаються, що може збільшити небезпеку травматизму. До недоліків цих ламп можна також віднести складність схеми включення, шум дроселів, значний час між включенням і запалюванням ламп, відносно дорожнечу.

Газорозрядні лампи бувають низького й високого тиску. Газорозрядні лампи низького тиску, які називаються люмінесцентними, широко застосовуються для освітлення приміщень, як на виробництві, так і в побуті. Однак вони не можуть використовуватися при низьких температурах (погано загораються) і характеризуються малою одиничною потужністю при великих розмірах самих ламп.

Газорозрядні лампи високого тиску застосовуються в умовах, коли необхідна висока світлова віддача при компактності джерел світла й стійкості до умов зовнішнього середовища. Серед цих типів ламп найчастіше використовуються металогенні (МГЛ), дугові ртутні (ДРЛ), і натрієві.

Основними характеристиками джерел штучного освітлення є: номінальна напруга харчування, В; електрична потужність лампи, Вт; світловий потік, лм; світлова віддача, лм/Вт; строк експлуатації; спектральний склад світла; вартість.

Освітлювальна арматура перерозподіляє світловий потік лампи в просторі, або перетворює її властивості (змінює спектральний склад випромінювання), захищає очі працюючих від сліпучої дії ламп. Крім того, вона захищає джерело світла від впливу навколишнього пожежо- і вибухонебезпечного, хімічно-активного середовища, механічних ушкоджень, пилу, бруду, атмосферних опадів.

Основними світлотехнічними характеристиками світильників є: світлорозподіл, крива сили світла, коефіцієнт корисної дії й захисний кут.

Коефіцієнт корисної дії (ККД) світильника визначається відношенням світлового потоку світильника до світлового потоку встановленої в ньому лампи. Освітлювальна арматура поглинає частину світлового потоку, що випромінює джерело світла, однак завдяки раціональному перерозподілу світла в необхідному напрямку збільшується освітленість на робочих поверхнях.

По конструктивному виконанню світильники підрозділяють на: відкриті (лампа не відділена від зовнішнього середовища), захищені (лампа відділена оболонкою, що допускає вільний прохід повітря), закриті (оболонка захищає від проникнення усередину світильника великого пилу), пилонепроникні, вологозахиснені, вибухобезпечні й підвищеної надійності проти вибуху. По призначенню світильники можуть бути загального й місцевого освітлення.

Для всіх виробничих приміщень проектують систему загального або комбінованого освітлення. При виконанні робіт 1-4 розрядів рекомендується використовувати, як правило, комбіновану систему освітлення, оскільки досягнення необхідної освітленості при загальній системі освітлення вимагає

великої витрати електричної енергії і є недоцільним. Із цієї ж точки зору варто віддавати перевагу локалізованому освітленню, у тому числі й у системі комбінованого, витримуючи при цьому припустимі норми нерівномірності освітлення (БНіП II-4-79). Освітленість робочої поверхні, створювана світильниками загального освітлення в системі комбінованого освітлення, однак у всіх випадках не менше 150 лк при газорозрядних лампах і 50 лк - при лампах накаливання.

З гігієнічної точки зору система загального освітлення більш досконала, оскільки дає можливість більш рівномірно розподілити світлову енергію.

Вибираючи джерела світла, варто віддавати перевагу люмінесцентним лампам, оскільки вони енергетично більше економні. Крім того, вони по спектральних характеристиках максимально наближаються до природного світла, що важливо при сполученому освітленні.

Якщо немає технологічних вказівок, що стосуються спектрального складу випромінюваного світла, то найкраще, з економічної точки зору, застосовувати люмінесцентні лампи типу ЛБ, у яких найвища світловіддача.

Для зменшення початкових витрат на освітлювальні установки й витрат на їхню експлуатацію варто використовувати лампи більшої потужності. Однак при цьому може погіршитися рівномірність освітлення, оскільки вона обернено пропорційна відстані між джерелами світла.

У загальному випадку рівномірність освітлення вдається забезпечити тоді, коли відстань між центрами світильників не перевищує подвійної висоти їхньої установки. У той же час висота, на якій встановлюються світильники, залежить від висоти приміщення, потужності лампи, класу світильника й системи освітлення. Найменша висота установки над підлогою світильників із числом люмінесцентних ламп до чотирьох - 2,6 м, а при чотирьох і більше - 3,2 м.

Вибір типу світильників проводиться з урахуванням характеристики приміщення, для якого проектується освітлення. Для приміщень, стіни й стеля яких мають невисокі відбиваючі властивості, доцільно застосовувати світильники прямого світла, які, направляючи випромінювання ламп униз на робочі поверхні, гарантують мінімальні втрати й найкраще використання світлового потоку. Однак варто мати на увазі, що світильники цього класу створюють різкі падаючі тіні від сторонніх предметів, що необхідно враховувати при їхньому розташуванні.

При розміщенні світильників враховують зручність обслуговування, обмеження сліпучої дії, економічність, рівномірність освітлення й напрямок світла.

При розміщенні світильників (навіть у випадку загального рівномірного освітлення) варто враховувати якість освітлення: напрямок світла на робочі поверхні, відсутність на них падаючих тіней і т.д.

Оскільки норми передбачають найменшу (а не середню) освітленість, велике значення має відношення відстані між світильниками L до висоти їхньої установки над освітлюваною поверхнею H_c . При надмірному збільшенні цього відношення освітлення стає дуже нерівномірним, у результаті чого для створення заданої найменшої освітленості доводиться створювати зайво більшу

середню освітленість, затрачаючи на це додаткові світловий потік і потужність. Надмірне зменшення відношення викликає збільшення числа світильників, витрат на пристрій і обслуговування системи освітлення, а при лампах накалювання й ДРЛ - також потужності (внаслідок зниженої світлової віддачі ламп).

Світильники з люмінесцентними лампами в основному розташовують рядами. При великій освітленості й висоті влаштовують здвоєні або строєні ряди світильників. Ряди варто орієнтувати паралельно поздовжньої осі приміщення, а в приміщеннях із природним бічним світлом - паралельно стіні з вікнами (під L у цьому випадку розуміється відстань між рядами світильників по табл. 2.2).

Таблиця 2.2 - Відношення відстані між світильниками L до висоти підвісу світильника Hc.

Рекомендуються наступні межі відношення L:Hc

Тип світильника	Відношення L:h
Універсаль із затінювачем і без нього; УПМ	1,5 – 1,9
Глибоковипромінювач емальований; ГПМ	1,4 – 1,7
>> Гс; ГСУ	0,9 – 1,1
>> Гк	0,7
Дзеркальна лампа	0,9
СО	1,4 – 1,7
Люцетта цільного скла	1,4 – 1,6
Кільцеві світильники	1,5 – 1,7
Плафон одноламповий	2 – 2,8
>> дволамповий	1,7 – 2,1
Плафони ПГТ і ПНП	1,7 – 2,1
Плафон ПСХ	2 – 2,5
Світильники ПУ, СХ, НЗБ, Н4Б, ВЗГ:	
без відбивача	2 - 2,5
с відбивачем	1,5 - 2
Світильники для ламп ДРЛ:	
Гср і Гсхр	0,9 - 1,0
Гкр	0,7
СОР	1,4 - 1,5
СДДРЛ	1,4 - 1,6
С34ДРЛ	1,0 - 1,1
Світильники з люмінесцентними лампами:	
ОД, ОДР, ОДОР	1,4
ШОД, ШЛП	1,3
ПВЛ-1	1,5
ВОД, ВЛН	1,5

При освітленні виробничих приміщень, стіни й стеля яких мають високі відбиваючі властивості, доцільно використовувати світильники переважно прямого світла. Деяке зменшення частини світлового потоку, випромінюваного безпосередньо в нижню півсферу, компенсується поліпшенням якості освітлення й у той же час слабо впливає на енергетичну ефективність освітлювальної установки, оскільки такі світильники мають більш високий ККД у порівнянні з аналогічними світильниками прямого світла.

В адміністративно-конторських приміщеннях доцільно використовувати світильники розсіяного світла, значна частина світлового потоку яких направляється на стіни й стелю і, відбиваючись від них, сприяє усуненню різких тіней, що за характером роботи бажано саме для таких приміщень.

Невідповідність світлотехнічних характеристик світильника розмірам і характеру обробки освітлюваного приміщення приводить до збільшення споживаної потужності, зниження якості освітлення. У той же час, невідповідність конструктивного виконання світильника умовам середовища в приміщенні знижує довговічність і надійність роботи освітлювальної установки (агресивне, вологе, запилене середовище), а в окремих випадках може бути причиною пожежі або вибуху. Тому світильники повинні мати необхідний ступінь захисту від умов зовнішнього середовища. Особливо тверді вимоги пред'являються світильникам, встановлюваним у вибухо- і пожежонебезпечних приміщеннях.

Розрахунок штучного освітлення

Завданням розрахунку є визначення потрібної потужності електричної освітлювальної установки для створення у виробничому приміщенні заданої освітленості.

Проектуючи освітлювальну установку, необхідно вирішити ряд питань:

- Вибрати тип джерела світла. Для освітлення виробничих приміщень, як правило, застосовують газорозрядні лампи; там, де температура повітря може бути менш $+5^{\circ}\text{C}$ і напруга в мережі змінного струму нижче 90% номінальної, і для місцевого освітлення варто віддавати перевагу лампам накаливання.
- Визначити систему освітлення. Вибираючи систему освітлення, необхідно враховувати, що ефективніша система комбінованого освітлення, але в гігієнічному відношенні система загального освітлення більш досконала, тому що створює рівномірний розподіл світлової енергії. Використовуючи локалізоване загальне освітлення, можна найпростіше домогтися високих рівнів освітленості на робочих місцях без значних витрат. При виконанні зорових робіт I - IV, Va, Vб розрядів варто застосовувати систему комбінованого освітлення. Місцеві світильники підвищують освітленість, допомагають створити необхідну спрямованість світлового потоку, дозволяють виключити відбиту блискість і в деяких випадках виконувати роботи, пов'язані із просвічуванням матеріалів і деталей.

- Вибрати тип світильників з урахуванням характеристик світлорозподілу, обмеження прямої блискості, за економічними показниками, умовам середовища, а також з урахуванням вимог вибухо- і пожежобезпеки.
- Розподілити світильники й визначити їхню кількість. Світильники можуть розташовуватися рядами, у шаховому порядку, ромбовидно. Забезпечення рівномірного розподілу освітленості досягається в тому випадку, якщо відношення відстані між центрами світильників L до висоти їхнього підвісу над робочою поверхнею H_p складе для світильників: «Астра», УПД – 1,4; УПМ-15 – 1,5; НСП-0,7 – 1,4; кулі молочного скла – 2,0; ВЗГ – 2,0; ЛД, ЛОУ – 1,4; ПВЛП – 1,5.
- Визначити норму освітленості на робочому місці. Для цього необхідно встановити характер виконуваної роботи з найменшого розміру об'єкта розрізнення, контраст об'єкта із фоном і фон на робочому місці. Відповідно до обраної системи освітлення й джерела світла знайти мінімальну нормовану освітленість по табл. 2.5.1. Для розрахунку штучного освітлення використовують в основному три методи.

Методи розрахунку штучного освітлення.

Для розрахунку штучного освітлення використовують, в основному, три методи: *світлового потоку, крапкової й питомої потужності*.

Метод світлового потоку використовують для розрахунку загального рівномірного освітлення горизонтальних поверхонь. Цей метод дозволяє врахувати як прямий світловий потік від світильників, так і відбитий від стін і стелі. Світловий потік лампи Φ_l визначають по формулі:

$$\Phi_l = \frac{E_n S k_3 Z}{N n \eta}, \quad (2.11)$$

де E_n – нормована освітленість, лк; табл. 2.5.1;

S – площа освітлюваного приміщення, m^2 ;

k_3 – коефіцієнт запасу, що враховує зниження освітленості в результаті забруднення й старіння ламп ($k_3 = 1, 3-1,8$);

Z - коефіцієнт нерівномірності освітлення ($Z=1, 1-1,15$);

N - кількість світильників;

n - кількість ламп у світильнику;

η - коефіцієнт використання світлового потоку (табл. 2.2 і 2.3).

Коефіцієнт η визначається по світлотехнічним таблицям залежно від показника приміщення i , типу світильника, коефіцієнтів відбиття стін і стелі. Показник приміщення i визначають по формулі:

$$i = \frac{ab}{H_c(a+b)}, \quad (2.12)$$

де a і b - довжина й ширина приміщення, м;

H_c – висота підвісу світильника над робочою поверхнею, м.

По отриманому в результаті розрахунку світловому потоку лампи Φ_l , по таблиці вибирають стандартну найближчу лампу й визначають електричну потужність всієї освітлювальної установки (табл. 2.5.5).

Крапковий метод використовують для розрахунку локалізованого й комбінованого освітлення, а також освітлення нахилених площин. В основу крапкового методу покладене рівняння:

$$E = \frac{I_\alpha \cos \alpha}{r^2}, \quad (2.13)$$

де I_α - сила світла в напрямку від джерела на задану крапку робочої поверхні, кд;

α - кут падіння світлових променів, тобто кут між променем і перпендикуляром до освітлюваної поверхні;

r - відстань від світильника до заданої крапки.

Для практичного застосування у формулу вводять коефіцієнт запасу k_3 і заміну $r = H_c / \cos \alpha$, тоді

$$E = \frac{I_\alpha \cos^3 \alpha}{k_3 h_p^2}, \quad (2.14)$$

Значення сили світла I_α приводяться у світлотехнічних довідниках.

Метод питомої потужності вважається найбільш простим, однак, і найменш точним, тому його застосовують тільки при наближених розрахунках. Цей метод дозволяє визначити потужність кожної лампи P_l , Вт для створення в приміщенні нормованої освітленості

$$P_l = \frac{pS}{N}, \quad (2.15)$$

де p – питома потужність, Вт/м² (приймається по довідниках для приміщень даної галузі);

S – площа приміщень, м²;

N – число ламп в освітлювальних установках.

Таблиця 2.3 - Коефіцієнт використання світлового потоку з лампами накаливання

Тип світильника	Р _л , %	Р _{ст} , %	Коефіцієнт використання, %, при індексі приміщення <i>i</i>																
			0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,25	1,5	1,75	2,0	2,25	2,5	3,0	3,5	4,0	5,0
У і УПМ	70	50	22	32	39	44	47	49	50	52	55	58	60	62	64	66	68	70	73
	50	30	20	26	34	38	41	43	45	47	50	53	55	57	59	62	64	66	69
	30	10	17	23	30	34	37	39	41	43	46	48	51	53	55	58	61	62	64
Уз	70	50	19	27	32	35	37	39	40	42	44	46	48	49	51	53	55	56	57
	50	30	15	22	28	31	33	35	36	38	40	42	44	45	47	49	51	52	53
	30	10	22	19	25	28	30	31	32	34	36	39	40	42	44	46	48	49	51
Г _э і ГМП	70	50	26	32	36	40	43	45	47	50	54	57	59	61	62	64	66	67	69
	50	30	22	27	31	34	37	40	42	45	49	53	55	57	58	61	63	64	66
	30	10	19	24	28	31	34	37	39	42	46	49	52	54	55	58	60	61	63
Г _с і Г _с У	70	50	38	47	52	56	60	63	65	68	72	74	76	78	79	81	83	84	85
	50	30	34	42	47	51	55	58	60	63	67	70	73	74	76	78	79	80	82
	30	10	31	38	44	48	52	55	57	60	64	67	69	71	73	75	77	78	79
Г _к	70	50	42	51	56	59	61	64	65	68	71	73	74	76	77	78	79	80	81
	50	30	39	47	52	55	58	60	62	64	67	70	71	72	73	75	76	77	78
	30	10	37	44	49	52	55	57	59	62	65	67	69	70	71	73	74	75	76
СО	70	50	22	31	40	46	50	52	54	57	60	63	65	67	69	72	74	76	77
	50	30	21	30	38	43	46	48	50	53	56	59	62	64	65	68	70	71	73
	30	10	15	23	33	39	42	44	46	48	52	55	58	60	62	65	67	69	71
ПГТ	70	50	18	22	26	28	30	31	33	35	37	39	41	42	44	46	48	49	51
	50	30	14	17	20	23	25	26	28	30	32	34	36	38	39	41	43	44	46
	30	10	10	14	17	20	21	23	24	26	29	31	32	34	35	37	39	40	42

Тип світильника	Р _п , %	Р _{ст} , %	Коефіцієнт використання, %, при індексі приміщення <i>i</i>																
			0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,25	1,5	1,75	2,0	2,25	2,5	3,0	3,5	4,0	5,0
ФМ	70	50	16	21	25	28	31	33	35	37	41	43	46	48	49	52	55	57	59
	50	30	11	14	19	22	24	26	27	29	32	34	37	39	40	43	45	47	49
	30	10	6	40	14	17	18	19	21	22	25	27	29	30	32	34	36	38	40
СХ без відбивача	70	50	17	22	26	30	32	34	36	38	41	43	45	47	49	51	53	55	57
	50	30	11	15	19	22	24	26	27	29	21	33	35	37	39	41	43	45	47
	30	10	6	11	14	17	18	19	21	22	24	26	28	29	31	33	35	37	39
СХМ	70	50	32	36	40	44	47	50	52	55	60	63	66	68	70	72	74	76	77
	50	30	25	29	33	37	40	43	46	49	54	58	61	63	65	67	70	72	74
	30	10	21	25	30	33	37	39	42	44	50	54	57	59	62	64	67	68	71
ВЗГ із відбивачем	70	50	18	21	24	26	27	28	30	32	34	35	37	38	39	41	42	43	44
	50	30	15	17	19	21	23	25	26	28	31	33	34	36	37	38	40	41	42
	30	10	13	15	18	20	22	23	24	26	29	31	32	34	35	37	38	39	40
ВЗГ без відбивача	70	50	16	19	22	26	27	28	30	32	34	36	38	39	41	44	46	47	49
	50	30	10	12	16	19	20	21	22	24	26	28	30	31	33	35	37	38	40
	30	10	7	9	12	14	15	16	17	18	20	22	23	25	26	28	30	32	4
НЗБ-Н4Б відбивачем	70	50	24	29	33	37	38	40	42	44	46	48	50	51	53	54	55	56	57
	50	30	21	24	29	32	34	36	38	40	42	45	47	48	49	51	53	54	55
	30	10	18	21	25	30	31	33	35	37	40	42	44	46	47	49	51	52	53
НЗБ-Н4Б без відбивача	70	50	20	23	26	30	32	34	36	38	41	44	46	48	49	52	54	55	57
	50	30	13	15	18	22	23	25	27	29	31	34	36	38	39	41	43	45	47
	30	10	8	10	13	15	17	19	20	22	24	25	27	29	31	33	35	37	39

Тип світильника	Р _п , %	Р _{ст} , %	Коефіцієнт використання, %, при індексі приміщення <i>i</i>																
			0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,25	1,5	1,75	2,0	2,25	2,5	3,0	3,5	4,0	5,0
Лц	70	50	22	29	34	38	41	44	46	49	52	54	56	58	60	62	64	66	68
	50	30	21	26	31	35	37	40	42	44	47	50	52	53	55	57	58	60	62
	30	10	18	22	27	31	34	36	38	40	43	46	48	49	51	53	54	56	58
П1	70	50	15	19	23	26	28	30	32	34	36	39	40	42	44	46	48	50	53
	50	30	12	16	20	22	24	26	27	29	31	33	35	36	38	40	42	44	47
	30	10	10	13	16	19	20	22	24	25	27	29	31	33	34	36	38	40	44
П2	70	50	14	18	22	24	26	27	29	30	33	34	36	37	38	40	42	43	44
	50	30	12	16	20	22	24	25	26	28	30	32	33	34	35	37	38	39	41
	30	10	9	13	16	18	20	21	22	24	26	28	29	31	32	33	35	36	38
ПСХ	70	50	18	23	27	29	31	33	35	37	40	42	44	46	47	50	52	53	55
	50	30	13	16	19	21	23	25	26	28	31	34	36	38	39	42	44	46	48
	30	10	9	12	14	16	18	20	21	23	25	28	30	32	33	36	38	40	42
СК	70	50	15	19	22	25	28	30	32	35	38	40	42	45	47	49	51	53	55
	50	30	11	14	16	18	20	22	23	26	28	30	31	33	35	37	39	41	42
	30	10	9	11	14	16	18	19	21	23	25	27	29	30	32	34	36	38	40
Дзеркальна лампа	70	50	29	36	40	44	46	48	49	51	53	55	56	58	59	61	62	63	63
	50	30	27	33	36	39	41	43	44	47	50	52	53	55	56	58	59	60	61
	30	10	25	30	34	36	39	41	42	44	47	49	51	53	54	56	58	58	59
ПУ без відбивача	70	50	15	22	27	31	33	35	37	40	43	46	48	50	51	53	56	58	60
	50	30	10	14	19	23	25	26	27	29	32	34	37	38	40	43	45	46	49
	30	10	7	10	14	17	19	20	21	23	25	27	29	30	32	34	36	38	40

Таблиця 2.4. - Коефіцієнти використання світлового потоку світильників з люмінесцентними лампами

Тип світильника	$\rho_{\text{п}}$ %	$\rho_{\text{с}}$ %	Коефіцієнт використання, %, при індексі приміщення i																
			0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,25	1,5	1,75	2,0	2,25	2,5	3,0	3,5	4,0	5,0
ОД	70	50	30	34	38	42	45	47	50	53	57	60	62	64	65	67	69	70	72
	50	30	25	29	33	36	39	42	44	48	52	54	57	59	60	63	65	66	69
	30	10	20	25	29	33	35	38	40	43	47	51	54	56	57	60	62	64	66
ОДР і ПВЛ-6	70	50	28	32	35	38	41	44	46	48	52	54	56	58	60	62	63	64	65
	50	30	24	27	30	33	36	38	41	44	47	50	52	54	55	58	59	61	62
	30	10	21	24	27	29	32	34	36	39	43	46	49	51	52	55	57	58	60
ОДОР	70	50	26	30	34	37	40	42	45	48	51	54	56	58	59	61	63	64	66
	50	30	20	24	28	31	33	35	37	40	43	46	48	50	51	53	55	56	58
	30	10	17	20	23	26	28	30	33	35	38	41	43	45	46	48	50	51	53
ШОД	70	50	22	28	32	35	38	41	43	46	50	53	55	57	59	61	63	65	67
	50	50	16	21	24	27	30	32	34	37	40	43	45	47	48	50	52	54	56
	50	30	14	18	21	24	27	29	31	34	37	40	42	44	45	48	50	51	53
ЦЛП	70	50	22	27	30	33	35	37	39	42	45	47	48	50	51	53	55	56	58
	50	50	20	25	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	47	49	51	52	53
	50	30	17	21	24	27	29	31	32	34	37	40	42	43	44	46	48	49	51
ПВЛ-1	70	50	17	22	25	28	30	32	34	36	39	42	44	45	47	49	51	52	54
	50	30	13	17	20	22	24	26	28	30	33	36	38	40	41	43	45	47	49
	30	10	10	13	16	18	20	22	24	26	29	31	33	35	37	39	41	43	45

Таблиця 2.5 - Лампи накаливання загального призначення з нормальною світловою віддачею

Тип лампи	Потужність, Вт	Світловий потік ламп, лм		Розміри, мм			Цоколь
		127	220	D	L	H	
НВ	15	130	105	61	104	-	P27
НВ	25	235	205	61	104		P27
НБ	40	440	370	61	110		P27
НБ	60	740	620	61	110		P27
НБ	75	980	840	66	125		P27
НБ	100	1400	1240	66	125	94	P27
НГ	150	2300	1900	81	170	130	P27
НГ	200	3200	2700	81	170	130	P27
НГ	300	5150	4350	112	232	180	P40 або
НГ	500	9100	8100	112	232	180	P27
НГ	750	14250	13100	152	335	250	P40
НГ	1000	19500	18200	152	335	250	P40
НГ	1500	29500	28000	167	335	250	P40

Таблиця 2.5 - Люмінесцентні лампи

Тип лампи	Потужність, Вт	Напруга на лампі, В	Світловий потік, лм	Діаметр колби, мм	Довжина лампи, мм	
					повна	без штирків
ЛДЦ 30 ЛД 30 ЛХБ 30 ЛБ 30 ЛТБ 30	30	108	1110 1380 1500 1740 1500	25	909,6	894,6
ЛДЦ 40 ЛД 40 ЛХБ 40 ЛБ 40 ЛТБ 40	40	108	1520 1960 2200 2480 2200	38	1214,4	1199,4
ЛДЦ 80 ЛД 80 ЛХБ 80 ЛБ 80 ЛТБ 80	80	108	2720 3440 3840 4320 3840	38	1515	1500

3. ОЦІНКА ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАХЛДІВ ПО ПОЛІПШЕННЮ УМОВ ПРАЦІ

3.1 Кількісна оцінка рівня показників виробничої обстановки

У цей час загальноновизнаної методики кількісної оцінки рівня всіх зазначених вище показників немає. Скористаємося методикою оцінки виробничої обстановки. Оцінка виробничої обстановки проводиться по наступних основних показниках, що характеризують умови праці:

- 1) показник рівня безпеки праці;
- 2) показник рівня санітарно-гігієнічних умов праці.

Максимальне значення по кожному, тобто найкращі умови, дорівнює одиниці, мінімальне - нулю.

Показник рівня безпеки праці K_1 визначається по формулі

$$K_1 = 1 - \frac{\left(D + \frac{M}{2}\right) \cdot 12}{H_n} \quad (3.1)$$

де D - кількість днів, загублених у результаті; травматизму (травми, пов'язані з виробництвом, що й викликали непрацездатність більш 3 днів, тобто 4 і більш);

M - кількість мікротравм, тобто травми, що викликали непрацездатність на 3 дня й менше;

H - середнєсписочная чисельність працюючих; p - кількість днів у місяці; 12 - коефіцієнт, відповідний до кількості місяців у році.

Коефіцієнт K_1 - ухвалюється рівним нулю, якщо в цеху є, смертельний, важкий або груповий випадок травматизму. Втрати, пов'язані з однієї мікротравмою, можна прийняти 0,5 чел. дня.

Показник рівня санітарно-гігієнічних умов K_2 визначається по формулі

$$K_2 = \frac{Ш + С + О + М + Р + Б}{6}, \quad (3.2)$$

де $Ш$ - коефіцієнт шуму;

$С$ - коефіцієнт стану повітряного середовища (запиленість і загазованість); $О$ - коефіцієнт освітленості;

$М$ - коефіцієнт мікроклімату;

$Р$ - коефіцієнт санітарного стану робочих місць приміщень;

$Б$ - коефіцієнт санітарно-побутових приміщень.

Зазначені коефіцієнти визначаються:

$$Ш = \frac{P_m - P_{ми}}{P_m}, \quad (3.3)$$

де P_m – кількість робочих місць, на яких проведені заміри;
 $P_{ми}$ – кількість робочих місць, на яких рівень шуму вище за норму.

$$C = \frac{H_m - P_{мс}}{P_m}, \quad (3.4)$$

де P_m - количество рабочих мест (точек), на которых произведены замеры состояния рабочей среды; $P_{мс}$ - количество рабочих мест (точек), где состояние воздушной среды ниже нормы:

$$O = \frac{P_m - P_{мо}}{P_m}, \quad (3.5)$$

де P_m – кількість робочих місць, на яких виконуються заміри; $P_{мо}$ - кількість робочих місць, на яких освітленість нижче за норму

$$M = \frac{t + B + C}{3}, \quad (3.6)$$

де t - коефіцієнт температури; B - коефіцієнт вологості; C - коефіцієнт швидкості.

$$t = \frac{P_m - P_{мт}}{P_m}, \quad (3.7)$$

де P_m - кількість робочих місць, на яких виконуються заміри температури; $P_{мт}$ - кількість робочих місць, де температура має відхилення від норми;

$$B = \frac{P_m - P_{мв}}{P_m}, \quad (3.8)$$

де P_m - кількість робочих місць, на яких виконуються заміри вологості;
 $P_{мв}$ - кількість робочих місць, де вологість має відхилення від норми

$$C = \frac{P_m - P_{мс}}{P_m}, \quad (3.9)$$

де P_m - кількість робочих місць, на яких виконуються заміри;
 $P_{мс}$ - кількість робочих місць, де швидкість руху повітря має відхилення від норми

$$P = \frac{O_1 + O_2 + O_3 + O_4}{20}, \quad (3.10)$$

де O_1, O_2, O_3, O_4 - оцінки по п'ятибальній системі санітарного стану робочих місць, приміщень і закріпленої території, що виставляються щодня промсанврачом або комісією з культури виробництва

$$B = \frac{\Gamma + Y + T + Д + П + K}{6}, \quad (3.11)$$

де $\Gamma, Y, T, Д, П, K$ - коефіцієнти, що характеризують відношення фактичної кількості ($\Gamma\Phi$) до нормативних (Γ_n). Ці дані представляють санітарні лікарі або комісія/ по культурі виробництва

$$\Gamma = \frac{\Gamma_{\phi}}{\Gamma_n}, \quad (3.12)$$

де Γ - кількість місць у роздягальні; Y -1 кількість умивальників; T - кількість туалетів; $Д$ - кількість душових крапок; $П$ - кількість пунктів приймання їжі; K - кількість червоних куточків.

3.2 Визначення економічної ефективності заходів щодо поліпшенню умов праці

При розробці заходів щодо поліпшення виробничих умов праці необхідно насамперед правильно обґрунтувати їхню соціальну доцільність.

Основним показником соціально-економічної ефективності заходів щодо створення здоровіших і безпечних умов праці є ріст продуктивності суспільної праці. Він відбувається за рахунок підвищення працездатності в результаті зниження передчасного стомлення, викликаного несприятливими умовами праці й за рахунок зниження трудомісткості продукції. При цьому збільшується фонд корисного робочого часу за рахунок скорочення втрат, пов'язаних з тимчасовою непрацездатністю через хвороби й травм, підвищується ефективність використання встаткування /8/.

Ріст продуктивності праці по працездатності можна визначити по формулі

$$П_{np} = \frac{P_1 - P}{P + 1} 100, \quad (3.13)$$

де $П_{np}$ - приріст продуктивності праці, % по ділянці;

P - питома вага тривалості фази підвищеної працездатності в загальному фонді робочого часу до впровадження заходів;

P - те ж після впровадження заходів.

Для більш точних визначень вноситься поправочний коефіцієнт. Приріст В за обсягом виробництва по ділянці, %:

$$B = \frac{B_n - B_o}{B_o} 100, \quad (3.14)$$

де B_n - річний випуск продукції ділянкою після впровадження заходів;
 B_o - річний випуск продукції ділянкою до впровадження заходів.

Економію по ділянці в умовно постійних витратах \mathcal{E}_{cy} грн., можна розрахувати по формулі

$$\mathcal{E}_{cy} = A_1 \frac{B_n - B_o}{B_o}, \quad (3.15)$$

де \mathcal{E}_{cy} - умовно постійні витрати в собівартості річного випуску продукції, грн.

Економія від поліпшення використання встаткування \mathcal{E}_{ky} , грн.

$$\mathcal{E}_{ky} = \frac{0,15 \cdot A_2}{100}, \quad (3.16)$$

де 0,15 - нормативний коефіцієнт економічної ефективності;

A_2 - вартість технологічного устаткування на ділянці, грн. Річна економія \mathcal{E}_r грн;

$$\mathcal{E}_r = \mathcal{E}_{cy} + \mathcal{E}_{ky}$$

Відносну економію чисельності людей \mathcal{E}_q , можна визначити

$$\mathcal{E}_q = \frac{A_3 + A_4}{100 - A_4}, \quad (3.17)$$

де A_3 и A_4 - втрати робочого часу до й після впровадження заходів.
 Приріст продуктивності праці $\Pi_{пр}$ можна підрахувати й по формулі

$$\Pi_{пр} = \frac{\mathcal{E}_q \cdot 100}{D - \mathcal{E}_q}, \quad (3.18)$$

де D - розрахункова середньосписочна чисельність робітників підприємства, обчислена на обсяг виробництва планованого періоду по виробленню базисного, чіл.

Річну економію у зв'язку зі скороченням виробничо-обумовленої захворюваності й виробничого травматизму \mathcal{E} , грн, можна розрахувати по формулі

$$\mathcal{E} = (A_3 - A_4) K_3 \quad (3.19)$$

где A_3 и A_4 - потери рабочего времени в течение года по временной нетрудоспособности, вызванной неблагоприятными условиями труда до и после внедрения, день; K_3 - среднедневной ущерб, причиненный предприятию в связи с профзаболеваемостью и производственным травматизмом рабочих, грн., который учитывает сумму затрат на мероприятия по улучшению условий труда, отнесенных к потерям рабочего времени (день) до внедрения.

ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Задача 1

В плановом отделе согласно санитарно-гигиеническому паспорту показатели условий труда представлены в табл. 2.

Таблица 2.

Параметры	Измеренные результаты
Температура воздуха, °С	28
Барометрическое давление, мм. рт.ст.	752
Относительная влажность, %	42
Скорость движения воздуха, м/с	1,5
Естественная освещенность, %	1,1
Уровень звука, ДБА	62
Искусственная освещенность, лк	150
Концентрация пыли, мг/м ³	8

Площадь помещения $S = 60 \text{ м}^2$, площадь остекления $S_0 = 15 \text{ м}^2$. Длина помещения

$A = 10 \text{ м}$, ширина помещения $B = 6 \text{ м}$. В помещении работают компьютер, принтер, кондиционер. Высота помещения $H = 3,6 \text{ м}$. Дать анализ вредных и опасных факторов согласно ГОСТ 12.0.003 – 74. ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация»;

- дать анализ параметров микроклимата, освещенности, шума, запыленности согласно санитарно-гигиеническому паспорту в соответствии с санитарными и строительными нормами;
- определить необходимое тепло в помещении в летний период года;
- рассчитать количество воздуха, необходимого для выбора кондиционера определить кратность для общеобменной вентиляции.

Количество работающих компьютеров в отделе и потребляемую мощность принять из табл. 3.

Таблица 3.

Наименование	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Компьютер	2	3	4	2	3	2	4	3	4	2
Принтер	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Кондиционер	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Потребляемая мощность компьютера, кВт	0,2	0,4	0,5	0,3	0,8	0,7	0,6	0,4	0,6	0,7
Мощность принтера, кВт	0,6	0,8	0,8	0,5	0,4	0,7	0,8	0,4	0,3	0,5
Мощность кондиционера, кВт	0,3	0,6	0,8	0,5	0,4	0,8	0,7	0,6	0,7	0,8

Задача 2

Для компьютерного класса охарактеризовать зрительные условия труда и выбрать норму освещенности на рабочем месте в зависимости от точности выполняемых работ:

- определить источник искусственного света и выбрать тип лампы;
- определить общую мощность ламп и их количество, необходимое для создания общего равномерного освещения помещения.

Коэффициент отражения от потолка и стен соответственно 50 % и 30%, коэффициент запаса $k = 1,5$, коэффициент неравномерности $z = 1,2$, напряжение в сети $U = 220$ В, высота рабочей поверхности $h_p = 0,8$ м.

Необходимые данные для расчета приведены в табл. 4.

Таблица 4.

Наименование	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Размер объекта различений, мм	0,5	0,8	0,6	0,3	3	0,4	0,6	0,9	1	1
Фон	светлый	темный	средний	светлый	Темный	светлый	темный	средний	светлый	средний
Контраст объекта различения с фоном	ма лый	ма лый	сред ний	ма лый	сред ний	ма лый	ма лый	сред ний	ма лый	сред ний
Длина помещения, А, м	12	10	20	10	20	20	14	20	20	20
Ширина помещения, В, м	6	8	10	12	8	10	8	7	9	10
Тип светильника	ГСУ	СО	ОД, ОДР	СХ без отражат еля	ШОД	ПВЛ	ПТ	ПСХ	ШОД	ВЗГ без отражат еля
Высота помещения	3	3	4	3	4	3	4	3	4	3
Высота свисания светильников H_c , м	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0

При решении задачи пользоваться методом светового потока

Задача 4.

Определить показатель уровня санитарно-гигиенических условий K_p , если на предприятии на 120 рабочих мест определялись шум, освещенность, микроклимат. При этом на 60 местах шум не соответствовал нормам. На 40 местах – освещенность была ниже нормативной и на 20 местах микроклимат имел отклонения от нормы, причем 10 мест не соответствовали по температуре, 4 мест – по влаге и 6 мест по скорости движения воздуха.

Задача 5.

Установка шумоглушителей на участке позволила снизить шум с 100 дБ до 70 дБ, что привело к увеличению времени работоспособности в общем фонде рабочего дня. Рассчитать годовую экономию.

Исходные данные:

1. Удельный вес длительности фазы повышенной работоспособности в общем фонде рабочего дня, в %: до внедрения шумоглушителей – 0,45; после внедрения – 0,60.
2. Годовой выпуск продукции участком, в грн до внедрения – 50, после внедрения – 52.
3. Условно постоянные расходы в себестоимости годового выпуска продукции, грн – 90.
4. Стоимость технологического оборудования, грн – 600.
5. Поправочный коэффициент – 0,20.

Задача 6.

Внедрение ряда мероприятий (устройство освещенности) по улучшению условий труда в цехе позволило снизить трудоемкость изделия. Рассчитать годовой экономический эффект.

Исходные данные:

1. Трудоемкость изготовления изделия до внедрения – 130, после внедрения – 110.
2. Удельный вес продукции, выпускаемой цехом, в общем объеме продукции предприятия, 5 – 7.
3. Годовой выпуск продукции цеха – 1800 грн., после внедрения – 2200 грн.
4. Условно-постоянные расходы в себестоимости продукции, грн – 300.
5. Стоимость технологического оборудования цеха. Грн – 1500 грн.
6. Затраты на мероприятия – 3000 грн.

Задача 7.

Внедрение оздоровительных мероприятий (установка калориферов, поддержание температуры в рабочих помещениях в пределах нормы) на машиностроительном заводе позволило сократить потери рабочего времени по болезни. Рассчитать прирост объема производства.

Исходные данные:

1. Годовые потери рабочего времени по болезни, %: до внедрения мероприятий – 6, после внедрения – 4.

Среднесписочная численность рабочих до внедрения мероприятия, чел. – 300.

Задача 8.

Повышение освещенности на рабочих местах до нормированных значений, улучшение работы вентиляционных установок в цехе металлоконструкций позволило сократить потери рабочего времени, что привело к увеличению производительности труда.

Рассчитать годовой экономический эффект. Исходные данные:

1. Годовой фонд рабочего времени на одного рабочего, дней до внедрения – 230, после внедрения – 230.
2. Среднесписочная численность рабочих в цехе до внедрения мероприятия, чел. – 250.
3. Удельный вес цеховой продукции в общем объеме производства предприятия,
% - 7.
4. Годовой выпуск продукции цеха, тыс. грн.: до внедрения – 2,5; после внедрения – 2,6.
5. Годовая выработка рабочего в базисном периоде, тыс. грн. – 12.
6. Условно-постоянные расходы в себестоимости продукции, тыс.грн. – 235.
7. Стоимость технологического оборудования, тыс. грн – 14.
8. Единовременные затраты на внедрение мероприятий, грн – 30.
9. Среднесписочная численность рабочих цеха, исчисляемая на объем производства планируемого периода по выработке базисного, чел.:

Список рекомендованої літератури:

1. Законодательство Украины об охране труда.: Сборник нормативных документов. (в трех томах). – Киев., 1995.
2. Положение о порядке расследования и ведения учета несчастных случаев, профессиональных заболеваний и аварий на производстве и непромышленного характера. Вестник Украины, 1999, N 43.
3. Справочник по охране труда на промышленном предприятии. К.Н. Ткачук, Д.Ф. Иванчук, Р.В. Сабарно и др. – К.: Техника, 1991. – 286 с.
4. Охрана труда в машиностроении. Под ред. Е.Я. Юдина, С.В. Белова.- М.: Машиностроение, 1983.- 432 с.
5. Средства защиты в машиностроении. Расчет и проектирование. Справочник О.Ф. Партолин и др.: Под ред. С.В. Белова. – М.: Машиностроение, 1989 – 368 с.
6. Полтев М.К. Охрана труда в машиностроении. – М.: Высшая школа, 1980, - 292 с.
7. Справочник по охране труда на промышленном предприятии. К.Н.Ткачук, Д.Ф.Иванчук, Р.В.Сабарно и др.- К: Техника, 1991.- 286 с.
8. Алексеев С.П., Казаков А.М., Колотилов Н.Н. Борьба с шумом и вибрацией в машиностроении: - М.: Машиностроение, 1970. – 318 с.
9. Защитные устройства. Справочное пособие. Под ред. проф. Б.М. Злобинского.- М.Металлургия, 1971. – 455 с.
10. В.Ц. Жидецкий, В.С. Джигерей, А.В. Мельников. Основы охраны труда. Учебное пособие. Львов «Афиша», 2000 – 343 с.
11. Безопасность труда на производстве. Справочное пособие. Производственная санитария под ред. Б.М. Злобинского, 1969.
12. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. «Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования».
13. ГОСТ 12.1.003-86. Шум. Общие требования безопасности.
14. СНиП П –4-79. Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования.- М.: Стройиздат, 1980.- 48 с.
15. СН.4088-86. Санитарные нормы микроклимата производственных помещений.- М., 1986.
16. Методика определения экономической эффективности мероприятий по НОТ. Под ред. А.П. Голова. Изд. Экономика, Москва, 1978.- 132с.
17. Сибаров Ю.Г. и др. Охрана труда в вычислительных центрах. Машиностроение, 1996-198 с.