

Міністерство освіти і науки України
Чернівецький національний університет
імені Юрія Федьковича

Охорона праці в галузі

Методичні рекомендації

Чернівці
Чернівецький національний університет
2021

УДК 331.45

Друкується за ухвалою методичної ради
Навчально-наукового Інституту фізико-технічних та комп'ютерних наук
Чернівецького національного університету
імені Юрія Федьковича

Охорона праці в галузі: методичні рекомендації / укл.: Гуцул В.І., – Чернівці : ЧНУ, 2021. – 52 с.

До методичних рекомендацій увійшли основні теоретичні положення в забезпеченні гарантій збереження здоров'я і працездатності працівників у виробничих умовах конкретних галузей господарювання через ефективне управління охороною праці та формування відповідальності у посадових осіб і фахівців за колективну та власну безпеку.

Для студентів спеціалізації «Теоретична фізика» та студентів інших фізичних спеціалізацій, які вивчають охорону праці в галузі.

УДК 331.45

© Чернівецький національний університет, 2021

1. Аналіз виробничого травматизму та професійних захворювань

1. Основні теоретичні положення

Проблема створення безпечних і нешкідливих умов праці була і залишається однією з головних, оскільки від її розв'язання залежить не тільки успішна робота конкретного підприємства чи галузі, але і збереження здоров'я та підтримка працездатності працівників на протязі трудового життя.

Дія негативних факторів виробничого середовища може призвести до виробничої травми, професійного чи виробничо зумовленого захворювання. Виробничий травматизм і захворювання спричиняють величезні, непоправні суспільні втрати, негативно впливають на економіку країн, рівень життя населення. З метою зменшення даних утрат проводиться аналіз виробничого травматизму та професійних захворювань, який полягає в установленні закономірностей виникнення травм і захворювань на виробництві та розробки ефективних профілактичних заходів.

Праця професійних користувачів ПК має свої особливості. Вони полягають у відмінності розумового і науково-емоційного компонентів праці, ступені залучення до діяльності тих чи інших органів і систем. Функціональні розлади діяльності аналізаторів, захворювання опорно-рухового апарату, нервової, серцево-судинної та інших систем організму виробничо зумовлені. На сьогодні робота з ПК у багатьох країнах віднесена до списку шкідливих і небезпечних, а захворювання, що виникають при роботі з персональним комп'ютером, розглядаються в усьому світі як професійні.

Для аналізу виробничого травматизму та професійних захворювань застосовують чотири основних методи: статистичний, монографічний, економічний, фізичного та математичного моделювання.

Статистичний метод ґрунтується на вивченні причин травматизму за документами, що реєструють нещасні випадки (акти за формою Н-1, листки тимчасової непрацездатності), за певний період часу; у випадку професійних захворювань аналізуються дані карт обліку професійних захворювань за формою П-5, які складаються на підставі актів розслідування випадків профзахворювань. Даний метод дозволяє визначити динаміку травматизму та його тяжкість на окремих ділянках виробництва, підприємстві в цілому, провести порівняльний аналіз з

іншими підприємствами галузі, виявити закономірності зростання чи зниження. При проведенні статистичного аналізу для характеристики рівня виробничого травматизму на підприємстві і в галузі використовують кількісні та якісні показники.

Коефіцієнт частоти травматизму K_{ft} розраховується як

$$K_{ft} = \frac{A \cdot 1000}{E}, \quad (1.1)$$

де A – число нещасних випадків, що сталися на підприємстві за звітний період і призвели до втрати працездатності на 1 добу і більше, E – середньоспискова чисельність працюючих на підприємстві за той самий звітний період часу.

Якісний показник травматизму – коефіцієнт тяжкості травматизму K_{st} (нещасних випадків), характеризує середню втрату працездатності в днях, що припадають на одного потерпілого за звітний період і визначається як:

$$K_{st} = \frac{D}{A}, \quad (1.2)$$

де A – число нещасних випадків, що сталися на підприємстві за звітний період і призвели до втрати працездатності на 1 добу і більше, D – сумарне число днів непрацездатності всіх потерпілих, які втратили працездатність на добу і більше під час звітного періоду.

Коефіцієнт мінімальних матеріальних збитків або коефіцієнт трудових втрат K_{ml} – це кількість утрачених через травми робочих днів, що припадають на 1000 працюючих.

$$K_{ml} = K_{ft} \cdot K_{st} = \frac{D \cdot 1000}{E}, \quad (1.3)$$

Для глибшого аналізу травматизму використовуються також показники непрацездатності, матеріальних наслідків витрат на попередження нещасних випадків.

Показник непрацездатності K_{iw} визначається за формулою:

$$K_{iw} = \frac{D_{iw} \cdot 1000}{E}, \quad (1.4)$$

де D_{iw} – число людино-днів непрацездатності постраждалих.

Показник матеріальних наслідків K_m розраховується згідно з формулою:

$$K_m = \frac{M \cdot 1000}{E}, \quad (1.5)$$

де M – матеріальні наслідки нещасних випадків за звітний період часу, грн.

Показник витрат K_{cra} на попередження нещасних випадків за звітний період визначається як:

$$K_{cra} = \frac{C \cdot 1000}{E}, \quad (1.6)$$

де C – витрати на попередження нещасних випадків за звітний період.

З метою кількісної оцінки рівня захворюваності на виробництві розраховують показник частоти випадків захворювань K_{fd} і показник тяжкості захворювань K_{sd} .

$$K_{fd} = \frac{Ds \cdot 100}{E}, \quad (1.7)$$

$$K_{sd} = \frac{D_d \cdot 100}{E}, \quad (1.8)$$

де Ds – кількість випадків захворювань за звітний період, D_d – кількість днів непрацездатності за цей же період.

Економічний метод полягає у вивченні й аналізі економічних втрат, спричинених виробничим травматизмом, і спрямований на з'ясування економічної ефективності від затрат на розробку та впровадження заходів з охорони праці. Цей метод не дозволяє виявити причини травматизму, тому застосовується як доповнення до інших методів.

Матеріальні витрати визначаються за формулою:

$$M_c = P_c + E_c + S_c, \quad (1.9)$$

де P_c – витрати виробництва внаслідок травматизму, E_c – економічні витрати, S_c – соціальні витрати.

Визначення розміру матеріальних збитків, які зазнає підприємство через виробничий травматизм, здійснюється за формулою:

$$M_t = D_t (P_l + P_{ms}), \quad (1.10)$$

де M_t – збитки, зумовлені тим, що працівники, які отримали травми, не брали участі у створенні матеріальних цінностей, грн.; D_t – загальна кількість днів непрацездатності за розрахунковий період часу, викликаних травматизмом і профзахворюваннями; P_l – середньоденна втрата прибутку від невиробленої продукції в розрахунку на один день, грн.; P_{ms} – середній розмір виплат за листком непрацездатності за один день усім потерпілим від травм, грн.

Визначення показника річних втрат, зумовлених річним травматизмом, здійснюється за формулою:

$$K_t = \frac{M_t \cdot 100}{O}, \quad (1.11)$$

де K_t – показник втрат річного обсягу виробництва продукції від виробничого травматизму, %; O – обсяг виробленої продукції за рік, грн.

Визначення розміру збитків, яких зазначає підприємство від загальних захворювань працівників, здійснюється за формулою:

$$M_d = D_d (P_l + P_{msd}), \quad (1.12)$$

де M_d – збитки, зумовлені тим, що хворі працівники не беруть участі у створенні матеріальних цінностей, грн.; D_d – загальна кількість робочих днів, що їх втратили за звітний період усі працівники, які хворіли; P_{msd} – середній розмір виплат за один робочий день за всіма листками непрацездатності, що зумовлені загальними захворюваннями; грн.

Показник річних втрат, які зумовлені загальними захворюваннями працівників підприємства, визначається за формулою:

$$K_{ld} = \frac{M_d \cdot 100}{O}, \quad (1.13)$$

де K_{ld} – показник втрат, який характеризує збитки від загальних захворювань працівників, %.

Узагальнений показник, який характеризує сумарні втрати підприємства від травматизму та загальних захворювань працівників, дорівнює:

$$K_t = K_{ld} + K_l, \quad (1.14)$$

де K_t – узагальнений показник витрат підприємства від травматизму та загальних захворювань працівників, %.

Цей показник визначає, скільки відсотків річного прибутку втрачено через травматизм, профзахворювання та загальні захворювання працівників підприємства.

В останній час велику увагу приділяють питанню виявлення математичних залежностей, які складають основу проблеми “людина-машина-травматизм”. Наукова обґрунтованість значення параметрів виявлення об’єктивних закономірностей дають можливість установити вплив різних факторів і прийняти правильні рішення у питаннях охорони праці, оцінити можливість травматизму та професійних захворювань на майбутнє, розробити заходи профілактики для

забезпечення необхідної безпечності виробничого процесу.

Відповідно до однієї з багатьох залежностей як критерій безпечності роботи може бути прийнята ймовірність p , яка визначається за формулою (1.15)

$$p = \left(1 - \frac{T}{T_{tr}}\right)^n, \quad (1.15)$$

де T – заданий період часу, за який визначається величина p (ймовірність травматизму або профзахворювання), n – число зафіксованих випадків травматизму (або профзахворювань), T_{tr} – час, за який були зафіксовані випадки травматизму (або профзахворювань).

Результати вважаються достовірними, тобто забезпечують головну умову (безпечність роботи за період T), якщо $p > 0,95$. Якщо $p < 0,95$, то повної впевненості в безпечності роботи за період T бути не може.

2. Приклад розв'язування задач

Оцініть рівень захворюваності за рік на підприємстві. Кількість працівників на підприємстві складає 200 осіб, кількість випадків захворювань 5, загальна кількість днів непрацездатності 44 днів, середній розмір виплат за один робочий день за всіма листками непрацездатності – 1500 грн., середньоденна втрата прибутку від невиробленої продукції в розрахунку на один день – 3000 грн., обсяг виробленої продукції за рік – 1750000 грн.

Розв'язування.

Розрахунок рівня захворюваності проведемо згідно з (1.7):

$$K_{fd} = \frac{D_s \cdot 100}{E} = \frac{5 \cdot 100}{200} = 2,5.$$

А показник тяжкості захворювань розрахуємо за формулою (1.8)

$$K_{sd} = \frac{D_d \cdot 100}{E} = \frac{44 \cdot 100}{200} = 22.$$

Розмір збитків, яких зазначає підприємство від захворювань працівників, визначимо за формулою (1.12)

$$M_d = D_d (P_l + P_{msd}) = 44(3000 + 1500) = 198000 \text{ грн.}$$

Показник річних втрат, зумовлених захворюваннями працівників підприємства, проведемо за формулою (1.13):

$$K_{ld} = \frac{M_d \cdot 100}{O} = \frac{198000 \cdot 100}{1750000} = 11,3\%.$$

Отже, на 100 працюючих сталося 2,5 випадків захворювання за рік, середня втрата працездатності, що припадають на одного захворілого за рік становить – 22 дні. Розбір збитків, яких зазначає підприємство від захворювань працівників, становить – 198000 грн. або 11,3% від обсягу виробленої продукції за рік.

2. Розрахунок параметрів мікроклімату приміщень

1. Основні теоретичні положення

Самопочуття і працездатність людини залежать від умов виробничого середовища, в якому вона знаходиться і виконує трудові обов'язки.

Сукупність таких показників, як температура повітря, °С; відносна вологість, %; швидкість руху повітря, м/с; інтенсивність теплового випромінювання, Вт/м², (ккал/м² за год.); барометричний тиск, мм рт.ст., називають метеорологічними умовами, або мікрокліматом.

Метеорологічні умови виробничого середовища регламентуються нормативними документами ДСН 3.3.6.042-99 “Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень”. Нормуються оптимальні та допустимі метеорологічні умови на робочому місці.

Допустимими називаються такі параметри мікроклімату, які при тривалій і систематичній дії на людину можуть викликати перехідні, і такі, що швидко нормалізуються, зміни теплового стану організму, які супроводжуються напруженням механізмів терморегуляції, але не виходять за межі фізіологічних пристосувань. При цьому не виникає пошкоджень або порушень стану здоров'я, але можуть спостерігатися дискомфортні теплові відчуття, погіршення самопочуття і зменшення працездатності.

Оптимальними є такі параметри мікроклімату, які при тривалій і систематичній дії на людину забезпечують збереження нормального теплового стану організму без напруження механізмів терморегуляції. Вони забезпечують відчуття теплового комфорту і створюють умови для високого рівня працездатності людини.

Показники метеорологічних умов нормуються за такими параметрами:

- сезон року;
- категорія важкості роботи, що виконується;
- категорія приміщення.

Розрізняють два сезони року: теплий період року – сезон, який характеризується середньодобовою температурою зовнішнього повітря +10°C і вище, та холодний, який характеризується середньодобовою температурою зовнішнього повітря нижчою за +10°C.

Згідно з ДСН 3.3.6.042-99 робота користувачів і операторів ПК відноситься за важкістю до легкої 1а або легкої 1б, тобто роботи, яку виконують сидячи, не потребує напруження і за якої витрати енергії становлять до 139 Вт, або роботи, що виконується сидячи, стоячи або пов'язаної з ходінням та супроводжується деяким фізичним напруженням, при яких витрати енергії становлять від 140 до 174 Вт. Тоді оптимальні параметри мікроклімату для операторів ПК відповідають наведеним у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Мікроклімат у приміщенні,
де працюють з персональними комп'ютерами

Пора року	Категорія робіт	Температура повітря, °С не більше	Відносна вологість повітря, %	Швидкість руху повітря, м/с
Холодна	Легка-1а	22-24	40-60	0,1
	Легка-1б	21-23	40-60	0,1
Тепла	Легка-1а	23-25	40-60	0,1
	Легка-1б	22-24	40-60	0,2

Вимірювання параметрів мікроклімату виконується на робочих місцях і в робочій зоні на початку, в середині та в кінці робочої зміни, не менше двох разів на рік у теплий і холодний періоди року. Вимірювання параметрів мікроклімату на робочих місцях виконується на висоті 0,5-1,0 м від підлоги – при роботі сидячи, тобто при роботі з ПК.

Температуру повітряного середовища вимірюють за допомогою ртутних або спиртових термометрів, а також термографів. Термографи забезпечують безперервний запис температури на стрічці за певний період часу. Якщо в приміщенні є теплові випромінювання, то для цієї мети використовують парний термометр – два термометри, у яких резервуар одного затемнений (чорною фарбою), а іншого – посріблений. При цьому справжню температуру визначають за формулою

$$T = T_w - k(T_b - T_w), \quad (2.1)$$

де T_w , T_b – показники відповідно світлого і чорного термометра, °С, k – стала парного термометра (наводиться у паспорті 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 джгута занурюють у резервуар з чистою водою. Цей термометр називається вологим, інший – сухим.

Відносну вологість у відсотках розраховують за формулою:

$$\varphi = \frac{(P_w - \alpha(T_d - T_w)H)100}{P_d}, \quad (2.2)$$

де P_w і P_d – пружність насиченої водяної пари відповідно за температури вологого і сухого термометрів (таблиця 2.2); H – барометричний тиск, мм рт.ст.; α – психрометричний коефіцієнт, який залежить від швидкості руху повітря (таблиця 2.3); T_w і T_d – температура відповідно вологого та сухого термометрів, °С.

Таблиця 2.2

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 2.3

Психрометричний коефіцієнт α

v , м/с	0,13	0,16	0,20	0,30	0,40	0,80	2,30	4,00
α	0,0013	0,0012	0,0011	0,0010	0,0009	0,0008	0,0007	0,00067

Для створення здорових і безпечних умов праці на робочому місці, крім підтримання встановлених санітарними нормами оптимальних чи допустимих значень температури, відносної вологості, швидкості руху повітря, необхідно також забезпечити чистоту повітря робочої зони. Для цього треба забезпечити нормальний повітрообмін.

Обсяг необхідного повітрообміну за відсутності шкідливих речовин (шкідливі речовини, волога, надлишки тепла) визначають відповідно до формули:

$$L = nL_i, \quad (2.3)$$

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

При об'ємі приміщення на одного працюючого $V < 20 \text{ м}^3$, необхідний повітрообмін повинен становити $L_i = 30 \text{ м}^3/\text{год}$ на одного працюючого; при $V > 20 \text{ м}^3$ – $L_i = 20 \text{ м}^3/\text{год}$, при $V > 40 \text{ м}^3$ допускається природна вентиляція.

Також необхідний повітрообмін може бути визначено різними методами, залежно від призначення приміщення та системи вентиляції:

- за кратністю обміну повітря;
- за зменшенням тепла у приміщенні;
- за зменшенням шкідливих речовин в приміщенні;
- за зменшенням вологи у приміщенні.

Розрахунок повітрообміну за кратністю обміну повітря. Цей метод використовують для орієнтовного розрахунку, коли невідомі види і кількість шкідливих речовин, що надходить в приміщення. Якщо необхідна кратність повітрообміну для даних виробничих умов визначена нормативними матеріалами, тоді, знаючи об'єм приміщення V , можна визначити об'єм повітря за годину L ($\text{м}^3/\text{год}$), необхідний для вентилявання даного об'єкта, як

$$L = K \cdot V, \quad (2.4)$$

де K – кратність обміну повітря, у приміщеннях з ПК має бути забезпечений 3-кратний обмін повітря за годину.

Розрахунок повітрообміну за зменшенням тепла. У приміщеннях зі значним виділенням тепла кількість припливного повітря L ($\text{м}^3/\text{год}$), необхідного для поглинання надлишку тепла, розраховується за формулою:

$$L = \frac{Q_s}{c(t_{in} - t_{out})\rho}, \quad (2.5)$$

де t_{in} і t_{out} – температури внутрішнього і зовнішнього (припливного) повітря відповідно (температура припливного повітря в основному приймається на $5-10^\circ\text{C}$ нижчою, ніж температура повітря у приміщенні), $^\circ\text{C}$; ρ – густина зовнішнього повітря, $\text{кг}/\text{м}^3$; c –

теплоємність повітря ($1 \text{ кДж/кг} \cdot ^\circ\text{C}$ або $0,239 \text{ ккал/кг} \cdot ^\circ\text{C}$); Q_s – надлишкове тепло, яке визначається, як різниця тепла, що надходить у приміщення Q_p та втратами тепла з приміщення Q_m , ккал/год,
 $Q_s = Q_p - Q_m$.

Q_p визначається як

$$Q_p = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4, \quad (2.6)$$

де Q_1 – надходження тепла від комп'ютерної техніки, ккал/год; Q_2 – надходження тепла від світильників, ккал/год; Q_3 – надходження тепла від людей, ккал/год; Q_4 – надходження тепла від сонячної радіації через вікна, ккал/год; (площа вікон для приміщень з ПК повинна складати не менше 20% площі підлоги).

Значення Q_1 розраховується як

$$Q_1 = 860 \cdot k_l \cdot P \cdot n_c, \quad (2.7)$$

де 860 – тепловий еквівалент, ккал/кВт; k_l – коефіцієнт втрат тепла ($k_l = 0,25 - 0,3$ – для системного блоку і $0,36$ – для монітору); P – потужність комп'ютерної техніки; n_c – кількість комп'ютерної техніки.

Значення Q_2 визначається як

$$Q_2 = 860 \cdot n_l \cdot k_l \cdot P_l, \quad (2.8)$$

де n_l – кількість світильників; P_l – потужність світильників, кВт; k_l – коефіцієнт втрат тепла ($k_l = 0,9$ для потужних ламп розжарювання; $0,95$ – для ламп розжарювання малої та середньої потужності, $0,4 - 0,6$ – для люмінесцентних ламп).

Значення Q_3 обчислюють згідно з формулою

$$Q_3 = n \cdot q_p, \quad (2.9)$$

де n – кількість працюючих; q_p – надходження тепла від однієї людини ($70 - 100$ ккал/год).

Q_4 розраховується за формулою

$$Q_4 = m \cdot S \cdot k_w \cdot q_w, \quad (2.10)$$

де m – кількість вікон; S – площа одного вікна, м^2 ; k_w – коефіцієнт, який враховує матеріал віконної рами; q_w – надходження тепла через 1 м^2 вікна при різній орієнтації вікон.

Значення k_w обирається залежно від виду вікон: $k_w = 1,3$ – вікна дерев'яні одинарні, $k_w = 1,45$ – металеві одинарні, $k_w = 1,00$ – металеві подвійні. Значення q_w залежить від орієнтації вікон. Якщо вікна зорієнтовані на: південь – $150 \text{ ккал/м}^2 \cdot \text{год}$; південний схід, південний захід – $100 \text{ ккал/м}^2 \cdot \text{год}$; захід, схід – $60 \text{ ккал/м}^2 \cdot \text{год}$.

Значення Q_m – втрати тепла з приміщення через стіни, двері, вікна, ккал/год, розраховується за формулою

$$Q_m = \lambda \cdot S_w \cdot (t_{in} - t_{out}) / \delta, \quad (2.11)$$

де λ – теплопровідність стін, $\text{ккал/год} \cdot \text{град} \cdot \text{м}$, для будівель з силікатної цегли $\lambda = 0,75 \text{ ккал/год} \cdot \text{град} \cdot \text{м}$; S_w – площа стін, м^2 ; δ – товщина стін, м (приблизно $0,25$ м).

Розрахунок повітрообміну за зменшенням шкідливих речовин. Об'єм припливного повітря L ($\text{м}^3/\text{год}$), яке необхідно подати для розбавлення шкідливих речовин до допустимих концентрацій становить:

$$L = q / (C_1 - C_2), \quad (2.12)$$

де q – маса шкідливих речовин (газів, парів та пилу), мг/год ; C_1 – гранично допустима концентрація (ГДК) шкідливої речовини в повітрі робочого приміщення, мг/м^3 ; C_2 – концентрація шкідливої речовини у припливному повітрі, мг/м^3 , можна прийняти $C_2 < 0,3$ ГДК, коли невідомий вміст шкідливої речовини у припливному повітрі.

Розрахунок повітрообміну за зменшенням вологи. Об'єм L ($\text{м}^3/\text{год}$) повітря, яке необхідно подати в приміщення для зменшення вологи дорівнює:

$$L = \frac{\sum m}{\rho(d_{in} - d_{out})}, \quad (2.13)$$

де $\sum m$ – сумарна кількість водяних парів в приміщенні, г/год ; ρ – густина повітря при температурі приміщення, кг/м^3 ; d_{in} – вміст вологи у приміщенні при заданій температурі (абсолютна вологість); d_{out} – вміст вологи у зовнішньому повітрі (абсолютна вологість). Значення абсолютної вологості d становить

$$d = d_{\max} \varphi / 100, \quad (2.13)$$

де φ – відносна вологість повітря, d_{\max} – максимальний вміст вологи у повітрі.

При одночасному виділенні в приміщення шкідливих речовин, тепла і вологи приймають найбільшу кількість повітря, яка одержана при розрахунках повітрообміну.

2. Приклад розв'язування задач

Оцініть параметри мікроклімату відділення банку у вересні, де працює 5 консультантів на ПК, якщо відомі такі дані: показники світлого термометра – 22 °С, чорного термометра – 28 °С, сухого термометра – 26 °С, вологого – 14°С, стала парного термометра – 0,11, атмосферний тиск – 745 мм.рт.ст, швидкість руху повітря – 0,13 м/с. Об'єм приміщення відділення банку становить – 18 м³.

Розв'язування

Спочатку оцінимо температуру повітряного середовища згідно з (2.1):

$$T = T_w - k(T_b - T_w) = 22 - 0,11(28 - 22) = 21,34^\circ\text{C}.$$

Для визначення відносної вологості приміщення скористаємося (2.2) і таблицями 2.2 і 2.3

$$\varphi = \frac{(P_w - \alpha(T_d - T_w)H)100}{P_d} = \frac{(11,88 - 0,0013(22 - 14)745)100}{19,63} = 21,05\%.$$

Згідно розрахунків у приміщенні відділення банку створений не оптимальний мікроклімат (надто сухо). Для поліпшення показників мікроклімату необхідно забезпечити кондиціонування повітря.

Обсяг необхідного повітрообміну визначимо відповідно до формули (2.3)

$$L = nL_i = 5 \cdot 30 = 150 \text{ м}^3/\text{год}.$$

3. Розрахунок природного освітлення

1. Основні теоретичні положення

При роботі з персональними комп'ютерами основне навантаження припадає на всі елементи зорового аналізатора. Правильно організована система освітлення має велике значення в зниженні зорового дискомфорту, 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%.

Основним нормативним документом, що визначає вимоги до організації освітлення, в Україні є ДБН В. 2.5-28-2006 “Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення”.

Залежно від джерела світла виробниче освітлення може бути: природним, що створюється прямими сонячними променями та розсіяним світлом небосхилу; штучним, що створюється електричними джерелами світла; суміщеним, при якому недостатнє за нормами природне освітлення доповнюється штучним.

Природне освітлення поділяється на: бокове (одно- або двостороннє), що здійснюється через світлові отвори (вікна) в зовнішніх стінах; верхнє, здійснюване через ліхтарі й отвори в дахах і перекриттях; комбіноване – поєднання верхнього та бокового освітлення.

Через постійну зміну зовнішнього світла природне освітлення на робочих місцях характеризується коефіцієнтом природного освітлення (K_{nl}). Коефіцієнт природного освітлення – відсоткове відношення природного освітлення у будь-якій точці в середині приміщення (E_{in}) до одночасно виміряного на тому ж рівні освітлення зовнішньої горизонтальної площини рівномірно розсіяним світлом усього небосхилу (E_{out}):

$$K_{nl} = \frac{E_{in}}{E_{out}} 100\% . \quad (3.1)$$

Нормовані значення K_{nl} залежать від поясу світлового клімату. Нормовані значення K_{nl} для приміщень, розташованих в IV поясі, визначаються за формулою:

$$e_n^{IV} = e_n^{III} m C, \quad (3.2)$$

де e_n^{III} – нормоване значення K_{nl} для III поясу світлового клімату;
 m – коефіцієнт світлового клімату;
 C – коефіцієнт сонячності клімату.

Числові значення e_n^{III} та коефіцієнтів m , C наведені в нормативних документах та довідниковій літературі. Нормовані значення K_{nl} для IV поясу світлового клімату (для території України), розраховані за формулою (3.2), надані в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Нормовані значення K_{nl} для робочих місць виробничих приміщень

Характеристика зорової роботи	Найменший розмір об'єкта розпізнавання, мм	Розряд зорової роботи	$e_n, \%$	
			при бічному освітленні	при верхньому та комбінованому освітленні
Робота, що виконується:				
найвищої точності	до 0,15	I	3,2	9,0
дуже високої точності	0,15–0,30	II	2,3	6,3
високої точності	0,30–0,50	III	1,8	4,5
середньої точності	0,50–1,00	IV	1,4	3,6
малої точності	1,00–5,00	V	0,9	2,7
груба (дуже малої точності)	більше 5,00	VI	0,5	1,8
Загальне спостереження				
постійне		VIIa	0,3	0,9
періодичне при постійному перебуванні людей у приміщенні		VIIб	0,2	0,6
періодичне при періодичному перебуванні людей у приміщенні		VIIв	0,1	0,5

Нормовані значення K_{nl} (таблиця 3.1) встановлені при розташуванні об'єктів розрізнення на відстані не більше 0,5 м від очей працівника. При збільшенні цієї відстані розряд зорової роботи встановлюється у відповідності з даними таблиці 3.2.

Нормований рівень освітленості на робочому столі при роботі з ПК в зоні розташування документа становить 300–500 лк.

Нерівномірність природного освітлення – відношення середнього значення K_{nl} до його найменшого значення у межах даного приміщення. Нерівномірність природного освітлення виробничих приміщень не повинна перевищувати 3:1.

Таблиця 3.2

Визначення розряду зорової роботи при збільшенні відстані між об'єктом та працівником більш 0,5 м

Границі відношення $(d/L_0) \cdot 10^{-3}$	до 0,3	0,3-0,6	0,6-1,0	1,0-2,0	2,0-10,0	Більше 10,0
Розряд зорової роботи	I	II	III	IV	V	VI

У таблиці 3.2 d – мінімальний розмір об'єкта розпізнавання, м; L_0 – відстань від об'єкта розпізнавання до очей працівника, м.

Нормовані значення для робочих місць деяких приміщень наведені у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

Нормовані значення K_{nl} робочих місць деяких приміщень

Приміщення	Коефіцієнт природного освітлення, %	
	при бічному освітленні	при верхньому та комбінованому освітленні
Конструкторські та креслярські бюро	1,8	4,5
Читальні зали	0,9	2,7
Аудиторії, навчальні кабінети, лабораторії	1,4	3,6

Попередній розрахунок природного освітлення полягає у визначенні площі світлових прорізів. Розрахунок площі світлових прорізів виконується за формулами:

– при бічному освітленні (через вікна):

$$S_w = \frac{e_n \cdot k_z \cdot h_w}{100 \cdot \tau \cdot r_1} S_f k_s, \quad (3.3)$$

– при верхньому освітленні (через ліхтарі):

$$S_l = \frac{e_n \cdot k_z \cdot h_l}{100 \cdot \tau \cdot r_2 \cdot k_l} S_f, \quad (3.4)$$

де S_w , S_l – площа світлових прорізів відповідно при бічному та верхньому освітленні, м²;

e_n – нормоване значення K_{nl} , % (приймається за даними таблиць 3.1, 3.2, 3.3);

k_z – коефіцієнт запасу (визначається за даними таблиці 3.4);

h_w , h_l – світлова характеристика вікна або світлового прорізу в площині перекриття (визначається за даними таблиці 3.5);

S_f – площа підлоги приміщення, м²;

k_s – коефіцієнт затінення вікон будівлями, що стоять навпроти (визначається за даними таблиці 3.6);

r_1 – коефіцієнт, що враховує підвищення K_{nl} при бічному освітленні за рахунок світла, відбитого від поверхонь приміщення та підлеглої до будівлі площини (приймається за даними таблиці 3.7);

r_2 – коефіцієнт, що враховує підвищення K_{nl} при верхньому освітленні за рахунок світла, відбитого від поверхонь приміщення (визначається з таблиці 3.8);

k_l – коефіцієнт, що враховує тип ліхтаря (згідно з таблицею 3.9);

τ – загальний коефіцієнт світлопропускання, розраховується за формулою

$$\tau = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 \cdot \tau_5, \quad (3.4)$$

де τ_1 – коефіцієнт світлопропускання матеріалу (визначається за даними таблиці 3.10);

τ_2 – коефіцієнт, який враховує втрати світла в рамі вікна (визначається за даними таблиці 3.10);

τ_3 – коефіцієнт, який враховує втрати світла в несучих конструкціях перекриття (для сталевих ферм – 0,9; залізобетонних і дерев'яних – 0,8; при бічному освітленні – 1,0);

τ_4 – коефіцієнт, який враховує втрати світла в сонцезахисних пристроях (визначається за даними таблиці 3.10);

τ_5 – коефіцієнт, який враховує втрати світла в захисній сітці, що встановлюється під ліхтарями (приймається за 0,9).

Таблиця 3.4

Коефіцієнт запасу k_z при природному освітленні

Приміщення	Розташування світлопропускаючого матеріалу		
	вертикальне	похиле	горизонтальне
Приміщення з концентрацією пилу, диму та копоті у повітрі робочої зони:			
понад 5 мг/м ³	1,5	1,7	2,0
1–5 мг/м ³	1,4	1,5	1,8
менше 1 мг/м ³	1,3	1,4	1,5
Навчальні приміщення, лабораторії, читальні зали	1,2	1,4	1,5

Таблиця 3.5

Світлова характеристика вікон при бічному освітленні

Відношення довжини приміщення (L) до його ширини (B)	Відношення ширини 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	–

Таблиця 3.6

Коефіцієнт затінення вікон залежно від відношення відстані між будівлею та тією, що стоїть навпроти (P), до висоти розташування карниза будівлі, що стоїть навпроти над підвіконням вікна (h_c)

P/h_c	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0 і більше
k_s	1,7	1,4	1,2	1,1	1,0

Таблиця 3.7

Коефіцієнт r_1 підвищення K_{nl} при односторонньому бічному освітленні

Відношення ширини приміщення (B) до висоти від рівня умовної робочої поверхні до верху вікна (h)	Відношення відстані розрахунку вої точки від зовнішньої стіни до ширини приміщення (B)	Середньозважений коефіцієнт відбиття стелі, стін і підлоги								
		0,5			0,4			0,3		
		Відношення довжини приміщення (L) до його ширини (B)								
		0,5	1,0	>2,0	0,5	1,0	> 2,0	0,5	1,0	>2,0
1,0–1,5	0,10	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,00	1,05	1,00	1,00
	0,50	1,40	1,30	1,20	1,20	1,15	1,10	1,15	1,10	1,10
	1,00	2,10	1,90	1,50	1,80	1,60	1,30	1,40	1,30	1,20
1,5–2,5	0,10	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,00	1,00
	0,30	1,30	1,20	1,10	1,20	1,15	1,10	1,15	1,10	1,05
	0,50	1,85	1,60	1,30	1,50	1,35	1,20	1,30	1,20	1,10
	0,70	2,45	2,15	1,70	2,00	1,70	1,40	1,55	1,40	1,25
2,5–4,0	0,10	1,10	1,05	1,05	1,05	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	0,20	1,15	1,10	1,05	1,10	1,10	1,05	1,05	1,05	1,05
	0,30	1,20	1,15	1,10	1,15	1,10	1,10	1,10	1,10	1,05
	0,40	1,35	1,25	1,20	1,20	1,15	1,10	1,15	1,10	1,10
	0,50	1,60	1,45	1,30	1,35	1,25	1,20	1,25	1,15	1,10
	0,60	2,00	1,75	1,45	1,60	1,45	1,30	1,40	1,30	1,20
	0,70	2,60	2,20	1,70	1,90	1,70	1,40	1,60	1,50	1,30
	0,80	3,60	3,10	2,40	2,35	2,00	1,55	1,90	1,70	1,40
	0,90	5,30	4,20	3,00	2,90	2,45	1,90	2,20	1,85	1,50
	1,00	7,20	5,40	4,30	3,60	3,10	2,40	2,60	2,20	1,70

Продовження табл. 3.7

Відношення ширини приміщення (B) до висоти від рівня умовної робочої поверхні до верху вікна (h)	Відношення відстані розрахунку вої точки від зовнішньої стіни до ширини приміщення (B)	Середньозважений коефіцієнт відбиття стелі, стін і підлоги								
		0,5			0,4			0,3		
		Відношення довжини приміщення (L) до його ширини (B)								
		0,5	1,0	>2,0	0,5	1,0	> 2,0	0,5	1,0	>2,0
Більше 4,0	0,10	1,20	1,15	1,10	1,10	1,10	1,05	1,05	1,05	1,00
	0,20	1,40	1,30	1,20	1,20	1,15	1,10	1,10	1,05	1,05
	0,30	1,75	1,50	1,30	1,40	1,30	1,20	1,25	1,20	1,10
	0,40	2,40	2,10	1,80	1,60	1,40	1,30	1,40	1,30	1,20
	0,50	3,40	2,90	2,50	2,00	1,80	1,50	1,70	1,50	1,30
	0,60	4,60	3,80	3,10	2,40	2,10	1,80	2,00	1,80	1,50
	0,70	6,00	4,70	3,70	2,90	2,60	2,10	2,30	2,00	1,70
	0,80	7,40	5,80	4,70	3,40	2,90	2,40	2,60	2,30	1,90
	0,90	9,00	7,10	5,60	4,30	3,60	3,00	3,00	2,60	2,10
	1,00	10,0	7,30	5,70	5,00	4,10	3,50	3,50	3,00	2,50

Таблиця 3.8

Значення коефіцієнта r_2

Відношення висоти приміщення від умовної робочої поверхні до нижньої межі застосування до ширини прольоту	Середньозважений коефіцієнт відбиття стелі, стін і підлоги								
	0,5			0,4			0,3		
	Кількість прольотів								
	1	2	3 і більше	1	2	3 і більше	1	2	3 і більше
2	1,7	1,5	1,15	1,6	1,4	1,1	1,4	1,1	1,05
1	1,5	1,4	1,15	1,4	1,3	1,1	1,3	1,1	1,05
0,75	1,45	1,35	1,15	1,35	1,25	1,1	1,25	1,1	1,05
0,5	1,4	1,3	1,15	1,3	1,2	1,1	1,2	1,1	1,05
0,25	1,35	1,25	1,15	1,25	1,15	1,1	1,15	1,1	1,05

Таблиця 3.9

Коефіцієнт, що враховує тип ліхтаря

Тип ліхтаря	Значення коефіцієнта
Світлові прорізи в площині покриття, стрічкові	1
Світлові прорізи в площині покриття, штучні	1,1
Ліхтарі з похилим двобічним заскленням (трапецієподібні)	1,15
Ліхтарі з вертикальним двостороннім заскленням (прямокутні)	1,2
Ліхтарі з однобічним похилим заскленням (шеди)	1,3
Ліхтарі з однобічним вертикальним заскленням (шеди)	1,4

Таблиця 3.10

Значення коефіцієнтів світлопропускання τ_1 , τ_2 та τ_4

Вид світлопропускаючого матеріалу	τ_1	Вид рами	τ_2	Сонцезахисні пристрої	τ_4
Скло листове: одинарне;	0,90	Вікна та ліхтарі промислових будівель: дерев'яні:		Регульовані жалюзі та штори (внутрішні, зовнішні)	1
подвійне;	0,80				
потрійне	0,75				
Скло листове візерунчасте або армоване	0,60	одинарні;	0,75	Стаціонарні жалюзі та екрани із захисним кутом не більше 45°:	
		спарені;	0,70		
Скло тепловідбиваюче з плівковим покриттям: титановим;	0,70	подвійні роздільні.	0,60	горизонтальні	0,65
		сталеві:		вертикальні	0,75
		одинарні, що відкриваються;	0,75	Горизонтальні козирки:	
олово-сурм'яним або кобальтовим	0,65	одинарні глухі;	0,90	із захисним кутом не більше 30°	0,8
		подвійні, що відкриваються;	0,60		

Продовження табл. 3.10

Вид світлопропускаючого матеріалу	τ_1	Вид рами	τ_2	Сонцезахисні пристрої	τ_4
Склопластик листовий, плоский або хвилястий: безколірний;	0,75	подвійні глухі.	0,80	із захисним кутом від 15 до 45° (багатоступеневі)	0,6-0,9
		Вікна жилих та громадських будівель: одинарні;	0,80		
слабопофарбований;	0,60	спарені;	0,75		
інтенсивно пофарбований.	0,50	подвійні роздільні.	0,65		
Органічне скло:прозоре;	0,90				
матове.	0,50				
Пустотілі скляні блоки: світлорозсіюючі	0,5				
прозорі	0,55				
Склопакети	0,8				

2. Приклад розв'язування задач

Розрахувати бокове одностороннє природне освітлення (площу вікон) для приміщення друкарні. Довжина приміщення – 3,2 м, ширина – 1,6 м, висота робочої поверхні – 0,9 м, висота верхнього краю вікна – 2,4 м, висота приміщення – 3 м; коефіцієнт відбиття стелі – 70%, стін – 50%, 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) і навпроти вікон, зорієнтованих на захід, немає затіняючих об'єктів.

Розв'язування

Розрахунок площі вікон проведемо за формулою (3.3):

$$S_w = \frac{e_n \cdot k_z \cdot h_w}{100 \cdot \tau \cdot r_1} S_f k_s.$$

Спочатку визначимо всі необхідні множники. Нормовані значення для робочих місць працівників типографії визначимо за таблицею 3.1.

Оскільки набір тексту вимагає найбільшої концентрації і роботу зі всіма шрифтами, то $e_n = 3,2$. Коефіцієнт запасу, згідно з таблицею 3.4, дорівнює 1,2. Щоб визначити світлову характеристику вікон, треба визначити відношення довжини приміщення до його ширини та ширини приміщення до висоти від рівня робочої поверхні до верхнього краю вікна. Відношення довжини приміщення до його ширини дорівнює $3,2/1,6 = 2$, а відношення ширини приміщення до висоти від рівня робочої поверхні до верхнього краю вікна – $1,6/(2,4 - 0,9) \approx 1$. Тоді, згідно з таблицею 3.5, світлова характеристика вікон при бічному освітленні становить 8,5.

Далі розрахуємо загальний коефіцієнт світлопропускання. Спочатку визначимо τ_1 , τ_2 та τ_4 згідно таблиці 3.10. Відповідно до умови, $\tau_1 = 0,8$, $\tau_2 = 0,7$, а $\tau_4 = 0,65$. Отже, $\tau = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 \cdot \tau_5 = 0,8 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 0,65 \cdot 0,9 = 0,3276$.

Також розрахуємо коефіцієнт, що враховує підвищення K_{nl} при верхньому освітленні за рахунок світла, відбитого від поверхонь приміщення. Для цього спочатку визначимо середньозважений коефіцієнт відбиття ($\bar{\rho}$) стелі, стін і підлоги за формулою

$$\bar{\rho} = \frac{\rho_{стелі} S_{стелі} + \rho_{стін} S_{стін} + \rho_{підлоги} S_{підлоги}}{S_{стелі} + S_{стін} + S_{підлоги}}.$$

Площа стелі та підлоги $S_{стелі} = S_{підлоги} = 3,2 \cdot 1,6 = 5,12$. Площа стін $S_{стін} = 3,2 \cdot 3 + 2 \cdot 1,6 \cdot 3 = 19,2$. Тоді

$$\bar{\rho} = \frac{0,7 \cdot 5,12 + 0,5 \cdot 19,2 + 0,3 \cdot 5,12}{5,12 + 19,2 + 5,12} = \frac{14,72}{29,44} = 0,5.$$

Отже, згідно з таблицею 3.7, $r_1 = 1,1$ (розрахункову точку прийняли за 0,5 м).

Тоді площа вікон становить

$$S_w = \frac{3,2 \cdot 1,2 \cdot 8,5}{100 \cdot 0,3276 \cdot 1,1} 5,12 \approx 4,64 \text{ м.}$$

4. Розрахунок штучного освітлення робочих місць

1. Основні теоретичні положення

Робота користувачів комп'ютерів характеризується значним напруженням зорового аналізатора, тому виняткове значення має забезпечення раціонального освітлення робочих місць. У забезпеченні максимально комфортних умов зорової роботи вагома роль належить оптимізації кількісних і якісних показників освітлення.

Для розрахунку штучного освітлення використовують, в основному, два методи: світлового потоку (коефіцієнта використання) та питомої потужності.

Метод світлового потоку, як правило, використовують для розрахунку потужності освітлювальної установки при рівномірному розміщенні світильників загального освітлення над горизонтальною площиною, коли відсутні крупногабаритні затінюючі предмети. При розрахунку за цим методом враховується пряме і відбите світло. Перехід від середньої освітленості до мінімальної здійснюється в цьому методі наближено.

Основне розрахункове рівняння методу світлового потоку, за яким можна визначити світловий потік лампи світильника, має такий вигляд

$$\Phi_l = \frac{e_n S K_z Z}{N n \eta}, \quad (4.1)$$

де e_n – нормована освітленість, лк (приймається відповідно до ДБН В. 2.5-28-2006 “Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення” або розроблених на їх основі галузевих норм);

S – площа приміщення, що освітлюється, м²;

K_z – коефіцієнт запасу, що враховує зниження освітленості в результаті забруднення та старіння ламп (у приміщеннях громадських і житлових будівель $K_z \geq 1,5$ – для газорозрядних ламп і $K_z \geq 1,3$ – для ламп розжарювання);

Z – коефіцієнт нерівномірності освітлення ($Z = 1,15$ для ламп розжарювання та $Z = 1,1$ – для люмінесцентних ламп);

N – кількість світильників, шт.;

n – кількість ламп у світильнику, шт.;

η – коефіцієнт використання світлового потоку.

Коефіцієнт η визначається за світлотехнічними таблицями типу 4.1 залежно від коефіцієнтів відбиття стін ($\rho_{\text{стін}}$) і стелі ($\rho_{\text{стелі}}$) та від показника приміщення (індексу приміщення) i , який визначається за формулою:

$$i = \frac{L \cdot B}{h_p(L + B)}, \quad (4.2)$$

де L, B – довжина і ширина приміщення, м;

h_p – висота підвісу світильника над робочою поверхнею, м.

Таблиця 4.1

Коефіцієнти використання світлового потоку світильників з люмінесцентними лампами

Тип світильника	ПВЛМ-Р			ЛОУ			ШОД			ЛПО01			ЛСП01		
	$\rho_{\text{стелі}}, \%$	70	50	30	70	50	30	70	50	50	70	50	50	70	50
$\rho_{\text{стін}}, \%$	50	30	10	50	30	10	50	50	30	50	50	30	50	50	30
i	Коефіцієнти використання, %														
0,5	25	18	13	26	21	16	22	16	14	25	23	20	25	23	22
0,6	29	22	17	30	24	20	28	21	18	31	29	24	31	29	26
0,7	34	26	20	34	28	24	32	24	21	36	34	28	35	33	30
0,8	36	28	23	37	31	27	35	27	24	39	37	32	38	36	32
0,9	40	31	25	40	34	30	38	30	27	42	41	35	41	38	35
1,0	43	34	28	43	37	32	41	32	29	46	44	38	43	40	37
1,1	45	36	30	45	39	34	43	34	31	48	46	41	45	42	39
1,25	47	38	22	48	42	37	46	37	34	51	49	44	47	44	41
1,5	51	42	35	51	46	41	50	40	37	55	53	49	50	46	44
1,75	54	45	38	54	49	44	53	43	40	58	57	52	52	49	47
2,0	56	47	40	56	50	46	55	45	42	61	59	55	54	50	48
2,25	58	49	42	58	52	48	57	47	44	63	62	57	56	52	50
2,5	60	51	44	60	54	50	59	48	45	65	64	59	57	53	51
3,0	63	53	46	62	56	52	61	50	48	68	66	62	59	54	52
3,5	64	54	48	63	57	53	63	52	50	70	68	64	60	56	54
4,0	66	56	49	64	58	55	65	54	52	71	69	66	61	56	55
5,0	68	59	52	66	61	58	67	56	53	75	72	70	63	58	57

Визначивши світловий потік лампи Φ_l , вибирають найближчу стандартну лампу за таблицями довідникової літератури, причому її

світловий потік не повинен відрізнятись від розрахункового на (–10%) – (+20%). Технічні дані деяких ламп наведені в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2

Технічні дані деяких люмінесцентних ламп

Потужність, Вт	Тип лампи*	Світловий потік, лм	Довжина лампи, м
20	ЛДЦ	850	0,6
	ЛД	1000	0,6
	ЛБ	1200	0,6
30	ЛДЦ	1500	0,9
	ЛД	1800	0,9
	ЛБ	2180	0,9
40	ЛДЦ	2200	1,2
	ЛД	2500	1,2
	ЛБ	3200	1,2
65	ЛДЦ	3050	1,2
	ЛД	3570	1,2
	ЛБ	3820	1,2
80	ЛДЦ	3800	1,5
	ЛД	4300	1,5
	ЛБ	5400	1,5

Примітка*: в умовному позначенні ламп букви означають: Л – люмінесцентна; Д – денного світла; Ц – з поліпшеним відтворенням кольору; Б – білого світла.

При неможливості вибрати лампу з таким наближенням корегується кількість ламп у світильнику (n), або ж кількість світильників (N). Якщо вже відомий вид світильника та кількість і тип ламп у ньому, тобто відомий світловий потік світильника, то розрахунок зводиться до визначення N .

Формула (4.1) використовується також для виконання перевірочних розрахунків.

Розрахункова висота підвісу h світильників задається, як правило, розмірами приміщення. Найбільш вигідне співвідношення відстані між світильниками до розрахункової висоти підвісу $\lambda = \frac{L_p}{h} = 1,5$, де L_p – відстань між світильниками.

Відстань між крайніми світильниками і стіною розраховується за формулами:

$l = (0,25 \dots 0,3)L_p$, якщо робочі місця розташовані безпосередньо біля стін;

$l = (0,4 \dots 0,5)L_p$, якщо робочі місця відділені від стіни проходами.

Розрахункову висоту підвісу також визначають згідно формул:

$$h = H - h_c - h_p. \quad (4.3)$$

де H – висота приміщення, м;

h_c – висота підвісу світильника (від перекриття), м (як правило, 0,5 м);

h_p – висота робочої поверхні над підлогою, м (приблизно 0,8 м).

Необхідну кількість світильників для приміщення розраховують так:

$$N = \frac{S}{L_p^2}. \quad (4.4)$$

Для світильників з люмінесцентними лампами визначення їхньої кількості виконується в такій послідовності:

– відстань між рядами світильників

$$L_p = \lambda h; \quad (4.5)$$

– кількість рядів світильників, виходячи з розмірів приміщення, приймаємо

$$N_p = \frac{L(B)}{L_p}; \quad (4.6)$$

– кількість світильників у ряду

$$N_{cp} = \frac{L(B) - l}{l}; \quad (4.7)$$

– загальна кількість світильників

$$N = N_p N_{cp}. \quad (4.8)$$

Для розрахунку потужності світильників, що освітлюють горизонтальну площину, коли вони розташовані рівномірно, можна використовувати метод питомої потужності. Цей метод дозволяє швидко і просто, але дещо наближено вирішити завдання щодо розрахунку сумарної необхідної потужності освітлювальної установки.

Під питомою потужністю розуміють відношення сумарної потужності джерел світла до площі освітлюваної поверхні

$$\omega = \frac{P_0}{S}, \quad (4.9)$$

де ω – питома потужність, Вт/м²; P_0 – сумарна потужність ламп, Вт; S – площа освітлення, м².

За основу методу взято такі міркування. Основне розрахункове рівняння методу коефіцієнта використання світлового потоку (4.1) можна записати, замінивши світловий потік лампи через потужність лампи (P_l) та її світлову віддачу (E_l):

$$P_l \cdot E_l = \frac{e_n \cdot K_z \cdot S \cdot Z}{N \cdot n \cdot \eta}.$$

Розв'язавши це рівняння відносно питомої потужності, отримаємо:

$$\omega = \frac{P_l \cdot n \cdot N}{S} = \frac{e_n \cdot K_z \cdot Z}{\eta \cdot E_l}. \quad (4.10)$$

Звідси видно, що питома потужність освітлювальної установки залежить від розрахункового значення освітленості (e_n , K_z), типу джерела світла (E_l), розміщення світильників (Z) та коефіцієнта використання освітлювальної установки (η), а значить, від світлорозподілу та К.К.Д. світильників, розмірів і відбиваючих властивостей поверхонь приміщення. Аналіз впливу цих факторів на величину питомої потужності дозволив скласти таблиці питомої потужності освітлювальних установок, виконаних за допомогою різних світильників. При цьому питома потужність вибирається залежно від висоти приміщення, його площі та рівня освітленості. При відсутності даних для питомої освітленості її орієнтовно можна прийняти:

$$\omega = \left(\frac{1}{3} \cdots \frac{1}{5}\right) e_{\min} \text{ – для світильників з лампами розжарення;}$$

$$\omega = \left(\frac{1}{10} \cdots \frac{1}{15}\right) e_{\min} \text{ – для світильників з люмінесцентними лампами.}$$

Тепер, вибравши нормовану освітленість, тип світильника та коефіцієнти відбиття поверхонь, робочу висоту підвісу світильників над робочою поверхнею і, отже, питому потужність, можна розрахувати потужність освітлювальної установки $P_{po} = \omega S$ і

$$\text{кількість світильників } N = \frac{P_{po}}{P_l}.$$

2. Приклад розв'язування задач

Розрахуйте систему загального рівномірного освітлення з люмінесцентними лампами для приміщення, в якому виконуються зорові роботи високої точності (розряд Шв).

Розміри приміщення: довжина – 12 м, ширина – 5 м, висота – 3,2 м. Приміщення має світлу побілку: коефіцієнт відбиття стелі – 70%, стін – 50%. Висота робочих поверхонь (столів) – 0,7 м. Для освітлення прийнято світильники типу ЛОУ, які підвішуються до стелі; відстань від світильника до стелі – 0,5 м. Мінімальна освітленість за нормами – 200 лк.

Розв'язування

Згідно з методом світлового потоку спочатку визначаємо висоту підвісу світильників над робочою поверхнею за формулою (4.3)

$$h = H - h_c - h_p = 3,2 - 0,5 - 0,7 = 2 \text{ м.}$$

Рівномірність освітлення досягається при відповідному співвідношенні відстані між світильниками L_p і висоти їх підвісу h . Визначимо рекомендовану відстань між рядами світильників згідно з (4.5):

$$L_p = \lambda h = 1,5 \cdot 2 = 3 \text{ м.}$$

Необхідна кількість рядів світильників становить згідно з (4.6):

$$N_p = \frac{L(B)}{L_p} = \frac{12}{3} = 4.$$

Відстань між крайніми світильниками і стіною розраховуємо за формулою $l = 0,5L_p = 0,5 \cdot 3 = 1,5$.

Кількість світильників у ряді визначимо відповідно до (4.7)

$$N_{cp} = \frac{L(B) - l}{l} = \frac{12 - 1,5}{1,5} = 7.$$

Тоді загальна кількість світильників становить

$$N = N_p N_{cp} = 7 \cdot 4 = 28.$$

Показник приміщення i становить:

$$i = \frac{L \cdot B}{h_p(L + B)} = \frac{12 \cdot 5}{0,7(12 + 5)} \approx 5.$$

За табл. 4.1 знаходимо коефіцієнт використання $\eta = 0,66$ для світильника ЛОУ при $i = 5$, $\rho_{стелі} = 70\%$, $\rho_{стін} = 50\%$.

Світловий потік одного світильника дорівнює згідно з (4.1)

$$\Phi_l = \frac{ESK_z Z}{Nn\eta} = \frac{200 \cdot 60 \cdot 1,3 \cdot 1,1}{28 \cdot 0,66} = 928,6 \text{ лм.}$$

Згідно з табл. 4.2 вибираємо лампу ЛД потужністю 20 Вт, світловий потік якої становить 1000 лм. Хоча це значення на 7% більше від розрахункового, однак не перевищує встановлену норму $-10\% \leq \Phi_l \leq +20\%$.

Відповідно до методу питомої потужності спочатку визначаємо питому освітленість згідно з $\omega = \frac{1}{10} E_{\min} = \frac{200}{10} = 20 \text{ Вт/м}^2$.

Тоді потужність освітлювальної установки має становити $P_{po} = \omega S = 20 \cdot 60 = 1200 \text{ Вт}$. Якщо вибрати лампи з потужністю

80 Вт, то необхідно встановити $N = \frac{P_{po}}{P_l} = \frac{1200}{80} = 15$ світильників.

Отже, для освітлення приміщення необхідно використовувати або 28 світильників потужністю 20 Вт або 15 – потужністю 80 Вт. Оскільки встановити 28 світильників неможливо згідно технічних характеристик приміщення то вибираємо другий варіант. Приймаємо 14 світильників, враховуючи розміри приміщення розміщуємо їх у два ряди по 7 штук. Схема розташування світильників у приміщенні подана на рис. 4.1.

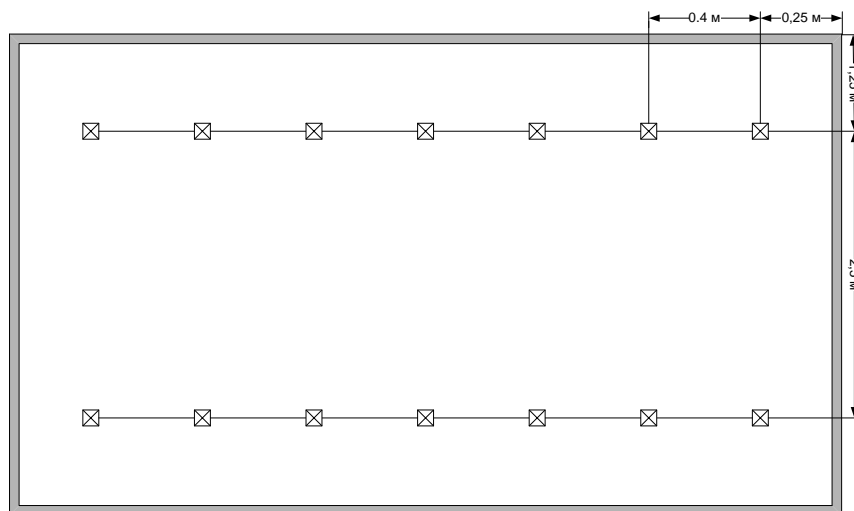


Рис. 4.1. Схема розташування світильників у приміщенні

5. Розрахунок параметрів електробезпеки

1. Основні теоретичні положення

Широке застосування електроенергії в усіх сферах людського життя, зокрема при роботі з персональним комп'ютером, вимагає правильного поводження з нею, оскільки порушення правил електробезпеки може призвести до важкої та навіть смертельної травми.

Людина може бути уражена струмом у таких випадках:

- двофазне торкання, тобто торкання одночасно до двох фаз мережі змінного струму;
- однофазне торкання – торкання до одного фазного дроту мережі змінного струму;
- наближення на небезпечну відстань до неізолюваних струмопровідних частин, які знаходяться під високою напругою (вище 1000В);
- торкання до корпусу електрообладнання, яке опинилось під напругою;
- потрапляння під напругу кроку в зоні розтікання струму;
- перебування в зоні дії атмосферної або статичної електрики;
- вхід у зону дії електромагнітного поля.

При двофазному торканні до дротів трифазної мережі до тіла людини прикладається найбільша в даній мережі напруга – лінійна, а сила струму I_h , який проходить через тіло людини, не залежить від схеми мережі, режиму нейтралі та інших чинників, і має найбільше значення.

$$I_h = \frac{U_l}{R_h} = \frac{U_f \sqrt{3}}{R_h} = \frac{220\sqrt{3}}{1000} = 380mA, \quad (5.1)$$

де U_l – лінійна напруга, В; U_f – фазна напруга, В; R_h – опір тіла людини, Ом (приймається за 1000 Ом).

Отже струм, який проходить через тіло людини, перевищує поріг фібриляції. Торкання до двох фаз небезпечне як для мереж з ізолюваною, так і заземленою нейтраллю. Випадки двофазового доторкання трапляються дуже рідко. До них належать роботи під напругою на щитах, заміна згорілого запобіжника на розподільчому щиті в будівлі, використання несправних індивідуальних захисних

засобів (діелектричні рукавиці з проколами або з розривом гуми), експлуатація електроустановок з неогородженими струмопровідними частинами тощо.

Однофазне увімкнення людини в електричну мережу спостерігається частіше, ніж двофазне, але менш небезпечне, оскільки напруга, під якою опинилася людина, не перевищує фазної і, отже, сила струму, яка проходить через людину, менша, ніж при двофазному доторканні. Крім цього, сила струму значно залежить від режиму нейтралі трансформатора, опору ізоляції дротів відносно землі, опору підлоги (або основи), на якій стоїть людина, та від інших чинників.

Якщо людина, яка стоїть на землі, торкнеться однієї з фаз, коло струму замкнеться через землю і далі через опір ізоляції та ємності фаз у мережі з ізольованою нейтраллю або через заземлення нейтралі в мережі із заземленою нейтраллю. Через тіло людини відбувається замикання на землю, тому що людина, торкаючись дроту, з'єднує його із землею. Струм, який проходить через людину, є струмом замикання на землю $I_h = I_z$.

При торканні людини до фазного дроту трифазної чотиридротової мережі із заземленою нейтраллю, коло, яким проходить струм, складається з опорів тіла людини R_h , взуття R_s (таблиця 5.1), підлоги R_f (таблиця 5.2), а також опору заземлення нейтралі трансформатора R_o .

Сила струму, який проходить через людину, I_h визначається як:

$$I_h = \frac{U_f}{R_h + R_s + R_f + R_o}. \quad (5.2)$$

Зазначимо, що опір заземлення нейтралі R_o може бути у багато разів менший від опору тіла людини, тому ним можна знехтувати.

При торканні до дроту трифазної тридротової мережі з ізольованою нейтраллю струм проходить через тіло людини в землю, повертається до джерела струму через опір ізоляції та ємності дротів мережі щодо землі. З урахуванням опорів тіла людини R_h , опору взуття R_s , підлоги R_f , ізоляції дроту R_{iz} струм, який проходить через людину, якщо ємність дротів мала, тобто $C = 0$ (повітряні, мережі малої довжини), визначається як:

$$I_h = \frac{U_f}{R_h + R_s + R_f + R_{iz}/3}, \quad (5.3)$$

де $R_{iz}/3$ – опір ізоляції однієї фази відносно землі, Ом.

Таблиця 5.1

Значення опору взуття

Приміщення	Матеріал підлоги взуття	Опір R_s , кОм			
		Напруга U , В			
		$U < 65$	$U \approx 127$	$U \approx 220$	$U > 220$
		Сухе	Шкіра	200	150
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 5.2

Значення опору підлоги

Матеріал підлоги	Опір підлоги R_f , $R_{підлоги}$, 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

У мережах з ізолюованою нейтраллю, які мають незначну ємність між дротами і землею, небезпека ураження людини електричним струмом залежатиме від опору ізоляції дротів відносно землі. Якщо опір ізоляції зменшується, тоді зростає небезпека ураження.

Торкання до однієї фази можливе при роботі під напругою без використання захисних засобів, при користуванні приладами з поганою ізоляцією струмопровідної частини і при переході напруги на металеві частини обладнання.

Однофазне двоконтактне торкання – це одночасне доторкання до фазного та нульового дротів. Людина в цьому випадку потрапляє під

фазну напругу, і через неї проходить струм, який більший, ніж фібриляційний:

$$I_h = \frac{U_f}{R_h} = \frac{220}{1000} = 220 \text{mA}. \quad (5.4)$$

Виникає однофазне двоконтактне торкання досить часто. Наприклад, у системному блоці ПК пошкоджена ізоляція, на корпусі виникла напруга, і в цей момент людина торкається однією рукою корпусу ПК, а іншою – металоконструкції, з'єднаної з землею. Результат – смертельний.

Крокова напруга – це різниця потенціалів між двома точками на поверхні землі на відстані кроку в зоні розтікання електричного струму.

При падінні електричного дроту на землю, замиканні струмопровідних частин на заземлений корпус, використанні землі як провідника тощо, тобто коли електрична мережа виявиться в контакті з землею, в місці замикання виникає поле розтікання струму. Коли людина опиниться в зоні розтікання струму, між окремими точками поверхні ґрунту на відстані кроку з'являється напруга. Напруга кроку визначається різницею потенціалів φ_x і φ_{x+a} двох точок на поверхні землі в зоні розтікання струму, які знаходяться на віддалі x і $x+a$ від зони контакту електричного дроту і на відстані кроку одна від одної та на яких одночасно стоїть людина. Довжину кроку a приймають за 0,8 м. Тобто, напругу кроку визначають як $U_{kr} = \varphi_x - \varphi_{x+a}$.

Для напівсферичного заземлювача формула потенційної кривої:

$$\varphi_x = I_z \frac{\rho}{2\pi x}, \quad (5.5)$$

де I_z – струм замикання на землю, А; ρ – питомий опір ґрунту, Ом·м (таблиця 5.3).

Таблиця 5.3

Питомий електричний опір ґрунтів

Ґрунт	Питомий опір ρ , Ом·м	
	Межі коливань	Рекомендовано для розрахунків
Торф	–	20
Чорнозем	9–53	30
Садова земля	30–60	50
Глина	8–70	60

Ґрунт	Питомий опір ρ , Ом·м	
	Межі коливань	Рекомендовано для розрахунків
Суглинок	40–150	100
Супісок	150–400	300
Пісок	400–2500	500
Ґравій, щебінь	–	2000
Кам'янистий ґрунт	500 – 8000	4000

Величина струму I_h , який пройде через людину по шляху “нога–нога”, визначається, як:

$$I_h = \frac{U_{kr}}{R_h}. \quad (5.6)$$

Протікання струму по нижній петлі “нога–нога” менш небезпечно, ніж іншими петлями. Але були випадки ураження людей при дії крокової напруги. Це пояснюється тим, що під дією струму в ногах виникає судомо і людина падає. Після падіння людини коло струму замикається через усе тіло, що збільшує небезпеку ураження.

Напруга кроку залежать від:

- відстані людини до точки замикання на землю – чим більша відстань, тим менша крокова напруга і небезпека ураження;
- розміру кроку – чим більший крок, тим більша різниця потенціалів і більша небезпека ураження;
- якості і розміру взуття людини – використання діелектричних бот, калош зменшує напругу кроку і небезпеку ураження;
- питомого опору ґрунту, на якому стоїть людина – асфальтове покриття ґрунту, ізоляція підлоги зменшує напругу кроку і небезпеку ураження.

Виходити з крокової напруги необхідно невеликими кроками і не відриваючи ноги від землі, або стрибком, відштовхуючись обома ногами одночасно.

До основних способів захисту при раптовій появі напруги на металевих частинах електроустановок, що не проводять струм належать:

- захисне заземлення;
- занулення;

- вирівнювання потенціалів;
- захисне вимкнення.

Захисне заземлення – це навмисне електричне з'єднання з землею або її еквівалентом металевих частин обладнання, що не проводять струм, але можуть опинитися під напругою.

Якщо корпус не заземлений, то торкання до нього таке ж небезпечне, як і доторкання до фази. Якщо ж корпус заземлений, то він опиняється під напругою:

$$U_z = I_z R_z, \quad (5.7)$$

де I_z – струм замикання на землю; R_z – опір заземлення; U_z – напруга відносно землі.

Людина, яка торкається до корпусу, потрапляє під напругу дотику U_d :

$$U_d = U_z \alpha_1 \alpha_2 = I_z R_z \alpha_1 \alpha_2, \quad (5.8)$$

де α_1 – коефіцієнт напруги дотику, який залежить від відстані між точкою, на якій стоїть людина, і заземлювачем; α_2 – коефіцієнт, який враховує падіння потенціалів у додаткових опорах кола людини,

$$\alpha_2 = \frac{R_h}{R_h + R_s + R_f}. \quad (5.9)$$

Зануленням називається навмисне електричне з'єднання металевих частин електричних установок, що не проводять струм, але можуть опинитися під напругою з нульовим захисним провідником. Застосовується в трифазних чотиридротових електричних мережах з глухозаземленою нейтраллю.

Захисне вимкнення є додатковим засобом захисту людини від ураження електричним струмом. Захисне вимкнення здійснюється пристроями захисного вимкнення (ПЗВ), крім цього, вони здійснюють захист від займання і пожеж, що виникають унаслідок можливих ушкоджень ізоляції, несправностей електропроводки й електроустаткування.

2. Приклад розв'язування задач

Визначте, який струм пройде через людину, яка торкнулася фазного дроту трифазної чотиридротової мережі із заземленою нейтраллю, якщо взуття у людини шкіряне вологе, вона стоїть на сухій підлозі з дерева. Напруга мережі 220 В, опір заземлення

нейтралі трансформатора 20 Ом, опір тіла людини прийняти за 1000 Ом.

Розв'язування

Сила струму, який проходить через людину, визначимо згідно з (5.2)

$$I_h = \frac{U_f}{R_h + R_s + R_f + R_o}.$$

Спочатку визначимо опір взуття та підлоги. Відповідно до таблиць 5.1 та 5.2 $R_s = 0,5$ кОм та $R_f = 30$ кОм.

Тоді сила струму

$$I_h = \frac{220}{1000 + 500 + 30000 + 20} = 7\text{mA}.$$

Оскільки прийнято вважати смертельно небезпечним для людини струм промислової частоти 50 Гц і величиною (50 мА), то ураження струмом не буде значним.

6. Розрахунок кількості комп'ютеризованих робочих місць

1. Основні теоретичні положення

На сьогодні в Україні діють такі нормативно–технічні документи щодо експлуатації ПК:

1. Нормативно–правові акти з охорони праці, зокрема НПАОП-0.00-1.28-10 Правила охорони праці під час експлуатації електронно–обчислювальних машин;
2. Державні санітарні правила і норми. ДСанПіН 3.3.2.007-98. Гігієнічні вимоги до організації роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно–обчислювальних машин.

У європейських країнах діють свої національні нормативно–технічні документи з безпеки при роботі з ЕОМ, зокрема ТСО. ТСО – група стандартів добровільної сертифікації на ергономічність і безпека електронного устаткування (насамперед комп'ютерного), розроблених комітетом ТСО Development, який є частиною Шведської конфедерації профспілок.

Об'ємно–планувальні рішення будівель і приміщень для роботи з ВДТ (візуальними дисплейними терміналами), ЕОМ, ПК мають відповідати вимогам чинних нормативних актів мати ступінь вогнестійкості, не нижчу за II. Заборонено розміщувати робочі місця з ВДТ, ЕОМ і ПК у підвальних приміщеннях, на цокольних поверхах, поряд з приміщеннями, в яких рівні шуму та вібрації перевищують допустимі значення (поряд з механічними цехами, майстернями тощо), з мокрими виробництвами, з вибухопожежонебезпечними приміщеннями категорій А і Б, а також над такими приміщеннями або під ними.

Площу приміщень визначають із розрахунку, що на одне робоче місце вона має становити не менше ніж 6 м^2 , а об'єм – не менше ніж 20 м^3 з урахуванням максимальної кількості осіб, які одночасно працюють у зміні.

Для розміщення робочих місць з ВДТ і ПК потрібно витримувати такі відстані:

- від стін зі світловими прорізами не менше 1 м;
- між бічними поверхнями ВДТ не менше 1,2 м; між тильною поверхнею одного ВДТ і екраном іншого – не менше 2,5 м
- прохід між рядами робочих місць не менше 1 м.

Робочі місця з ВДТ щодо світлових прорізів розміщують так, щоб природне світло падало збоку, переважно зліва.

Приміщення повинні бути оснащені природним і штучним освітленням.

Екран ВДТ і клавіатура мають розміщуватися на оптимальній відстані від очей користувача, але не ближче 600 мм з урахуванням розміру алфавітно-цифрових знаків і символів. Відстань від екрана до ока працівника залежить від діагоналі екрана:

- 35/38 см (14"/15") – 600...700 мм;
- 43 см (17") – 700...800 мм;
- 48 см (19") – 800...900 мм;
- 53 см (21") – 900... 1000 мм.

Розміщення екрана ВДТ має забезпечувати зручність зорового спостереження у вертикальній площині під кутом $\pm 30^\circ$ від лінії зору працівника.

Обладнання й організація робочих місць з ВДТ, ЕОМ і ПЕОМ мусять забезпечувати відповідність усіх елементів робочого місця та їх розміщення ергономічним вимогам. Конструкція робочого місця повинна забезпечити підтримання оптимальної робочої пози й оптимальне розміщення на робочій поверхні використовуваного обладнання (дисплея, клавіатури, принтера) та документів.

Висота робочої поверхні столу для ВДТ – в межах 680...800 мм, ширина – 600...1400 мм, глибина – 800...1000 мм. Робочий стіл має бути з простором для ніг висотою не менше 600 мм, шириною не менше 500 мм, глибиною на рівні колін не менше 450 мм, на рівні витягнутої ноги не менше 650 мм.

Робочий стіл, як правило, обладнують підставкою для ніг шириною не менше 300 мм, глибиною не менше 400 мм з можливістю регулювання по висоті в межах 150 мм і кутом нахилу опорної поверхні в границях 20° .

Підставка має бути з рифленою поверхнею і бортиком по передньому краю заввишки 10 мм.

Робоче сидіння (стілець, крісло) складається з таких основних елементів: сидіння, спинки, стаціонарних або змінних підлокітників. Стілець – підйомно-поворотний, такий, що регулюється за висотою, кутом нахилу сидіння і спинки, за відстанню спинки до переднього краю сидіння, висотою підлокітників. Поверхня сидіння – плоска, передній край заокругленим. Регулювання за кожним із параметрів

повинно здійснюватися незалежно, легко і надійно фіксуватися. Крок регулювання для лінійних розмірів – 15...20 мм, для кутових – 2...5°. Зусилля регулювання – не більше 20 Н.

Ширина та глибина сидіння мають бути не меншими за 400 мм. Висота поверхні сидіння повинна регулюватися в межах 400...500 мм, а кут нахилу поверхні – від 15° вперед та до 5° назад.

Висота спинки сидіння мусить бути 300 ± 20 мм, ширина – не менше 380 мм, радіус кривизни в горизонтальній площині – 400 мм. Кут нахилу спинки 0...300 щодо вертикального положення, а відстань від спинки до переднього краю сидіння – регулюється у межах 260...400 мм.

Для зниження статичного навантаження м'язів рук потрібно застосовувати стаціонарні або змінні підлокітники довжиною не менше 250 мм, шириною 50...70 мм, що регулюються за висотою над сидінням у межах 230 ± 30 мм та відстанню між підлокітниками в межах 350...500 мм.

Поверхня сидіння, спинки та підлокітників має бути напівм'якою, з неслизьким, повітронепроникним, ненаелектризуючим покриттям і забезпечувати можливість чищення від бруду.

Клавіатуру треба розташовувати на поверхні столу або на спеціальній регульованій за висотою робочій поверхні, окремі від столу, на відстані 100...300 мм від краю, ближчого до працівника. Кут нахилу клавіатури має бути у межах 5...15°. Висота середнього рядка клавіш не має перевищувати 30 мм. Поверхня клавіатури – матова з коефіцієнтом відбиття 0,4.

Розміщення принтера або іншого пристрою вводу–виводу інформації на робочому місці має забезпечувати добру видимість екрана ВДТ і зручність ручного керування в зоні досяжності моторного поля.

Несприятливий вплив на зорову роботу користувача ВДТ може здійснювати дзеркальне відбиття на екрані яскравих елементів неправильно розташованих світильників або ділянок стелі чи вікна, на які подають сонячні промені. Такі дзеркальні відбиття при відносно невеликій яскравості екрана ВДТ можуть викликати практично повну втрату контрасту зображення.

Контраст знаків на екрані при накладанні дзеркального відбиття рівний:

$$K_z = \frac{[(B_z + B_v) - (B_f + B_v)]}{(B_f + B_v)}, \quad (6.1)$$

де B_z – яскравість знаків; B_v – яскравість відбиття; B_f – яскравість фону.

Яскравість відблисків на екрані ВДТ має бути не більше 40 кд/м²; нерівномірність розподілу яскравості робочих поверхонь у полі зору користувача ВДТ не має перевищувати 3:1, а робочих поверхонь і навколишніх предметів (стіни, обладнання) – 5:1.

На сьогодні майже всюди використовуються рідкокристалічні монітори, які формують зображення методом, який принципово відрізняється від моніторів з електронно–променевою трубкою. Тому проблем рентгенівського випромінювання та статичного заряду на поверхні екрана у них просто не існує. Також електростатичний потенціал на їх поверхні практично нульовий.

Усі інші пристрої створюють електромагнітні випромінювання наднизької частоти, які не викликають іонізацію повітря.

Висока швидкодія сучасних комп'ютерів зумовлює зростання споживання електричної енергії, значна частина якої розсіюється у вигляді тепла. Основні компоненти комп'ютера – центральний процесор і графічний процесор відеокарти – вимагають власних систем охолодження. До складу сучасного системного блоку зазвичай входить кілька вентиляторів: як мінімум, один у блоці живлення, один охолоджує процесор, відеокарта комплектується своїм вентилятором. Кілька вентиляторів встановлено в корпусі комп'ютера, зустрічаються також материнські плати з активним охолодженням набору мікросхем (чіпсета).

Одним із важливих недоліків сучасних високопродуктивних домашніх і офісних комп'ютерів є настирливий, монотонний і дратівливий шум.

Зі збільшенням тактових частот процесорів та інших мікросхем материнської плати неминує зростання споживання енергії. Закони фізики стверджують, що потужність, яка поглинається мікросхемою, прямо пропорційна квадрату напруги і тактової частоти. Отже, якщо збільшиться продуктивність за рахунок збільшення частоти, то неминує підвищиться і потужність, що розсіюється. У результаті, природно, збільшується і тепловиділення мікросхем. І якщо не відводити тепла з корпусу комп'ютера, то неминує настане

перегрівання – зі всіма негативними наслідками. Сучасні процесори персональних комп'ютерів виділяють більш ніж 140 Вт теплової енергії. Але в комп'ютері джерелом тепла є не лише процесор – гріються і мости чіпсета, і модулі пам'яті, і жорсткі диски, і сам блок живлення, і, звичайно ж, відеокарта, яка на сьогодні є своєрідним “комп'ютером у комп'ютері”, зі своїми графічним процесором і пам'яттю.

Тому в усіх сучасних корпусах передбачені місця для встановлення вентиляторів, призначених для відведення тепла з корпусу комп'ютера. Таких вентиляторів в одному корпусі може налічуватися до семи. Але кожен вентилятор – це джерело шуму. Власне, все, що обертається, генерує шум, причому цей шум може посилюватися самим корпусом комп'ютера.

Шум системи охолодження суттєво залежить від швидкості обертання вентилятора і конструкції радіатора. Тому, якщо вона комплектується регулятором швидкості обертання, то у специфікації вказують мінімальний та максимальний рівень шуму, який може коливатись у межах від 22 до 45 дБА. Рівень шуму справного сучасного комп'ютера знаходиться зазвичай у межах від 35 до 50 дБА. Якщо в комп'ютері встановлений погано збалансований вентилятор, то він, особливо на перших хвилинах після увімкнення, може досягати 55 дБА і більше.

Якщо в приміщенні знаходиться кілька комп'ютерів, то загальний рівень шуму не можна отримати шляхом алгебраїчного складання кожного. При складанні шуму з кількох джерел діє таке правило: спочатку береться рівень шуму найгучнішого з них, до нього додається додаток другого за гучністю, до суми додається додаток третього за гучністю і так далі. Тобто, децибели складаються не арифметично, а відповідно до таблиці 6.1.

Таблиця 6.1

Складання шуму з декількох джерел

Різниця між джерелами шуму, дБ	Додаток, дБ	Різниця між джерелами шуму, дБ	Додаток, дБ
0	3	6	1,0
1	2,5	7	0,8
2	2,1	8	0,6
3	1,8	9	0,5
4	1,5	10	0,4
5	1,2	>10	0

Наприклад, якщо в приміщенні знаходиться два комп'ютери, створюючи шум 45 дБА кожен, то рівень шуму складе 48 дБА (45+3), три комп'ютери забезпечать рівень шуму 49,8 дБА ((45+3)+1,8) тощо.

Зазвичай шум одного сучасного системного блоку персонального комп'ютера складає 35-45 дБА. Якщо в невеликому приміщенні знаходяться, наприклад, десять комп'ютерів, загальний рівень шуму від них буде до 10 дБА вище, ніж від одного (до 50-55 дБА), тобто перебування і розмови в такому приміщенні щодня по 8 годин підряд буде дуже стомлювати. До речі, робота цілими днями поблизу навіть одного системного блоку нерідко призводить до підвищеної втоми.

Шум, що створюється працюючими ПК, широкосмужний, постійний з аперіодичним посиленням при роботі принтерів. Тому шум повинен оцінюватися загальним рівнем звукового тиску за частотним корегуванням "А" та вимірюватися в дБА.

Рівні звукового тиску в октавних смугах частот, рівні звуку та еквівалентні рівні звуку на робочих місцях, обладнаних ПК, мають відповідати вимогам ДСанПіН 3.3.2.007-98 (табл. 6.2).

Таблиця 6.2

Допустимі рівні звуку, еквівалентні рівні звуку та рівні звукового тиску в октавних смугах частот

Середньгеометрична частота, октавної смуги, Гц	Вид трудової діяльності, робочі місця	
	Програмісти	Оператори комп'ютерного набору
	Рівні звукового тиску в дБ в октавних смугах частот	
31,5	86	96
63	71	83
123	61	74
250	54	68
500	49	63
1000	45	60
2000	42	57
4000	40	55
8000	38	54
Рівні звуку й еквівалентні рівні звуку дБА	50	65

Для підтримання оптимальних значень параметрів повітря робочої зони потрібно застосовувати вентиляцію приміщень, кондиціонування повітря, використовувати установки або прилади зволоження та штучної іонізації.

За способом захисту людини від ураження електричним струмом ВДТ, ЕОМ, периферійні пристрої ЕОМ і устаткування для обслуговування, ремонту і налагодження ЕОМ мають відповідати 1 класу захисту або бути заземленими відповідно до НПАОП 0.00-1.28-10.

Електромережа живлення має бути трипровідною з фазовим, нульовим робочим і нульовим захисним провідниками, площа перерізу яких має бути не меншою площі перерізу фазового провідника. Нульовий захисний провідник використовують для заземлення електрообладнання, але використовувати, як нульовий робочий його не можна. Під'єднання нульового робочого і нульового захисного провідників до одного контактного затискача щита живлення заборонене. Усі провідники мають відповідати номінальним параметрам мережі, її навантаженню, умовам навколишнього середовища, температурному режиму, типам апаратури та вимогам Правил улаштування електроустановок (ПУЕ).

У приміщенні, де одночасно експлуатують або обслуговують більше п'яти ЕОМ, установлюють аварійний вимикач, який може вимкнути електроживлення всього приміщення, за винятком освітлення. Штепсельні з'єднання й електророзетки мають бути зі спеціальними контактами для під'єднання нульового захисного провідника. їх конструкція має забезпечити приєднання нульового захисного провідника раніше ніж приєднання фазового та нульового робочого. Порядок їх роз'єднання у разі відключення має бути зворотним. Треба унеможливити з'єднання контактів фазового та нульового захисного провідників. Недопустиме під'єднання ЕОМ, периферійних пристроїв ЕОМ і устаткування для обслуговування, ремонту та налагодження ЕОМ до звичайної двопровідної електромережі, в тому числі й з використанням перехідних пристроїв.

Штепсельні з'єднання й електророзетки для напруги у 12 В і 36 В як за своїм кольором, так і за конструкцією мають вирізнятися від штепсельних з'єднань, які розраховані на напругу 127 В і 220 В. Штепсельні з'єднання й електророзетки треба виконувати за магістральною схемою 3...6 з'єднань або електророзеток в одному колі.

Якщо ЕОМ, периферійні пристрої й устаткування розташовують уздовж стін приміщення, то електромережу для їх живлення прокладають підлогою поряд зі стінами у металевих трубах і гнучких рукавах відповідно до затвердженого плану. Якщо розташовувати до 5 ЕОМ по периметру приміщення і використовувати при цьому трипровідниковий провід або кабель з негорючого чи важкогорючого матеріалу, дозволяється прокласти електромережу живлення і без металевих труб і гнучких металевих рукавів. У разі розташування ЕОМ у центрі приміщення електромережу живлення прокладають під знімною підлогою в металевих трубах і гнучких металевих рукавах, які заземлюють. Заборонене відкрите прокладання кабелів, застосування проводів і кабелів в ізоляції з вулканізованої гуми та інших матеріалів, які містять сірку. Отвори в плитах для прокладання кабелів електроживлення виконують безпосередньо в місцях установаження устаткування.

Для під'єднання переносної електроапаратури застосовують гнучкі проводи в надійній ізоляції. Недопустимі:

- експлуатація кабелів і проводів з пошкодженою ізоляцією або з такою, що втратила захисні функції, та залишати під напругою кабелі та проводи з неізольованими провідниками;
- застосування саморобних подовжувачів, які не відповідають вимогам ПУЕ до переносних електропроводок;
- застосування для опалення приміщення нестандартного (саморобного) електронагрівального обладнання або ламп розжарювання;
- користування пошкодженими розетками, розгалужувальними та з'єднувальними коробками, вимикачами та іншими електровиробами, а також лампами, скло яких має сліди затемнення або випинання;
- підвішування світильників безпосередньо на струмопровідних проводах, обгортання електроламп і світильників папером, тканиною та іншими горючими матеріалами, експлуатація їх зі знятими ковпаками (розсіювачами);
- використання електроапаратури та приладів в умовах, що не відповідають рекомендаціям підприємств–виготовлювачів.

Відеотермінали, ЕОМ, ПК, спеціальні периферійні пристрої ЕОМ і устаткування для обслуговування, ремонту та налагодження ЕОМ мають відповідати вимогам чинних в Україні стандартів і

нормативних актів з охорони праці. У разі відхилення від вимог нормативних документів можливість використання обладнання узгоджують, з Держгірпромнаглядом, Держстандартом і організацією–замовником до укладання контракту на постачання. Вимоги до відеотерміналів подані в табл. 6.3

Таблиця 6.3

Вимоги до відеотерміналів

Найменування параметра	Значення параметра
Яскравість знака (яскравість фону), кд/м ²	від 35 до 120
Зовнішня освітленість екрана, лк	від 100 до 250
Контраст (для монохромних зображень)	від 3:1 до 1,5:1
Нерівномірність яскравості в робочій зоні екрана	не більше 1.7:1
Відхилення форми робочої зони екрана від прямокутності:	не більше 2 %
- по горизонталі та вертикалі	
- по діагоналі	не більше 4 % від відношення суми коротких сторін до суми довгих
Різниця довжин рядків або стовпчиків	не більше 2 % від середнього значення
Розмір мінімального елемента зображення (пікселя) для монохромних зображень, мм	0,3
Допустима тимчасова нестабільність зображення (миготіння)	зафіксована менше ніж у 90 % спостерігачів
Відбивна властивість, дзеркальне та змішане відображення (відблиск), %, (виконувати роботу можна із застосуванням екранного фільтра)	не більше 1
Відношення ширини знака до його висоти для великих літер	від 0,7 до 0,9
Мінливість розміру знака	не більше 5 % висоти
Ширина лінії контуру знака	0,15...0,1 висоти знака
Модуляція щодо яскравості растра:	
- для монохромних зображень	не більше 0,4
- для багатоколірних зображень	не більше 0,7
Відстань між рядками	не менше ширини контуру знака або одного елемента зображення

Приміщення з ВДТ, ЕОМ оснащують системою пожежної сигналізації з димовими пожежними оповісниками та переносними вуглекислотними вогнегасниками з розрахунку 2 од. на кожні 20 м² площі приміщення. Підходи до засобів пожежогасіння мають бути вільними.

2. Приклад розв'язування задач

Визначте скільки комп'ютеризованих робочих місць можна встановити у приміщенні першого поверху. Вихідні дані: ширина приміщення – 4,5 м; довжина приміщення – 7,0 м; висота приміщення – 3,5 м.

Розв'язування

Насамперед потрібно проаналізувати, чи підходить приміщення для розміщення робочих місць, оснащених ВДТ. Відповідно до вимог ДСанПіН 3.3.2.007-98 вибране приміщення відповідає вимогам.

Перед визначенням кількості робочих місць, які можна розмістити у приміщенні, необхідно визначити його площу:

$$S = 4,5 \cdot 7 = 31,5 \text{ м}^2.$$

Оскільки площа, на якій розташовується одне робоче місце з ВДТ, повинна становити 6 м², то у приміщенні можна розмістити щонайбільше п'ять комп'ютеризованих робочих місць.

Перевіряємо, чи відповідає це число нормативу щодо мінімального об'єму приміщення на одне робоче місце з ВДТ ($V = 20 \text{ м}^3$).

Об'єм приміщення становить 110,25 м³.

Звідси, об'єм, що припадає на одне робоче місце з ВДТ, – 22,05 м³.

Отже, норматив об'єму приміщення на одне робоче місце з ВДТ виконується.

Рівень шуму, розрахований за таблицею 6.1, становитиме 52 дБА. Розрахунок поданий у таблиці 6.4

Таблиця 6.4

Розрахунок рівня шуму

Кількість ПК	Рівень шуму першого джерела, дБА	Рівень шуму другого джерела, дБА	Різниця між джерелами шуму, дБ	Додаток, дБ	Загальний рівень шуму, дБА
2	45	45	0	3	48
3	48	45	3	1,8	49,8
4	49,8	45	4,8	1,2	51
5	51	45	6	1	52

Отже, у приміщенні буде допустимий рівень шуму (див. табл. 6.2)

Список рекомендованої літератури

1. Кепич Т.Ю. Охорона праці в галузі / Т.Ю. Кепич, І.Ю. Семенова, М.В. Лавренюк. – К.: КНУ ім.Т. Шевченка, 2013. – 255 с.
2. Катренко Л.А. Охорона праці в галузі комп'ютерингу: підручник / Л.А. Катренко, А.В. Катренко; за науковою редакцією В.В. Пасічника. – Львів: Магнолія 2006, 2012. – 544 с.
3. Опорний конспект лекцій з дисципліни “Охорона праці в галузі” спеціальностей “Комп’ютерні системи та мережі”, “Спеціалізовані комп’ютерні системи” освітньо-кваліфікаційних рівнів “Спеціаліст”, “Магістр”. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://otipb.at.ua/_ld/33/3328_fkit_kiosu_dopg.pdf.
4. Зеркалов Д.В. Охорона праці в галузі: Загальні вимоги : навчальний посібник. –К.: Основа, 2011. – 551 с.
5. ДСН 3.3.6.042-99 “Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень”.
6. ДБН В. 2.5-28-2006 “Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення”.
7. НПАОП-0.00-1.28-10 Про затвердження Правил охорони праці під час експлуатації електронно–обчислювальних машин.
8. ДСанПіН 3.3.2.007-98. Гігієнічні вимоги до організації роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно–обчислювальних машин.

ЗМІСТ

1. Аналіз виробничого травматизму та професійних захворювань.....	3
2. Розрахунок параметрів мікроклімату приміщень.....	9
3. Розрахунок природного освітлення.....	16
4. Розрахунок штучного освітлення робочих місць.....	26
5. Розрахунок параметрів електробезпеки.....	33
6. Розрахунок кількості комп'ютеризованих робочих місць.....	40
Список рекомендованої літератури.....	51