

**Міністерство освіти і науки України**  
**ЧЕРНІГІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

# ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

**методичні вказівки до практичних робіт**  
для студентів спеціальності 125 – Кібербезпека

**Затверджено на засіданні**  
**кафедри харчових технологій**  
**протокол № 11 від 28.02.20 р.**

**Чернігів ЧНТУ 2020**

Основи охорони праці: методичні вказівки до практичних робіт для студентів спеціальності 125 – Кібербезпека / Укладач: Гуменюк О.Л. – Чернігів: ЧНТУ, 2020. – 87 с.

Укладачі: Гуменюк Оксана Леонідівна, кандидат хімічних наук, доцент;

Відповідальний за випуск: Хребтань Олена Борисівна,  
завідувач кафедри харчових технологій,  
кандидат технічних наук

Рецензент: Костенко І.А., кандидат технічних наук, доцент кафедри харчових технологій Чернігівського національного технологічного університету

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1 РОЗРАХУНОК ПРИРОДНОГО ОСВІТЛЕННЯ .....	5
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2 РОЗРАХУНОК ШТУЧНОГО ОСВІТЛЕННЯ. ВИБІР ДЖЕРЕЛА ШТУЧНОГО ОСВІТЛЕННЯ.....	20
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 3 ЗАХИСТ ВІД ВИРОБНИЧОГО ШУМУ .....	31
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 4 ПАРАМЕТРИ МІКРОКЛІМАТУ ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕНЬ. РОЗРАХУНОК ПОВІТРООБМІНУ	39
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 5 ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКА .....	53
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 6 ВИЗНАЧЕННЯ ВИДІВ ТА КІЛЬКОСТІ ПЕРВИННИХ ЗАСОБІВ ПОЖЕЖЕГАСІННЯ.....	64
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 7 РОЗСЛІДУВАННЯ ТА ОБЛІК НЕЩАСНИХ ВИПАДКІВ НА ВИРОБНИЦТВІ .....	83
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА .....	86

## ВСТУП

За будь-якої діяльності людини існує ризик отримати травму чи набути професійного захворювання. Людина, яка володіє професійними навичками та знаннями правил безпеки, враховує цей ризик і застосовує заходи, які його зменшують або зовсім виключають.

Основи охорони праці – нормативна дисципліна, яка вивчається з метою формування у майбутніх фахівців з вищою освітою необхідного в їхній подальшій професійній діяльності рівня знань з правових і організаційних питань охорони праці, виробничої санітарії, техніки безпеки та пожежної безпеки, визначеного відповідними державними стандартами освіти.

Запропонований практикум розроблений відповідно до типової програми нормативної дисципліни «Охорона праці» і включає практичні роботи з основних розділів дисципліни: законодавча та нормативно-правова база з охорони праці, виробнича санітарія, безпека праці та пожежна безпека.

Мета практикуму – допомогти студентам у підготовці до аудиторних занять, а також полегшити виконання практичних завдань, пов'язаних з розрахунками з охорони праці.

Підготовка до запропонованих в даному практикумі робіт сприятиме систематизації та глибшому засвоєнню теоретичних знань з основних розділів даної дисципліни, а виконання практичних завдань – набуттю навичок з економічних та інженерних розрахунків щодо охорони праці, а також вдосконаленню вміння робити висновки на їх основі та приймати відповідні рішення.

До виконання практичних завдань слід приступати лише після осмислення теоретичних відомостей, наведених в кожній із запропонованих робіт. Для полегшення роботи з теоретичним матеріалом практикум доповнений словником необхідних термінів та визначень. Для більш детального опрацювання матеріалу слід звертатися до додаткової літератури, перелік якої наведений в кінці практикуму.

## ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1 РОЗРАХУНОК ПРИРОДНОГО ОСВІТЛЕННЯ

**Мета:** навчитись розраховувати необхідне природне освітлення в залежності від характеру зорових робіт, які виконуються у виробничому приміщенні.

### **Теоретична частина**

Відомо, що 90% інформації зовнішнього світу людина отримує через очі. Якість інформації залежить від освітлення. Тому правильно організована система освітлення має велике значення в зниженні виробничого травматизму, створює нормальні умови для роботи органів зору, підвищує працездатність організму і відповідно, продуктивність праці: при зорових роботах середньої важкості на 5...6%, при важкій зоровій роботі на 15%, а при роботі в межах зорового сприйняття – на 40%.

Організація раціонального природного освітлення на робочих місцях – одна з умов забезпечення нормальної виробничої діяльності людини. Недостатня освітленість робочого місця може спричинити професійне захворювання або виробничий травматизм. Нормативний документ Державні будівельні норми України. Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення ДБН В.2.5-28-2018 (на заміну ДБН В.2.5-28-2006).

Приміщення з постійним перебуванням людей (торгівельні зали, виробничі приміщення тощо) повинні мати природне освітлення, яке забезпечується бічним, верхнім та комбінованим світлом.

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

Природне освітлення може бути організоване різними способами (рисунок 1.1).



Рисунок 1.1 – Системи природного освітлення

*Бокове одностороннє або двостороннє* – освітлення приміщень крізь світлові прорізи (вікна) у зовнішніх стінах (в одній – одностороннє, в двох – двостороннє)



Одностороннє



Двостороннє

**Верхнє** – освітлення приміщень крізь ліхтарі, світлові прорізи в стінах у місцях перепаду висот будівлі;

**Комбіноване** – поєднання верхнього і бокового освітлення



Верхнє освітлення



Комбіноване освітлення

**Транспортоване** - освітлення, що потрапляє у приміщення за допомогою інженерної системи на основі *світловодів*, та використовується для освітлення глибинного або підземного внутрішнього простору будівель і споруд

**Акумуляоване** – освітлення за допомогою світильників, що акумулюють в денний час доби енергію від небосхилу та використовують її для нічного освітлення



*Коефіцієнт природної освітленості  $D, \%$  (застар. КПО, або  $e$ )* – це відношення освітленості, що утворюється в точці на заданій площині світлом, одержаним безпосередньо або опосередковано від неба, до одночасної освітленості на горизонтальній площині внаслідок освітлення всією півсферою небосхилу.

Простіше:  $D, \%$  – виражене в відсотках відношення освітленості в даній точці всередині приміщення  $E_{вн}$  до одночасної освітленості зовні приміщення  $E_{зовн}$  у горизонтальній площині за відкритого небосхилу.

$$D = \frac{E_{вн}}{E_{зовн}} \cdot 100, \quad (1.1)$$

де  $E_{вн}$  – освітленість, створювана в розрахунковій точці робочої площини (площини, на якій лежить об'єкт зорової роботи) усередині приміщення природним світлом, що пройшло через світлопрорізи, лк);

$E_3$  – зовнішня горизонтальна освітленість під цілком відкритим небосхилом, заміряна у той же момент часу, що й  $E_0$ , лк.

Коефіцієнт природної освітленості  $D$  оцінює не величину освітленості, а ту частку світла, що потрапляє до приміщення через світлопрорізи, від загальної кількості світла, випромінюваного небосхилом.

За умови суцільної хмарності у світлий час доби величина  $D$  практично буде незмінною та буде визначатися:

- площею, орієнтацією, розташуванням світлопрорізів, видом та чистотою їхнього заповнення;
- наявністю і характеристиками сусідніх будинків (що частково затінюють небосхил);
- сонцезахисних пристроїв, сніжного покриву;
- колірною обробкою інтер'єра, тобто параметрами, якими може керувати архітектор, або величинами, що можуть бути враховані ним у процесі проектування.

#### **Нормування коефіцієнта природної освітленості ( $D_n$ )**

Нормування КПО залежить від:

- розміру об'єкта розрізнення (таблиця 1.1)
- системи природного освітлення: верхнє, бокове, комбіноване (рисунок 3.1)
- коефіцієнта світлового клімату світлопрорізів<sup>1</sup> (таблиця 1.2, рисунок 1.2)

Нормовані значення КПО (таблиця 3.3) залежать від розряду зорової роботи окремо для бокового освітлення і для верхнього або комбінованого. Розряд зорових робіт залежить від найменшого розміру об'єкта розрізнення. Всього 8 розрядів (таблиця 1.1).

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

*Розмір об'єкта розрізнення* – найменший розмір, який має чітко розрізняти око під час виконання конкретної роботи (наприклад, товщина ліній шрифту під час читання тексту чи товщина ліній креслення під час його виконання, тощо).

Крім того встановлені ще підрозряди зорової роботи – а, б, в, г в залежності від контрасту об'єкта з фоном (малий, середній та великий) та характеристики фону (світлий, середній темний).

---

<sup>1</sup> **Коефіцієнт світлового клімату прорізів  $m$**  – коефіцієнт, який враховує особливості світлового клімату для даної орієнтації світлопрорізу чи фасаду протилежного будинку.



Для кожного підрозряду встановлено рівень освітленості робочої поверхні Ен у люксах для штучного освітлення.

*Робоча поверхня* – це поверхня на якій виконується зорова робота. Аналогічні розряди та підрозряди існують для приміщень громадського призначення. Розряди – А, Б, В, Г, Д, Е; підрозряди – 1, 2.

*Нормоване значення КПО, D<sub>н</sub>,%*, визначається за таблицями ДБН (таблиця 1.3).

Таблиця 1.1 – Розряди зорової роботи

Характеристика зорової роботи	Найменший розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи
Найвищої точності	Менше 0,15	I
Дуже високої точності	Більше 0,15 до 0,3	II
Високої точності	Більше 0,3 до 0,5	III
Середньої точності	Більше 0,5 до 1	IV
Малої точності	Більше 1 до 5	V
Груба (дуже малої точності)	Більше 5	VI
Робота з матеріалами, що світяться	Більше 5	VII
Загальне спостереження за ходом виробничого процесу	–	VIII

Таблиця 1.2 – Значення коефіцієнта світлового клімату

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

**Примітка 1.** При розташуванні світлопрорізів у площинах, нахилених до горизонту під кутом  $\alpha$ , град, значення *m* визначається за формулою

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

де  $m_1$  – коефіцієнт світлового клімату для вертикального світлопрорізу відповідного типу та орієнтації у даному районі світлового клімату;  $m_2$  – коефіцієнт світлового клімату для світлового прорізу, орієнтованого на зеніт, у даному районі.

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

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

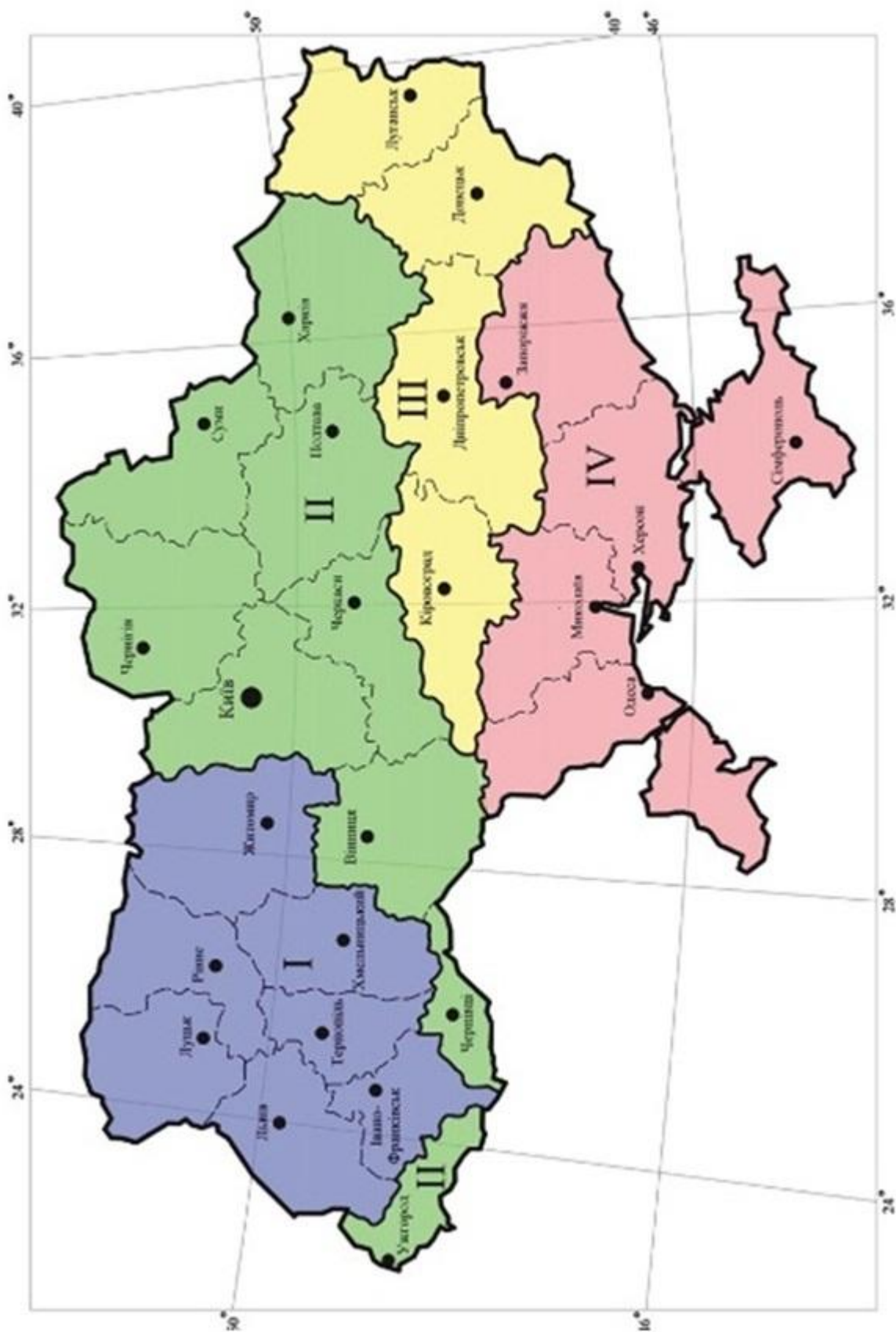


Рисунок 1.2 – Карта світлокліматичного районування України

Таблиця 1.3 – Норми штучного та природного освітлення виробничих приміщень (витяг з ДБН В. 2.5–28–2018)

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

Значення *нормованого КПО* ( $D_n$ ) повинні бути забезпечені на робочій поверхні в найбільш *несприятливій точці*.

Для найбільш несприятливої точки робочої поверхні значення  $D_n$  розраховується за формулою:

$$D_n = \frac{E_v}{E_3} \cdot 100 = \frac{E_n}{E_{кр}} \cdot 100 \quad (1.2)$$

де  $E_n$  – *нормативна величина освітленості робочої поверхні у приміщенні з відповідним розрядом зорових робіт*;

$E_{кр}$  – критична освітленість, яка залежить від економічних чинників, від призначення приміщення, від властивостей зору корінних жителів.

Економічні чинники – тепловтрати та теплонадходження через вікна.

Призначення – характер зорової роботи (розмір об'єкта розрізнення).

Властивість зору – африканець, чи житель похмурого Альбіону.

В Україні критична освітленість  $E_{кр}$  дорівнює:

– для житлових приміщень – 30000 лк;

– для аудиторій ВНЗ – 33000 лк;

– для класів шкіл – 26670 лк.

При цьому, нормативна величина освітленості робочої поверхні у цих приміщеннях  $E_n$  дорівнює:

– для житлових приміщень – 150 лк;

– для аудиторій ВНЗ – 400 лк;

– для класів шкіл – 400 лк.

Наприклад, для аудиторій ВНЗ  $E_{кр} = 33000$  лк, а  $E_n = 400$  лк, тоді за формулою 1.2:

$$D_n = \frac{400}{33000} \times 100\% = 1,2\%$$

Розподіл освітленості в залежності від системи природного освітлення показано на рисунку 1.3.

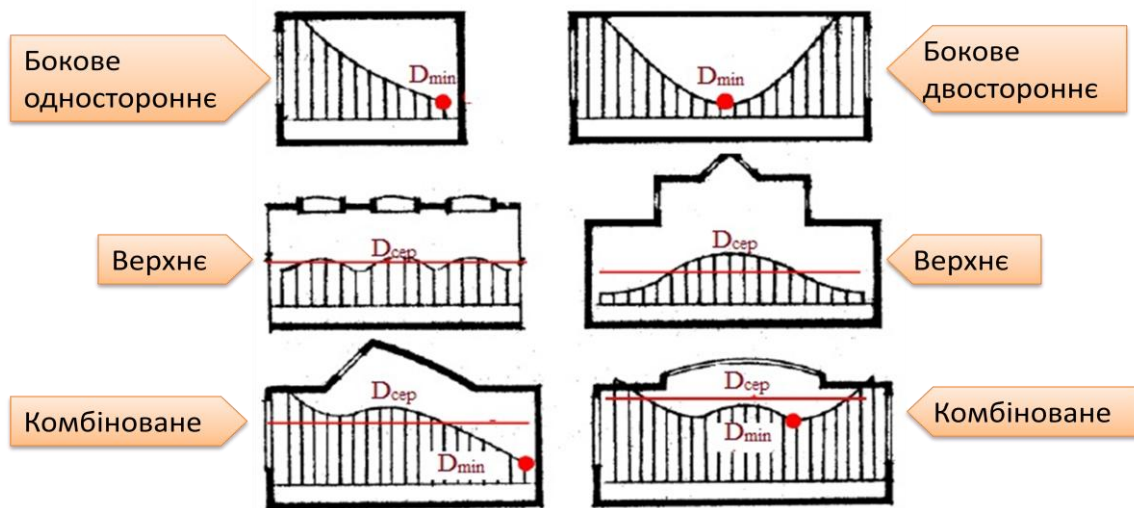


Рисунок 1.3 – Розподіл освітленості в залежності від системи природного освітлення

### Визначення несприятливої точки (розрахункової точки)

За бокового одностороннього освітлення розрахункова точка ( $D_{\min}$ ) знаходиться на перетині робочої поверхні<sup>2</sup> та площини характерного розрізу<sup>3</sup> приміщення на відстані 1 м від стіни, протилежної вікнам (рисунок 1.4 а).

За бокового двостороннього освітлення приміщень та однакових вікнах з обох сторін дозволяється за розрахункову точку приймати точку, розташовану в центрі приміщення на перетині вертикальної площини характерного розрізу і робочої поверхні (рисунок 3.4 б).

За верхнього і комбінованого освітлення нормується середнє значення КПО ( $D_{\text{сеп}}$ ). Розрахункових точок повинно бути не менше п'яти. Перша і остання точки приймаються на відстані 1 м від внутрішніх поверхонь стін (перегородок) або осей колон (рисунок 1.4 в, г).

<sup>2</sup> *Робоча поверхня* – поверхня, на якій проводиться робота та нормується або вимірюється освітленість. *Умовна робоча поверхня* – умовно прийнята горизонтальна поверхня, розташована на висоті 0,8 м від рівня підлоги.

<sup>3</sup> *Характерний розріз приміщення* – поперечний розріз, площина якого перпендикулярна до площини світлових прорізів або до поздовжньої осі приміщення.

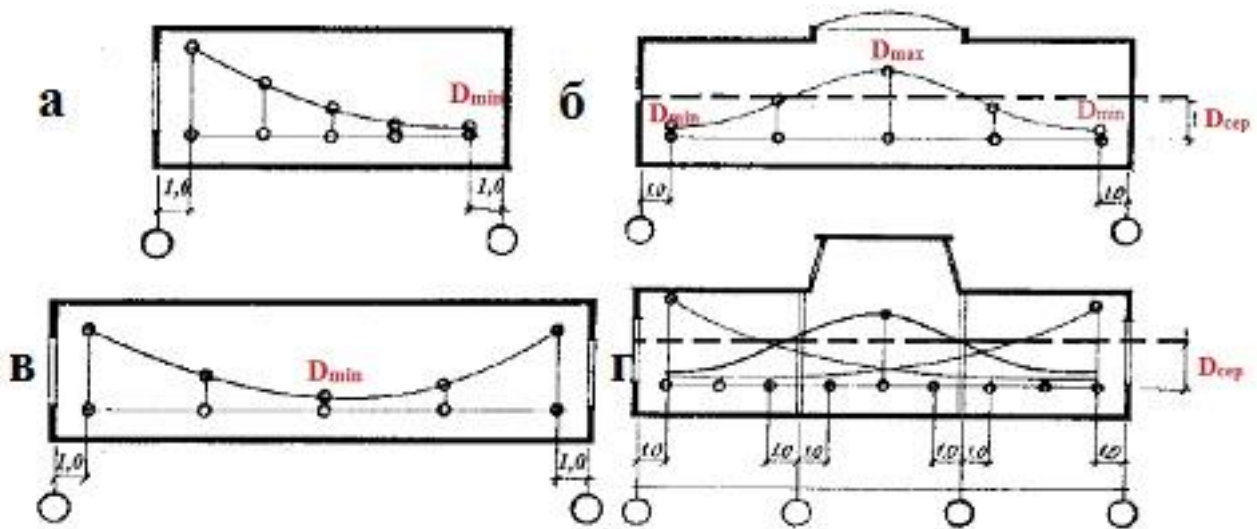


Рисунок 1.4 – Визначення розрахункової точки при боковому односторонньому (а), двосторонньому (б), комбінованому (в, г) природному освітленні

*Нерівномірність природного освітлення* – відношення середнього значення КПО до його найменшого значення у межах даного приміщення.

Нерівномірність природного освітлення виробничих приміщень не повинна перевищувати 3:1. Нерівномірність природного освітлення не нормується для приміщень з бічним освітленням, у разі виконання робіт VII і VIII розрядів при верхньому або комбінованому освітленні та для допоміжних приміщень.

### Практична частина

#### Розрахунок площі світлових прорізів у виробничому приміщенні за бікового природного освітлення через вікна

**Завдання 3.1.** Розрахувати бокове одностороннє природне освітлення (площу вікон) для виробничої дільниці підприємства громадського харчування. Висота будівлі  $H = 3,2$  м, висота робочої поверхні  $h_p = 0,8$  м;  $\rho_{\text{стелі}} = 70\%$ ,  $\rho_{\text{стіни}} = 50\%$ ,  $\rho_{\text{підлоги}} = 30\%$ ; вікна мають такі характеристики: скло подвійне, віконні рами – дерев'яні спарені, сонцезахисні пристрої – стаціонарні горизонтальні жалюзі. Будівля знаходиться в місті Чернігові (IV світловий пояс, вікна спрямовані на захід) і навпроти вікон дільниці, що зорієнтовані на захід немає затіняючі об'єктів. Розташування вікон показати, накресливши план дільниці. Необхідні вихідні дані наведені в таблиці 1.4.

Таблиця 3.4 – Вихідні дані до завдання 3.1

Вихідні дані	Данні для розрахунку							
	0	1	2	3	4	5	6	7
Розмір об'єкту розрізнення, мм	5	8	1	7	5	9	4	9
Розмір приміщення, м	20×10	30×10	40×10	20×20	15×10	20×10	10×10	30×10

Попередній розрахунок природного освітлення полягає у визначенні площі світлових прорізів за формулю:

$$S_g = (D_H \times K_{б\text{уд}} \times K_3 \times \eta_g \times S_n) / (m \times \tau_0 \times r_1 \times 100); \quad (1.3)$$

де  $S_g$  – площа вікон,  $m^2$ ;

$D_H$  – нормоване значення КПО, % визначається за таблицею 1.3.

$m$  – коефіцієнт світлового клімату світлопрорізу, визначається за таблицею 1.2;

$S_n$  – площа підлоги,  $m^2$ ;

$K_{б\text{уд}}$  – коефіцієнт, що враховує затінення вікон напроти стоячими будівлями, визначається за таблицею 3.5 (інакше, приймається в межах 1...1,5);

$K_3$  – коефіцієнт запасу, приймається 1,5...2;

$\tau_0$  – загальний коефіцієнт світлопропускання

$$\tau_0 = \tau_1 \times \tau_2 \times \tau_3 \times \tau_4 \times \tau_5, \quad (1.4)$$

де  $\tau_1$  – коефіцієнт світлопропускання матеріалу (визначається за таблицею 1.5);

$\tau_2$  – коефіцієнт, що враховує втрати світла у віконній рамі (визначається за таблицею 1.5);

$\tau_3$  – коефіцієнт, що враховує втрати світла у несучих конструкціях (у випадку бокового освітлення  $\tau_3=1$ ; верхнього –  $\tau_3=0,8-0,9$ );

$\tau_4$  – коефіцієнт, що враховує втрати світла у сонцезахисних пристроях (визначається за таблицею 1.5);

$\tau_5$  – коефіцієнт, що враховує втрати світла у захисній сітці, яка встановлюється під ліхтарями (приймається рівним 0,9, за відсутності сітки - 1).

$\eta_g$  – світлова характеристика вікна (вибирається із таблиці 1.7);

$r$  – коефіцієнт, що враховує підвищення КПО за рахунок відбиття світла від стелі, стін і підлоги (таблиця 1.9);

Таблиця 1.5 – Значення коефіцієнта  $K_{\text{буд}}$ )

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

Середній коефіцієнт відбиття  $\rho_{\text{ср}}$  стелі, стін, підлоги визначається за формулою:

$$\rho_{\text{ср}} = \frac{\rho_{\text{стелі}} \times S_{\text{стелі}} + \rho_{\text{стін}} \times S_{\text{стін}} + \rho_{\text{підлоги}} \times S_{\text{підлоги}}}{S_{\text{стелі}} + S_{\text{стін}} + S_{\text{підлоги}}}, \quad (1.5)$$

де  $\rho_{\text{стелі}}$ ,  $\rho_{\text{стін}}$ ,  $\rho_{\text{підлоги}}$  – відповідні коефіцієнти відбиття ;  $S_{\text{стелі}}$ ,  $S_{\text{стін}}$ ,  $S_{\text{підлоги}}$  – відповідні площі поверхонь.



Таблиця 1.6 – Значення коефіцієнтів  $\tau_1$   $\tau_2$   $\tau_4$ 

Вид світлопрозорого матеріалу	$\tau_1$	Вид віконної рами	$\tau_2$	Сонцезахисні пристрої	$\tau_4$
Скло безкольорове завтовшки, мм:		Віконні рами для промислових будівель:		Регульовані жалюзі та штори (внутрішні, зовнішні)	1
2	0,89	а) дерев'яні:			
3	0,88	– одинарні	0,7		
4	0,87	– спарені	0,7	Стаціонарні жалюзі та екрани з захисним кутом не більше 45°:	
5	0,86				
6	0,85				
8	0,83				
10	0,81				
12	0,79				
15	0,76				
19	0,72				
25	0,67				
Скло листове:		– подвійні окремі	0,6		
– армоване	0,6	б) металеві:		– горизонтальні	0,65
– з візерунком	0,65	одинарні	0,7	– вертикальні	0,75
– сонцезахисне	0,65	одинарні (глухі)	0,9	Горизонтальні	
– спектрально-селективне	0,75	подвійні (відкриваються)	0,6	- з захисним кутом не більше 30	0,8
Органічне скло:		подвійні (глухі)	0,8		
– прозоре	0,9				
– молочне	0,6			- з захисним кутом від 15 до 45° (багатоступеневі)	0,6-0,9
Пустотілі скляні блоки:					
– світлорозсіюючі	0,5				
– прозорі	0,55				
Склопакети	0,8				

Таблиця 1.7 – Значення світлової активності вікон  $\eta_v$  (бокове освітлення)

Відношення довжини приміщення (L) до його глибини (B)	Відношення глибини приміщення (B) до висоти від рівня робочої поверхні до верхнього краю вікна (h)							
	1	1,5	2	3	4	5	7,5	10
4 і більше	6,5	7	7,5	8	9	10	11	12,5
3	7,5	8	8,5	9,6	10	11	12,5	14
2	8,5	9	9,5	10,5	11,5	13	15	17
1,5	9,5	10,5	13	15	17	19	21	23
1	11	15	16	18	21	23	26,5	29
0,5	18	23	31	37	45	54	66	–

Розрахункові значення коефіцієнта світловідбивання внутрішніх поверхонь приміщення слід приймати на підставі прийнятої в проекті архітектурної обробки поверхонь (таблиця 1.8), але не більше 0,5 – у приміщеннях цивільних будівель та кухнях житлових будинків, а також у виробничих приміщеннях зі світлою характеристикою фону; не більше 0,4 – у житлових кімнатах житлових будинків та у

виробничих приміщеннях із середньою характеристикою фону; не більше 0,30 – у виробничих приміщеннях з темною характеристикою фону.

Значення коефіцієнта  $r$  визначається за таблицею 1.9 в залежності від параметрів приміщення та  $\rho_{\text{ср}}$ .

Таблиця 1.8. – Значення коефіцієнтів відбиття стелі ( $\rho_{\text{стелі}}$ ) та стін ( $\rho_{\text{стін}}$ )

Стан стелі	$\rho_{\text{стелі}}, \%$	Стан стін	$\rho_{\text{стін}}, \%$
Свіжовибілена	80–65	Свіжовибілені з вікнами, закритими	
Побілена в сирих приміщеннях	65–40	білими шторами	75–65
Бетонна чиста	55–45	Свіжовибілені з вікнами без штор	55–45
Бетонна брудна	35–25	Бетонні з вікнами	35–25
Світла дерев'яна (полакована)	60–45	Обклеєні світлими шпалерами	40–25
Темна дерев'яна (нефарбована)	30–25	Обклеєні темними шпалерами	15–5
Брудна (кузні, склади вугілля)	20–10	Цегляні не штукатурені	15–10

Таблиця 1.9 – Значення коефіцієнта  $r$

В/h	l*/V (*l = V – 1м)	Значення $r$ при боковому освітленні								
		Середній коефіцієнт відбиття $\rho_{\text{ср}}$ стелі, стін і підлоги								
		0,5			0,4			0,3		
		Відношення довжини приміщення L до його глибини V								
		0,5	1	2 i >	0,5	1	2 i >	0,5	1	2 i >
Від 1 до 1,5	0,1	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1	1,05	1	1
	0,5	1,4	1,3	1,2	1,2	1,15	1,1	1,2	1,1	1,1
	1,0	2,1	1,9	1,5	1,8	1,6	1,3	1,4	1,3	1,2
> 1,5 до 2,5	0,1	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1	1
	0,3	1,3	1,2	1,1	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,05
	0,5	1,85	1,6	1,3	1,5	1,35	1,2	1,3	1,2	1,1
	0,7	2,25	2	1,7	1,7	1,6	1,3	1,55	1,35	1,2
> 2,5 до 3,5	1,0	3,8	3,3	2,4	2,8	2,4	1,8	2	1,8	1,5
	0,1	1,1	1,05	1,05	1,05	1	1	1	1	1
	0,3	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,1	1,1	1,1	1,05
	0,5	1,6	1,45	1,3	1,35	1,25	1,2	1,25	1,15	1,1
	0,7	2,6	2,2	1,7	1,9	1,7	1,4	1,6	1,5	1,3
> 3,5	0,9	5,3	4,2	3	2,9	2,45	1,9	2,2	1,85	1,5
	1,0	7,2	5,4	4,3	3,6	3,1	2,4	2,6	2,2	1,7
	0,1	1,2	1,15	1,1	1,1	1,1	1,05	1,05	1,05	1
	0,2	1,4	1,3	1,2	1,2	1,15	1,1	1,1	1,05	1,05
	0,3	1,75	1,5	1,3	1,4	1,3	1,2	1,25	1,2	1,1
	0,4	2,4	2,1	1,8	1,6	1,4	1,3	1,4	1,3	1,2
	0,5	3,4	2,9	2,5	2	1,8	1,5	1,7	1,5	1,3
	0,6	4,6	3,8	3,1	2,4	2,1	1,8	2	1,8	1,5
	0,7	6	4,7	3,7	2,9	2,6	2,1	2,3	2	1,7
0,8	7,4	5,8	4,7	3,4	2,9	2,4	2,6	2,3	1,9	
0,9	9	7,1	5,6	4,3	3,6	3	3	2,6	2,1	
1,0	10	7,3	5,7	5	4,1	3,5	3,5	3	2,5	

Результати розрахунків занести в таблицю 3.10.

Визначені за допомогою розрахунку розміри світлових прорізів допускається змінювати на (+5), (-10)%.

Таблиця 1.10 – Результати розрахунку бічного природного освітлення

Площа підлоги, $S_{п}, м^2$	$D_{н}, \%$	$n_{р}$	$K_3$	$K_{БУД}$	Коефіцієнт світлопропускання						$\tau$	Розрахована площа світлових прорізів, $S_{в}, м^2$	Виміряна площа світлових прорізів у приміщенні, $\Sigma S_{в}, м^2$
					1	2	3	4	5				

*Питання для самоконтролю*

- 1) *Як класифікується природне освітлення?*
- 2) *Дайте визначення поняттю «коефіцієнт природного освітлення».*
- 3) *Від яких факторів залежить освітленість робочої поверхні або об'єкта, що розглядається?*
- 4) *Як нормується природна освітленість на робочих місцях?*
- 5) *Що означає поняття "розмір об'єкта розрізнення"?*
- 6) *В чому полягає розрахунок природного освітлення? Які дані для цього необхідні?*
- 7) *Для чого вводяться коефіцієнти будівлі та нерівномірності у розрахунку природного освітлення?*
- 8) *Якими приладами вимірюється освітленість?*

## ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2

### РОЗРАХУНОК ШТУЧНОГО ОСВІТЛЕННЯ. ВИБІР ДЖЕРЕЛА ШТУЧНОГО ОСВІТЛЕННЯ

**Мета:** ознайомитися з принципами нормування штучного освітлення виробничих приміщень, методом коефіцієнта використання світлового потоку розрахувати освітленість в робочому приміщенні або за заданим рівнем освітленості – потрібну кількість світильників.

#### Теоретична частина

За призначенням штучне освітлення буває *робоче, аварійне* (при відключенні робочого освітлення), *евакуаційне, охоронне* (в нічний час).

*Аварійне* освітлення повинно складати не менше 5% норми загального освітлення, але не менше 2 лк всередині приміщення і не менше як 1 лк на території.

*Евакуаційне освітлення* повинно забезпечити освітленість не менш як 0,5 лк в приміщенні і 0,2 лк на відкритих площадках.

*Охоронне освітлення* влаштовується вздовж кордонів території, освітленість на рівні землі повинна бути не нижче ніж 0,5 лк.

Крім того, штучне освітлення буває:

– *загальним* (світильники розміщені рівномірно у верхній зоні приміщення);

– *місцевим* (безпосередньо на робочих місцях);

– *комбінованим* (загальне плюс місцеве). У виробничих приміщеннях одне місцеве освітлення не допускається.

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

Для розрахунку загального рівномірного штучного освітлення приміщень застосовується **метод коефіцієнта використання**

**світлового потоку**, за допомогою якого визначають кількість світильників для даного приміщення.

### **Джерела світла для організації штучного освітлення**

Згідно з ДБН В. 2.5–28–2018 Для загального штучного освітлення доцільно використовувати *розрядні та світлодіодні джерела світла*, які за однакової потужності з тепловими джерелами (світлодіодні лампи) мають більшу світловіддачу та більший термін експлуатації.

Під час вибору джерела світла враховують такі характеристики:

- колірна температура;
- індекс кольоропередачі;
- світловіддача;
- інтенсивність ультрафіолетового випромінювання спектрального діапазону 320...400 нм (не повинно перевищувати 0,03 Вт/м<sup>2</sup>)
- коефіцієнт пульсації<sup>4</sup> освітленості в приміщеннях, де можливе виникнення стробоскопічного ефекту<sup>5</sup> (не повинен перевищувати 10%).

Для загального штучного освітлення приміщень слід використовувати найбільш енергоекономічні джерела світла, віддаючи перевагу при рівній потужності джерелам світла з більшою світловіддачою та строком служби з виконанням вимоги не знижувати якість освітлювального устаткування для зниження енерговитрат. Світлові віддачі світлодіодних ламп та світильників мають відповідати вимогам постанови Кабінету Міністрів України від 15.10.2012 № 992.

Для освітлення відкритих територій, доріг, високих виробничих приміщень використовуються газорозрядні лампи високого тиску:

- ртутні дугові люмінесцентні ДРЛ;
- металогалогенні ДРЙ (дугові ртутні з йодидами);

---

<sup>4</sup> Коефіцієнт пульсації освітленості обчислюється за формулою:

$$K_n = \frac{E_{\max} - E_{\min}}{2E_{\text{сеп}}} \cdot 100,$$

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

<sup>5</sup> **Стробоскопічний ефект** – явище перекручення зорового сприйняття об'єктів, що обертаються, рухаються або змінюються в мигаючому світлі, яке виникає при збігу кратності частотних характеристик руху об'єктів і зміни світлового потоку в часі в освітлювальних установках з газорозрядними джерелами світла, які живляться змінним струмом

- ксенонові ДКсТ (дугові ксенонові трубчасті);
- натрієві ДНаТ (дугові натрієві трубчасті).

Найбільш широкого використання для забезпечення штучного освітлення набули розрядні лампи (люмінесцентні, ртутні, високого тиску дугові типу ДРЛ та ін.), які випромінюють світло в результаті електричного розряду в атмосфері інертних газів і парів металів, а також за рахунок явища люмінесценції.

Розрядні лампи відрізняються низкою переваг:  
випромінюють світло, близьке до природного;  
мають тривалий термін дії – 5...20 тисяч годин;  
світловіддача 30...80 лм/Вт;  
низька температура поверхні колби;

низька потужність живлення (трубчаста люмінесцентна лампа потужністю 23 кВт або компактна люмінесцентна лампа потужністю 10 кВт здатна замінити лампу розжарювання потужністю 100 кВт).

Найбільш розповсюдженим різновидом подібних джерел є ртутна люмінесцентна лампа (рисунок 2.1). Вона представляє собою скляну трубку, заповнену парами ртуті, з нанесеним на внутрішню поверхню шаром люмінофора.



Рисунок 2.1 – Стандартна трубчаста люмінесцентна лампа

Електроди люмінесцентної лампи – це вольфрамові нитки, вкриті пастою із лужноземельних металів, яка забезпечує стабільний тліючий розряд (у разі її відсутності, вольфрамові нитки перегрілися б і згоріли). У процесі роботи, особливо при частих пусках, ця паста поступово обсипається з електродів, вигорає, випаровується, що приводить до перегріву електрода (звідси потемніння на кінцях лампи, яке спостерігається ближче до закінчення терміну служби).

При роботі люмінесцентної лампи між двома електродами, що знаходяться у протилежних її кінцях виникає тліючий електричний розряд. Лампа заповнена парами ртуті і струм, що проходить через неї, призводить до появи УФ-випромінювання. Внутрішні стінки лампи вкриті спеціальною речовиною – люмінофором, що поглинає УФ-випромінювання і випромінює видиме світло. Змінюючи склад люмінофора можна змінювати відтінок світіння лампи.

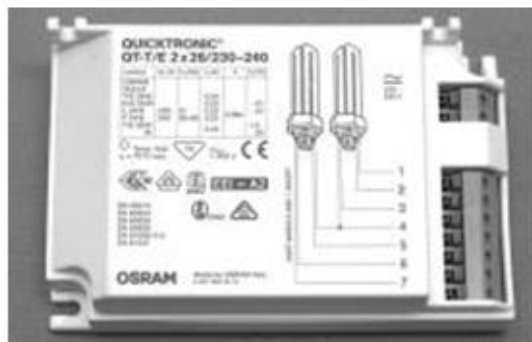
Так як люмінесцентна лампа має від'ємний диференційний опір, (чим більший струм через неї проходить – тим менше її опір), то її підключають до мережі через спеціальний пристрій (баласт). Це запобігає передчасному виходу лампи з ладу. В даний час використовуються два типи баластів – електромагнітний і електронний (рисунок 2.2).

Електромагнітний баласт (рисунок 5.2 а) – індуктивний опір (дросель), який підключається послідовно з лампою. Для запуску лампи з таким типом баласту необхідний також стартер. Перевагами такого типу баласту є його простота і дешевина. Недоліки – мерехтіння ламп (за частоти струму 50 Гц пульсація лампи відбувається 100 разів в секунду), що підвищує стомлюваність, негативно позначатися на зорі, та може призводити до виникнення стробоскопічного ефекту; відносно довгий запуск (зазвичай 1...3 сек., час збільшується в міру зносу лампи); більше споживання енергії в порівнянні з електронним баластом. Дросель також може видавати низькочастотний гул.

Електронний баласт (рисунок 5.2 б) – електронна схема, яка підвищує частоту живлячого лампу струму в 10...100 разів (20...60 кГц). Перевагами такого баласту є відсутність мерехтіння і гулу, більш компактні розміри і менша маса, у порівнянні з електромагнітним баластом, час запуску 0,5...1 сек.



а



б

Рисунок 5.2 – Електромагнітний (а) та електронний баласт (б)

Люмінесцентні лампи дають можливість створювати світло різного спектрального складу – теплий, природний, білий, денний, що може істотно збагатити колірну палітру. Існують спеціальні рекомендації з вибору типу люмінесцентних ламп (кольоровості світла) для різних галузей застосування. Для освітлення виробничих приміщень широко застосовуються люмінесцентні лампи (трубчасті):

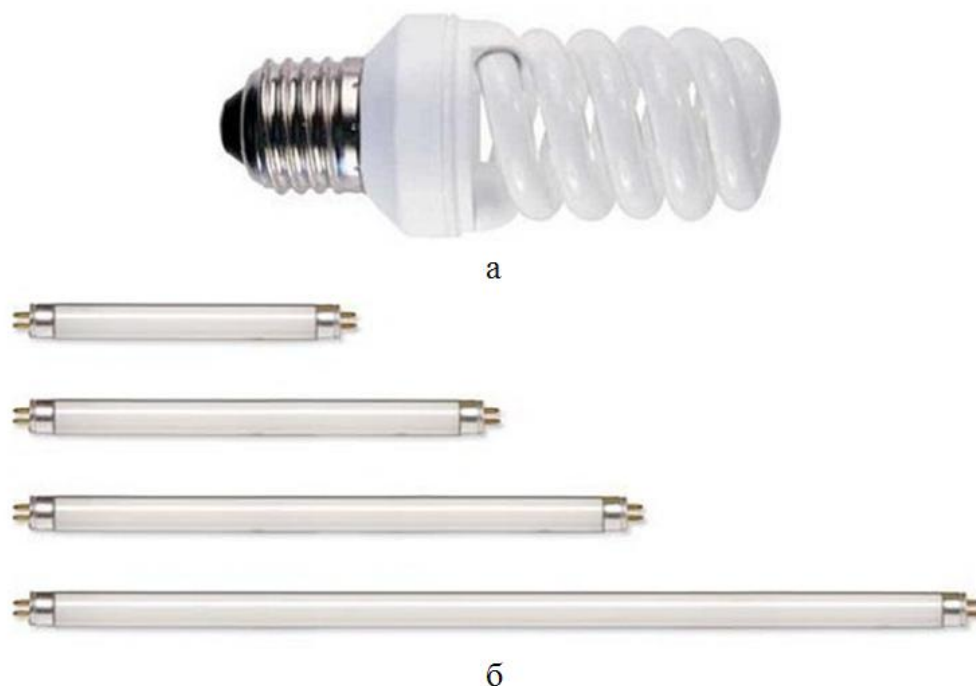
білого світла (ЛБ), теплого білого світла (ЛТБ), холодного білого світла (ЛХБ), денного світла (ЛД), з кращою передачею кольорів (ЛДЦ).

За стандартами люмінесцентні лампи денного світла поділяють на колбні (трубчасті) і компактні.

*Колбні лампи* – це лампи у виді скляної трубки. Вони відрізняються за діаметром і за типом цоколя. Прикладом такої лампи є вітчизняна люмінесцентна лампа потужністю 20 Вт («ЛБ-20») та її європейський аналог – T8 18W.

Лінійна форма люмінесцентної лампи в ряді випадків є незручною. З метою одержати більш компактне джерело світла виготовляються лампи кільцевої, U- та W-подібної форм. Кільцеві лампи випускають потужністю в 20...40 Вт, U-подібні – 15...80 Вт, W-подібні – 30 Вт.

*Компактні люмінесцентні лампи* (рисунок 2.3) представляють собою лампи з зігнутою трубкою, вони відрізняються типом цоколя.



а – компактна люмінесцентна лампа

б – люмінесцентна лампа T5

Рисунок 2.3 – Типи компактних люмінесцентних ламп

Перевагою компактних ламп є стійкість до механічних ушкоджень і невеликі розміри. Цокольні гнізда для таких ламп дуже прості для монтажу в звичайні світильники, термін їх служби складає від 6000 до 15000 годин.



Віддаючи перевагу люмінесцентним лампам, враховуючи такі їх переваги, як висока економічність, різноманітний за кольоровістю випромінювання асортимент, можливість наближення кольірних характеристик до характеристик різних фаз денного світла, великий термін служби не варто забувати і про їхні недоліки.

До *недоліків люмінесцентних ламп* відносяться: складність включення і втрати потужності в пусковому баласті (до 20...30%), залежність світлових характеристик лампи від температури навколишнього середовища, значне зниження світлового потоку перед закінченням терміну служби, пульсація світлового потоку при живленні ламп змінним струмом.

Схеми включення ламп постійно удосконалюються, що дозволяє поступово знижувати втрати в пускових баластах і зменшувати вагу і габарити останніх.

Залежність світлових і електричних характеристик ламп від температури колби зумовлена фізичними особливостями ртутного розряду. Температура колби і значною мірою визначається температурою навколишнього середовища. Тому, температура повітря, що оточує лампу, повинна бути в межах 5...50°C, причому номінальні світлові потоки ламп гарантуються тільки в межах температур повітря 18...25°C, що відповідає температурі її стінок 40-50°C. У закритих світильниках температура повітря значно перевершує обумовлені межі, внаслідок чого лампи в процесі нормальної експлуатації створюють світловий потік нижчий за номінального.

Серед люмінесцентних ламп перевагами в роботі за підвищеної температури навколишнього середовища відрізняються амальгамні лампи, в яких ртуть міститься у вигляді амальгами. В залежності від способу установки, їх застосовують для роботи в одному з двох режимів: за температури навколишнього повітря 5...30°C або за температури 30...60°C, причому в останньому випадку ці лампи дають світловий потік на 25% більше, ніж стандартні.

Пульсація характерна для лінійних (трубчастих люмінесцентних ламп), які підключаються до електромережі за допомогою електромагнітного баласту. Тому, однолампові трубчаті світильники рекомендується використовувати в неробочих зонах приміщення. В багатолампових світильниках цей недолік практично усувається. У приміщеннях, де можливе виникнення стробоскопічного ефекту, необхідно забезпечити включення сусідніх світильників на 3 фази

живильної напруги або включення їх у мережу за допомогою електронного баласту.

До недоліків освітлювальних установок із люмінесцентними лампами відносяться також необхідність спеціальної утилізації (демеркурізації) ламп, що вийшли із ладу. Усі люмінесцентні лампи містять ртуть (у дозах від 40 до 70 мг). Ця доза може заподіяти шкоду здоров'ю, якщо лампа розбилася, і якщо постійно піддаватися пагубному впливу парів ртуті, то вони будуть накопичуватися в організмі людини, завдаючи шкоди здоров'ю. У компактних люмінесцентних лампах міститься 2...3 мг ртуті (для порівняння, у термометрі – 2 г); в деяких типах амальгамних компактних люмінесцентних ламп ртуті в чистому виді практично немає – вона знаходиться в зв'язаному стані.

Світлодіодні енергозберігаючі лампи (рисунок 2.4) призначені для використання як на вулиці так і усередині приміщення, поєднують у собі традиційне виконання насиченість та чистоту кольору і високу надійність. Джерелом світла в таких лампах є білий світлодіод. В основі приладу лежить синій світлодіод із сполук Галію й Індію з Нітрогеном. Його світло, потрапляючи на шар з алюмінію, галію, індію і фосфору, породжує жовтогарячі промені. Суміш синього і жовтогарячого світла сприймається людським оком як біле. Білий світлодіод може мати світловіддачу 330 лм/Вт (найкращі люмінесцентні лампи мають 50...90 лм/Вт, а лампи розжарювання – 10...20 лм/Вт.

Світлодіодні лампи споживають у два рази менше електроенергії в порівнянні з люмінесцентними лампами, а їхній термін служби в 10 разів довший. Монтаж даних ламп є досить простим.



Рисунок 2.4 – Різновид світлодіодних ламп

Серед інших переваг світлодіодних ламп слід зазначити наступні:

- безпека для навколишнього середовища;
- мінімальне виділення тепла: майже вся електроенергія йде на виділення світла, тим самим досягається її істотна економія;
- відсутність шуму, що робить їх незамінним джерелом світла в таких місцях як бібліотеки, лікарні, офіси і т.ін.;
- м'яке світло і відсутність мерехтіння;
- відсутність ультрафіолетового випромінювання;
- різна робоча напруга: можуть працювати від напруги в діапазоні від 80 до 230 В;
- економія електроенергії, довгий термін служби: споживають на 50...70% менше електроенергії, ніж лампи розжарювання;
- міцність і безпека: корпус виконаний з міцного полікарбонатного пластику, що набагато міцніший звичайного скла, з якого зроблені люмінесцентні лампи.

Більш надійними і безпечними, як для здоров'я людини, так і для навколишнього середовища є світлодіодні лампи.

Поряд із люмінесцентними та світлодіодними лампами для організації місцевого освітлення використовуються галогенні лампи (в Євросоюзі ввели заборону на використання галогенних ламп з 01.09.2018).

*Галогенні лампи* за структурою і принципом дії подібні до ламп розжарювання. Але вони містять у газі-наповнювачі незначні добавки галогенів (бром, хлор, фтор, йод) або їхні сполуки. За допомогою цих

добавок є можливість усунути потемніння колби (викликане випаром атомів вольфраму) і зумовлене цим зменшення світлового потоку.

### **Практична частина**

#### **Порядок проведення розрахунків кількості світильників.**

1. Розраховують приблизну кількість світильників загального освітлення у приміщенні за формулою:

$$N = (A \cdot B) / L^2 \quad (2.1)$$

$A$  і  $B$  – довжина і ширина приміщення, м;

$H_p$  – висота підвісу світильників над рівнем робочої поверхні, м:

$$H_p = H - h_p - h_c, \quad (2.2)$$

$h_p = 0,8$  м, висота робочої поверхні над підлогою;  $h_c = 0,5$  м, відстань світлового центру світильника від стелі, або:

$$H_p = L / 1,5, \quad (2.3)$$

$L$  – відстань між рядами світильників; оптимальна відстань між світильником при багаторядному розташуванні, м, визначається:

$$L = 1,5 \cdot H_p \quad (2.4)$$

2. Визначають світловий потік однієї лампи світильника  $\Phi$  за формулою:

$$\Phi = (E_n \cdot S \cdot Z \cdot K_3) / (N \cdot n \cdot \eta), \quad (2.5)$$

де  $E_n$  – нормована освітленість, лк, визначається за таблицею 2.1 для відповідного розряду зорової роботи;

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

$K_3$  – коефіцієнт запасу, що враховує зниження освітленості в результаті забруднення та старіння ламп, визначається за довідником (для кабінетів, робочих приміщень громадських будівель, торговельних залів тощо  $K_3 = 1,5$  при освітленні газорозрядними лампами,  $K_3 = 1,3$  при освітленні лампами розжарювання);

$Z$  – коефіцієнт нерівномірності освітлення  $Z = 1,1 \dots 1,5$ . Приймається для ламп розжарювання і ртутних газорозрядних ламп – 1,15; для цокольних люмінесцентних (т.зв. енергозберігаючих) і світлодіодних – 1,1);

$N$  – кількість світильників (розрахована попередньо за формулою 2.1)

$n$  – кількість ламп в світильнику (для світильників з газорозрядними лампами, прийняти тип світильника ЛПО-01 із кількістю ламп  $n = 2$ );

$\eta$  – коефіцієнт використання світлового потоку, визначається за світлотехнічною таблицею 2.1 в залежності від індексу

приміщення, коефіцієнтів відбиття стелі, стін для світильників з люмінесцентними лампами; значення  $\eta$  визначають в залежності від індексу приміщення  $i$ :

$$i = (A \cdot B) / (H_p \cdot (A + B)), \quad (2.6)$$

3. Визначивши світловий потік лампи  $\Phi$ , за таблицею 5.2 вибирають найближчу стандартну лампу, причому її світловий потік не повинен відрізнятись від розрахункового більше ніж на (-10) – (+20) %.

Розраховують необхідну кількість світильників у приміщенні  $N_H$  за формулою:

$$N = E_n S \cdot K_3 \cdot Z / (\Phi \cdot n \cdot \eta) \quad (2.7)$$

4. Розраховують очікувану освітленість у приміщенні  $E_p$  за необхідної кількості світильників  $N_H$  і відомих всіх інших значеннях за формулою:

$$E_p = (\Phi \cdot N \cdot n \cdot \eta) / (S \cdot Z \cdot K_3) \quad (2.8)$$

**Завдання 2.1.** Розрахувати систему загального рівномірного освітлення для торговельного залу, якщо приміщення має світлу побілку: коефіцієнт відбиття  $\rho_{\text{стелі}} = 70\%$ ,  $\rho_{\text{стін}} = 50\%$ ,  $\rho_{\text{підлоги}} = 30\%$ ; висота приміщення  $H=3,2\text{м}$ ; висота робочих поверхонь (столів)  $h_p = 0,8\text{ м}$ ; відстань від світильника до стелі  $h_c = 0,5\text{ м}$  (для світильників з лампами розжарювання). Тип світильників – ЛПО-01<sup>6</sup>. Лампи для світильників за технічними характеристиками обрати самостійно (виходячи із розрахованого приблизного значення світлового потоку однієї лампи). Інші вихідні дані наведені в таблиці 2.3. Накреслити схему розташування світильників у приміщенні.

Таблиця 2.1 – Коефіцієнти використання світлового потоку ( $\eta$ ) світильників з газорозрядними лампами та лампами розжарювання

Тип світильник	УПМ-15			ЛПО-01		
$\rho_{\text{стелі}}, \%$	70	50	30	70	50	50
$\rho_{\text{стін}}, \%$	50	30	10	50	50	30
$i$	Коефіцієнти використання, $\eta, \%$					
0,5	22	20	17	25	23	20
0,6	32	26	23	31	29	24
0,7	39	34	30	36	34	28
0,8	44	38	34	39	37	32

<sup>6</sup> ЛПО-01 – двохлампові світильники з люмінесцентними лампами.

0,9	47	41	37	42	41	35
1,0	49	43	39	46	44	38
1,1	50	45	41	48	46	41
1,25	52	47	43	51	49	44
1,5	55	50	46	55	53	49
1,75	58	53	48	58	57	52
2,0	60	55	51	61	59	55
2,25	62	57	53	63	62	57
2,5	64	59	55	65	64	59
3,0	66	62	58	68	66	62
3,5	68	64	61	70	68	64
4,0	70	66	62	71	69	66
5,0	73	69	64	75	72	70

Таблиця 2.2 – Технічні дані деяких ламп розжарювання та люмінесцентних ламп

Лампи розжарювання загального призначення (U=220 В)			Люмінесцентні лампи загального призначення			
Потужність, Вт	Тип лампи*	Світловий потік, лм	Потужність, Вт	Тип лампи*	Світловий потік, лм	Довжина лампи, м
25	В	220	20	ЛДЦ	850	0,6
40	Б	400	20	ЛД	1000	0,6
40	БК	460	20	ЛБ	1200	0,6
60	Б	715	30	ЛДЦ	1500	0,9
60	БК	790	30	ЛД	1800	0,9
100	Б	1350	30	ЛБ	2180	0,9
100	БК	1450	40	ЛДЦ	2200	1,2
150	Г	2000	40	ЛД	2500	1,2
150	Б	2100	40	ЛБ	3200	1,2
200	Г	2800	80	ЛДЦ	3800	1,5
200	Б	2920	80	ЛД	4300	1,5
300	Г	4600	80	ЛБ	5400	1,5

Примітка\*: В – вакуумна, Б – біспіральна, БК – біспіральна криптонова, Г – газонаповнена, ЛДЦ – денного світла з покращеним відтворенням кольору, ЛД – денного світла, ЛБ – білого світла.

Таблиця 2.3 – Вихідні дані до задачі 2.1

Вихідні дані	Данні для розрахунку									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Розряд підрозряд робіт	IV б	IV б	V а	IV в	V б	V в	IV г	V г	IV г	VI

Розмір приміщення, м	20×10	12×5	14×10	15×10	16×10	14×15	10×10	15×10	20×10	15×5
----------------------	-------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------

*Питання для самоконтролю*

- 1) Які класифікується штучне освітлення?
- 2) В яких одиницях нормується штучне освітлення.
- 3) Які є методи розрахунку штучного освітлення?
- 4) Як проводиться розрахунок штучного освітлення за методом використання коефіцієнта світлового потоку?
- 5) Які джерела світла використовуються для організації загального освітлення виробничих приміщень? Назвіть їхні переваги та недоліки?
- 6) Які джерела світла можна використовувати для організації місцевого освітлення?
- 7) Порівняйте між собою люмінесцентні та світлодіодні лампи.
- 8) Які із джерел штучного освітлення є найбільш ефективними з точки зору енергозбереження ?

### **ПРАКТИЧНА РОБОТА № 3 ЗАХИСТ ВІД ВИРОБНИЧОГО ШУМУ**

**Мета:** навчитися визначати рівень звукового тиску, який створюється декількома джерелами шуму на робочому місці, оцінити його відповідність санітарним нормам виробничого шуму; навчитись визначати зниження шуму матеріалом ізолюючої перегородки, запропонувати засоби захисту, за допомогою яких можна досягти потрібного зниження шуму.

#### **Теоретична частина.**

Експлуатація переважної більшості технологічного обладнання, енергетичних установок, машин та механізмів пов'язана з виникненням шумів та вібрації різної частоти та інтенсивності, котрі справляють несприятливий вплив на організм людини.

Шум може тимчасово активізувати або постійно пригнічувати психічні процеси організму людини. Фізіологічні та біологічні наслідки можуть проявлятися у формі порушення функцій слуху та інших аналізаторів, зокрема вестибулярного апарату, координуючої функції кори головного мозку, нервової системи, систем травлення і кровообігу.

Індивідуальні особливості людини, пов'язані з різними психологічними реакціями на вплив шуму, суттєво впливають на його сприйняття.

Шум не лише погіршує самопочуття людини і знижує продуктивність праці на 10 – 15%, але нерідко призводить до професійних захворювань.

Матеріальні збитки від цих захворювань значно більші, ніж від інших професійних захворювань. У зв'язку з цим боротьба з шумом має не лише санітарно-гігієнічне, але й техніко-економічне значення, вказує на необхідність розробки комплексу інженерно-технічних та організаційних заходів щодо зниження шуму до нормативних значень.

Під *шумом* розуміють несприятливе поєднання звуків різної інтенсивності, частоти і тиску, які впливають на організм людини, заважають відпочивати і працювати. З фізіологічної точки зору шум – це будь-який небажаний звук, що сприймається органом слуху людини.

Звук характеризується частотою звукових коливань, звуковим тиском та інтенсивністю.

Для оцінки та аналізу шумів весь слуховий діапазон частот ( $f = 20 \dots 20000$  Гц) розбивають на смуги – *октави* – смуга частот, у якій відношення верхньої частоти до нижньої дорівнює двом.

Характеристикою кожної смуги є середньгеометрична частота  $f_{сг}$ , яка для октави вираховується за виразом  $f_{сг} = \sqrt{f_1 \cdot f_2}$ . Значення  $f_{сг}$  для восьми стандартизованих октавних смуг дорівнюють 63, 125, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц.

*Звуковий тиск*  $P$ , Па – це різниця між миттєвим значенням повного тиску у середовищі за наявності звуку та середнім тиском у цьому середовищі за відсутності звуку.

*Інтенсивність звуку*  $I$ , Вт/м<sup>2</sup> – це середній потік звукової енергії за одиницю часу віднесений до одиниці площі поверхні перпендикулярної до напрямку розповсюдження звукової хвилі.

Для фізіологічної оцінки інтенсивності та звукового тиску використовують відносні величини – рівень інтенсивності звуку  $L_I$  та рівень звукового тиску  $L_p$ , одиницею вимірювання яких є децибел (дБ):

$$L_I = 10 \lg(I/I_0), \quad (3.1)$$

а рівень звукового тиску  $L_p$  в дБ:

$$L_p = 10 \lg (P/P_0)^2 = 20 \lg(P/P_0), \quad (3.2)$$

де  $I$  і  $P$  відповідно інтенсивність і звуковий тиск в даній точці, а  $I_0$  і  $P_0$  – інтенсивність і звуковий тиск порогу чутності<sup>7</sup>.

---

<sup>7</sup> За частоти 1000 Гц поріг чутності для звукового тиску складає  $P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$  Па, а для інтенсивності звуку –  $I_0 = 10^{-12}$  Вт/м<sup>2</sup>; при звуковому тиску  $P = 200$  Па та  $I = 100$  Вт/м<sup>2</sup> виникають больові відчуття (больовий поріг)



Для орієнтовної гігієнічної оцінки параметрів постійного широкосмужного шуму на робочих місцях, що нормуються, дозволяється за характеристику постійного шуму приймати рівень звуку в дБА, який вимірюється за шкалою “А”<sup>8</sup> шумоміра:

$$L_A = 20 \lg(P_A/P_0), \quad (3.3)$$

де  $P_A$  – середньоквадратичний звуковий тиск з урахуванням коригування “А” шумоміра, Па;  $P_0$  – порогове значення звукового тиску, Па.

Коригування полягає у введенні поправок до рівнів звукового тиску в залежності від частоти. Коригований рівень звукового тиску дорівнює:

$$L_A = L - \Delta L_A, \quad (3.4)$$

де  $L$  – значення загального рівня шуму;  $\Delta L_A$  – корекція, дБ.

Коригування необхідне, для наближення результатів об’єктивних вимірювань до суб’єктивного сприйняття шуму людиною. Стандартні значення коригування такі:

Частота, Гц	16	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$\Delta L$ , дБ	80	42	26,3	16,1	8,6	3,2	0	-1,2	-1,0	-1,1

Норми шуму на робочих місцях регламентуються Санітарними нормами виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку ДСН 3.3.6.037-99. При нормуванні шуму враховується характер роботи та умови технологічного процесу.

Параметрами постійного шуму на робочих місцях, що нормуються, є рівні звукових тисків в октавних смугах з середньгеометричними частотами 31,5; 63; 125; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц в децибелах.

Шум на робочих місцях не повинен перевищувати допустимих рівнів згідно ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку (таблиця 3.1).

Зони з рівнем звуку вище 85 дБА повинні бути позначені знаками небезпеки. Працюючих в цих зонах адміністрація зобов’язана забезпечити засобами індивідуального захисту.

Таблиця 3.1 – Допустимі рівні звукового тиску на робочих місцях

Робочі місця	Рівні звукового тиску, дБ в октавних смугах із середньгеометричними частотами, Гц	Рівень звуку,
--------------	---	---------------

<sup>8</sup> Рівень звуку в дБА використовується для орієнтовної оцінки постійного і непостійного шуму, без врахування його спектру.

	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	дБА
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Творча діяльність, керівна робота з підвищеними вимогами, наукова діяльність, конструювання та проектування, програмування, викладання та навчання, лікарська діяльність; робочі місця у приміщеннях - дирекції, проектно-конструкторських бюро, розрахувачів, програмістів обчислювальних машин у лабораторіях для теоретичних робіт та обробки даних, прийому хворих у медпунктах	71	61	54	49	45	42	40	38	50
2. Висококваліфікована робота, що вимагає зосередження, адміністративно-керівна діяльність, вимірювальні та аналітичні роботи у лабораторії: робочі місця в приміщеннях цехового керівного апарату, контор, лабораторій	79	70	63	58	55	52	50	49	60
3. Робота, що виконується за вказівками та акустичними сигналами, робота, що потребує постійного слухового контролю, операторська робота за точним графіком з інструкцією, диспетчерська робота: робочі місця у приміщеннях диспетчерської служби, кабінетах та приміщеннях спостереження та дистанційного керування з мовним зв'язком по телефону, друкарських бюро, на дільницях точного складання, на телефонних та телеграфних станціях, у приміщеннях майстрів, у залах обробки інформації на обчислювальних машинах без дисплея та у приміщеннях операторів-акустиків	83	74	68	63	60	57	55	54	65
4. Робота, що вимагає зосередження, робота з підвищеними вимогами до процесів спостереження та дистанційного керування виробничими циклами: робочі місця за пультами у кабінах нагляду та дистанційного керування без мовного зв'язку по телефону; у приміщеннях лабораторій з шумним устаткуванням, шумними агрегатами обчислювальних машин	91	83	77	73	70	68	66	64	75
5. Виконання всіх видів робіт (крім перелічених у пп. 1 - 4 та аналогічних їм) на постійних робочих місцях у виробничих приміщеннях та території підприємств	95	87	82	78	75	73	71	69	80

## Практична частина

**Визначення рівня звукового тиску при одночасно працюючих джерелах шуму**

Сумарний рівень звукового тиску від декількох джерел шуму визначається за формулою:

$$L_s = 10 \cdot \lg \sum_{i=1}^n 10^{0,1 \cdot L_i} \quad (3.5)$$

де  $L_i$  – октавний рівень звукового тиску розглядуваного джерела, дБ ;  $i$  – номер джерела ;  $n$  – загальна кількість джерел в приміщенні.

В разі  $n$  однакових джерел шуму формула має вигляд:

$$L_s = L_i + 10 \cdot \lg n \quad (3.6)$$

де  $L_i$  – октавний рівень звукового тиску одного джерела,  $n$  – кількість джерел.

При двох різних джерелах шуму  $L_1 > L_2$ :

$$L_s = L_1 + \Delta L \quad (3.7)$$

де  $\Delta L$  – добавка, визначається із таблиці 5.1 в залежності від різниці  $L_1 - L_2$ .

Якщо кількість джерел  $n > 2$ , то користуючись таблицею 3.2 необхідно послідовно додавати рівні, починаючи, починаючи із максимального. Спочатку визначають різницю двох додаваних рівнів, потім – добавку до більш високого з додаваних рівнів. Після цього добавку слід додати до більшого з додаваних рівнів.

Наприклад: рівні звукового тиску від п'яти джерел шуму становлять відповідно 81, 83, 87, 90, 91, для того, щоб знайти сумарний рівень звукового тиску  $L_s$  спочатку знаходимо різницю між значенням звукового тиску найбільш інтенсивного джерела і джерела із наступною інтенсивністю:  $L_{\text{різн1}} = 91 - 90 = 1$ ; із таблиці вибираємо  $\Delta L_{\text{дод1}} = 2,5$ . Знаходимо сумарний рівень звукового тиску для двох джерел  $L_{s1}$ , додаючи  $\Delta L_1$  до значення звукового тиску найбільш інтенсивного джерела:  $L_{s1} = 91 + 2,5 = 93,5$  дБ. Далі шукаємо різницю між знайденим  $L_{\text{різн2}}$  двох джерел із наступним значенням звукового тиску:

$$L_{\text{різн2}} = 93,5 - 87 = 6,5, \quad \text{отже} \quad \Delta L_2 = 0,9, \quad \text{тоді}$$

$$L_{s2} = 93,5 + 0,9 = 94,4 \text{ дБ};$$

$$L_{\text{різн3}} = 94,4 - 85 = 9,4; \Delta L_3 = 0,5; L_{s3} = 94,4 + 0,5 = 94,9 \text{ дБ};$$

$$L_{\text{різн4}} = 94,9 - 83 = 11,9; \Delta L_4 = 0,3; L_{s4} = 94,9 + 0,3 = 95,2 \text{ дБ}$$

$$L_{\text{різн5}} = 95,2 - 81 = 14,2; \Delta L_5 = 0,2; L_{s5} = 95,2 + 0,2 = 95,4 \text{ дБ}$$

Знайдемо сумарний рівень звукового тиску від даних п'яти джерел за формулою 3.5.

$$L_s = 10 \cdot \lg(10^{0,1 \cdot 81} + 10^{0,1 \cdot 83} + 10^{0,1 \cdot 85} + 10^{0,1 \cdot 87} + 10^{0,1 \cdot 90} + 10^{0,1 \cdot 91}) = 95,3$$

Таблиця 3.2 – Додавання рівнів звукового тиску

Різниця двох додаваних рівнів	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20
Добавка $\Delta L$ до більш високого рівня	3	2,5	2	1,8	1,5	1,2	1	0,8	0,6	0,5	0,4	0,2	0

**Завдання 3.1.** В офісному приміщенні одночасно працюють три установки (варіанти завдань вибрати із таблиці 3.3). Рівні звукового тиску, що випромінюються кожним джерелом наведені в таблиці 3.3. Визначити сумарні октавні рівні звукового тиску одночасно працюючих джерел послідовним сумуванням (формула 3.7) і за формулою 3.5. Порівняти отримані результати.

Таблиця 3.3 – Вихідні дані до завдання 3.1

Рівень джерела шуму, дБА	Варіанти									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
А, 80	+	–	+	–	+	–	–	–	+	–
Б, 84	–	+	–	–	+	+	–	+	–	+
В, 81	+	+	+	–	+	–	+	–	–	–
Г, 92	–	+	+	+	–	+	+	+	–	–
Д, 95	+	–	–	+	–	–	–	+	+	+
Е, 96	–	–	–	+	–	+	+	–	+	+

**Завдання 3.2.** Визначити сумарний рівень звукового тиску при  $n$  однакових одночасно працюючих джерелах шуму, рівновіддалених від розрахункової точки, за даними таблиці 3.4, користуючись формулою 3.6.

Таблиця 3.4 – Вихідні дані до завдання 3.2

Вихідні дані	Варіанти									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Звуковий тиск $L_i$ , дБ	92	90	87	83	81	78	75	70	65	60
Кількість джерел звуку, $n$	3	4	5	3	4	5	3	4	5	3

### Методи та засоби захисту від шуму

Для боротьби з шумом застосовують методи і засоби колективного та індивідуального захисту. На підприємствах, в першу чергу, необхідно застосувати засоби колективного захисту. Методи колективного захисту поділяють на: архітектурно-планувальні, інженерні, організаційні та акустичні.

Серед акустичних методів захисту найбільш поширеним методом є застосування звукоізоляції у вигляді кожухів, екранів, огорожень, кабін спостереження (при дистанційному керуванні). В основу методу звукоізоляції покладений принцип відбиття – більша частина звукової енергії  $I$ , що падає на огороження відбивається і тільки незначна її частка (близько 0,001) проникає через огороження. Ефективність звукоізоляції  $R$ , дБ характеризується коефіцієнтом звукопровідності  $\tau$  і розраховується за формулою:

$$R = 10 \lg (1/\tau), \quad (3.8)$$

де  $\tau = E_{\text{прон}}/E_{\text{пад}}$  – коефіцієнт звукопровідності перешкоди, де  $E_{\text{прон}}$  – енергія звукової хвилі, що проникла через звукоогорожувальну конструкцію, Вт;  $E_{\text{пад}}$  – енергія звукової хвилі, що падала на звукоогорожувальну конструкцію, Вт.

За звичай  $R = 20 \dots 40$  дБ. Звукоізолююча здатність багаточислової конструкції  $R$ , дБ визначається за формулою:

$$R = 20 \lg mf - 47,5, \quad (3.9)$$

де  $m$  – маса конструкції,  $\text{кг}/\text{м}^2$ ;  $f$  – частота коливань, Гц;

## Розрахунок звукоізоляції перегородки з шаром звукопоглинального матеріалу (ЗПМ).

Розрахунок проводиться у восьми октавних смугах частот. Загальна звукоізоляція перегородки з шаром звукопоглинального матеріалу (ЗПМ)  $R_c$  визначається за формулою:

$$R_c = R + \Delta R \quad (3.10)$$

де  $R$  – звукоізоляція перегородки (вибирається із таблиці 3.5 в залежності від матеріалу перегородки);

$\Delta R$  – додаткова звукоізоляція за рахунок шару ЗПМ, дБ визначається за формулою:

$$\Delta R = 8,7\beta \cdot \delta + 20 \lg[(m_n + m_{nc})/m_n] \quad (3.11)$$

де  $\beta$  – коефіцієнт затухання, 1/м, (визначається за таблицею 3.6);

$\delta$  – товщина шару ЗПМ, м;

$m_n$  – поверхнева густина матеріалу перегородки, кг/м<sup>2</sup> (вибирається із таблиці 3.5).

$m_{nc}$  – поверхнева густина шару ЗПМ, кг/м<sup>2</sup> знаходиться за формулою:

$$m_{nc} = \rho \delta, \quad (3.12)$$

де,  $\rho$  – об'ємна густина ЗПМ,  $\rho = 20$  кг/м<sup>3</sup>;  $\delta$  – товщина шару ЗПМ, м.

Таблиця 3.5 – Звукоізоляція стін і перегородок, дБ

Конструкція	Товщина, мм	Поверхнева густина, кг/м <sup>2</sup>	Середньгеометрична частота октавної смуги, Гц							
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Цегляна кладка	140	220	32	39	40	42	48	54	60	60
	270	420	36	41	44	51	58	64	65	65
	410	620	41	44	48	55	61	65	62	65
Залізобетонна панель	100	250	38	38	38	44	50	58	60	60
	160	400	43	43	43	51	60	63	63	63
	200	500	40	42	44	51	59	65	65	65
	300	750	44	44	50	58	65	69	69	69
Гіпсобетонна панель	80	115	32	32	33	39	47	54	60	60
Шлакобетонна панель	140	250	39	39	39	46	53	60	60	60
	250	400	42	42	42	50	59	64	64	64

Таблиця 3.6 – Коефіцієнти затухання  $\beta$ , 1/м

Звупоглинаючий матеріал	Середньгеометрична частота октавної смуги, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Полотно із супертонкого скловолокна	3	5	6	9	14	24	34	45
Полотно із супертонкого базальтового волокна	3	6	8	11	25	34	37	38

**Завдання 3.3.** Розрахувати звукоізоляцію перегородки з шаром звукопоглинального матеріалу (ЗПМ). Матеріал для перегородки і ЗПМ взяти згідно варіанту із таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 – Вихідні дані до завдання 3.3

Вихідні дані	Варіанти									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Матеріал перегородки	Цегляна кладка			Залізобетонна панель				Гіпсо-бетонна панель	Шлакобетонна панель	
Товщина перегородки, мм	140	270	410	100	160	200	300	80	140	250
ЗПМ	Полотно із супертонкого скловолокна					Полотно із супертонкого базальтового волокна				
Товщина шару ЗПМ, мм	50	60	70	80	90	100	50	60	70	80

*Питання до самоконтролю*

- 1) *Охарактеризуйте шум за таким планом: визначення, фізичні та фізіологічні характеристики, джерела виникнення, вплив на людину.*
- 2) *Як проводиться нормування виробничого шуму? Назвіть параметри, які нормуються та основні нормативні документи.*
- 3) *Які вимоги до шуму на робочих місцях із передбачені санітарними нормативами?*
- 4) *Як проводиться контроль параметрів шуму на робочих місцях?*
- 5) *Які вимірювальні прилади для визначення рівня шуму на робочих місцях вам відомі?*
- 6) *Назвіть методи захисту від шуму.*
- 7) *В чому полягає метод звукоізоляції? Які ви знаєте звукоізолюючі матеріали?*
- 8) *Яка ефективність методу звукопоглинання у боротьбі зі зниженням шуму? Назвіть звукопоглинальні матеріали.*
- 9) *Які ви знаєте індивідуальні засоби захисту від шуму? В яких випадках передбачене їх використання?*

## ПРАКТИЧНА РОБОТА № 4

### ПАРАМЕТРИ МІКРОКЛІМАТУ ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕНЬ. РОЗРАХУНОК ПОВІТРООБМІНУ

**Мета:** навчитись оцінювати стан повітря робочої зони за значеннями параметрів мікроклімату, рівнем забрудненості, навчитись розраховувати необхідний для нормалізації параметрів мікроклімату робочої зони повітрообмін та його кратність.

#### **Теоретична частина**

*Мікроклімат виробничих приміщень*<sup>9</sup> – умови внутрішнього середовища цих приміщень, що впливають на тепловий обмін працюючих з оточенням шляхом конвекції, кондукції, теплового випромінювання та випаровування вологи. Ці умови визначаються поєднанням температури, відносної вологості та швидкості руху повітря, температури оточуючих людину поверхонь та інтенсивністю теплового (інфрачервоного) опромінення.

Показниками, що характеризують мікроклімат, є: температура повітря (°C), відносна вологість повітря (%), швидкість руху повітря (м/сек.), інтенсивність теплового випромінювання (Вт/м<sup>2</sup>).

Вимірювання параметрів мікроклімату проводяться на робочих місцях і в робочій зоні на початку, в середині та в кінці робочої зміни.

У випадку коливань мікрокліматичних умов, пов'язаних з технологічним процесом та іншими причинами, вимірювання проводяться з урахуванням найбільших і найменших величин термічних навантажень протягом робочої зміни. Вимірювання здійснюються не менше 2-х разів на рік (теплий та холодний періоди року) у порядку поточного санітарного нагляду, а також при введенні в експлуатацію нового технологічного устаткування, внесенні

---

<sup>9</sup> *Виробниче приміщення* – замкнутий простір в спеціально призначених будинках та спорудах, в яких постійно (по змінах) або періодично (протягом частини робочого дня) здійснюється трудова діяльність людей.

У виробничому приміщенні розрізняють:

- *робочу зону* – простір, в якому знаходяться робочі місця постійного або непостійного (тимчасового) перебування працівників;
- *робоче місце* – місце постійного або тимчасового перебування працюючого в процесі трудової діяльності;
- *постійне робоче місце* – місце, на якому працюючий знаходиться понад 50% робочого часу або більше 2-х годин безперервно. Якщо при цьому робота здійснюється в різних пунктах робочої зони, то вся ця зона вважається постійним робочим місцем;
- *непостійне робоче місце* – місце, на якому працюючий знаходиться менше 50% робочого часу або менше 2-х годин безперервно.

технічних змін в конструкцію діючого устаткування, організації нових робочих місць тощо.

Вимірювання параметрів мікроклімату на робочих місцях проводяться на висоті 0,5-1,0 м від підлоги – при роботі сидячи та 1,5 м від підлоги при роботі стоячи.

*Вимірювання температури повітря* у виробничому приміщенні здійснюється звичайними ртутними термометрами. За наявності джерела теплового випромінювання застосовують парний термометр – два термометри, у яких резервуар одного затемнений (чорною фарбою), а іншого – посріблений. Дійсну температуру повітря в цьому випадку визначають за формулою:

$$T = T_C - K(T_C - T_3) \quad (4.1)$$

де  $T_C$  – показник посрібленого термометра,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $T_3$  – показник затемненого термометра,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $K$  – константа приладу (наводиться у паспорті або інструкції до приладу).

Вимірювання відносної вологості повітря проводять за допомогою психрометрів. Найбільш поширеними видами психрометрів є *психрометр Августа* (без вентилятора) і *аспіраційний психрометр Ассмана* (з вентилятором). Психрометр Августа складається з двох звичайних ртутних термометрів. Ртутна кулька одного з них обгорнута марлею, кінець якої у вигляді нещільного джгуту занурюють у резервуар з чистою водою. Цей термометр називається вологим, інший сухим. При випаровуванні води з поверхні марлі ртуть вологого термометру охолоджується, тому вологий термометр завжди показує більш низьку температуру, чим сухий. Випаровування відбувається тим інтенсивніше, чим більш сухе повітря і більше швидкість його руху. За показаннями термометрів і таблиці (таблиця 4.1), яка додається до психрометра Августа, визначають відносну вологість повітря.



Таблиця 4.1 – Значення відносної вологості повітря за показниками психрометра Августа

T <sub>c</sub>	Різниця показників температури за сухим і вологим термометром ΔT									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	82	63	45	28	11	–	–	–	–	–
2	84	68	51	35	20	–	–	–	–	–
4	85	70	56	42	28	14	–	–	–	–
6	86	73	60	47	35	23	10	–	–	–
8	87	75	63	51	40	28	18	7	–	–
10	88	76	65	54	44	34	24	14	4	–
12	89	78	68	57	48	38	29	20	11	4
14	90	79	70	60	51	42	33	25	17	9
16	90	81	71	62	54	45	37	30	22	15
18	91	82	73	64	56	48	41	34	26	20
20	91	83	74	66	59	51	44	37	30	24
22	92	83	76	68	61	54	47	40	34	28
24	92	84	77	69	62	56	49	43	37	31
26	92	85	78	71	64	58	50	45	40	34
28	93	85	78	72	65	59	53	48	42	37
30	93	86	79	73	67	61	55	50	44	39

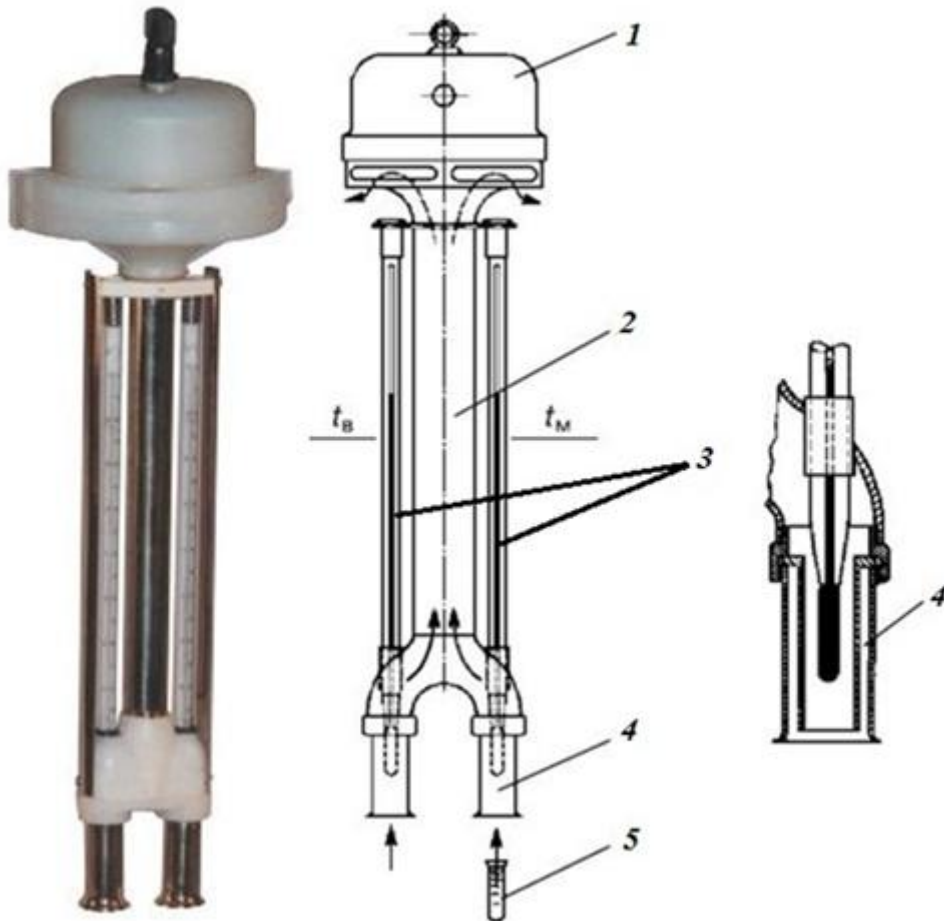
Під час проведення досліджень найбільш часто використовується аспіраційний психрометр Ассмана (рисунок 4.1)

Він складається з двох однакових метеорологічних ртутних термометрів (3), закріплених в спеціальній оправі і вміщених в захисні металічні труби (4), які сполучені загальним повітропроводом (2) з вентилятором, що знаходиться в голівці приладу (1).

Резервуар правого термометра обгорнутий батистом в один шар і перед роботою змочується дистильованою водою за допомогою піпетки (5).

Аспіраційний психрометр Ассмана дає точні і стійкі показання, так як обидва термометра («сухий» і «мокрый») обдуваються повітрям з постійною швидкістю, захищені від променевого потоку теплоти і впливу зовнішніх потоків повітря.

Відносна вологість повітря визначається на основі одночасних показників «сухого» і «мокрого» термометрів та їх різниці за допомогою психрометричних таблиць або графіків.



1 – вентилятор; 2 – повітряний канал; 3 – захисний циліндр резервуара термометра; 4 – піпетка з водою

Рисунок 4.1 – Аспіраційний психрометр Ассмана

Відносну вологість можна розрахувати за формулою:

$$W = \frac{P_B - \alpha (P_C - T_B) \times H}{P_C} \cdot 100, \% \quad (4.2)$$

де  $P_B$  і  $P_C$  – пружність насиченої водяної пари відповідно за температури вологого і сухого термометрів (таблиця 4.2);  $H$  – барометричний тиск, мм.рт. ст.;  $\alpha$  – психрометричний коефіцієнт, який залежить від швидкості руху повітря (таблиця 4.3);  $T_B$  і  $T_C$  – температура відповідно вологого і сухого термометрів, °С.

Таблиця 4.2 – Пружність насичених водяних парів за різної температури повітря

Температура, °С	Пружність парів, мм.рт. ст..	Температура, °С	Пружність парів, мм.рт. ст..	Температура, °С	Пружність парів, мм.рт. ст..
10	9,14	18	14,93	26	24,96
11	9,77	19	16,32	27	26,47
12	10,43	20	17,36	28	28,07
13	11,14	21	18,47	29	29,74
14	11,88	22	19,63	30	31,51
15	12,67	23	20,86	31	32,37
16	13,51	24	22,06	32	35,32
17	14,40	25	23,52	33	37,37

Таблиця 4.3 – Психрометричний коефіцієнт  $\alpha$

V, м/с	0,13	0,16	0,20	0,30	0,40	0,80	2,30	4,00
$\alpha$	0,0013	0,0012	0,0011	0,0010	0,0009	0,0008	0,0007	0,00067

Вимірювання швидкості руху повітря здійснюється анемометрами. У виробничій практиці застосовують два типи анемометрів – чашковий (рисунк 4.2) та крильчастий.

Чашковий анемометр дозволяє робити заміри швидкості руху повітря від 1 до 20 м/с, крильчастий застосовується при замірах швидкості від 0,5 до 5 м/с.

Вимірювання атмосферного тиску здійснюють барометром-анероїдом. Дія його заснована на здатності мембранної анероїдної коробки деформуватися при зміні атмосферного тиску. Лінійні переміщення мембрани перетворюються передаючим важільним механізмом у кутові переміщення стрілки приладу. Шкала градуйована у міліметрах ртутного стовпчика або у Па.

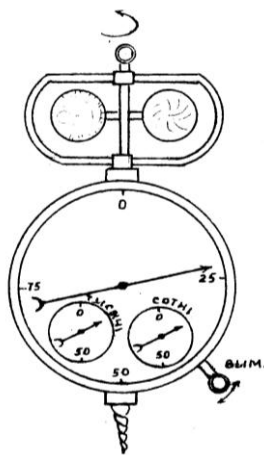


Рисунок 4.2 – Чашковий анемометр

Відповідно до санітарних норм ДСН 3.3.6.042-99 “Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень” норми мікроклімату виробничих приміщень можуть бути оптимальними і

допустимими.

*Оптимальні мікрокліматичні умови* – це такі параметри мікроклімату, які при тривалому і систематичному впливі на людину забезпечують зберігання нормального теплового стану організму без

активації терморегуляції. Вони забезпечують стан теплового комфорту і створюють умови для високого рівня працездатності.

*Допустимі мікрокліматичні умови* – це такі показники мікроклімату, які при тривалому і систематичному впливі на людину можуть викликати зміни теплового стану організму, що швидко зникають і нормалізуються; вони супроводжуються напруженням механізмів терморегуляції в межах фізіологічної адаптації. При цьому може виникнути деяке зниження працездатності, але пошкодження або порушення здоров'я у людини це не викликає.

Нормування параметрів мікроклімату у виробничих приміщеннях проводять згідно ДСН 3.3.6.042–99 в залежності від періоду року та категорії робіт за енерговитратами (таблиці 4.4, 4.5).

Для нормування параметрів мікроклімату календарний рік поділяється на два періоди:

– холодний період – період року, коли середньодобова температура зовні приміщення нижча за +10 °С;

– теплий – коли середньодобова температура зовні приміщення становить +10 °С і вище.

За важкістю та енерговитратами роботи класифікують на такі категорії:

*I категорія* – легка, роботи, що виконуються сидячи (I а), стоячи, або пов'язані із ходьбою, але не потребують систематичного напруження або піднімання та перенесення вантажів (I б); енерговитрати за таких робіт відповідно складають 105...140 Дж/с (I а) та 138...174 Дж/с (I б). Це роботи користувачів комп'ютерів, основні процеси точного приладобудування.

*II категорія* – роботи середньої важкості, що виконуються сидячи, стоячи, або пов'язані із ходьбою, але не потребують перенесення вантажів (II а) та роботи, пов'язані із ходьбою і перенесенням вантажів вагою до 10 кг (II б); енерговитрати відповідно складають 175...232 Дж/с (II а) та 232...290 Дж/с (II б). Це роботи у механоскладальних, механічних цехах.

*III категорія* – важкі роботи, пов'язані з перенесенням вантажів, вагою понад 10 кг і систематичним напруженням; енерговитрати – більше 290 Дж/с. Це роботи у ковальських цехах з ручною ковкою, немеханізовані роботи у ливарних цехах тощо.

Оптимальні умови мікроклімату, як правило, досягаються за умов використання промислових кондиціонерів. Оптимальні параметри мікроклімату повинні підтримуватись в приміщеннях, пов'язаних з

виконанням нервово-емоційних робіт, що потребують підвищеної уваги (диспетчерські, приміщення, де працюють із комп'ютерами, кабінети діагностики, пульти управління технологічними процесами, хімічні лабораторії, бухгалтерії, конструкторські бюро і т.д.). Для таких робіт оптимальна температура повітря – +22 – +24°C; його відносна вологість – 40 – 60%; швидкість руху – не більше 0,1 м/сек. Перелік інших виробничих приміщень, у яких повинні вимагатись оптимальні норми мікроклімату, визначається галузевими документами, погодженими із органами санітарного нагляду у встановленому порядку.

Допустимі значення показників мікроклімату встановлюються у випадках, коли за технологічними вимогами, технічними та економічними причинами не можна забезпечити оптимальні норми.

Виміри показників мікроклімату повинні проводитись на початку, в середині і в кінці холодного і теплого періодів року, не менше трьох разів за робочу зміну. При коливаннях показників мікроклімату, пов'язаних з технологічними процесами та іншими причинами, виміри необхідно проводити також при найменших і найбільших значеннях термічних навантажень на працюючих, що мають місце протягом робочої зміни.

Температуру, відносну вологість і швидкість руху повітря вимірюють на висоті 1,0 м (для сидячих робіт) і 1,5 м (для стоячих робіт) від підлоги, або робочого майданчика.

Таблиця 4.4 – Оптимальні значення показників мікроклімату робочої зони

Період року	Категорія робіт	Температура повітря, °С	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с
Холодний період	Легка Іа	22-24	40-60	0,1
	Легка Іб	21-23	40-60	0,1
	Середньої важкості Іа	19-21	40-60	0,2
	Середньої важкості Іб	17-19	40-60	0,2
	Важка ІІІ	16-28	40-60	0,3
Теплий період	Легка Іа	23-25	40-60	0,1
	Легка Іб	22-24	40-60	0,2
	Середньої важкості Іа	21-23	40-60	0,3
	Середньої важкості Іб	20-22	40-60	0,3
	Важка ІІІ	18-20	40-60	0,4

Таблиця 4.5 – Допустимі значення показників мікроклімату робочої зони

Період року	Категорія робіт	Температура, °C				Відносна вологість W, % постійні і непостійні р.м.	Швидкість руху повітря V, м/с постійні і непостійні р.м.
		Верхня межа		Нижня межа			
		постійне р.м.*	непостійне р.м.*	постійне р.м.	непостійне р.м.		
Холодний	Ia	25	26	21	18	75	не більше 0,1
	Iб	24	25	20	17	75	не більше 0,2
	IIa	23	24	17	15	75	не більше 0,3
	IIб	21	23	15	13	75	не більше 0,4
	III	19	20	13	12	75	не більше 0,5
Теплий	Ia	28	30	22	20	55 за 28°C	0,1-0,2
	Iб	28	30	21	19	60 за 27°C	0,1-0,3
	IIa	27	29	18	17	65 за 26°C	0,2-0,4
	IIб	27	29	15	15	70 за 25°C	0,2-0,5
	III	26	28	15	13	75 за 24°C	0,5-0,6

### Практична частина

**Завдання 4.1.** Визначити відповідність значень показників мікроклімату робочої зони оптимальним або допустимим нормам згідно ДСН 3.3.6.042–99 Вихідні дані наведені в таблиці 4.6. Відносну вологість визначити за показаннями психрометра Августа і за формулою 4.2. Всі решта необхідних даних вибрати із таблиць 4.1 – 4.5.

Таблиця 4.6 – Вихідні дані до завдання 4.1

Вихідні дані	Варіанти									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Температура сухого $T_c$ і вологого $T_v$ термометрів, °C	22/17	20/18	18/15	24/16	26/20	24/20	18/14	18/12	26/22	24/20
Атмосферний тиск $H$ , мм. рт. ст..	750	770	760	730	750	750	740	730	740	755
Швидкість руху повітря $V$ , м/с	0,3	0,16	0,2	0,13	0,16	0,4	0,2	0,4	0,13	0,16
Категорія робіт	Ia	Iб	IIa	IIб	III	Ia	Iб	IIa	IIб	III
Період року*	т	т	т	т	т	х	х	х	х	х

\*Примітка. В таблиці використані скорочення для теплого періоду року – т, для холодного – х.

Для створення здорових і безпечних умов праці на робочому місці, крім підтримання встановлених санітарними нормами оптимальних або допустимих значень температури, відносної вологості, швидкості руху повітря, необхідно також забезпечити чистоту повітря робочої зони. Для цього необхідно мати гігієнічне нормування шкідливих речовин, надійні способи визначення їх

концентрації у повітрі і сучасне технічне та організаційне забезпечення їх знешкодження.

Отруєння шкідливими речовинами можливе тільки за їх концентрації в повітрі робочої зони, що перевищує певну межу – *гранично допустиму концентрацію* (ГДК). Вимірюється ГДК у мг/м<sup>3</sup>. Перелік ГДК шкідливих речовин в повітрі робочої зони наводиться у ГК 3.3.5-8-6.6.1 2002 “Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу.

За одночасного знаходження в повітрі робочої зони декількох шкідливих речовин односпрямованої дії, близьких за хімічним складом і характером біологічної дії на організм людини, для визначення можливості працювати в цій зоні користуються такою залежністю:

$$\frac{C_1}{ГДК_1} + \frac{C_2}{ГДК_2} + \dots + \frac{C_n}{ГДК_n} \leq 1 \quad (4.3)$$

де  $C_n$  – концентрації шкідливих речовин у повітрі, мг/м<sup>3</sup>;  $ГДК_n$  – гранично допустимі концентрації відповідних шкідливих речовин, мг/м<sup>3</sup>.

Визначення необхідного повітрообміну у випадку загальнообмінної вентиляції в залежності від конкретних умов може бути визначений різними способами.

Розрахунок необхідного повітрообміну за відсутності шкідливих речовин (шкідливі речовини, волога, надлишки тепла) проводиться за формулою:

$$L_s = n \cdot L \quad (4.4)$$

де  $n$  – кількість працюючих;  $L$  – витрата повітря на одного працюючого.

При об’ємі приміщення на одного працюючого<sup>10</sup>  $V < 20$  м<sup>3</sup>, необхідний повітрообмін повинен становити  $L \geq 30$  м<sup>3</sup>/год на одного працюючого; при  $V > 20$  м<sup>3</sup> –  $L \geq 20$  м<sup>3</sup>/год; при  $V > 40$  м<sup>3</sup> допускається природна вентиляція.

---

<sup>10</sup> Об’єм приміщення на одного працюючого має бути  $V \geq 15$  м<sup>3</sup>, а площа виробничого приміщення  $S \geq 4,5$  м<sup>2</sup>. Для користувачів комп’ютерної техніки:  $V \geq 20$  м<sup>3</sup>,  $S \geq 6$  м<sup>2</sup>.

Якщо в приміщення виділяються шкідливі речовини у вигляді пару, газу, пилу, то розрахунок повітрообміну  $L$  м<sup>3</sup>/год, виконують за формулами:

– за кількістю шкідливих речовин

$$L_3 = L_{p.z.} + \frac{M - L_{p.z.} (C_{p.z.} - C_n)}{C_{вид} - C_n}, \quad (4.5)$$

де  $L_{p.z.}$  – кількість повітря, що видаляється із робочої зони місцевими відсмоктувачами, загально-обмінною вентиляцією або на технологічні потреби м<sup>3</sup>/год; при густині повітря  $\rho = 1,2 \text{ кг/м}^3$ ;

$M$  – кількість шкідливих речовин, що надходить в приміщення, мг/год;

$C_{p.z.}$ ,  $C_{вид}$ ,  $C_n$  – відповідні концентрації шкідливих речовин в повітрі, мг/м<sup>3</sup>.

Якщо  $L_{p.z.} = 0$ , тобто з робочої зони не відсмоктується повітря, то наведена формул 3.4 спрощуються. Наприклад, повітрообмін за кількістю шкідливих речовин тоді можна розрахувати:

$$L_3 = \frac{M}{C_{p.z.} - C_n}. \quad (4.6)$$

Вміст шкідливих речовин в повітрі, яке надходить у виробниче приміщення не повинен перевищувати 0,3 ГДК.

За одночасного виділення у повітря робочої зони приміщення кількох шкідливих речовин неодносторонньої дії повітрообмін приймають за тією шкідливою речовиною, для якої за розрахунком, необхідний більший повітрообмін.

У випадку одночасного виділення кількох шкідливих речовин односторонньої дії<sup>11</sup>, розраховані повітрообміни, необхідні для розбавлення кожної речовини до його ГДК, додають.

За одержаними даними проводиться розрахунок *кратності повітрообміну*, год<sup>-1</sup>:

$$K = L / V_в, \quad (4.7)$$

де  $L$  – повітрообмін, м<sup>3</sup>/год;  $V_в$  – внутрішній вільний об'єм приміщення,  $V_в \approx 0,8V$ , де  $V$  – об'єм приміщення, м<sup>3</sup>.

Кратність повітрообміну показує, скільки разів протягом години обмінюється повітря у приміщенні. Звичайно,  $K = 1 \dots 10$ .

**Завдання 4.2.** В складському приміщенні зберігаються розчинники (Р-4, НП-А та інші). Газоаналізатором УГ-2 визначена наявність в повітрі робочої зони наступних речовин, що входять до складу розчинників: толуол, ксилол, ацетон, бутил-ацетат та ін.).

<sup>11</sup> До шкідливих речовин односторонньої дії відносяться шкідливі речовини, які схожі за хімічною будовою та характером впливу на організм людини.



Визначити кількість повітря, яку необхідно ввести в приміщення, щоб концентрація парів цих речовин у повітрі не перевищувала гранично допустиму концентрацію (ГДК), розрахувати кратність повітрообміну. Вважати, що концентрація парів шкідливих речовин в припливному повітрі, що подається у приміщення, не перевищує 0,1 ГДК. Вихідні дані, необхідні для розрахунку наведені в таблиці 4.7.

**Пояснення до розв'язування задачі.** У зв'язку з тим, що в повітря одночасно надходять пари декількох шкідливих речовин, необхідно врахувати, що якщо ці речовини не односпрямованої дії, то кількість повітря, яку необхідно подати у приміщення, приймають за тією шкідливою речовиною, яка потребує більшого об'єму повітря для розбавлення до ГДК. Тобто, необхідно провести розрахунок кількості повітря (L) за кожною забруднюючою речовиною і вибрати максимальну цифру для розрахунку кратності повітрообміну (K). Якщо речовини односпрямованої дії<sup>12</sup>, то необхідно підсумувати значення L, розраховані для кожної окремої речовини і кратність повітрообміну розраховувати за сумарним значенням L.

Таблиця 4.7 – Вихідні дані до завдання 4.2

Шкідливі речовини	ГДК, мг/м <sup>3</sup>	Кількість шкідливих виділень, г/год									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ацетон	200	0,20	0,40	0,10	0,20	0,50	0,40	0,20	0,30	0,10	0,60
Бензин-розчинник	300	-	0,30	0,40	0,10	0,50	0,20	0,10	0,50	0,60	0,40
Бутилацетат	200	0,20	-	0,50	0,40	-	0,60	0,20	0,40	0,10	0,15
Толуол	50	0,04	0,01	-	0,02	0,01	-	0,04	-	0,05	0,01
Ксилол	50	0,04	0,02	0,02	0,10	0,03	0,08	-	0,06	0,05	0,02
Об'єм приміщення, м <sup>3</sup>	-	50	40	60	30	40	80	50	30	60	100

**Завдання 4.3.** Під час фарбування автомобіля в малярному відділенні випаровується бутиловий спирт в кількості 270 мг/год. Визначте необхідний повітрообмін L, м<sup>3</sup>/год, якщо ГДК бутилового спирту 10 мг/м<sup>3</sup>, об'єм приміщення 56 м<sup>3</sup>.

**Завдання 4.4.** У повітрі робочої зони вміщується три токсичні речовини односпрямованої дії: А, Б, В. М<sub>А</sub>=20 мг/год; ГДК<sub>А</sub>=7 мг/м<sup>3</sup>; М<sub>Б</sub>=6 мг/год; ГДК<sub>Б</sub>=1 мг/м<sup>3</sup>; М<sub>В</sub>=0,4 мг/год; ГДК<sub>В</sub>=0,02 мг/м<sup>3</sup>. До якого класу небезпеки відноситься кожна речовина? Визначте необхідний повітрообмін L та його кратність, якщо об'єм приміщення складає 100 м<sup>3</sup>.

<sup>12</sup> Вважати речовинами односпрямованої дії речовини, які відносяться до одного класу небезпеки.

**Завдання 4.5.** У фарбувальному відділенні механоскладального цеху об'ємом  $1000 \text{ м}^3$  виділяються шкідливі речовини неодносторонньої дії: ацетон, бутилацетат, ксилол у кількості, вказаній в таблиці 4.8. Визначити кількість повітря, яке необхідно ввести в приміщення для розбавлення концентрації шкідливих речовин до їх ГДК (ГДК ацетону  $=200 \text{ мг/м}^3$ , ГДК бутилацетату  $=200$ , ГДК ксилолу  $= 50$ ) і кратність повітрообміну.

Таблиця 4.8 – Вихідні дані до завдання 4.5

Речовина	Кількість шкідливих речовин, г/год									
	Варіанти									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ацетон	35	35	20	10	25	15	10	25	40	10
Бутилацетат	10	8	13	12	10	15	13	15	14	13
Ксилол	0,1	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3	0,4	0,2	0,3	0,1

**Завдання 4.6.** Визначити кількість повітря, яку необхідно ввести в приміщення монтажного цеху об'ємом  $V = 800 \text{ м}^3$ , щоб концентрація аерозолу свинцю не перевищувала ГДК  $= 0,01 \text{ мг/м}^3$ , і кратність повітрообміну, як що загальна кількість аерозолу свинцю у приміщенні  $M = 8 \text{ мг/годину}$ . Прийняти, що в повітрі, яке надходить в приміщення аерозоль свинцю відсутній.

#### Розрахунок аерації.

**Завдання 4.7.** За наведеною нижче методикою розрахувати загальну площу витяжних прорізів для аерації за наведеними вихідними даними. Прийняти прискорення вільного падіння за  $10 \text{ м/с}^2$ , коефіцієнт зменшення тиску повітря в прорізах  $\psi = 0,5$ , відстань між центрами верхніх та нижніх прорізів  $2,5 \text{ м}$ , інші дані наведені в таблиці 4.9.

Таблиця 4.9 – Вихідні дані до завдання 4.7

Вихідні дані	Варіанти			
	1	2	3	4
Розміри приміщення (довжина/ширина/ висота), $\text{м}$	10/5/4	20/12/6	40/20/8	25/12/6
Температура повітря в робочій зоні/ззовні, $С^\circ$	18/5	20/4	21/10	22/15
Кількість тепла, яке виділяється в приміщення за годину, $\text{кДж}$	300000	500000	700000	400000
Температурний градієнт за висотою приміщення ( $\Delta t$ ), $С^\circ/\text{м}$	1,5	3	5	4

Пояснення до завдання 4.7.

Сумарна площа витяжних прорізів розраховується за формулою:

$$S_{\text{заг}} = \frac{L}{3600 \times v}; \quad (4.8)$$

де  $L$  – повітрообмін,  $\text{м}^3/\text{год}$ ;  $v$  – швидкість руху повітря в прорізах ( $\text{м}/\text{с}$ ):

$$v = 1,42\psi \sqrt{\frac{\Delta P}{\rho_{\text{зовн}}}}; \quad (4.9)$$

де  $\psi$  – коефіцієнт, що враховує швидкість руху повітря в прорізах (приймається рівним  $0,5 \text{ м}/\text{с}$ );  $\rho$  – густина повітря,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ,  $\Delta P$  – надлишковий тиск повітря, що створюється за рахунок різниці температур зовнішнього і внутрішнього повітря.

Густина повітря залежить від температури і вологості і може бути емпірично розрахована за формулою:

$$\rho_t = 353 / (273 + t); \quad (4.10)$$

Надлишковий тиск повітря ( $\Delta P$ ) розраховується за формулою:

$$\Delta P = g \times h (\rho_{\text{зовн}} - \rho_{\text{внт}}); \quad (4.11)$$

де  $h$  – відстань між центрами верхніх та нижніх прорізів для повітрообміну;

$g$  – прискорення вільного падіння ( $10 \text{ м}/\text{с}^2$ );  $\rho_{\text{зовн}} = 353 / (273 + t_{\text{зовн}})$ ;

$\rho_{\text{внт}} = 353 / (273 + t_{\text{сер}})$ , де  $t_{\text{сер}} = (t_{\text{р.з.}} + t_{\text{вид}}) / 2$ .

Потрібний повітрообмін розраховуємо за формулою:

$$L = \frac{Q}{c \times \rho \times (t_{\text{вид}} - t_{\text{зовн}})}; \quad (4.12)$$

де  $Q$  – кількість тепла, яке виділяється в приміщення за годину,  $\text{кДж}$ ;

$c$  – теплоємність повітря  $\text{кДж}/\text{кг}$  (в інтервалі температур від  $0^\circ\text{C}$  до  $100^\circ\text{C}$  приймається за  $1,01 \cdot 10^3 \text{ Дж}/\text{кг}$ );

$\rho$  – густина повітря,  $\text{кг}/\text{м}^3$  (дорівнює  $\rho_{\text{внт}}$ );

$t_{\text{вид}}$  – температура повітря, що видаляється:  $t_{\text{вид}} = t_{\text{р.з.}} + \Delta t (H - 2)$ , де

$t_{\text{р.з.}}$  – температура робочої зони,  $\Delta t$  – температурний градієнт за висотою приміщення,  $^\circ\text{C}/\text{м}$ ;  $H$  – відстань від підлоги до центру витяжних прорізів. Розрахунки проводимо у такій послідовності:  $t_{\text{вид}}$ ,

$t_{\text{сер}}$ ,  $\rho_{\text{зовн}}$ ,  $\rho_{\text{внт}}$ ,  $L$ ,  $\Delta P$ ,  $v$ ,  $S$ .

### **Питання для самоконтролю**

- 1) *Якими параметрами характеризується мікроклімат робочої зони?*
- 2) *Згідно з яким документом нормуються параметрів мікроклімату у виробничих приміщеннях?*
- 3) *Якими приладами вимірюються параметри мікроклімату?*
- 4) *Які параметри мікроклімату вважаються оптимальними, а які допустимими? Коли вони встановлюються в приміщенні?*
- 5) *Дайте визначення поняттю “шкідлива речовина”, “гранично допустима концентрація шкідливої речовини”.*
- 6) *Як класифікують шкідливі речовини за характером дії на організм людини?*
- 7) *Як класифікують шкідливі речовини за ступенем дії на організм людини?*
- 8) *Які речовини називаються речовинами односпрямованої дії? Які умови повинні виконуватись, в разі присутності в повітрі декількох речовин односпрямованої дії?*

## ПРАКТИЧНА РОБОТА № 5 ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКА

**Мета:** ознайомитися із причинами ураження людини електричним струмом та факторами, які впливають на його наслідки; навчитись оцінювати тяжкість ураження за величиною струму та величиною напруги кроку.

### Теоретична частина

Безпосередніми причинами ураження людей електричним струмом є наступні:

– дотик до неізольованих струмоведучих частин електроустановок, які знаходяться під напругою, або до ізольованих при фактично пошкодженій ізоляції;

– дотик до неструмоведучих частин електроустановок або до електрично зв'язаних з ними металоконструкцій які опинилися під напругою;

– дія напруги кроку;

– ураження через електричну дугу.

Тяжкість ураження людини у всіх перерахованих вище випадках визначається величиною струму, що проходить через її тіло. Величина струму через людину, в свою чергу, залежить від напруги під яку потрапляє людина, від опору тіла людини, від опору ізоляції фазних проводів відносно землі, від ємнісної складової мережі а також від конструкційних особливостей мережі живлення.

*Опір ізоляції проводів та ємність електромережі відносно землі, як фактори впливу на величину струму через людину.*

В реальній лінії електропередач (повітряній чи кабельній) опір ізоляції проводів відносно землі ( $r_{iz}$ ) розподіляється по всій довжині ліній електропередач – опорні, підвісні, натяжні ізолятори, ізоляція кабелю. Чим більше протяжність лінії електропередач, тим менший загальний опір ізоляції проводів відносно землі. Необхідний опір ізоляції регламентується чинними нормативами і відповідно до НПАОП 40.1-1.32-01 «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок» (ПБЕ) має бути щонайменше 0,5 МОм (1 кОм на вольт напруги). Ізоляція струмопровідних ліній електропередач виконується з діелектриків, питомий опір яких внаслідок старіння ізоляції з часом, частого зволоження, забруднення, нагрівання, дії агресивного середовища тощо знижується.

Кожна ділянка лінії електропередач, що знаходиться під напругою, крім опору ізоляції має певну ємність відносно землі.

Ємнісна складова струму ( $C$ ) через людину у разі потрапляння під напругу в розгалужених мережах може досягати небезпечних для людини значень.

*Конструкційні особливості мережі живлення – кількість фаз і режим нейтралі.*

Наслідки ураження людини електричним струмом у випадку дотику її до металоконструкцій, які опинилися під напругою залежать від конструкційних особливостей мережі живлення, а саме, від кількості фаз і режиму нейтралі – ізольованої чи глухозаземленої.

Дотик може бути одно- або двополюсним у однофазних мережах або у мережах постійного струму та одно- або двофазним у трифазних мережах.

*Однофазна мережа, ізольована від землі.*

В однофазній мережі, ізольованій від землі, за непошкодженої ізоляції (рисунок 5.1) величина струму через тіло людини практично не залежить від опору тіла людини і визначається опором ізоляції проводу до якого доторкнулась людина відносно землі. Знехтувавши ємнісною складовою струму через людину ( $C_1 = C_2 = 0$ ), та за умови, що  $r_1 = r_2 = r_{із}$  величину струму через людину можна визначена як:

$$I_{л} = \frac{U}{2R_{л} + r_{із}}, A, \quad (5.1)$$

де  $U$  – напруга мережі, В;  $R_{л}$  – опір людини ( $R_{л} = R_{тіла} + R_{взуття} + R_{підлогу}$ ), Ом;  $r_{із}$  – опір ізоляції проводів 1 і 2 відносно землі, Ом.

В знаменнику  $R_{л}$  при розрахунку струму через людину за несприятливих умов (відсутності ізолюючого взуття, підлоги) приймають як  $R_{тіла}$  в межах  $10^3$  Ом, а  $r_{із}$  відповідно до чинних нормативів на декілька порядків більше.

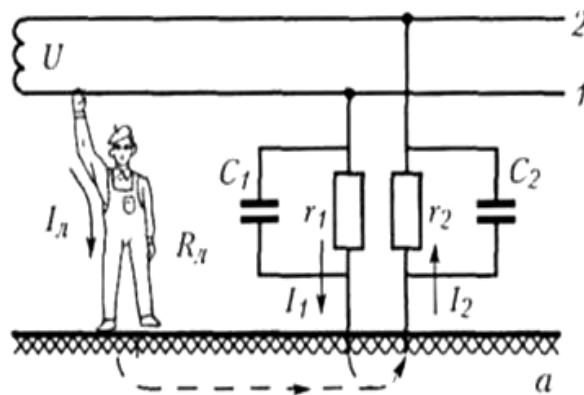


Рисунок 5.1 – Принципова схема включення людини під напругу в однофазній мережі ізольованій від землі в нормальному режимі роботи

У разі двополюсного дотику, струм через людину визначається за наступною формулою

$$I_{л} = \frac{U}{R_{Т}}, A \quad (5.2)$$

де  $U$  – напруга мережі, В;  $R_{Т}$  – опір тіла людини, Ом ;  $R_{Т} = 1000$  Ом.

### **Трифазна мережа, ізольована від землі.**

У разі дотику людини до фазного проводу трифазної мережі, ізольованої від землі виникає мережа замикання на землю, більш розгалужена, ніж в однофазній. Основні елементи цієї мережі: “фазний провід С” – “людина паралельно з опором ізоляції цього проводу відносно землі  $r_{C}$ ” – “земля” – “опори ізоляції проводів А і В відносно землі  $r_{A}$  і  $r_{B}$ ” – “фазні проводи А і В” (рисунок 5.2 а).

До цієї мережі прикладена лінійна напруга  $U_{л}$ , а не фазна  $U_{\phi}$ , як у однофазній мережі. Оскільки  $U_{л} = \sqrt{3}U_{\phi}$ , то в трифазній мережі за інших рівних факторів величина струму замикання на землю, як і величина струму, що проходить через людину при її дотику до фазного проводу, має бути більшою.

За рівності опорів ізоляції ( $r_{A} = r_{B} = r_{C} = r_{i3}$ ) і ємностей ( $C_{A} = C_{B} = C_{C} = C$ ) струм, що проходить через людину, визначиться виразом:

$$I_{л} = \frac{U_{\phi}}{R_{л} \sqrt{1 + \frac{r_{i3} \left( \zeta_{i3} + 6R_{л} \right)}{9R_{л} \left( + r_{i3}^2 \cdot \omega^2 \cdot C^2 \right)}}}, A \quad (5.2)$$

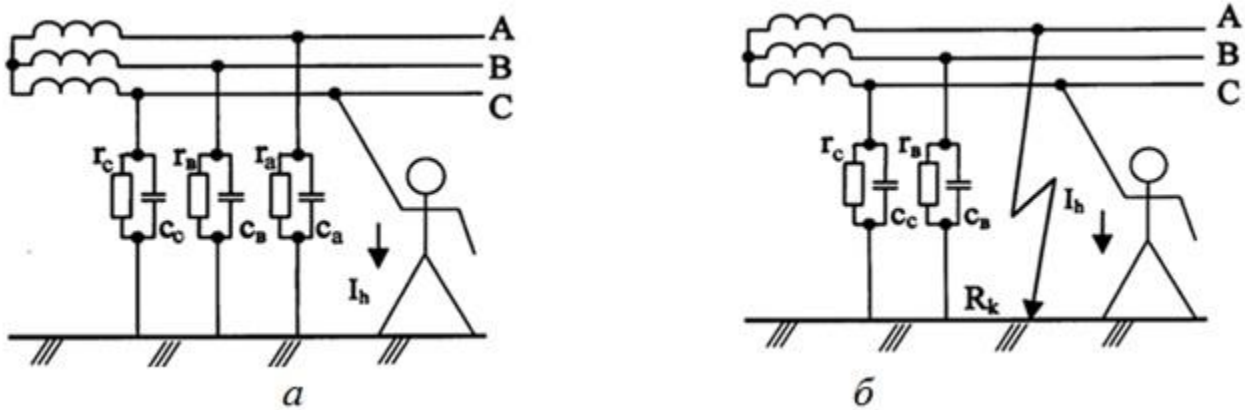
де  $U_{\phi}$  – фазна напруга мережі, В;  $R_{л}$  – опір людини, Ом;  $r_{i3}$  – опір ізоляції проводів А, В і С відносно землі, Ом,  $\omega$  – кутова частота мережі, Гц;  $C$  – ємність проводів відносно землі, Ф.

У випадку відсутності ємнісної складової струму, тобто коли  $C_{A} = C_{B} = C_{C} = 0$  (що досить ймовірно для нерозгалужених повітряних мереж), за умови  $r_{A} = r_{B} = r_{C} = r_{i3}$ , величина струму, що проходить через людину, визначиться виразом

$$I_{л} = \frac{3U_{\phi}}{3R_{л} + r_{i3}}, A \quad (5.3)$$

де  $U_{\phi}$  – фазна напруга мережі, В;  $R_{л}$  – опір людини, Ом;  $r_{i3}$  – опір ізоляції проводів А, В і С відносно землі, Ом.

Порівнюючи вираз (5.1) для величини струму, що проходить через людину, в нормальному режимі роботи електроустановки в однофазній мережі і вираз (5.3), бачимо, що в трифазній мережі  $I_n$  практично, в три рази більше.



а – нормальний режим роботи мережі (відсутність замикань на землю фазних проводів);  
б – аварійний режим роботи мережі

Рисунок – 5.2 Схема включення людини під напругу у випадку однофазного дотику в мережі з ізольованою нейтраллю

У випадку однофазного дотику людини в аварійному режимі роботи мережі з ізольованою нейтраллю, тобто, коли один із фазних проводів замкнутий на землю (рисунок 5.2 б), струм через людину визначається за формулою:

$$I_n = \frac{U_n}{R_T}, A \quad (5.4)$$

де  $U_n$  – лінійна напруга мережі, В;  $R_T$  – опір тіла людини.

*Трифазна чотирипровідна мережа з глухозаземленою нейтраллю.*

Нейтраль вторинної обмотки трансформатора, від якого живиться така мережа, заземлена через  $R_0 \ll R_n$ . У випадку дотику людини до фазного проводу С утворюється мережа струму “фазний провід С – людина – земля –  $R_0$  – фазний провід С”, в якій всі елементи з’єднані послідовно.

Струм через людину у випадку однофазного дотику до фазного проводу за непошкодженої ізоляції інших фазних проводів (рисунок 5.3 а) визначиться виразом:

$$I_n = \frac{U_\phi}{R_n + R_0}, A, \quad (5.5)$$

де  $R_0$  – опір заземлення, Ом.



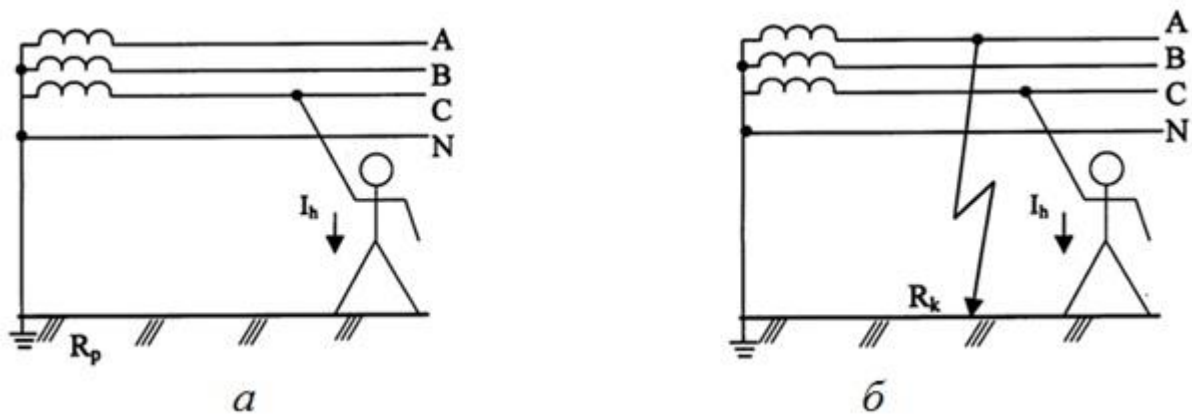
У цій мережі найбільший опір має елемент “людина” – 1000 Ом. Опір інших елементів проходженню струму знаходиться в межах 10 Ом. Тому можна вважати, що людина попадає, практично, під фазну напругу ( $U_{dot} = U_{\phi}$ ) а величина струму залежить, в основному, від  $R_{л}$ .

Тому величина струму через людину у випадку її однофазного дотику до неізолюваних струмовідних частин, які знаходяться під напругою, в мережах із глухозаземленою нейтраллю має бути на два порядки більшою, ніж в мережах, ізолюваних від землі за нормального стану ізоляції (значення  $I_{л}$  за (5.1) і (5.3) та (5.4)).

В аварійному режимі роботи мережі із глухозаземленою нейтраллю (рисунок 5.3 б), струм через людину у випадку її однофазного дотику визначиться за формулою:

$$I_{л} = \frac{U_{\phi}}{R_{Т}}, A \quad (5.6)$$

де  $U_{\phi}$  – фазна напруга мережі, В;  $R_{Т}$  – опір тіла людини.



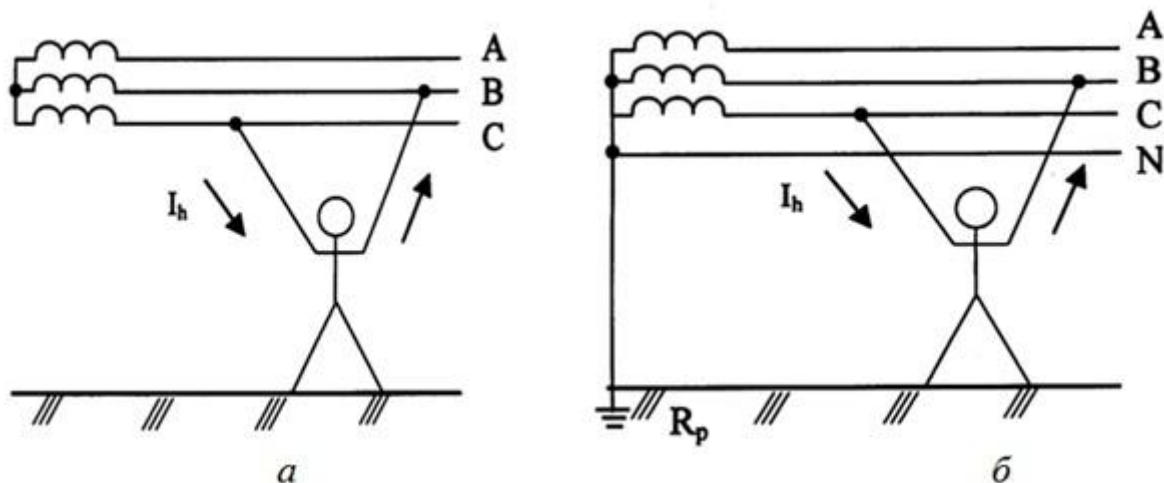
а – нормальний режим роботи мережі (відсутність замикань на землю фазних проводів);  
б – аварійний режим роботи мережі

Рисунок 5.3 – Схема включення людини під напругу у випадку однофазного дотику в трифазній чотирипровідній мережі з глухозаземленою нейтраллю

У випадку двофазного дотику людини незалежно від режиму нейтралі трансформатора (рисунок 5.4) основна частина струму проходить шляхом «рука-рука». Величина струму, який пройде через людину визначиться виразом:

$$I_{л} = \frac{U_{л}}{R_{Т}}, A \quad (5.7)$$

де  $U_{\phi}$  – фазна лінійна мережі, В;  $R_{Т}$  – опір тіла людини.



а – мережа з ізолюваною нейтраллю;  
 б – мережа з глухозаземленою нейтраллю

Рисунок 5.4 – Схема включення людини під напругу у випадку двофазного дотику в трифазній чотирипровідній мережі з глухозаземленою нейтраллю

На виробництві і в побуті найчастіше застосовуються мережі із глухозаземленою нейтраллю. І тільки в гірничодобувній промисловості і на торфорозробках, відповідно до вимог електробезпеки, обов'язковим є застосування мереж, ізолюваних від землі.

Такий підхід до вибору режиму нейтралі електричної мережі обумовлений такими обставинами:

- в умовах виробничих підприємств, громадських установ, житлового сектора і т. ін. забезпечення необхідного опору ізоляції у випадку застосування мереж, ізолюваних від землі, пов'язано з певними технічними і економічними проблемами;

- в мережах із глухозаземленою нейтраллю можливо забезпечити більш ефективний захист у випадку пошкодження ізоляції і переході напруги на неструмовідні частини електроустановок.

#### *Напруга кроку.*

При обриві проводів ліній електропередач і їх контакт з землею, пробой кабельних ліній на землю, замиканні на неструмоведучі елементи електроустановок, що мають контакт з землею, доторканні людини, яка стоїть на землі, до струмоведучих частин під напругою тощо земля стає елементом електричної мережі замикання на землю.

При проходженні струму по землі на її поверхні виникає специфічне поле потенціалів, характер якого визначається конструкцією заземлювача, властивостями ґрунту тощо.

Закон розподілу потенціалів на поверхні ґрунту залежить від геометричної форми електрода і для різних заземлювачів наведений у довідниках.

Для напівсферичного заземлювача, який знаходиться на поверхні землі (рисунок 5.5) за умови однорідності і електричної ізотропності ґрунту можна вважати, що струм у всіх напрямках буде розтікатися рівномірно – як показано стрілками на рисунку 5.5, і буде дорівнювати  $I_3$ .

Розподіл потенціалів на поверхні землі навколо напівсферичного заземлювача відповідає рівнянню гіперболи, а значення потенціалів змінюється від свого максимального значення  $\varphi_3$  до нуля при віддаленні від заземлювача (рисунок 5.5).

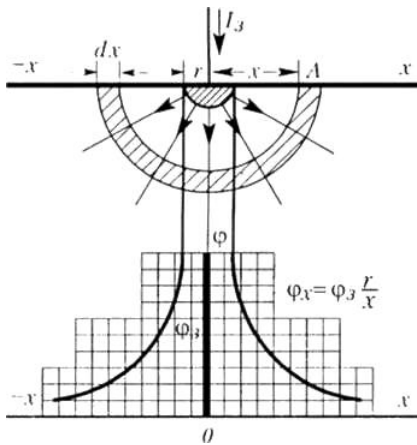


Рисунок 5.5 – Розподіл потенціалів на поверхні землі навколо напівсферичного заземлювача

Практично зона підвищених потенціалів на поверхні землі відносно її нульового потенціалу при замиканні на землю через напівсферичний заземлювач і однорідному ґрунті обмежується колом із радіусом близько 20 м. Переміщуючись в цій зоні, людина попадає під так звану *напругу кроку* – напругу між двома точками на поверхні землі, які знаходяться одна від одної на відстані кроку і на яких одночасно стоїть людина.

З наближенням до заземлювача величина крокової напруги зростає і при напрузі мережі живлення 0,4 кВ вона може бути небезпечною для людини. Тому “Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів” за наявності замикання на землю забороняють наближатися до місця замикання ближче 8 м поза приміщенням і 4 м в приміщенні без застосування засобів захисту – діелектричні боти, калоші, суха дошка тощо.

В загальному вигляді величина напруги кроку може бути визначена як різниця між  $\varphi_x$  та  $\varphi_{x+a}$ , де  $a$  – величина кроку, м (0,8 м), відповідно до чого

$$U_k = I \frac{\rho}{2\pi x} - I \frac{\rho}{2\pi(x+a)} = I \frac{\rho \cdot a}{2\pi x(x+a)}, \quad (5.8)$$

тобто величина напруги кроку прямо пропорційна силі струму замикання на землю, питомому опору провідника та величині кроку і обернено пропорційна відстані від заземлювача.

У цілому, заходи захисту людини від дії напруги кроку зводяться до розірвання мережі струму через людину по петлі “нога-нога”, або до різкого збільшення опору в цій петлі зі рахунок використання різних підручних засобів. За необхідності невідкладного входу в зону небезпечної напруги кроку для надання допомоги потерпілим і т.ін. та за відсутності засобів захисту, доцільно переміщуватись в цій зоні обережно, пересуваючи ступні по землі так, щоб вони постійно торкалися одна одної.

*Напруга дотику.* Дотик людини до корпусу ушкодженого обладнання або до корпусу обладнання, з'єднаного з ушкодженим загальним колом заземлення, зумовлює потрапляння людини під напругу дотику. *Напруга дотику* – це напруга між двома точками кола електричного струму, яких одночасно торкається людина, і дорівнює різниці потенціалів корпусу і точок поверхні ґрунту, де знаходяться ноги людини:

$$U_{\text{дот}} = \varphi_k - \varphi_x, \quad (5.9)$$

де  $\varphi_k$  – потенціал корпусу електроустановки, якої торкається людина;  $\varphi_x$  – потенціал в точці на поверхні ґрунту, де знаходяться ноги людини.

Напруга дотику, на відміну від напруги кроку, збільшується при віддаленні від заземлювача і за межами зони розтікання струму вона дорівнює напрузі на корпусі обладнання відносно землі. Захист від напруги дотику – вирівнювання потенціалів (встановлення електропровідної підлоги).

Таким чином, згідно з зазначеним вище, до основних факторів, які впливають на тяжкість ураження електричним струмом (на  $I_{\text{Д}}$ ) при попаданні людини під напругу, можна віднести:

- величину напруги мережі живлення,  $U$ ,  $V$ ;
- величину напруги дотику  $U_{\text{дот}}$ ,  $V$ ;
- конструкційні особливості мережі живлення – кількість фаз і режим нейтралі;
- величину опору і стан ізоляції – перш за все в мережах живлення, ізольованих від землі;
- протяжність і розгалуженість мережі живлення, які впливають на  $r_{\text{із}}$  і ємність відносно землі.

## Практична частина

**Завдання 5.1.** Визначити силу струму, що протікає через тіло людини у випадку її однофазного дотику до оголеного проводу трифазної мережі з глухозаземленою нейтраллю в а) нормальному і б) аварійному режимі роботи.

Напруга живлячого трансформатора  $U = 380/220$  В. Інші вихідні дані: опір тіла людини  $R_{тіла}$ , кОм, опір підлоги  $R_{підлоги}$ , кОм, опір ізоляції  $r_{із}$ , кОм і опір взуття  $R_{взуття}$ , кОм наведені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Вихідні дані до завдання 5.1

Вихідні дані	Варіанти									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$R_{тіла}$ , кОм	1,0	0,9	1,1	1,3	1,2	0,95	1,05	0,8	1,15	0,85
$R_{підлоги}$ , кОм	1,4	50	22	97	15	1,5	3,0	10	2,5	99
$r_{із}$ , кОм	500	700	600	300	100	800	900	200	400	1000
$R_{взуття}$ , кОм	1,5	7,5	0,5	900	25	2,0	1,0	700	0,7	80

**Завдання 5.2.** Визначити силу струму, що протікає через тіло людини у випадку її однофазного дотику (в нормальному і аварійному режимах) до струмопровідної частини електроустановки в мережі з ізольованою нейтраллю трансформатора. Оцінити небезпеку таких включень для людини, порівняти отримані значення з допустимими. Для розрахунку задані: лінійна напруга мережі  $U_L$ , кВ, опір ізоляції фазних проводів ( $r_A = r_B = r_C = r_{із}$ ), ємність фазних проводів відносно землі ( $C_A = C_B = C_C = C$ ), перехідний опір в місці замикання на землю  $R_K$ , Ом, опір тіла людини  $R_{тіла}$ , кОм, матеріал підшви взуття і матеріал опорної поверхні ніг (підлоги). Вихідні дані наведені в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Вихідні дані\* до завдання 5.2

Варіант	$U_L$ , кВ	$r_{із}$ , кОм	$C$ , мкФ	$R_{тіла}$ , кОм	Матеріал підшви взуття	Матеріал опорної поверхні ніг
1	6	50	0,050	2,0	Шкіра с.	Цегла с.
2	6	60	0,055	1,0	Шкіра в.	Цегла в.
3	6	70	0,060	1,8	Шкірозамінник с.	Дерево с.
4	6	80	0,065	1,7	Шкірозамінник в.	Дерево в.
5	6	90	0,070	1,6	Шкіра с.	Лінолеум с.
6	10	100	0,075	1,5	Шкіра в.	Лінолеум в.
7	10	110	0,080	1,4	Гума с.	Бетон с.
8	10	120	0,085	1,3	Гума в.	Бетон в.
9	10	130	0,090	1,2	Шкірозамінник с.	Метал.
10	10	140	0,095	1,1	Шкірозамінник в.	Метал

Примітка\*. В таблиці прийняті скорочення: “с” – сухий, “в” – вологий.

Таблиця 5.3 – Значення опору взуття

Приміщення	Матеріал підшви	Опір $R_{взуття}, кОм$			
		Напруга $U, В$			
		$U < 65$	$U \approx 127$	$U \approx 220$	$U > 220$
Сухе	Шкіра	200	150	100	50
	Шкірозамінник	150	100	50	25
	Гума	500	500	500	500
Сире і вологе	Шкіра	1,6	1,8	0,5	0,2
	Шкірозамінник	2,0	1,0	0,7	0,5
	Гума	2,0	1,8	1,5	1,0

Таблиця 5.4 – Значення опору підлоги

Матеріал підлоги	Опір підлоги, $R_{підлоги}, кОм$		
	Підлога суха	Підлога волога	Підлога мокра
Бетон	2000	0,9	0,1
Дерево	30	3,0	0,3
Цегла	10	1,5	0,8
Лінолеум	1500	50	4,0
Метал	0,01	0	0

**Завдання 5.3.** Визначити напругу кроку при переміщенні людини в зоні розтікання струму з напівсферичного заземлювача для різної відстані від заземлювача. Ширина кроку 0,8 м. За одержаними даними побудуйте залежність  $U_{кр} = f(x)$ , зробіть висновки. Необхідні вихідні дані: струм замикання на землю  $I_3, А$ , вид ґрунту, відстань від заземлювача  $x, м$  наведені в таблиці 5.5.

Таблиця 5.5 – Вихідні дані до завдання 5.3

Варіант	$I_3, А$	Ґрунт	$x_1, м$	$x_2, м$	$x_3, м$	$x_4, м$	$x_5, м$
1	160	Пісок	1,2	3,2	7,2	13,7	20,7
2	170	Пісок	1,0	3,0	7,0	13,5	20,5
3	180	Супісок	0,9	2,9	6,9	13,4	20,4
4	190	Супісок	1,1	3,1	7,1	13,6	20,6
5	200	Суглинок	1,6	3,6	7,4	14,1	20,1
6	210	Суглинок	1,3	3,3	7,3	13,8	20,8
7	220	Ґлина	0,7	2,7	6,7	13,2	20,2
8	230	Ґлина	0,8	2,8	6,8	13,3	20,3
9	240	Садова земля	1,4	3,4	7,4	13,9	20,9
10	250	Садова земля	1,1	3,1	7,1	13,6	20,6

Напругу кроку розраховують за формулою:

$$\varphi_{кр} = \varphi_x - \varphi_{x+a}, \quad (5.10)$$

де  $a = 0,8 м$  – ширина кроку.

Для напівсферичного заземлювача формула потенційної кривої:

$$\varphi_x = I_3 \times \rho / (2\pi \times x), \quad (5.11)$$

де  $\rho$  – питомий опір ґрунту,  $Ом \times м$ , взяти з таблиці 5.6.

Таблиця 5.6 – Питомий електричний опір ґрунтів

Ґрунт	Питомий опір $\rho$ , Ом $\times$ м	
	Межі коливань	Рекомендовано для розрахунків
Торф	-	20
Чорнозем	9 – 53	30
Садова земля	30 – 60	50
Глина	8 – 70	60
Суглинок	40 – 150	100
Супісок	150 – 400	300
Пісок	400 – 2500	500
Ґравій, щебень	–	2000
Кам'янистий ґрунт	500 – 8000	4000

### Питання для самоконтролю

- 1) Назвіть основні причини ураження людини електричним струмом.
- 2) Охарактеризуйте дію електричного струму на організм людини.
- 3) Які фактори впливають на наслідки ураження електричним струмом.
- 4) Якими параметрами визначаються наслідки ураження людини електричним струмом в мережах з ізолюваною та глухозаземленою нейтраллю?
- 5) Дайте порівняльну оцінку небезпеки мереж з ізолюваною і глухозаземленою нейтраллю при нормальному стані ізоляції та при її пошкодженні.
- 6) Дайте визначення поняття “напруга дотику”? Як змінюється напруга дотику при віддаленні від заземлювача?
- 7) Що називають напругою кроку? Як вона виникає? Як змінюється напруга кроку при віддаленні від заземлювача? Як треба виходити із зони розтікання струму, щоб не потрапити під крокову напругу?
- 8) На яку відстань можна наближуватись на відкритих місцевостях і в приміщеннях до місця обриву проводу?

## ПРАКТИЧНА РОБОТА № 6 ВИЗНАЧЕННЯ ВИДІВ ТА КІЛЬКОСТІ ПЕРВИННИХ ЗАСОБІВ ПОЖЕЖЕГАСІННЯ

**Мета:** ознайомитись з первинними засобами пожежегасіння, та навчитися розраховувати необхідну кількість вогнегасників.

### Теоретична частина

Комплекс заходів, спрямованих на ліквідацію пожежі що виникла, називається *пожежегасінням*. Важливе значення в системі пожежегасіння має вибір найраціональніших способів та засобів припинення горіння згідно з ДБН В 2.5-13-98 “Пожежна автоматика будинків і споруд”

Основою пожежегасіння є примусове припинення процесу горіння. На практиці використовують декілька способів припинення горіння:

- припинення доступу окисника ( $O_2$ ,  $F_2$ ,  $Cl_2$ ) або його зниження до величин, за яких горіння неможливе;
- охолодження зони горіння нижче температури запалення;
- розведення горючих речовин негорючими (досягається введенням інертних газів та пари ззовні);
- інтенсивне гальмування швидкості хімічної реакції у полум’ї (вводяться галоїдно-похідні речовини, які припиняють екзотермічну реакцію, наприклад, бромистий етил, фреон та ін.);
- механічне відривання полум’я потужним струменем газу або води;
- створення вогнеперешкоди (створення умов, за яких полум’я не поширюється через вузькі канали, переріз яких менше критичного).

Реалізація способів припинення горіння досягається *використанням вогнегасних* речовин та технічних засобів. До вогнегасних належать речовини, що мають фізико-хімічні властивості, які дозволяють створювати умови для припинення горіння.

Кожному способу припинення горіння відповідає конкретний вид вогнегасних засобів:

- для охолодження зони горіння – вода, водні розчини, снігоподібна вуглекислота;
- для розбавлення горючого середовища – діоксид вуглецю, інертні гази, водяна пара;
- для ізоляції вогнища – піна, пісок пожежестійкі тканини, азбест, брезент;



– для хімічного гальмування горіння – брометил, хладон, спеціальні порошки;

*Вода* має декілька фізико-хімічних властивостей, що зумовлюють її вогнегасні властивості, серед них можна виділити наступні:

– поглинає велику кількість тепла завдяки випаровуванню (для випаровування 1 кг води витрачається 2258,5 кДж тепла) і утворює парову хмару, яка перешкоджає доступу кисню і, змішуючись із горючими газами, що виділяються при горінні, розводить їх, утворюючи суміш, не здатну до горіння;

– висока технологічна стійкість (розкладання на кисень та водень відбувається за температури 1700°C) дає змогу використовувати воду для гасіння більшості горючих матеріалів та рідин.

Не рекомендується гасити водою цінні речі, обладнання, книги, документи та інші предмети, що приходить під виливом води до непридатного стану.

*Піна* – це колоїдна дисперсна система, яка складається із дрібних бульбашок, заповнених газом (утворюються із розчинів поверхнево-активних речовин і стабілізаторів).

До вогнегасних властивостей піни відносяться наступні:

– низька теплопровідність;

– перешкоджає випаровуванню горючих речовин, а також проникненню парів, газів, теплового випромінювання;

– охолоджувальні властивості.

Важливими характеристиками піни є її *стійкість* і *кратність* – відношення об'єму піни до об'єму піноутворюючої рідини. Низьократними пінами гасять вогонь на поверхнях, пінами середньої кратності (до 100) – рідини, високократні піни (100-150 та більше) використовують для об'ємного гасіння, витіснення диму, ізоляції технологічних установок від впливу теплових потоків.

*Вуглекислий газ* (CO<sub>2</sub>) – безбарвний, не горить, в результаті стискання під тиском 3,5 МПа (35 кг/см<sup>2</sup>) перетворюється на рідну, що називається *вуглекислою*; яка зберігається і транспортується у сталених балонах під тиском. За нормальних умов вуглекислота випаровується, при цьому із 1 кг кислоти отримують 509 л газу.

Для гасіння пожеж вуглекислоту застосовують у двох станах: у газоподібному та у вигляді снігу. Сніжинки вуглекислоти мають температуру -79°C. При надходженні у зону горіння вуглекислота випаровується, сильно охолоджує зону горіння та предмет, що горить, і зменшує процентний вміст кисню.

Вуглекислота не є електропровідною. Застосовують її для гасіння електроустановок, що знаходяться під напругою, а також для гасіння цінних речей.

*Інертні гази* (азот, аргон, гелій) та димові гази мають здатність зменшувати концентрацію кисню в осередку горіння. Вогнегасна концентрація цих газів при гасінні пожеж у закритих приміщеннях складає 30 – 36% за об'ємом.

*Галогенпохідні вуглеводнів* (хладон, чотирихлористий вуглець, бромистий етил та ін.) здатні гальмувати хімічні реакції горіння, їх застосовують для гасіння твердих та рідких горючих матеріалів, найчастіше при пожежах у замкнених об'ємах. Вогнегасна концентрація цих речовин значно нижча за вогнегасну концентрацію інертних газів (для бромистого етилу – 4,5 %, для чотирихлористого вуглецю – 10,5 % за об'ємом). Більшість цих речовин є вкрай шкідливими, тому можуть застосовуватися за умови відсутності людей у приміщенні. Відносно помірну токсичність має хладон 114 В2, який забезпечує гасіння за концентрацій всього біля 2 %. Але за вимогами безпеки евакуація людей повинна бути завершена до його використання. Особи, що беруть участь у ліквідації пожежі, можуть заходити у приміщення, де використовують будь-які галогенпохідні вуглеводнів, тільки у спеціальних засобах захисту органів дихання.

*Вогнегасні порошки* здатні хімічно гальмувати реакції горіння; утворювати на поверхні речовини, що горить, ізолювальну плівку; утворювати хмару порошку, яка має властивості екрану; механічно збивати полум'я твердими частинками; виштовхувати кисень із зони горіння за рахунок видалення  $\text{CO}_2$ . Вони використовуються для ліквідації горіння твердих, рідких та газоподібних речовин, найчастіше – легкозаймистих і горючих рідин, електроустаткування, вуглецевих тліючих матеріалів, лужних та лужноземельних металів та інших речовин (калію, магнію, натрію), які не можна гасити водою та водними розчинами.

*Стиснуте повітря* використовують для гасіння горючих рідин з метою перемішування рідини, що горить. Стиснуте повітря, яке подається знизу, переміщує нижні, більш холодні шари рідини наверх, зменшуючи температуру верхнього шару. Стиснуте повітря використовують при гасінні пожеж у резервуарах нафтопродуктів великої місткості.

Для ліквідації невеликих осередків пожеж, а також для гасіння пожеж у початковій стадії їх розвитку силами персоналу об'єктів застосовуються *первинні засоби пожежегасіння* відповідно до *Правил експлуатації та типових норм належності вогнегасників* (наказ МВС України від 15.01.2018 № 25); ДСТУ 3675-98 “Пожежна техніка. Вогнегасники переносні. Загальні технічні вимоги та методи випробувань”; ДСТУ 3734-98 “Пожежна техніка. Вогнегасники пересувні. Загальні технічні вимоги”.

До *первинних засобів пожежегасіння* відносяться: вогнегасники, пожежний інвентар (покривала з негорючого теплоізоляційного полотна або повсті, ящики з піском, бочки з водою, пожежні відра, совкові лопати), пожежний інструмент (гаки, ломи, сокири тощо).

*Вогнегасник* – технічний засіб, призначений для припинення горіння подаванням вогнегасної речовини, що міститься в його корпусі, під дією надлишкового тиску, за масою і конструктивним виконанням придатний для транспортування і застосування людиною.

*Переносний вогнегасник* – вогнегасник, за масою і конструктивним виконанням придатний для перенесення та застосування однією людиною.

Маса спорядженого переносного вогнегасника не перевищує 20 кг.

Вогнегасники класифікують за видом речовини, що використовується для гасіння пожежі, способом подачі вогнегасного складу та інших чинниками. Зокрема, за видом вогнегасної речовини розрізняють:

ВВ – вогнегасник водяний – вогнегасник із зарядом водної вогнегасної речовини;

ВВП – вогнегасник водопінний – вогнегасник із зарядом водопінної вогнегасної речовини;

ВВПА – пристрій вогнегасний водопінний аерозольний;

ВГ – вогнегасник газовий, у тому числі вуглекислотний (ВВК – вогнегасник із зарядом діоксиду вуглецю);

ВП – вогнегасник порошковий – вогнегасник із зарядом вогнегасного порошку.

Вогнегасники маркують буквами, що характеризують вид вогнегасника, і цифрами, що позначають його місткість. Цифра після позначення типу вогнегасника означає масу вогнегасної речовини в

кілограмах (для ВВПА – в грамах), яка міститься в його корпусі (рисунок 6.1).

Критеріями вибору типу і необхідної кількості вогнегасників для захисту об'єкта є:

1) категорія виробничого та складського приміщення за вибухопожежною та пожежною небезпекою;

2) клас можливої пожежі;

3) придатність вогнегасника для гасіння пожежі певного класу та відповідність умовам його експлуатації;

4) вогнегасна здатність вогнегасника конкретного типу за ДСТУ 3675-98 «Пожежна техніка. Вогнегасники переносні. Загальні технічні вимоги та методи випробувань», ДСТУ 3734 «Пожежна техніка. Вогнегасники пересувні. Загальні технічні вимоги»;

5) гранична захищена площа

Класи пожеж визначено в ДСТУ EN 2:2014 «Класифікація пожеж» (EN 2:1992, EN 2:1992/A1:2004, IDT)

В Україні визначено чотири класи пожеж та їх символи:

– клас А – горіння твердих речовин, переважно органічного походження, горіння яких супроводжується тлінням (деревина, текстиль, папір);

– клас В – горіння рідин або твердих речовин, які розплавляються;

– клас С – горіння газоподібних речовин;

– клас D – горіння металів та їх сплавів.

Крім цих чотирьох класів Правилами пожежної безпеки в Україні (від 30.12.2014 р. № 1417), введено ще додатковий п'ятий клас (E), прийнятий для позначення пожеж, пов'язаних із загоранням електроустановок.

Категорія будинків, приміщень та зовнішніх установок виробничого і складського призначення за вибухопожежною або пожежною небезпекою визначається відповідно до вимог ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою».

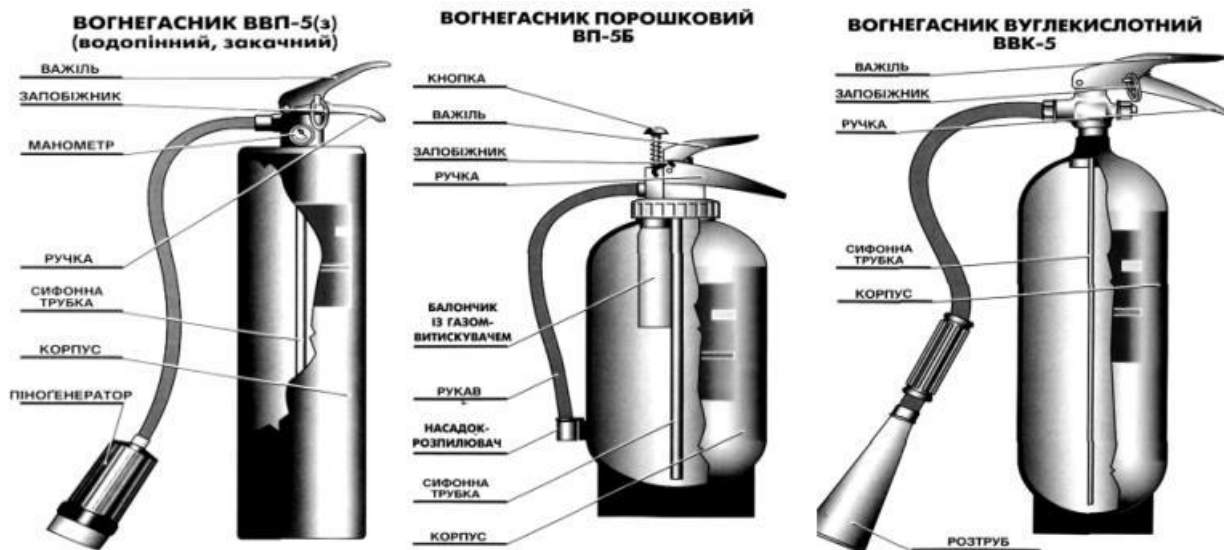


Рисунок 6.1 – Види переносних вогнегасників та їх будова

На даний час більш досконалішими і такими, що відповідають тенденціям у розвитку засобів пожежегасіння є порошкові вогнегасники, які випускаються двох типів: з пусковим балоном і закачні. У вогнегасниках з пусковим балоном (ВП-2, ВП-5Б, ВП-5М, ВП-9, ВП-50) корпус, в якому знаходиться пусковий балон з газом чи повітрям під тиском, заповнюється вогнегасним порошком (у разі використання їх необхідно тримати у вертикальному положенні горловиною догори). У закачних вогнегасників (ВП-2(з), ВП-5(з)М, ВП-9(з), ВП-0(з)) відсутній пусковий балон, а тиск повітря чи газу підтримується безпосередньо у корпусі вогнегасника.

Вуглекислотні вогнегасники випускають трьох типів: ВВК-2, ВВК-5 та ВВК-8. Їх застосовують у випадку пожеж класів А, В і Е для гасіння твердих та рідких речовин окрім тих, що можуть горіти без доступу повітря), а також електроустановок, що знаходяться під напругою до 1000 В за умови обмеження **наближення до струмопровідних частин на відстань не ближче 1 м (рисунок 6.1)**.

Вуглекислота у вогнегаснику знаходиться у рідкому стані під тиском 6–7 МПа. У випадку відкриванні вентилю балона вогнегасника, за рахунок швидкого адіабатичного розширення, вуглекислий газ миттєво перетворюється у снігоподібну масу, у вигляді якої він і викидається з дифузора вогнегасника. Час дії вогнегасників цього типу 25–40 с, довжина струменя 1,5–3 м.

Вуглекислотно-брометилові вогнегасники ВВБ-3 та ВВБ-7 за зовнішнім виглядом та побудовою мало відрізняються від вуглекислотних. Їх заряджають сумішшю, що складається із 97 %

бромистого етилу та 3 % вуглекислого газу. Завдяки високій змочувальній здатності бромистого етилу продуктивність цих вогнегасників у 4 рази вища за продуктивність вуглекислотних. У зв'язку з високою токсичністю бромистого етилу вказані вогнегасники мають обмежене використання і застосовуються в основному у випадку пожеж класів В, С, Е. В даному випадку використання спеціальних засобів захисту органів дихання особами, що беруть участь у гасінні пожежі, є обов'язковим.

### **Вибір типу та необхідної кількості вогнегасників**

Вибір типу і розрахунок необхідної кількості вогнегасників проводиться відповідно до чинних нормативів (ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою»).

*Критеріями вибору типу і необхідної кількості вогнегасників для захисту об'єкта є:*

- рівень пожежної небезпеки об'єкта (будинку, споруди, приміщення);
- клас пожежі горючих речовин та матеріалів, наявних у ньому;
- придатність вогнегасника для гасіння пожежі певного класу та відповідність умовам його експлуатації;
- вогнегасна здатність вогнегасника конкретного типу;
- категорія приміщення за вибухопожежною або пожежною небезпекою;
- наявність у приміщенні модульної установки автоматичного пожежогасіння;
- площа об'єкта.

Категорія будинків та приміщень виробничого і складського призначення за вибухопожежною або пожежною небезпекою визначається відповідно до вимог ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою».

*Відповідно до ДСТУ Б В.1.1-36:2016 будинки та приміщення виробничого і складського призначення за вибухопожежною або пожежною небезпекою поділяються на категорії А, Б, В, Г та Д (таблиці б.1).*

Визначення категорій приміщень слід здійснювати шляхом послідовної перевірки належності приміщення до категорій, які наведені у таблиці б.2, від найвищої (категорія А) до найнижчої (категорія Д).

**Таблиця 6.1.** Категорії приміщень за вибухопожежною і пожежною небезпекою

Категорія приміщення	Характеристика речовин і матеріалів, що знаходяться (обертаються) у приміщенні
<b>А</b> Вибухопожеженебезпечна	Горючі гази (ГГ), легкозаймисті рідини (ЛЗР) з температурою спалаху не більше 28°C у такій кількості, що можуть утворювати вибухонебезпечні газопароповітряні суміші, у разі займання яких розвивається розрахунковий надлишковий тиск вибуху у приміщенні, який перевищує 5 кПа. Речовини і матеріали, здатні вибухати і горіти при взаємодії з водою, киснем повітря або один з одним, у такій кількості, що розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні перевищує 5 кПа
<b>Б</b> Вибухопожеженебезпечна	Горючий пил, волокна, легкозаймисті рідини з температурою спалаху більше 28°C, горючі рідини (ГР) в такій кількості, що можуть утворювати вибухонебезпечні пилоповітряні або пароповітряні суміші, у разі займання яких розвивається розрахунковий надлишковий тиск вибуху у приміщенні, що перевищує 5 кПа
<b>В</b> Пожежонебезпечна	Горючі гази (ГГ), легкозаймисті, горючі і важкогорючі рідини, а також речовини та матеріали, які здатні при взаємодії з водою, киснем повітря або один з одним вибухати і горіти або тільки горіти; горючий пил і волокна, тверді горючі та важкогорючі <sup>13</sup> речовини і матеріали, за умови, що приміщення, в яких вони знаходяться (обертаються), не відносяться до категорій А, Б і питома пожежна навантага <sup>14</sup> для твердих і рідких легкозаймистих та горючих речовин на окремих ділянках <sup>1</sup> площею не менше 10 м <sup>2</sup> кожна перевищує 180 МДж/м <sup>2</sup> <sup>12</sup>
<b>Г</b> Помірнопожежонебезпечна	Негорючі речовини і матеріали у гарячому, розпеченому або розплавленому стані, процес обробки яких супроводжується виділенням променистого тепла, іскор та полум'я; горючі гази (ГГ), рідини та тверді речовини, що спалюються або утилізуються як паливо
<b>Д</b> зниженопожежонебезпечна	Речовини і матеріали, що вказані вище для категорій приміщень В (крім горючих газів, горючого пилу і/або волокон), а також, негорючі речовини і/або матеріали в холодному стані, за умови, що приміщення, в яких знаходяться (обертаються) вищевказані речовини і матеріали, не відносяться до категорій А, Б і В

Примітка 1. Площа окремих ділянок для твердих і рідких важкогорючих, ГР та ЛЗР, що утворюють пожежну навантагу, визначають за розмірами проекції їх площі розміщення (складування), а також площі розливу під час розрахункових аварій на горизонтальну поверхню підлоги.

Примітка 2. Приміщення відноситься до категорії В, якщо його площа менше або дорівнює 10 м<sup>2</sup> і в ньому знаходяться (обертаються) горючі матеріали і речовини, що утворюють пожежну навантагу, за умови, що приміщення не відноситься до категорії А і Б.

<sup>13</sup> **Важкогорючі речовини і матеріали** – речовини і матеріали, здатні горіти у повітрі під час дії зовнішнього джерела запалювання, але не здатні самостійно горіти після його видалення.

<sup>14</sup> *Пожежна навантага* – кількість теплоти, що може виділитися в разі повного згоряння всіх горючих матеріалів, які є у приміщенні або іншому просторі, включно з покриттями стін, перегородок, підлоги та стель. *Питома пожежна навантага* – пожежна навантага, що припадає на одиницю площі підлоги приміщення, будинку чи споруди.

### Класи пожеж та їх символи

Згідно з ДСТУ EN 2:2014 Класифікація пожеж (EN 2:1992; EN 2:1992/A1:2004, IDT вибирають вогнегасну речовину, технічний засіб та/або тактичні прийоми пожежогасіння.

Стандарт ДСТУ EN 2:2014 Класифікація пожеж передбачає поділ пожеж на класи (таблиця 6.2):

Таблиця 6.2 – Класифікація пожеж

Клас пожежі	Характеристика горючих речовин та матеріалів або об'єкта, що горить
A	Тверді речовини, переважно органічного походження, горіння яких супроводжується тлінням (деревина, текстиль, папір).
B	Горючі рідини або тверді речовини, які розплавляються при нагріванні (нафтопродукти, спирти, каучук, стеарин, деякі синтетичні матеріали).
C	Горючі гази.
D	Метали та їх сплави (алюміній, магній, лужні метали).
(E)	Устаткування під напругою.

ДСТУ EN 2:2014 у повній відповідності до європейського першоджерела (EN 2:1992; EN 2:1992/A1:2004) встановлює класи пожеж залежно від матеріалу, що горить, і не передбачає визначення конкретного класу пожежі, що супроводжується горінням електрообладнання під напругою. Зазначений стандарт передбачає поділ пожеж на такі класи:

– А – що супроводжуються горінням твердих матеріалів, зазвичай органічного походження, під час горіння яких, як правило, утворюються тліючі вуглини;

– В – що супроводжуються горінням рідин або твердих речовин, які переходять у рідкий стан;

– С – що супроводжуються горінням газів;

– D – що супроводжуються горінням металів;

– F – що супроводжуються горінням речовин, які використовують для приготування їжі (рослинних і тваринних олій та жирів) і містяться в кухонних приладах.

Вибір типу та необхідної кількості вогнегасників проводиться згідно з нормами належності, наведеними в таблицях 6.3 – 6.5 (Додатки 4...6 до Правил експлуатації та типових норм належності вогнегасників). У таблицях 6.3 – 6.5 нормування для захисту приміщення, залежно від його площі, передбачено для одного типу вогнегасника, а саме: порошкового, водяного, водопінного або вуглекислотного. Тип вогнегасника потрібно вибирати, виходячи з особливостей конкретного об'єкта.



Якщо на об'єкті можливі осередки пожеж різних класів, то слід вибрати вогнегасники окремо для кожного класу пожежі або віддавати перевагу більш універсальному вогнегаснику щодо області застосування. При виборі таких вогнегасників їх кількість повинна дорівнювати більшому значенню, що отримане для кожного класу пожежі окремо.

Вибираючи вогнегасники необхідно врахувати відповідність його температурних меж використання кліматичним умовам експлуатації приміщень, будівель та споруд (таблиця 6.6) та користуватися переліками, наведеними в таблиці 6.7.

Громадські та адміністративно-побутові будинки *на кожному поверсі повинні мати не менше двох переносних (порошкових, водопінних або водяних) вогнегасників з масою заряду вогнегасної речовини 5 кг і більше. Крім того, слід передбачати по одному вуглекислотному вогнегаснику з величиною заряду вогнегасної речовини 3 кг і більше:*

– на 20 м<sup>2</sup> площі підлоги в таких приміщеннях: офісні приміщення з ПЕОМ, комори, електрощитові, вентиляційні камери та інші технічні приміщення;

– на 50 м<sup>2</sup> площі підлоги приміщень архівів, машзалів, бібліотек, музеїв.

Додатково вищевказані приміщення можуть оснащуватися аерозольними водопінними вогнегасниками з масою заряду вогнегасної речовини 400 г і більше.

При захисті від пожежі *приміщення з наявністю комп'ютерної техніки, телефонних станцій тощо слід використовувати вуглекислотні вогнегасники або аерозольні водопінні вогнегасники.*

*Приміщення, у яких розміщені комп'ютерної техніки, слід оснащувати переносними вуглекислотними вогнегасниками з розрахунку один вогнегасник ВВК-1,4 чи ВВК-2 або один ВВПА-400 на три комп'ютери, але не менше ніж один вогнегасник зазначених типів на приміщення.*

Приміщення, обладнані модульними установками автоматичного пожежогасіння, якщо в них немає постійного перебування людей, можуть забезпечуватися вогнегасниками на 50 % від їх норм належності для цих приміщень.

Відстань між місцями розташування вогнегасників не повинна перевищувати: 15 м – для приміщень категорій А, Б, В (горючі гази та

рідини); 20 м – для приміщень категорій В, Г, а також для громадських будівель та споруд.

Для захисту *квартир житлових будинків і будинків індивідуальної забудови* слід використовувати переносні вогнегасники з розрахунку один водяний (ВВ-5, ВВ-6) чи водопінний (ВВП-6) вогнегасник або один порошковий (ВП-2, ВП-3) вогнегасник на одну квартиру або на один будинок індивідуальної забудови. Кухні або кімнати для приготування їжі вищевказаних будинків додатково можуть оснащуватися одним аерозольним водопінним вогнегасником з масою заряду вогнегасної речовини 400 г і більше.

Таблиця 6.3 – Норми належності порошкових вогнегасників для виробничих і складських будинків та приміщень промислових підприємств

№ з/п	Гранична захищена площа, м <sup>2</sup>	Клас можливої пожежі	Мінімальна кількість порошкових вогнегасників								
			переносний вогнегасник із зарядом вогнегасної речовини, кг					пересувний вогнегасник із зарядом вогнегасної речовини, кг			
			5	6	8	9	12	20	50	100	150
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>I. Приміщення категорій А, Б, а також В з наявністю горючих газів і рідин</b>											
1.1	до 25 включно	А, В, С, Е	2	2	1	1	1	-	-	-	-
1.2	більше 25 до 50 включно	А, В, С, Е	3	3	2	2	2	-	-	-	-
1.3	більше 50 до 150 включно	А, В, С, Е	4	4	3	3	2	1	-	-	-
1.4	більше 150 до 250 включно	А, В, С, Е	6	6	4	4	3	2	1	-	-
1.5	більше 250 до 500 включно	А, В, С, Е	8	8	6	6	4	3	2	1	-
1.6	більше 500 до 1000 включно	А, В, С, Е	16	16	12	12	8	4	3	2	1
1.7	більше 1000	А, В, С, Е	На першу 1000 м-2 площі числові значення кількості вогнегасників згідно з позицією 1.6 таблиці; на кожні наступні: 50 м-2 - згідно з позицією 1.2 таблиці; 150 м-2 - згідно з позицією 1.3 таблиці; 250 м-2 - згідно з позицією 1.4 таблиці; 500 м-2 - згідно з позицією 1.5 таблиці; 1000 м-2 - згідно з позицією 1.6 таблиці.								
<b>II. Приміщення категорій В за відсутності горючих газів і рідин</b>											

№ з/п	Гранична захищувана площа, м <sup>2</sup>	Клас можливої пожежі	Мінімальна кількість порошкових вогнегасників								
			переносний вогнегасник із зарядом вогнегасної речовини, кг					пересувний вогнегасник із зарядом вогнегасної речовини, кг			
			5	6	8	9	12	20	50	100	150
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2.1	до 50 включно	А, Е	2	2	1	1	1	-	-	-	-
2.2	більше 50 до 100 включно	А, Е	3	3	2	2	2	-	-	-	-
2.3	більше 100 до 300 включно	А, Е	4	4	3	3	2	1	-	-	-
2.4	більше 300 до 500 включно	А, Е	6	6	4	4	3	2	1	-	-
2.5	більше 500 до 1000 включно	А, Е	9	9	7	7	5	3	2	1	-
2.6	більше 1000	А, Е	На першу 1000 м-2 площі числові значення кількості вогнегасників згідно з позицією 2.5 таблиці; на кожні наступні: 50 м-2 - згідно з позицією 2.1 таблиці; 100 м-2 - згідно з позицією 2.2 таблиці; 300 м-2 - згідно з позицією 2.3 таблиці; 500 м-2 - згідно з позицією 2.4 таблиці; 1000 м-2 - згідно з позицією 2.5 таблиці.								
<b>III. Приміщення категорії Г</b>											
3.1	до 50 включно	В, С	2	2	1	1	1	-	-	-	-
3.2	більше 50 до 100 включно	В, С	3	3	2	2	2	-	-	-	-
3.3	більше 100 до 300 включно	В, С	5	5	3	3	2	1	-	-	-
3.4	більше 300 до 500 включно	В, С	7	7	4	4	3	2	1	-	-
3.5	більше 500 до 1000 включно	В, С	11	11	7	7	5	3	2	1	-
3.6	більше 1000	В, С	На першу 1000 м-2 площі числові значення кількості вогнегасників згідно з позицією 3.5 таблиці; на кожні наступні: 50 м-2 - згідно з позицією 3.1 таблиці; 100 м-2 - згідно з позицією 3.2 таблиці; 300 м-2 - згідно з позицією 3.3 таблиці; 500 м-2 - згідно з позицією 3.4 таблиці; 1000 м-2 - згідно з позицією 3.5 таблиці.								
<b>IV. Приміщення категорій Г, Д</b>											

№ з/п	Гранична захищувана площа, м <sup>2</sup>	Клас можливої пожежі	Мінімальна кількість порошкових вогнегасників								
			переносний вогнегасник із зарядом вогнегасної речовини, кг					пересувний вогнегасник із зарядом вогнегасної речовини, кг			
			5	6	8	9	12	20	50	100	150
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4.1	до 50 включно	А, Е	2	2	1	1	1	-	-	-	-
4.2	більше 50 до 150 включно	А, Е	3	3	2	2	2	-	-	-	-
4.3	більше 150 до 500 включно	А, Е	4	4	3	3	2	1	-	-	-
4.4	більше 500 до 1000 включно	А, Е	6	6	4	4	3	2	1	-	-
4.5	більше 1000	А, Е	На першу 1000 м-2 площі числові значення кількості вогнегасників згідно з позицією 4.4 таблиці; на кожні наступні: 50 м-2 - згідно з позицією 4.1 таблиці; 150 м-2 - згідно з позицією 4.2 таблиці; 500 м-2- згідно з позицією 4.3 таблиці; 1000 м-2 - згідно з позицією 4.4 таблиці.								

Примітки:

1. Знаком «-» позначені порошкові вогнегасники, які не допускаються для оснащення зазначених приміщень.
2. За наявності в приміщенні можливості виникнення пожеж різних класів кількість вогнегасників обирається за одним із класів, для якого ця кількість більша.
3. Мінімальна кількість порошкових вогнегасників визначає собою вибір однієї з позицій, відображених у графах 4-12.
4. Оснащення порошковими вогнегасниками для гасіння пожеж класу D слід проводити із дотриманням галузевих норм, погоджених у встановленому порядку.

Таблиця 6.4 – Норми належності водяних та водопінних вогнегасників для виробничих і складських будинків та приміщень промислових підприємств

№ з/п	Гранична захищувана площа, м <sup>2</sup>	Клас можливої пожежі	Мінімальна кількість водяних або водопінних вогнегасників							
			переносний вогнегасник із зарядом вогнегасної речовини, кг				пересувний вогнегасник із зарядом вогнегасної речовини, кг			
			5	6	9	12	20	50	100	150
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>I. Приміщення категорій А, Б, а також В з наявністю горючих рідин</b>										
1.1	до 25 включно	А	4	4	2	2	-	-	-	-
		В	3	3	2	1	-	-	-	-
1.2	більше 25 до 50 включно	А	8	8	4	3	1	-	-	-
		В	5	5	3	2	1	-	-	-
1.3	більше 50 до 150 включно	А	12	12	6	4	2	1	-	-
		В	8	8	5	3	2	1	-	-
1.4	більше 150 до 250 включно	А	-	-	8	6	3	2	1	-
		В	-	-	7	4	3	2	1	-
1.5	більше 250 до 500 включно	А	-	-	12	8	4	3	2	1
		В	-	-	10	6	4	3	2	1
1.6	більше 500 до 1000 включно	А	-	-	-	16	6	4	3	2
		В	-	-	-	12	6	4	3	2
1.7	Більше 1000	А	На першу 1000 м <sup>2</sup> площі числові значення кількості вогнегасників згідно з позицією 1.6 таблиці; на кожні наступні: 50 м <sup>2</sup> - згідно з позицією 1.2 таблиці; 150 м <sup>2</sup> - згідно з позицією 1.3 таблиці; 250 м <sup>2</sup> - згідно з позицією 1.4 таблиці; 500 м <sup>2</sup> - згідно з позицією 1.5 таблиці; 1000 м <sup>2</sup> - згідно з позицією 1.6 таблиці.							
		В								
<b>Розділ II. Приміщення категорій В за відсутності горючих рідин</b>										
2.1	до 50 включно	А	4	4	2	2	-	-	-	-
2.2	більше 50 до 100 включно	А	8	8	4	3	1	-	-	-
2.3	більше 100 до 300 включно	А	12	12	6	4	2	1	-	-
2.4	більше 300 до 500 включно	А	-	-	8	6	3	2	1	-
2.5	більше 500 до 1000 включно	А	-	-	14	10	4	3	2	1
2.6	більше 1000	А	На першу 1000 м <sup>2</sup> площі числові значення кількості вогнегасників згідно з позицією 2.5 таблиці; на кожні наступні: 50 м <sup>2</sup> - згідно з позицією 2.1 таблиці; 100 м <sup>2</sup> - згідно з позицією 2.2 таблиці; 300 м <sup>2</sup> - згідно з позицією 2.3 таблиці; 500 м <sup>2</sup> - згідно з позицією 2.4 таблиці; 1000 м <sup>2</sup> - згідно з позицією 2.5 таблиці.							

№ з/п	Гранична захищена площа, м <sup>2</sup>	Клас можливої пожежі	Мінімальна кількість водяних або водопінних вогнегасників							
			переносний вогнегасник із зарядом вогнегасної речовини, кг				пересувний вогнегасник із зарядом вогнегасної речовини, кг			
			5	6	9	12	20	50	100	150
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>III. Приміщення категорії Г</b>										
3.1	до 50 включно	В	3	3	2	1	-	-	-	-
3.2	більше 50 до 100 включно	В	5	5	3	2	1	-	-	-
3.3	більше 100 до 300 включно	В	8	8	5	3	2	1	-	-
3.4	більше 300 до 500 включно	В	11	11	7	4	3	2	1	-
3.5	більше 500 до 1000 включно	В	-	-	12	7	4	3	2	1
3.6	більше 1000	В	На першу 1000 м2 площі числові значення кількості вогнегасників згідно з позицією 3.5 таблиці; на кожні наступні: 50 м2 - згідно з позицією 3.1 таблиці; 100 м2 - згідно з позицією 3.2 таблиці; 300 м2 - згідно з позицією 3.3 таблиці; 500 м2 - згідно з позицією 3.4 таблиці; 1000 м2 - згідно з позицією 3.5 таблиці.							
<b>IV. Приміщення категорій Г; Д</b>										
4.1	до 50 включно	А	4	4	2	2	-	-	-	-
4.2	більше 50 до 150 включно	А	8	8	4	3	1	-	-	-
4.3	більше 150 до 500 включно	А	12	12	6	4	2	1	-	-
4.4	більше 500 до 1000 включно	А	16	16	8	6	3	2	1	-
4.5	більше 1000	А	На першу 1000 м2 площі числові значення кількості вогнегасників згідно з позицією 4.4 таблиці, на кожні наступні: 50 м2 - згідно з позицією 4.1 таблиці, 150 м2 - згідно з позицією 4.2 таблиці, 500 м2 - згідно з позицією 4.3 таблиці, 1000 м2 - згідно з позицією 4.4 таблиці.							

Примітки: 1. Знаком « - » позначені водяні та водопінні вогнегасники, які не допускаються для оснащення зазначених приміщень. 2. За наявності в приміщенні можливості виникнення пожеж різних класів кількість вогнегасників обирається за одним із класів, для якого ця кількість більша. 3. Для гасіння пожеж класу В слід застосовувати водяні вогнегасники із зарядом води з добавками, що забезпечують гасіння пожеж класу В. 4. Мінімальна кількість водяних або водопінних вогнегасників визначає собою вибір однієї з позицій, відображених у графах 4-11. 5. Оснащення водяними вогнегасниками, що містять

№ з/п	Гранична захищена площа, м <sup>2</sup>	Клас можливої пожежі	Мінімальна кількість водяних або водопінних вогнегасників							
			переносний вогнегасник із зарядом вогнегасної речовини, кг				пересувний вогнегасник із зарядом вогнегасної речовини, кг			
			5	6	9	12	20	50	100	150
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

воду з сольовими добавками для гасіння пожеж класу F, слід проводити разом із дотриманням галузевих норм, погоджених у встановленому порядку.

Таблиця 6.5 – Норми належності вуглекислотних вогнегасників для виробничих і складських будинків та приміщень промислових підприємств

№ з/п	Гранична захищена площа, м <sup>2</sup>	Клас можливої пожежі	Мінімальна кількість газових вогнегасників							
			переносний вогнегасник із зарядом вогнегасної речовини, кг		пересувний вогнегасник із зарядом вогнегасної речовини, кг					
			3,5	5	7	14	18	28	56	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
<b>I. Приміщення категорій А, Б, а також В з наявністю горючих рідин</b>										
1.1	до 25 включно	В, Е	4	4	1	-	-	-	-	-
1.2	більше 25 до 50 включно	В, Е	8	8	2	1	-	-	-	-
1.3	більше 50 до 150 включно	В, Е	13	13	3	2	1	-	-	-
1.4	більше 150 до 250 включно	В, Е	-	-	4	3	2	1	-	-
1.5	більше 250 до 500 включно	В, Е	-	-	-	4	3	2	1	1
1.6	більше 500 до 1000 включно	В, Е	-	-	-	-	4	3	2	2
1.7	більше 1000	В, Е	На першу 1000 м <sup>2</sup> площі числові значення кількості вогнегасників згідно з позицією 1.6 таблиці; на кожні наступні: 50 м <sup>2</sup> - згідно з позицією 1.2 таблиці; 150 м <sup>2</sup> - згідно з позицією 1.3 таблиці; 250 м <sup>2</sup> - згідно з позицією 1.4 таблиці; 500 м <sup>2</sup> - згідно з позицією 1.5 таблиці; 1000 м <sup>2</sup> - згідно з позицією 1.6 таблиці.							
<b>II. Приміщення категорії Г</b>										
2.1	до 50 включно	В, Е	4	4	1	-	-	-	-	-
2.2	більше 50 до 100 включно	В, Е	8	8	2	1	-	-	-	-
2.3	більше 100 до 300 включно	В, Е	13	13	3	2	1	-	-	-
2.4	більше 300 до 500 включно	В, Е	-	-	4	3	2	1	-	-
2.5	більше 500 до 1000 включно	В, Е	-	-	-	4	3	2	1	1

2.6	більше 1000	В, Е	На першу 1000 м <sup>2</sup> площі числові значення кількості вогнегасників згідно з позицією 2.5 таблиці; на кожні наступні: 50 м <sup>2</sup> - згідно з позицією 2.1 таблиці; 100 м <sup>2</sup> - згідно з позицією 2.2 таблиці; 300 м <sup>2</sup> - згідно з позицією 2.3 таблиці; 500 м <sup>2</sup> - згідно з позицією 2.4 таблиці; 1000 м <sup>2</sup> - згідно з позицією 2.5 таблиці.
-----	-------------	------	---

Примітки: 1. Знаком «-» позначені газові вогнегасники, які не допускаються для оснащення зазначених приміщень. 2. За наявності в приміщенні можливості виникнення пожеж різних класів кількість вогнегасників обирається за одним із класів, для якого ця кількість більша. 3. Мінімальна кількість газових вогнегасників визначає собою вибір однієї з позицій, гр. 4-10.

Таблиця 6.4 – Придатність вогнегасників до гасіння пожеж різних класів та діапазони температур їх експлуатації

Тип вогнегасника	Перелік класів пожеж*						Діапазон температур експлуатації, не менше
	А	В	С	Д	Ф	Е	
Порошковий	+	+	+	+	-	+	від мінус 20 °С до плюс 50 °С, або від мінус 30 °С до плюс 50 °С, або від мінус 40 °С до плюс 50 °С, або від мінус 50 °С до плюс 50 °С
Водопінний	+	+	-	-	-	-**	від плюс 5 °С до плюс 50 °С, або від 0 °С до плюс 50 °С, або від мінус 10 °С до плюс 50 °С, або від мінус 20 °С до плюс 50 °С
Водяний	+	+***	-	-	+****	-**	від плюс 5 °С до плюс 50 °С, або від 0 °С до плюс 50 °С, або від мінус 10 °С до плюс 50 °С, або від мінус 20 °С до плюс 50 °С *****
Газовий	-	+	-	-	-	+	від мінус 20 °С до плюс 50 °С

\* Класи пожеж: А - горіння твердих речовин; В - горіння рідких речовин; С - горіння газоподібних речовин; Д - горіння металів; Ф - горіння горючих речовин, таких як рослинні та тваринні олії і жири в обладнанні для приготування їжі.

\*\* Використання, небезпечне для життя людини.

\*\*\* Для водяних вогнегасників із зарядом води з добавками, що забезпечують гасіння пожеж класу В.

\*\*\*\* Для водяних вогнегасників із зарядом води з сольовими добавками, що забезпечує гасіння пожеж класу Ф.

\*\*\*\*\* Для водяних вогнегасників із зарядом води з морозостійкими добавками.

Знак “+” означає придатність вогнегасника для гасіння пожежі цього класу; знак “-” означає непридатність для гасіння пожежі цього класу.

Примітка. ВВПА можуть застосовуватися для гасіння пожеж класів А, В та Е з діапазоном температур експлуатації від мінус 10 °С до плюс 50 °С у разі дотримання умов його зберігання безпосередньо до моменту використання.



Таблиця 6.5 – Перелік об'єктів різного призначення, які повинні бути оснащені переносними вогнегасниками

Тип вогнегасника	Позначення	Найменування об'єктів, які рекомендується оснащувати переносними вогнегасниками
Водяний	ВВ-5, ВВ-6	Громадські будинки та споруди, квартири житлових будинків, приміщення гуртожитків, будинки індивідуальної забудови, кіоски
	ВВ-9, ВВ-12	Виробничі, сільськогосподарські, складські та лабораторні будинки і приміщення, адміністративні та побутові будинки і приміщення та споруди промислових підприємств, громадські будинки та споруди, гаражі та автомайстерні
Водопінний	ВВП-6	Громадські будинки та споруди, квартири житлових будинків, приміщення гуртожитків, будинки індивідуальної забудови, кіоски
	ВВП-9, ВВП-12	Виробничі, сільськогосподарські, складські та лабораторні будинки і приміщення, адміністративні та побутові будинки і приміщення та споруди промислових підприємств, громадські будинки та споруди, гаражі та автомайстерні
Водопінний аерозольний	ВВПА-400	Громадські будинки та споруди, квартири житлових будинків, приміщення гуртожитків, будинки індивідуальної забудови, адміністративні та побутові будинки і приміщення та споруди промислових підприємств, лабораторні приміщення, гаражі та автомайстерні, кіоски та торговельні ятки
Газовий	ВВК-1,4, ВВК-2	Громадські будинки та приміщення з наявністю ПЕОМ, приміщення обчислювальних центрів, споруди промислових підприємств
	ВВК-3,5, ВВК-5	Громадські будинки, споруди та приміщення з наявністю ПЕОМ, приміщення обчислювальних центрів, споруди промислових підприємств
Порошковий**	ВП-2, ВП-3, ВП-4	Квартири житлових будинків, приміщення гуртожитків, будинки індивідуальної забудови, приміщення для зберігання автотранспорту, що розташовані у підвальних та цокольних поверхах житлових будинків, пересувні ремонтні майстерні та лабораторії
	ВП-5, ВП-6, ВП-9, ВП-12	Виробничі, сільськогосподарські, складські та лабораторні будинки і приміщення, адміністративні та побутові будинки і приміщення та споруди промислових підприємств, громадські будинки та споруди, гаражі та автомайстерні

\* Застереження щодо застосування вуглекислотних вогнегасників: при гасінні пожежі в приміщенні необхідно враховувати можливість зниження вмісту кисню в повітрі приміщення нижче граничнодопустимого значення. \*\* Порошкові вогнегасники слід застосовувати після евакуації людей з приміщення.

**Завдання 6.1.** Визначте тип та необхідну кількість вогнегасників для приміщення. Необхідні вихідні дані наведені в таблиці 6.8. Дайте технічну характеристику цим вогнегасникам.

Таблиця 6.8 – Вихідні дані до задачі 6.1

Данні для розрахунку (обираються за останнім номером залікової книжки)	Приміщення	Площа приміщення, м <sup>2</sup>
0	Складальний цех меблевої фабрики	500
1	Склад лакофарбових виробів	200
2	Склад паперових виробів	100
3	Склад аудіо- та відеотехніки	50
4	Складальний цех комбінату хімічних волокон	1000
5	Складальний цех деревооброблюючого комбінату	400
6	Склад паливно-мастильних матеріалів	300
7	Складальний цех льонокомбінату	100
8	Складальний цех текстильної фабрики	200
9	Складальний цех фабрики виробництва взуття	100

### Питання для самоконтролю

- 1) Які є способи пожежогасіння?
- 2) Які речовини використовуються у пожежогасінні? Охарактеризуйте їхні вогнегасні властивості.
- 3) Що відноситься до первинних засобів пожежогасіння?
- 4) Назвіть основні види вогнегасників, що використовуються на даний часі?
- 5) Якими є критерії вибору вогнегасників?
- 6) Яка існує класифікація пожеж?
- 7) Які існують обмеження щодо застосування тих чи інших вогнегасників? Наведіть конкретні приклади.

## ПРАКТИЧНА РОБОТА № 7 РОЗСЛІДУВАННЯ ТА ОБЛІК НЕЩАСНИХ ВИПАДКІВ НА ВИРОБНИЦТВІ

**Мета:** ознайомитися із порядком розслідування й обліку нещасних випадків та професійних захворювань на виробництві відповідно до чинної нормативно-правової бази.

### **Теоретична частина**

*Нещасний випадок* – це обмежена в часі подія або раптовий вплив на працівника небезпечного виробничого фактора або середовища, що сталися у процесі виконання ним трудових обов'язків, унаслідок яких заподіяно шкоду здоров'ю, або настала смерть (Закон України “Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення” № 1105 від 24 лютого 1994 року).

*Груповим* вважається нещасний випадок, що має три ознаки: одночасність, одна причина, кількість потерпілих від двох і більше.

Нещасні випадки на виробництві мають розглядатися відповідно до «Порядку розслідування та ведення обліку нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на виробництві», що затверджується постановою КМУ (остання версія на сайті Електронний доступ: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/337-2019-%D0%BF> )

Розслідування проводиться у разі виникнення нещасного випадку.

*Нещасний випадок* - обмежена в часі подія або раптовий вплив на працівника небезпечного виробничого фактора чи середовища, що сталися у процесі виконання ним трудових обов'язків або в дорозі (на транспортному засобі підприємства чи за дорученням роботодавця), внаслідок яких заподіяно шкоду здоров'ю, зокрема від одержання поранення, травми, у тому числі внаслідок тілесних ушкоджень, гострого професійного захворювання (отруєння) та інших отруєнь, одержання сонячного або теплового удару, опіку, обмороження, а також у разі утоплення, ураження електричним струмом, блискавкою та іонізуючим випромінюванням, одержання інших ушкоджень внаслідок аварії, пожежі, стихійного лиха (землетрусу, зсуву, повені, урагану тощо), контакту з представниками тваринного та рослинного світу, які призвели до втрати працівником працездатності на один робочий день чи більше або до необхідності переведення його на іншу (легшу) роботу не менш як на один робочий день, зникнення тощо

*Прихований нещасний випадок на виробництві* - нещасний випадок, про який роботодавець, потерпілий або працівник, який його виявив, не повідомив у встановлений цим Порядком строк відповідним органам та установам, та/або нещасний випадок, розслідування якого не проведено комісією підприємства (установи, організації).

*Хронічне професійне захворювання (отруєння)* - захворювання, що виникло внаслідок провадження професійної діяльності працівника виключно або переважно впливу шкідливих факторів виробничого середовища та трудового процесу, пов'язаних з роботою.

*Гостре професійне захворювання (отруєння)* - захворювання (або смерть), що виникло після однократного (протягом не більш як однієї робочої зміни) впливу на працівника шкідливих факторів фізичного, біологічного та хімічного характеру (у тому числі інфекційні, паразитарні, алергійні захворювання).

*Хронічне професійне захворювання (отруєння)* - захворювання, що виникло внаслідок провадження професійної діяльності працівника виключно або переважно впливу шкідливих факторів виробничого середовища та трудового процесу, пов'язаних з роботою.

### **Практична частина**

Скласти алгоритм (схему) розслідування нещасного випадку на виробництві у такій послідовності

1. Дії потерпілого або працівника, який виявив нещасний випадок (НВ), чи іншої особи — свідка НВ.

2. Дії безпосереднього керівника робіт у разі настання нещасного випадку.

3. Дії лікувально-профілактичного закладу, до якого звернувся потерпілий (надсилання екстреного повідомлення про звернення потерпілого з посиланням на нещасний випадок на виробництві, терміни і кому надсилається повідомлення)

4. Повідомлення про нещасний випадок керівником підприємства (установи, організації), в інтересах якого виконувалися роботи (кому і в які терміни).

5. Створення комісії з розслідування нещасних випадків (склад комісії).

6. Обов'язки комісії з розслідування нещасних випадків.

7. Реєстрація нещасного випадку.

## 8. Надсилання примірників затверджених актів за заданою формою.

*Питання для самоконтролю*

- 1) *Що вважається нещасним випадком на виробництві? Як класифікуються нещасні випадки? Які нещасні випадки підлягають розслідуванню?*
- 2) *З якою метою проводяться розслідування нещасних випадків, професійних захворювань та аварій на виробництві?*
- 3) *Як класифікують травми за кількістю потерпілих та за страховою ознакою?*
- 4) *Що повинен зробити безпосередній керівник робіт у разі НВ з його працівником?*
- 5) *До яких органів повинен надіслати повідомлення роботодавець у разі поодинокого нещасного випадку?*
- 6) *Яким є склад комісії з розслідування поодинокого та групового НВ?*
- 7) *Які документи і в якій кількості складає комісія з розслідування поодинокого НВ? В які органи надсилаються примірники актів із розслідування НВ за формою Н-1 та формою Н-5?*
- 8) *Дайте пояснення щодо заповнення акту за формою Н-1.*
- 9) *Скільки років і які документи із розслідування НВ зберігаються на підприємстві?*
- 10) *Який порядок звітування про НВ?*
- 11) *Які нещасні випадки підлягають спеціальному розслідуванню*
- 12) *Яким є склад комісії зі спеціального розслідування?*
- 13) *До яких органів надсилає роботодавець повідомлення про груповий і смертельний нещасний випадок на виробництві?*
- 14) *До яких структур надсилаються акти з розслідування групових і смертельних нещасних випадків на виробництві?*

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

### I. ЗАКОНОДАВЧІ ТА ІНШІ НОРМАТИВНІ АКТИ ПРО ОХОРОНУ ПРАЦІ

1. **Законодавство** України про охорону праці. / Електронний доступ <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12>
2. Кодекс законів про працю. / Електронний доступ <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/322-08>
3. Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування/ Електронний доступ: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1105-14>
4. Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці./ Електронний доступ <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0231-05>
5. Типове положення про службу охорони праці / Електронний доступ <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1526-04>
6. Закон України «Про відпустки»/ Електронний доступ: <https://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/504/96-%D0%B2%D1%80>
7. Порядок розслідування та обліку нещасних випадків, професійних захворювань та аварій на виробництві / Електронний доступ: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/337-2019-%D0%BF>
8. **Гігієнічна класифікація праці** за показниками шкідливості і небезпечності факторів виробничого середовища, важкості і напруженості трудового процесу. / Електронний доступ: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0472-14>
9. **Граничні нормами** піднімання і переміщення важких речей жінками. / Електронний доступ: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0194-93>.
10. **Державні будівельні норми України:** ДБН В.2.5-28-2018 Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення. / Електронний доступ: [http://new.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2018/09/DBN\\_Osvitlennya-ostatochna.pdf](http://new.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2018/09/DBN_Osvitlennya-ostatochna.pdf)
11. **Правила улаштування електроустановок.** / Електронний доступ <https://ua.energy/wp-content/uploads/2018/06/%D0%9F%D0%A3%D0%95.pdf>
12. **Державні санітарні норми:** ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. Електронний доступ: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va042282-99>
13. ДСН 3.3.6.037-99: Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. Електронний доступ: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va037282-99>
14. **Правила** технічної експлуатації електроустановок споживачів/ Електронний доступ: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1143-06>
15. ДБН В.2.5-56:2014 Системи протипожежного захист. Електронний доступ: [https://dbn.co.ua/dbn/DBN\\_V.2.5-56\\_2014\\_sistemi\\_protipogegnoho\\_zahistu.pdf](https://dbn.co.ua/dbn/DBN_V.2.5-56_2014_sistemi_protipogegnoho_zahistu.pdf)
16. **Правила експлуатації та типових норм належності вогнегасників** (від 15.01.2018 № 25) Електронний доступ: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0225-18>

- 17.ДСТУ 3675-98 “Пожежна техніка. Вогнегасники переносні. Загальні технічні вимоги та методи випробувань”
- 18.ДСТУ 3734-98 “Пожежна техніка. Вогнегасники пересувні. Загальні технічні вимоги”.
- 19.ДСТУ EN 2:2014 «Класифікація пожеж»
- 20.Правила пожежної безпеки в Україні (від 30.12.2014 р. № 1417). Електронний доступ: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0252-15>
- 21.ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою»
- 22.ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою»

## **II. НАВЧАЛЬНА ЛІТЕРАТУРА**

- 23.Безпека праці та промислова санітарія: курс охорони праці для студентів інженерно-економічного напрямку підготовки /[К.Н. Ткачук, О.Л. Гуменюк, Бивойно Т.П., Денисова Н.М. та інші]; За редакцією К.Н. Ткачука і О.Л. Гуменюк – Чернігів: ЧДТУ, 2010. Електронний доступ: <https://spo.stu.cn.ua/Oksana/posibnik/index.html>

## **III. ДОПОМІЖНА ЛІТЕРАТУРА ДЛЯ ВИКОНАННЯ РОЗРАХУНКОВОЇ ЧАСТИНИ РОБОТИ**

- 24.Практикум із охорони праці /В.Ц. Жидецький, В.С. Джигирей, В.М. Сторожук та ін. – Львів: Афіша, 2000. – 350 с.