

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

# БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ ПРАКТИКУМ

*Рекомендовано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського  
як навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою для  
студентів бакалаврів спеціальностей: 121 Інженерія програмного  
забезпечення, 123 Комп'ютерна інженерія, 126 Інформаційні системи та  
технології.*

Київ  
КПІ ім.Ігоря Сікорського  
2021

© КПІ ім.Ігоря Сікорського, 2021

Безпека життєдіяльності та цивільний захист. Практикум [Електронне видання] :  
для студентів бакалаврів спеціальностей: 121 Інженерія програмного  
забезпечення, 123 Комп'ютерна інженерія, 126 Інформаційні системи та технології.  
/ КПІ ім.Ігоря Сікорського; Уклад.: Е.В.Землянська, Н.Ф.Качинська,  
Н.А.Праховнік, М.О.Мітюк. – Електронне видання (1 файл, 3,58 Мб). - К.: КПІ  
ім.Ігоря Сікорського, 2021. – 113 с.

*Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського (протокол № 12 від  
31.05.2021 р.)*

Електронне навчальне видання

## БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ ПРАКТИКУМ

Укладачі: Олена Василівна Землянська, старший викладач  
Наталія Федорівна Качинська, старший викладач  
Наталія Артурівна Праховнік, к.т.н., доцент  
Людмила Олексіївна Мітюк, к.т.н., доцент

Відповідальний редактор Ковтун Андрій Іванович, к.т.н.

Рецензенти: Писаренко Андрій Володимирович, к.т.н., доцент

Навчальний посібник - це посібник із впровадження 9 практичних робіт, які охоплюють всі розділи дисципліни «Безпека життєдіяльності та цивільний захист», в якому надано методичні вказівки з необхідною теоретичною інформацією, завданнями, ходом виконання та поясненнями щодо оформлення та презентації результатів. Навчальний посібник призначений для підготовки студентів бакалаврів спеціальностей: 121 Інженерія програмного забезпечення, 123 Комп'ютерна інженерія, 126 Інформаційні системи та технології.

## ЗМІСТ

<b>1. ЗАГАЛЬНІ ПРИНЦИПИ НАДАННЯ ПЕРШОЇ ДОЛІКАРСЬКОЇ ДОПОМОГИ .....</b>	<b>4</b>
<b>2. РИЗИК-ОРІЄНТОВАНИЙ ПІДХІД ДО ВИЗНАЧЕННЯ НЕБЕЗПЕК.....</b>	<b>19</b>
<b>3. ПРОВЕДЕННЯ ЕВАКУАЦІЇ ТА ПРАВИЛА ПОВЕДІНКИ В НАТОВПІ .....</b>	<b>25</b>
<b>4. МІКРОКЛІМАТИЧНІ УМОВИ РОБОЧОГО ПРОСТОРУ ТА ШЛЯХИ ЇХ НОРМАЛІЗАЦІЇ .....</b>	<b>39</b>
<b>5. ОРГАНІЗАЦІЯ ПРИРОДНОГО І ШТУЧНОГО ОСВІТЛЕННЯ НА РОБОЧИХ МІСЦЯХ ТА ЙОГО ВПЛИВ НА ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ.....</b>	<b>52</b>
<b>6. ВПЛИВ ТА НАСЛІДКИ ШУМУ, УЛЬТРАЗВУКУ ТА ІНФРАЗВУКУ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ ТА ГІГІЄНИЧНІ НОРМИ .....</b>	<b>72</b>
<b>7. ОСОБЛИВОСТІ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ ПІД ЧАС ВИНИКНЕННЯ ВИБУХІВ І ПОЖЕЖ .....</b>	<b>81</b>
<b>8. ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ ПІД ЧАС ХІМІЧНО-НЕБЕЗПЕЧНИХ АВАРІЙ .....</b>	<b>89</b>
<b>9. ОСОБЛИВОСТІ ВПЛИВУ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ РАДІАЦІЇ. ОСНОВНІ ЗАХОДИ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ ПРИ ВИНИКНЕННІ НЕБЕЗПЕЧНИХ СИТУАЦІЙ .....</b>	<b>96</b>
Додаток 1.....	102
Додаток 2.....	104
Додаток 3.....	106
Додаток 4.....	108
Додаток 5.....	110
Додаток 6.....	111
Додаток 7.....	112
Додаток 8.....	113

# 1. ЗАГАЛЬНІ ПРИНЦИПИ НАДАННЯ ПЕРШОЇ ДОЛІКАРСЬКОЇ ДОПОМОГИ

**Мета роботи** – засвоїти практичні методи надання першої допомоги потерпілим.

**Цілі** – набуття студентом, знань та умінь для здійснення професійної діяльності за спеціальністю з обов'язковим дотриманням вимог безпеки і стандартів з охорони праці; формування у студентів відповідальності за особисту та колективну безпеку у повсякденних умовах та під час надзвичайних ситуацій і воєнного стану, з урахуванням особливостей майбутньої професійної діяльності на первинній посаді.

**Завдання** – навчитись застосовувати знання у практичних ситуаціях; виробити вміння адаптації та дії в новій/екстремній ситуації; освоїти здатність аналізувати результати діяльності організації, зіставляти їх з факторами впливу зовнішнього та внутрішнього середовища.

## Загальні відомості

Найперше завдання при ліквідації наслідків дії небезпечних і шкідливих факторів на людину – надання першої долікарської допомоги постраждалим (рис. 1.1).

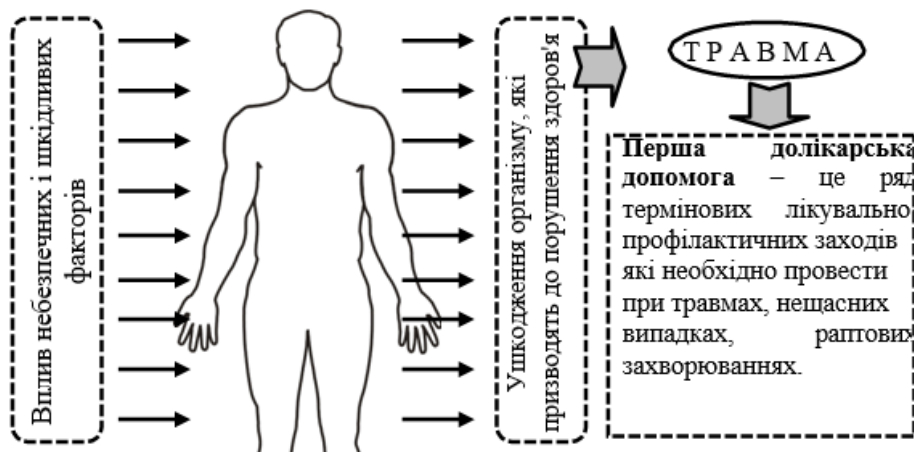


Рис. 1.1. Поняття «травма» і «перша долікарська допомога»

Для надання відповідної долікарської допомоги насамперед необхідно правильно класифікувати одержану постраждалим травму.

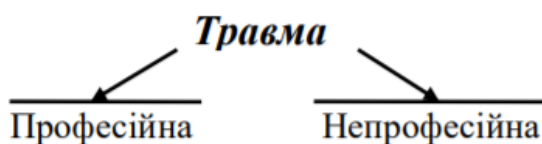


Рис. 1.2. Класифікація травм в залежності від виду діяльності постраждалого

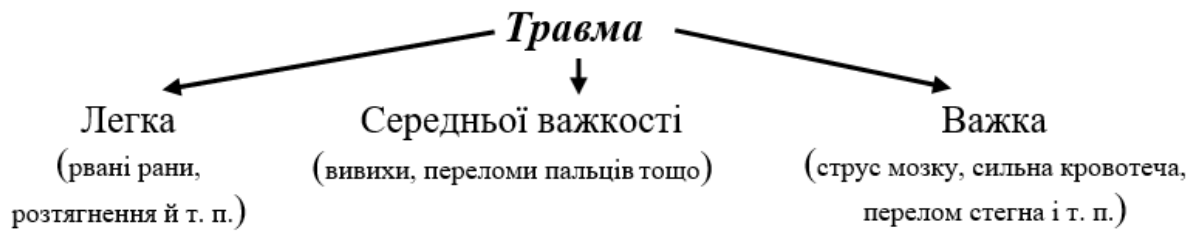


Рис. 1.3. Класифікація травм за ступенем важкості

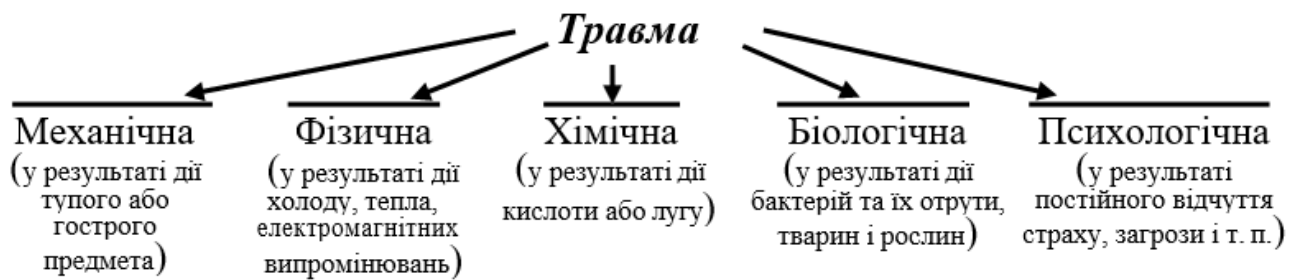


Рис. 1.4. Класифікація травм залежно від факторів впливу

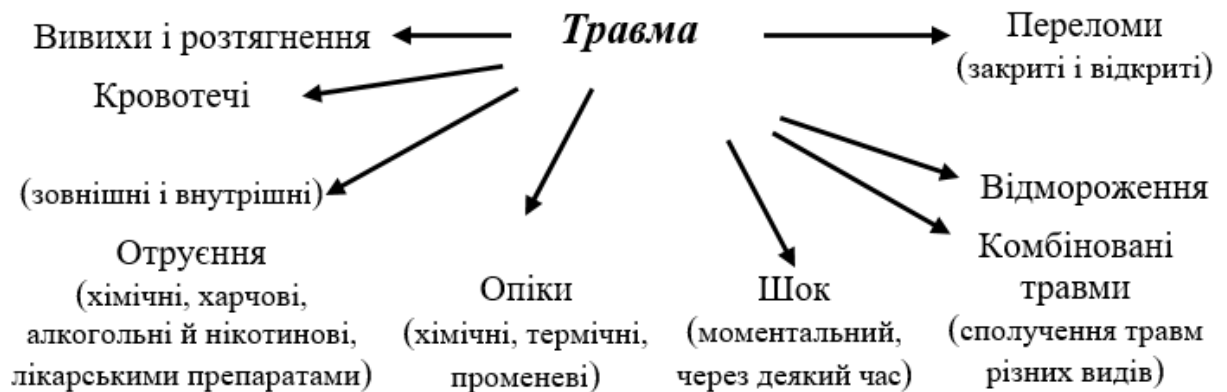


Рис. 1.5. Класифікація травм за формою прояву

### Перша допомога під час кровотеч

**Кровотеча** – це витікання крові з судин, що настає найчастіше в результаті їїнього ушкодження. Під час кровотеч основна небезпека пов'язана із втратою крові й виникненням гострого недостатнього кровопостачання тканин. Недостатнє постачання органів киснем спричиняє порушення їхньої діяльності; це стосується насамперед мозку, серця й легенів.

## Перша допомога під час зовнішніх кровотеч

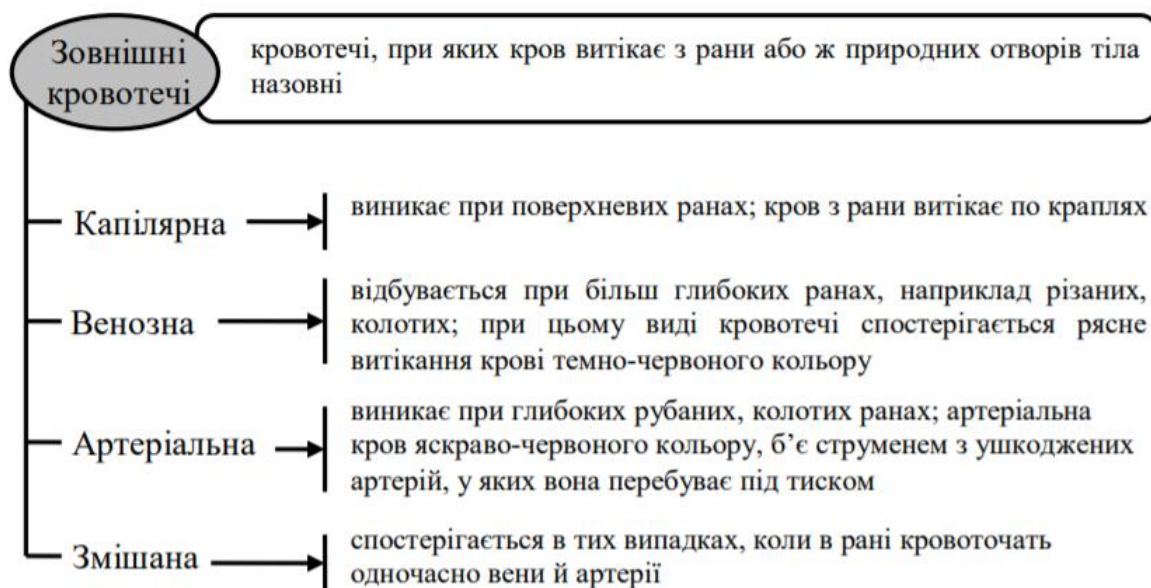


Рис. 1.6. Класифікація зовнішніх кровотеч

**Перша допомога під час капілярної кровотечі.** Піз час капілярної кровотечі втрата крові порівняно невелика. Таку кровотечу можна швидко зупинити: накласти на ділянку, що кровоточить, чисту марлю, поверх марлі – шар вати і перев'язати рану. Якщо під рукою немає ні марлі, ні бинта, то місце, що кровоточить, можна перев'язати чистою носовою хусткою. Не можна накладати на відкриту рану ворсисту тканину/вату, оскільки на її ворсинках збирається чимало бактерій, які можуть спричинити зараження рани.

**Перша допомога під час венозної кровотечі.** Венозна кровотеча, окрім значної втрати крові, небезбечна тим, що під час поранення вен, особливо шийних, може відбутися усмоктування повітря в судини через ушкоджені місця. Повітря, яке проникає в судину, може потім потрапити і в серце. У таких випадках виникає повітряна емболія, небезпечна для життя потерпілого.

Венозну кровотечу найкраще зупиняти пов'язкою, що давить. На ділянку, що кровоточить, накладають чисту марлю, поверх неї – розгорнутий бинт або складену в кілька разів марлю, в крайньому разі – складену чисту носову хустку. У такий спосіб здійснюється тиск на відкриті кінці ушкоджених судин, що дає змогу здавити їх і припинити кровотечу.

Якщо під час надання допомоги немає під рукою пов'язки, що давить, а в потерпілого сильна кровотеча з ушкодженої вени, то місце, яке кровоточить, треба відразу пригорнути пальцями. Під час кровотечі з вени верхньої кінцівки в деяких випадках досить просто підняти руку догори. Але у всіх випадках на рану варто накласти пов'язку. Найбільш зручним для таких цілей є індивідуальний пакет для перев'язувань, що продається в аптеках.

**Перша допомога під час артеріальної кровотечі.** Артеріальна кровотеча є найбільш небезпечною, адже у потерпілого може швидко наступити повне знекровлювання. Під час кровотеч із сонної, стегнової або ж пахвової артерій людина може загинути через три або навіть через дві з половиною хвилини. Артеріальну кровотечу, як і венозну, можна зупинити за допомогою пов'язки, що давить.

Під час кровотечі з великої артерії варто негайно зупинити приплив крові до ушкодженої ділянки, надавивши артерію пальцем вище місця поранення. Однак ця міра є тимчасовою; артерію притискають пальцем доти, поки не підготують і не накладуть пов'язку, що давить.

Під час кровотечі зі стегнової артерії накладання однієї пов'язки, що давить, іноді виявляється недостатнім. У таких випадках доводиться накладати петлю або джгут. Якщо ж під рукою немає стандартного джгута, то замість нього можна застосувати імпровізований: косинку, носову хустку, краватку, підтяжки тощо.

Джгут або петлю накладають на кінцівку вище місця кровотечі. Для цього дуже зручно використовувати індивідуальний перев'язний пакет. Щоб не пошкодити шкіру і нервові закінчення, місце накладання джгута або петлі покривають шаром марлі.

Накладений джгут або петля повністю припиняють прилив крові до кінцівки. Тому якщо їх залишити на тривалий час, може відбутися омертвіння кінцівки. Унаслідок цього їх застосовують тільки у виняткових випадках, зокрема на плечі й стегна (при відриві частини кінцівки, при ампутаціях).

Потерпілого з накладеним джгутом або петлею протягом двох годин обов'язково варто доставити до лікувальної установи для спеціального хірургічного втручання.

Кровотечу з верхньої кінцівки можна зупинити за допомогою бинтового валика, вкладеного в ліктювий згин або в пахвову западину, при одночасному стягуванні кінцівки джгутом. Так роблять і під час кровотеч нижньої кінцівки, вкладаючи в підколінну ямку валик; щоправда, такий спосіб зупинки кровотечі застосовується рідко.

Під час кровотечі з головної шийної артерії (сонної) варто негайно пригорнути рану пальцями або ж кулаком; після цього рану набивають більшою кількістю чистої марлі. Цей спосіб зупинки кровотечі називається тампонуванням.

Після перев'язки судин, що кровоточать, постраждалого варто напоїти яким-небудь безалкогольним напоєм і якомога швидше транспортувати до лікувальної установи.

**Перша допомога під час інших зовнішніх кровотеч.** Першу допомогу доводиться робити не тільки під час кровотеч з ран, але й у процесі деяких інших видів зовнішніх кровотеч.

*Кровотеча з носа* виникає під час удару в ніс, сильному чханні, унаслідок важких травм черепа, а також при деяких захворюваннях, наприклад грипі.

Потерпілого укладають на спину із трохи піднятою головою; на перенісся, шию і область серця кладуть холодні компреси або лід. Потерпілий стискає пальцями крила носа. Під час носової кровотечі не можна промивати ніс водою. Кров, що стікає в носоглотку, потрібно випльовувати.

*Кровотечу після видалення зуба* можна зупинити, поклавши на місце вилученого зуба марлеві кульки, які хворий повинен затиснути зубами.

*Кровотеча з вуха* виникає під час поранень зовнішнього слухового проходу і переломах черепа. На поранене вухо накладають чисту марлю, а потім перев'язують. Потерпілий лежить із трохи піднятою головою на неушкодженому боці. Робити промивання вуха не можна.

*Кровотеча з легенів* виникає унаслідок сильних ударів у грудну клітку, переломах ребер, під час туберкульозу. Потерпілий відкашлює яскраво-червону пінисту кров; дихання при цьому утруднене.

Потерпілого укладають у напівсидячому положенні, під спину йому підкладають валик, на який він може обпертися. На відкриті груди кладуть холодний компрес. Хворому забороняють говорити й рухатися.

*Кровотеча зі стравоходу* виникає унаслідок його поранення або ж під час розриву вен, що є розширеними при деяких захворюваннях печінки. Шлункова кровотеча виникає унаслідок виразки шлунка або появи пухлин, які роз'їдають судини, що проходять у його стінках.

### Перша допомога під час внутрішніх кровотеч

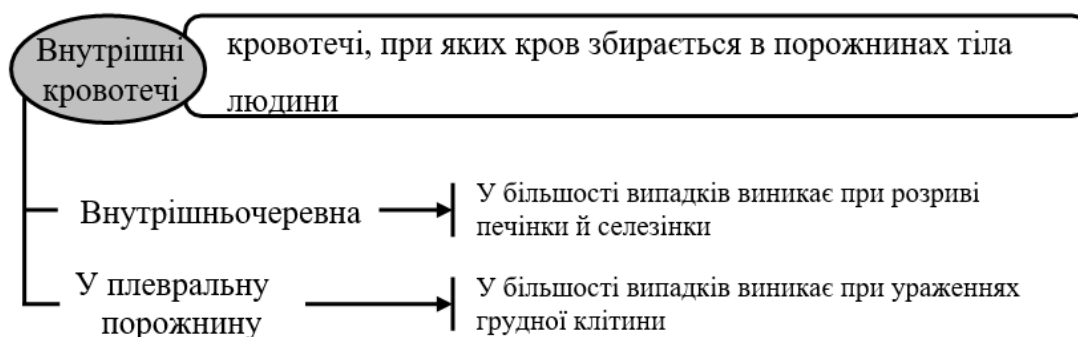


Рис. 1.7. Класифікація внутрішніх кровотеч



Потерпілого укладають у напівсидячому положенні із зігнутими в колінах ногами. На черевну порожнину кладуть холодний компрес. Потерпілому не можна пити та їсти. Необхідно забезпечити повний спокій. Під час кровотеч із травного тракту необхідне термінове хірургічне втручання.

**Перша допомога під час внутрішньочеревних кровотеч.** Потерпілого укладають у напівсидячому положенні із зігнутими в колінах ногами, на зону живота кладуть холодний компрес. Потерпілому не можна давати пити та їсти. Необхідно забезпечити негайне транспортування хворого до лікувальної установи.

**Перша допомога під час кровотечах у плевральну порожнину.** Під час кровотечі в плевральну порожнину дихання утруднене, при значній кровотечі потерпілий задихається. Його укладають у напівсидячому положенні із зігнутими нижніми кінцівками, на грудну клітку кладуть холодний компрес. Хворий потребує термінової госпіталізації.

### **Перша допомога під час розтягнень і вивихів**

**Розтягнення і вивихи** – хворобливі ушкодження тканин у зоні суглобів.

**Перша допомога при розтягненнях.** Унаслідок будь-якого розтягнення насамперед необхідно зменшити біль у постраждалого. Потім потрібно іммобілізувати поранений суглоб. Для цього при невеликій пухлині можна застосувати еластичний бинт. Додатково можна зробити компрес для зменшення пухлини. Якщо виникло розтягнення, необхідно звернутися за допомогою до лікаря, тому що унаслідок такого ушкодження можлива тріщина кістки.

**Перша допомога під час вивихів.** Вивихи легко визначаються за зміною зовнішнього вигляду суглоба та за скривленням. Потерпілий може рухати вивихнутою кінцівкою, але докладаючи значних зусиль, причому кожен рух надзвичайно болісний. Суглоб опухає. Вивихнута кінцівка вимагає дуже обережного обходження. Її іммобілізують у тому положенні, яке вона прийняла після травми. Ні в якому разі не можна вправляти вивихнуту кінцівку, оскільки будь-який неправильний рух завдає потерпілому сильного болю і, крім того, унаслідок вивиху можливий перелом кістки. Тому відразу потрібно звернутися до лікаря.

### **Перша допомога під час переломів**

**Перелом** – це часткове або повне порушення цілісності кістки, яке спричинює вплив на неї механічної сили.



Рис. 1.8. Класифікація переломів

**Перша допомога під час закритих переломів.** Типовою ознакою закритого перелому є пухлина, а в деяких випадках – зміна зовнішнього вигляду ушкодженої ділянки тіла, зокрема скривлення, особливо характерне для важких переломів кінцівок. Рухи сусідніх суглобів супроводжуються сильним колючим болем у місці перелому.

Перелом кістки є важким пораненням і вимагає негайного надання першої допомоги. Переламаною кінцівкою в жодному разі не можна робити різких рухів, за неї не можна тягти. Одним із визначальних симптомів перелому є хрускіт (крепітація) у місці перелому, однак перевіряти цей симптом шляхом незначного впливу на переламані кістки не можна. Біль унаслідок перелому зумовлений пораненням окістя, тобто тканини, де зібрано досить багато нервових закінчень.

На місце закритого перелому накладається компрес із препаратом оцтовокислого алюмінію. Потім переламану кінцівку або ж частину тіла іммобілізують. Якщо потерпілого мучить спрага, то його варто напоїти (найкраще якою-небудь мінеральною водою). Після ретельної іммобілізації переламаної ділянки тіла постраждалого варто доставити до лікувальної установи для хірургічної обробки.

**Перша допомога під час відкритих переломів.** Під час відкритого перелому уламки кісток не можна заштохувати в рану. Відкритий перелом спочатку обробляють за принципом обробки ран, а потім уже як перелом. На місце закритого перелому накладається компрес із препаратом оцтовокислого алюмінію. Потім переламану кінцівку або ж частину тіла іммобілізують. Після ретельної іммобілізації переламаної ділянки тіла постраждалого варто доставити до лікувальної установи для хірургічної обробки.

### Перша допомога під час опіків

**Опік** – ушкодження тканин організму, викликане впливом високої температури, деяких хімічних речовин або радіаційних променів.



Рис. 1.9. Класифікація опіків

Незалежно від факторів, які викликали появу опіку, розрізняють чотири ступені опіків:

- I – почервоніння і набряк шкіри;
- II – поява міхурів, наповнених жовтуватою рідиною – плазмою крові;
- III – утворення струпів як результат місцевого некрозу (омертвіння) тканин;
- IV – обвуглювання тканин.

**Перша допомога під час термічних і променевих опіків.** Насамперед постраждалого варто винести із зони дії джерела високої температури, загасити палаючі частини одягу за допомогою простирадла, ковдри, пальта або ж води.

Обробка обпалених поверхонь тіла повинна проводитися в чистих умовах. Рот і ніс потерпілого повинні бути по можливості закриті марлею або хоча б чистою носовою хусткою/косинкою для того, щоб при розмові й подиху з рота й носа на обпалені місця не потрапляли хвороботворні бактерії, здатні викликати зараження.

До обпалених місць не можна доторкатися руками; не слід проколювати міхури, відривати прилиплі до місць опіку частини одягу. Обпалені місця потрібно прикрити чистою марлею; унаслідок значних опіків для цих цілей використовують чисті пропрасовані простирадла. Як виняток замість марлі можна використати чисті носові хустинки. Дуже зручно для цих цілей застосовувати спеціальні пакети.

Постраждалого варто укутати в ковдру, але не перегрівати його. Напоїти великою кількістю рідини – чаєм, мінеральною водою, після чого негайно транспортувати до лікувальної установи. Обпалену поверхню забороняється змазувати мазями і засипати порошками.

**Перша допомога під час хімічних опіків.** Характер надання першої допомоги під час хімічних опіків залежить від того, якою речовиною вони були спричинені.

Унаслідок опіків розчином кислоти пошкоджену поверхню потрібно облити великою кількістю води, краще тримати це місце під струменем води протягом 10-15 хвилин, потім змити слабким розчином лугу (одна ложка питної соди на склянку води).

*Опік, спричинений розчином лугу*, промивають великою кількістю води протягом 10-15 хвилин, уражену поверхню змочують слабким розчином (1-2%) оцтової або лимонної кислоти.

*Опік негашеним ванном* обмивати водою **не можна**.

Після виконання необхідних процедур постраждалого потрібно негайно транспортувати до лікувальної установи.

### **Перша допомога під час відморожень**

**Відмороження** – ушкодження тканин організму, викликане впливом низької температури.

Найчастіше відмороженню піддаються ніс, вуха, пальці рук і ніг. Під час відмороження спочатку відчувається мерзлякуватість, холод, що змінюються онімінням.

Розрізняють IV ступеня відмороження. Унаслідок відморожень I ступеня характерною ознакою є збліднення шкіри, різке зниження або повна відсутність чутливості. Цей ступінь відмороження оборотний і під час зігрівання з'являється синюшно-червоний відтінок шкіри, почуття печіння, набряклість тканин, а також тупі болі. Усі симптоми зазвичай проходять через кілька днів. Загальний стан потерпілого погіршується незначно. Унаслідок відмороження II ступеня після зігрівання на шкірі з'являються міхури із прозорою білою або кров'янистою рідиною. Значно погіршується загальний стан: підвищується температура, турбує озноб, знижується апетит і порушується сон. Шкіра тривалий час залишається синюшного кольору зі зниженою чутливістю. Для відмороження III ступеня характерні омертвіння всіх шарів шкіри й м'яких тканин (при цьому навколо зони ураження утворюється запальний вал, а через 3-5 днів може розвинути гангрена), озноб, рясний піт, апатія. Унаслідок відморожень IV ступеня настає омертвіння не тільки м'яких тканин, але й кістки.

**Перша допомога під час відморожень.** Необхідно якнайшвидше зігріти хворого – перенести (або перевезти) у тепле приміщення. Потім зігріти уражену частину тіла розтиранням відмороженої ділянки чистими руками або змоченими спиртом/горілкою/одеколоном до появи чутливості, почервоніння шкіри. Крім того, варто напоїти постраждалого гарячим міцним чаєм, кавою або молоком. Не можна розтирати відморожені ділянки тіла снігом, бо це може бути причиною додаткового ушкодження і занесення інфекції, а також заборонено розтирати та масажувати шкіру з міхурами. У цьому випадку зігрівати можна за допомогою теплих ванн, поступово (протягом 30 хв) підвищуючи температуру води з 20°C до 40°C. Після цих процедур уражену ділянку тіла треба насухо протерти, закрити чистою (краще стерильною) серветкою або пов'язкою і укутати чим-небудь теплим. Жиром і різними мазями місце відмороження змазувати не можна.

## Перша допомога під час отруєнь

**Отруєння** – група захворювань, що зумовлені впливом на організм отрути різного походження.

**Отрута** – це шкідлива речовина, яка згубно діє на функціонування організму, порушує обмін речовин. Дія отрути проявляється у вигляді отруєння, результат якого може бути смертельним.



Рис. 1.10. Класифікація отруєнь за факторами впливу

**Перша допомога під час отруєнь газами.** Окис вуглецю утворюється внаслідок неповного згоряння вугілля. Ця сполука міститься у світильному газі та вихлопних газах автомобілів. Отруєння окисом вуглецю настає у випадках опалювання приміщення вугіллям за умови передчасного закриття грубної труби, за умови впливу світильного газу, а також у закритих гаражах унаслідок працюючого мотору.

Потрапляючи в організм під час вдихання, газ швидко проникає в червоні кров'яні тільця, перешкоджаючи надходженню до них кисню. Отруєння окисом вуглецю проявляється головним болем, слабкістю, запамороченням, шумом у вухах, нудотою, блювотою, втратою свідомості та смертю. Потерпілого потрібно винести на свіже повітря і негайно надати першу долікарську допомогу.

Небезпека отруєння вуглекислим газом виникає унаслідок горіння, бродіння у виноробних підвалах, колодязях. Проявляється пришвидшеним серцебиттям, шумом у вухах, відчуттям тиску у грудній клітині, втратою свідомості. Потерпілого потрібно винести на свіже повітря і негайно надати першу долікарську допомогу.

**Перша допомога під час отруєнь харчовими продуктами.** У побуті найчастіше спостерігається отруєння грибами. Навіть їстівні гриби можуть стати шкідливими під час повторного підігрівання. Шкідлива дія отруйних грибів буває різною (залежно від їхнього виду).

На печінку та нирки шкідливо діють зелена і бліда поганки. Симптоми отруєння настають через 6-12 годин після їхнього вживання. Спочатку з'являються болі в животі, діарея, потім – слабкість, почуття повної знемоги, зменшення кількості відокремлюваної сечі.

На нервову систему негативно впливають отруєння мухомором червоним. Уже через пів години після їхнього вживання з'являються головні болі, шум у вухах, припливи жару до обличчя, збудження, багатослівність і втрата свідомості.

Усі види отруєння грибами вимагають надання термінової допомоги. Необхідно відразу ж викликати блювоту, дати потерпілому активоване вугілля, молоко і звернутися до лікаря.

У старих м'ясних консервах, зіпсованих копченостях, м'ясі утворюється м'ясна отрута, яка називається ботулічним токсином. Після вживання в їжу зіпсованих продуктів ознаки отруєння з'являються через 12-30 годин у вигляді блювоти, поносу, головних болів, роздвоєного бачення, порушення ковтання, паралічу кінцівок. Може наступити смерть через ослаблення серцевої діяльності та паралічу дихального центру.

Унаслідок отруєння ботулотоксином варто негайно викликати блювоту, напоїти отруєного молоком, дати йому активоване вугілля (карболен) і відразу ж викликати швидку допомогу.

*Сальмонельоз* виникає унаслідок вживання в їжу несвіжих картопляних і рибних салатів. Може виникнути діарея, що супроводжується болями в животі. У цьому випадку йдеться про хвороботворні мікроорганізми – сальмонели, що розмножуються в салатах протягом 10-12 годин. Постраждалому варто дати активоване вугілля і викликати швидку допомогу.

***Перша допомога під час отруєнь хімічними речовинами.*** У випадках, коли кислота потрапляє усередину організму, у людини на обличчі з'являється опік (на губах, у кутах рота). Слизова оболонка порожнини рота стає білого кольору, потерпілий скаржить на сильний біль усього шлункового тракту, голос стає хрипким, з'являється задишка, може наступити колапс. *Перша допомога під час отруєння кислотами* полягає в промиванні шлунка великою кількістю води з додаванням паленої магнезії (30 г на 200 мл води), рясному питві води зі шматочками льоду. Можна давати постраждалому молоко, сирий яєчний білок, відвар лляного насіння, соняшникову олію.

Якщо *усередину організму потрапила лужна речовина*, виникає опік слизової оболонки; з'являються блювота маслянистими масами чорного кольору, активне слиновиділення, біль у роті, глотці і стравоході, порушується ковтання. Насамперед необхідно промити шлунок підкисленою водою (100 мл розчину оцту на 1 л води) до припинення блювоти. Потерпілому дають пити у великих кількостях молоко, апельсиновий і лимонний сік, 1%-вий розчин лимонної або оцтової кислоти зі шматочками льоду.

У випадку потрапляння парів бензину всередину організму, у людини з'являються головні болі, запаморочення, слабкість, нудота, блювота, судоми, ослаблення дихання.

Постраждалого варто негайно винести на свіже повітря; якщо подих ослаблений, то треба відразу ж розпочати штучне дихання. Доцільно викликати в потерпілого блювоту.

*Потрапляння розчинників усередину організму* спричинює шкідливий вплив на нирки та печінку. Спочатку виникає почуття сп'яніння, потім запаморочення, блювота, пізніше – втрата свідомості. Розчинники негативно впливають і на дихальний центр. У постраждалого варто відразу ж викликати блювоту, напоїти молоком і якомога швидше транспортувати до лікувальної установи.

*Унаслідок контакту із ртуттю* виникають отруєння, що проявляються ушкодженням печінки, нирок і кишечника. Потерпілий відчуває пекучий біль у шлунку, з'являється блювота, інтенсивна кривава діарея, зменшується виділення сечі.

Потерпілому необхідно дати активоване вугілля, сирий яєчний білок, молоко та негайно транспортувати до лікувальної установи.

***Перша допомога під час отруєнь наркотичними засобами.*** Алкоголь уживається у вигляді етилового спирту, який міститься в спиртних напоях, а також у вигляді метилового спирту (денатурату).

Смертельна доза *етилового спирту* – 7-8 г на 1 кг ваги людини. Але отруєння етиловим спиртом спричиняють і більш низькі дози. Алкоголь, діючи на судини, розширює їх, завдяки чому виникає відчуття тепла; крім того, він викликає порушення слизової оболонки шлунка. Найбільший вплив спирт здійснює на мозок. Людина, що перебуває у важкій стадії сп'яніння, засинає; сон переходить у несвідомий стан і в результаті паралічу центрів дихання та кровообігу може наступити смерть.

*Метиловий спирт* як алкогольний напій уживають найчастіше ті пияки, які по роботі мають до нього доступ. Доза 10 мл метилового спирту може виявитися смертельною. Через 10-12 годин після вживання виникають головні болі, запаморочення, біль у животі й очах, блювота. Зір порушується, розвивається сліпота. Далі настає втрата свідомості і смерть.

Отруєного алкоголем варто винести на свіже повітря, викликати в нього блювоту. У разі припинення дихальної діяльності варто робити штучне дихання. Якщо потерпілий у свідомості, то корисно дати випити чорної кави.

*Нікотин* – це отрута, що міститься в тютюнових листах і впливає на вегетативну нервову систему, на мозок. Смертельна разова доза становить 0,05 г.

Отруєння нікотинном може спостерігатися не тільки в новачків, але й у курців зі стажем. Проявляється це слабкістю, активним слиновиділенням, нудотою, блювотою. Зіниці при цьому звужені, пульс уповільнений.

Постраждалого варто напоїти чорною кавою, порадити глибоко дихати свіжим повітрям.

### **Перша допомога під час отруєнь лікарськими препаратами**

*Болезаспокійливі і жарознижуючі засоби.* До цих засобів насамперед відносяться бутадіон, промедол, анальгін і т.п. Дія цих ліків викликає гальмування центральної нервової системи та посилення віддачі тепла розширеними шкірними судинами. Прийом великих доз цих препаратів зумовлює значне потовиділення, сонливість і глибокий сон, що може перейти в несвідомий стан.

Під час надання першої допомоги велику роль відіграє швидкість транспортування потерпілого до лікувальної установи. У випадках порушення дихання і серцевої діяльності варто негайно почати робити штучне дихання.

*Снодійні засоби.* Уживання великих доз гексобарбітала, фенобарбітала, циклобарбітала й інших снодійних засобів викликає глибоке гальмування мозкової діяльності; настає сон, з якого потерпілий не приходить до свідомості, розвивається параліч дихального центру та центру кровообігу. Смерть настає в результаті зупинки серця і паралічу дихальних м'язів. Першими ознаками отруєння є почуття втоми, слабкість і сонливість. У важкій стадії отруєння спостерігаються хрипіння, неправильне дихання, синюшність шкірних покривів.

Перша допомога аналогічна зазначеній вище. Якщо потерпілий у свідомості, то в нього викликають блювоту.

*Наркотичні засоби* – морфін і опій – дуже потрібні в медицині ліки. Призначення цих ліків суворо контролюється, але люди, що страждають морфінізмом, дістають їх незаконними шляхами і потай уживають. Морфін і опій загальмовують біль, викликають приємні відчуття, прекрасний настрій. Отруєння цими речовинами проявляється запамороченням, глибоким сном, навіть втратою свідомості, порушенням дихання, звуженням зіниць.

Під час надання першої допомоги насамперед варто провести штучне дихання; якщо свідомість збережена, потерпілого рекомендується напоїти чорною кавою і швидко транспортувати до лікувальної установи.

### **Перша допомога під час укусів тварин**

*Укуси комах.* Колючі органи комах містять отруйні речовини, що викликають набряк у місці укусу, а пізніше – під впливом бактерій – інфекцію.



Якщо людину вжалить оса, бджола або шершень, то насамперед варто видалити жало, а потім пальцями видавити з ранки отруту. Місця укусу протирають йодною настоянкою або ж розведеним нашатирним спиртом. Якщо не вдається видалити з ранки жало, то цю процедуру залишають лікареві. Місця укусів комарів, мух, гедзів протирають нашатирним спиртом або ж змочують мильним розчином.

Унаслідок укусу бджоли в язик може наступити смерть у результаті удушення. У таких випадках потерпілому необхідна термінова допомога: у рот йому кладуть шматки льоду, дають морозиво або хоча б рекомендують обполіскувати ротову порожнину холодною водою.

*Укуси змій.* Однією із найбільш небезпечних отруйних змій є гадюка звичайна. Улітку випадки укусів гадюкою трапляються досить часто. У місці укусу (найчастіше в зоні гомілки) видно дві маленькі криваві крапки – це сліди від зубів гадюки. Над двома передніми зубами в неї розташовується мішечок з отрутою. Під час укусу отрута проникає в рану і поширюється далі по всьому організму. У разі надання першої допомоги з рани та навколишніх ділянок прагнуть видавити або відсмоктати якнайбільше крові. Рану промивають розчином марганцевокислого калію, після чого перев'язують. Потерпілому потрібно дати випити якомога більше рідини, корисна при цьому чорна кава. Потім за можливості варто якнайшвидше звернутися до лікаря.

*Укуси тварин.* Рани від укусів тварин обробляються відповідно до загальних правил, але при цьому їх завжди варто вважати інфікованими ранами. Унаслідок укусів лісових тварин (переважно диких кішок і лисиць), а іноді й невідомих, підозріло агресивних собак, виникає підозра на сказ. У таких випадках рану варто обробити так само, як і при укусі гадюки.

### **Перша допомога під час шоків станів**

Унаслідок важких травм, поранень виникає багато факторів, які шкідливо впливають на весь організм. Це біль, втрата крові тощо. Вони пошкоджують життєво важливі органи тіла: мозок, залози внутрішньої секреції. Спочатку завдяки своїм захисним механізмам – звуженню судин, прискоренню пульсу для підтримування в нормі кров'яного тиску, подиху і підвищенню обміну речовин – ці органи протидіють шкідливим впливам. Однак тривалий безперервний вплив шкідливих факторів, зрештою, виснажує захисні можливості організму. У результаті виникають порушення кровообігу, подиху і обміну речовин, поєднані під загальною назвою: шок.

Таким чином, **шок** – це серйозна реакція організму на поранення, що становить велику небезпеку для життя потерпілого. Іноді шок виникає відразу ж (миттєвий), в інших випадках – через 2-4 години після травми, коли діяльність

життєво важливих органів тіла загальмовується і воно виснажується в результаті боротьби з наслідками травми.

Ознаками шокowego стану є те, що потерпілий у стані шоку блідий, не сприймає навколишнє середовище, чоло покривається холодним потом, зіниці розширені, подих і пульс прискорені, кров'яний тиск падає. При важкому шокowому стані спостерігаються блювота, сильна спрага, колір обличчя стає попелястим, губи, мочки вух і кінчики пальців набувають синюшного відтінку. Такий стан може перейти в несвідоме і закінчитися смертю.

Швидка й ефективна перша допомога, яка надається під час будь-якого важкого поранення, попереджає виникнення шоку. Однак якщо в постраждалого вже розвинувся шок, йому необхідно надати допомогу, що відповідає насамперед виду поранення, а саме: зупинити кровотечу, іммобілізувати перелом тощо. Потім його вкуютують у ковдру та вкладають у горизонтальному положенні із трохи опущеною головою. Якщо потерпілий відчуває спрагу і при цьому немає підозри на ушкодження черевних органів, йому дають попити мінеральної води.

Транспортування потерпілого в шокowому стані до лікувальної установи повинне проводитися обережно. Щоб попередити виникнення шоку потрібно: забезпечити потерпілому тишу, спокій, тепло (але не перегрівання), зменшення болю, прийом рідини (тільки при кровотечах й опіках, але в жодному разі не при пораненнях травного тракту), швидке транспортування.

### Порядок виконання роботи

Ознайомившись із загальними відомостями, необхідно приступити до виконання роботи, що полягає у розв'язанні практичних завдань. Кожне завдання описує ситуацію одержання людиною травми. Потрібно класифікувати травму (залежно від виду діяльності постраждалого, за ступенем важкості, залежно від факторів, що впливають та за формою прояву) і розробити стратегію надання першої медичної допомоги потерпілому в такій ситуації.

Розглядається лише варіант завдання (табл. 1), що відповідає номеру у списку групи

Таблиця 1

Варіанти завдання	
№ з/п	Опис ситуації
1	Травма голови від гострого предмета. Рана кровоточить. Свідомість присутня. Потерпілий марить.
2	Перелом руки і стегна в результаті падіння з висоти. Перелом закритий, сильний біль, підвищена говірливість постраждалого.

3	Ушкодження рук гострим різальним інструментом. Сильна венозна кровотеча. Шок.
4	Хімічний опік обличчя. Неглибокі рани на тілі в результаті падіння. Втрата свідомості.
5	Глибокі рвані рани в результаті укусу людини бездомною собакою. Закритий перелом руки в результаті падіння.
6	Термічний опік другого ступеня обох ніг. Відсутність свідомості. Сильний біль.
7	Отруєння вугарним газом. Дихальна діяльність пригноблена.
8	Потерпілий випадково випив кислоту. Затримка подиху.
9	Отруєння лугом. Втрата свідомості і падіння постраждалого у результаті чого утворилось багато поверхневих ран.
10	Обмороження ніг третього ступеня. Відсутність чутливості пальців ніг. Сильний біль.

## 2. РИЗИК-ОРІЄНТОВАНИЙ ПІДХІД ДО ВИЗНАЧЕННЯ НЕБЕЗПЕК

**Мета роботи** – засвоїти практичні методи кількісного оцінювання ризику небезпек.

**Цілі** – набуття студентом, знань та умінь для здійснення професійної діяльності за спеціальністю з обов’язковим дотриманням вимог безпеки і стандартів з охорони праці, використанням останніх досягнень науково-технічного прогресу та міжнародного досвіду безпеки, збереження життя, здоров’я та працездатності; формування у студентів відповідальності за особисту та колективну безпеку у повсякденних умовах та під час надзвичайних ситуацій і воєнного стану, з урахуванням особливостей майбутньої професійної діяльності на первинній посаді.

**Завдання** – навчитись застосовувати знання у практичних ситуаціях; виробити вміння до проведення досліджень на відповідному рівні; освоїти здатність аналізувати результати діяльності організації, зіставляти їх з факторами впливу зовнішнього та внутрішнього середовища.

Розрахуйте ризик наразитися протягом року на смертельну небезпеку для себе (задача № 1), а також для іншої людини (задача № 2), коли відомо:

- 1) вік людини;
- 2) стать людини;
- 3) місце проживання;
- 4) вид професійної діяльності;
- 5) спосіб життя (основні причини додаткового ризику).

Таблиця 2.1

## Варіанти завдань для задачі № 2

№ вар.	Вік, років	Стать	Місце вість	Вид професійної діяльності	Заняття, пов'язане з додатковими факторами ризику
1	22	чол	місто	Шахтар	Паління
2	25	чол	село	Фермер	Надмірне споживання алкоголю
3	29	жін	місто	Вчителька	Поїздки на власному авто, 150годин на рік
4	34	жін	село	Доярка	Поїздки на велосипеді, 600 годин на рік
5	45	чол	місто	Будівельник	Паління
6	34	чол	місто	Моряк риболовецького траулера	Дайвінг, 60 годин на рік
7	58	чол	село	Водій-професіонал	Мисливство, 200 годин на рік
8	40	чол	місто	Льотчик цивільної авіації, 1800 год на рік	Академічна гребля, 600 годин на рік
9	45	чол	село	Ремісник-гончар	Кіннотник, 250 годин на рік
10	22	жін	місто	Працівник легкої промисловості	Плавання, 250 годин на рік

### Хід виконання роботи

Визначте відносну частку кожного джерела небезпеки (у процентному співвідношенні), що формує загальний індивідуальний ризик, і побудуйте кругову діаграму. Результати запишіть у протокол-форму (додаток 1). Необхідні для розрахунку дані візьміть із довідкових таблиць 2.2-2.8, наведених нижче.

1. Ризик смертельної небезпеки внаслідок **соматичних та генетичних захворювань**, а також через природне старіння організму:

$$R_1^* = K_{\text{прх}} \cdot R_1, \quad (2.1)$$

де  $R_1$  – шуканий ризик для людини певної вікової групи (табл. 2.3);

$K_{\text{прх}}$  – коефіцієнт поправки для урахування місця проживання людини та її статі під час хвороб (табл. 2.4).

2. Ризик загибелі протягом року внаслідок можливого **нешасного випадку на виробництві**:

$$R_2^* = T_p \cdot R_2, \quad (2.2)$$

де  $R_2$  – ризик смертельної небезпеки, спричиненої різними видами професійної та непрофесійної діяльності (на 1-ну людину чоловічої статі за 1-ну годину) (табл. 2.5).

*Примітка.* Якщо значення  $R_2$  в табл. 2.5 має межі, то потрібно обрати менше значення.

$T_p$  – кількість робочих годин протягом року – 2024 години при 40 годинному робочому тижні, та 1820 при 36 годинному (вчителі та студенти мають 36-годинний тиждень).

Якщо досліджується ризик для особи протилежної статі (жінки), то враховується коефіцієнт співвідношення нещасних випадків, спричинених різними видами діяльності, між особами протилежної статі залежно від їх віку (табл. 2.6) і формула набуває такого вигляду:

$$R_2^* = T_p \cdot R_2 \frac{K_{\text{жін}}}{K_{\text{чол}}}. \quad (2.3)$$

3. Ризик наразитися на смертельну небезпеку протягом року внаслідок можливого **нешасного випадку в побуті**:

$$R_3^* = K_{\text{прнв}} \cdot R_3, \quad (2.4)$$

де  $R_3$  – шуканий ризик для людини певної вікової групи (табл. 2.2);

$K_{\text{прнв}}$  – коефіцієнт поправки для урахування місця проживання людини та її статі під час нещасних випадків (табл. 2.4).

4. Ризик наразитися на смертельну небезпеку протягом року, зумовлені її **індивідуальним способом життя**:

$$R_4^* = K_{\text{прх}} \cdot R_4', \quad (2.5)$$

де  $R_4'$  – ризик смерті людини внаслідок **згубних звичок** (табл. 2.7);

$$R_4^{**} = K_{\text{прнв}} \cdot R_4'' \cdot T, \quad (2.6)$$

де  $R_4''$  – ризик смертельної небезпеки, спричиненої різними видами професійної та **непрофесійної діяльності** (на 1-ну людину чоловічої статі за 1-ну годину) (табл. 2.5).

*Примітка.* Якщо значення  $R_4''$  в табл. 2.5 має межі, то потрібно обрати менше значення  $T$  – час, який людина витрачає на заняття, пов'язані із додатковими факторами ризику.

5. Сумарний (загальний) ризик наразитися на смертельну небезпеку протягом року:

$$R = R_1^* + R_2^* + R_3^* + R_4^* + R_4^{**}. \quad (2.7)$$

6. Оцінка відносної частки кожного з ризиків наразитися на смертельну небезпеку протягом року подається у вигляді кругової діаграми, за даними якої робляться загальні висновки.

7. Якісний аналіз абсолютних величин складників загального ризику проводиться за упорядкованою шкалою ризиків смертельних небезпек (табл. 2.9.).

Таблиця 2.2

Ризик наразитися на смертельний нещасний випадок в побуті для чоловіків різного віку (на 1-ну людину протягом року)

Вікові групи, за №	Вікові групи, роки	Ризик смерті у побуті	Вікові групи, за №	Вікові групи, роки	Ризик смерті у побуті
-	Усі літа разом	0,00092			
-	Працездатний вік(15-60 років)	0,00097	<b>№ 10</b>	40-44	0,00089
<b>№ 1</b>	0	0,00078	<b>№ 11</b>	45-49	0,00100
<b>№ 2</b>	1-4	0,00031	<b>№ 12</b>	50-54	0,00120
<b>№ 3</b>	5-9	0,00025	<b>№ 13</b>	55-59	0,00130
<b>№ 4</b>	10-14	0,00022	<b>№ 14</b>	60-64	0,00140
<b>№ 5</b>	15-19	0,00072	<b>№ 15</b>	65-69	0,00150
<b>№ 6</b>	20-24	0,00110	<b>№ 16</b>	70-74	0,00170
<b>№ 7</b>	25-29	0,00088	<b>№ 17</b>	75-79	0,00270
<b>№ 8</b>	30-34	0,00083	<b>№ 18</b>	80-84	0,00420
<b>№ 9</b>	35-39	0,00084	<b>№ 19</b>	85 і старші	0,00700

Таблиця 2.3

Ризик смерті людини від генетичних та соматичних захворювань і внаслідок природного старіння організму (на 1-ну людину за рік)

Вікові групи, За №	Вікові групи, роки	Ризик смерті у побуті	Вікові групи, За №	Вікові групи, роки	Ризик смерті у побуті
-	Усі літа разом	0,01050			
-	Працездатний вік (15-60 років)	0,03800	<b>№ 10</b>	40-44	0,00270
<b>№ 1</b>	0	0,02300	<b>№ 11</b>	45-49	0,00480
<b>№ 2</b>	1-4	0,00080	<b>№ 12</b>	50-54	0,00840
<b>№ 3</b>	5-9	0,00030	<b>№ 13</b>	55-59	0,01500
<b>№ 4</b>	10-14	0,00020	<b>№ 14</b>	60-64	0,02500
<b>№ 5</b>	15-19	0,00030	<b>№ 15</b>	65-69	0,03800
<b>№ 6</b>	20-24	0,00040	<b>№ 16</b>	70-74	0,05900
<b>№ 7</b>	25-29	0,00050	<b>№ 17</b>	75-79	0,09100
<b>№ 8</b>	30-34	0,00090	<b>№ 18</b>	80-84	0,14300
<b>№ 9</b>	35-39	0,00160	<b>№ 19</b>	85 і старші	0,24000

Таблиця 2.4

Поправковий коефіцієнт  $K_{пр}$  для урахування місця проживання людини та її статі

Тип населеного пункту	Нещасні випадки		Хвороби	
	Чоловіки	Жінки	Чоловіки	Жінки
Місто	1,6	0,28	1,45	0,38
Село	1,9	0,31	1,7	0,42

Таблиця 2.5

Ризик смертельної небезпеки, спричиненої різними видами професійної та непрофесійної діяльності (на 1-ну людину чоловічої статі за 1-ну годину)

Код виду діяльності	Вид діяльності	Ризик смертельної небезпеки	Код виду діяльності	Вид діяльності	Ризик смертельної небезпеки
<b>Виробничі професії</b>			15	Пожежники	$1 \cdot 10^{-7}$
1	Працівники вуглекоксівних підприємств	$5 \cdot 10^{-7}$ – $5 \cdot 10^{-6}$	16	Поліцейські, міліціонери, військовослужбовці	$1,5 \cdot 10^{-7}$
2	Робітники ні, пов'язані з процесом вулканізації	$5 \cdot 10^{-7}$ – $5 \cdot 10^{-6}$	17	Водії-професіонали	$3 \cdot 10^{-7}$
3	Моряки на риболовецьких траулерах	$6 \cdot 10^{-7}$	18	Боксери-професіонали	$4 \cdot 10^{-7}$
4	Працівники вугільних шахт, шахтарі	$2,5 \cdot 10^{-7}$ – $6 \cdot 10^{-7}$	19	Верхолази, монтажники	$3,2 \cdot 10^{-6}$
5	Будівельні робітники	$6 \cdot 10^{-7}$	20	Трактористи	$4,2 \cdot 10^{-6}$
6	Гончарі та глузурувальники	$2,5 \cdot 10^{-7}$	21	Льотчики цивільної авіації	$2,1 \cdot 10^{-7}$ – $1 \cdot 10^{-6}$
7	Працівники АЕС (нерадіаційний ризик)	$4 \cdot 10^{-8}$	22	Льотчики-випробувачі	$6 \cdot 10^{-5}$
8	Працівники легкої промисловості	$5 \cdot 10^{-9}$ – $5 \cdot 10^{-8}$	23	Військові вертольотчики	$1,2 \cdot 10^{-5}$
10	Працівники важкої промисловості	$4 \cdot 10^{-8}$ – $6 \cdot 10^{-8}$	<b>Непрофесійний спорт, дозвілля</b>		
11	Працівники промисловості (в цілому)	$1,2 \cdot 10^{-7}$	24	Велосипедисти, лижники, легкоатлети	$3 \cdot 10^{-7}$
<b>Невиробничі професії</b>			25	Боксери, борці	$4,5 \cdot 10^{-7}$
			26	Мисливці, біатлоністи	$7 \cdot 10^{-7}$
12	Працівники торгівлі	$3,5 \cdot 10^{-8}$	29	Гребці, плавці	$1 \cdot 10^{-5}$
13	Працівники сфери обслуговування,	$5 \cdot 10^{-8}$	30	Альпіністи, спелеологи,	$2,7 \cdot 10^{-5}$

	педагоги, студенти			дайвери	
			31	Жокеї, кіннотники	$1 \cdot 10^{-4}$
14	Працівники села, фермери	$6 \cdot 10^{-8}$	32	Водії автомобіля	$1 \cdot 10^{-3}$ – $1 \cdot 10^{-5}$
			33	Інші види занять	$1 \cdot 10^{-8}$

Таблиця 2.6

Співвідношення нещасних випадків, спричинених різними видами діяльності, між особами протилежної статі залежно від їх віку, %

Вікова група, роки	15-24	25-34	35-44	45-54	55-64	65-74
Чоловіки	80	81	76	74	71	62
Жінки	20	19	24	26	29	38
Разом	100	100	100	100	100	100

Таблиця 2.7

Ризик смерті людини внаслідок згубних звичок (на 1-ну людину за рік)

№	Джерело небезпеки	Ризик загибелі	№	Джерело небезпеки	Ризик загибелі
<b>Згубні звички</b>					
1	Паління	$8000 \cdot 10^{-6}$	2	Надмірне споживання алкоголю	$212 \cdot 10^{-6}$

Таблиця 2.8

Класифікатор безпеки професійної діяльності

Категорія безпеки	Умови професійної діяльності	Ризик загибелі 1-ї людини на рік
1	<b>Безпечні</b> (працівники швейної, взуттєвої, текстильної, паперової, типографської, харчової та лісової промисловості)	$<0,0001$ ( $R < 1 \cdot 10^{-4}$ )
2	<b>Відносно безпечні</b> (працівники металургійної, суднобудівної, вуглевидобувної промисловості, чавунно-ливарного, гончарного та керамічного виробництв, працівники промисловості загалом, а також працівники цивільної авіації)	$0,0001 \dots 0,0010$ ( $1 \cdot 10^{-4} < R < 1 \cdot 10^{-3}$ )
3	<b>Небезпечні</b> (зайняті у вуглекоксінному та вулканізаційному виробництві, члени екіпажів риболовецьких траулерів, будівельні робітники, верхолази, трактористи)	$0,0010 \dots 0,0100$ ( $1 \cdot 10^{-3} < R < 1 \cdot 10^{-2}$ )
4	<b>Особливо небезпечні</b> (льотчики-випробувачі, члени екіпажів військових вертольотів, водолази)	$>0,0100$ ( $R > 1 \cdot 10^{-2}$ )



## Шкала порівняння ризиків смертності

Упорядкована шкала ризиків смертності							
Низький			Середній		Високий		
$<1 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-2}$   $>1 \cdot 10^{-2}$
Знехтуваній	Низький	Відносно-низький	Середній	Відносно-середній	Високий	Дуже високий	Екстремальний

## 3. ПРОВЕДЕННЯ ЕВАКУАЦІЇ ТА ПРАВИЛА ПОВЕДІНКИ В НАТОВПІ

**Мета:** одержати загальне уявлення про натовп як соціальну небезпеку, навчитися розраховувати аналітичну модель руху потоку людей під час евакуації.

**Цілі:** набуття студентом знань й умінь для здійснення професійної діяльності за спеціальністю з обов'язковим дотриманням вимог безпеки і стандартів із охорони праці.

**Номери варіантів** вихідних даних студенти отримують від викладача після роз'яснення методики виконання роботи. Кожен студент працює самостійно, виконуючи потрібні. За результатами дослідження студенти формулюють висновки та пропонують необхідні міри захисту.

**Завдання:**

1. Ознайомитися з вихідними даними за своїм варіантом (таблиця 3.1). Приміщення знаходиться в будівлі театрального-видовищних і культурно-освітніх установ;

2. Занести вихідні дані у додаток-протокол (додаток 2);

3. Послідовно розрахувати час проходження кожної ділянки (з точністю до сотих, округлення логічне). Люди знаходяться на відстані 1 м від дверей, також є люди, які знаходяться в найвіддаленіших точках приміщення від виходу;

4. Визначити час початку евакуації та розрахувати загальний час, необхідний для виходу останньої людини з будівлі від початку пожежі або отримання сигналу оповіщення про пожежу, взявши до уваги, що будівля обладнана системою оповіщення I типу;

5. Зробити висновки щодо можливих наслідків та в разі негативного результату дати рекомендації з вживання заходів для досягнення належної безпеки (організаційні, конструктивні).

Таблиця 3.1

Вихідні дані

№ варіанту	Розмір приміщення, м		Ширина дверного отвору приміщення, $b_{дв}$ , м	Розміри коридора ШхД, м	Розмір сходів ШхД, м	Ширина виходу в небезпечне місце, м	Кількість людей в приміщенні $N^*$ , чол.	Одяг, в який одягнуті люди	«+» – евакуація з осередку пожежі, «-» – з іншої частині будівлі
	$a$	$b$							
1	10	6	1	3x10	2x6	0,9	60	Зимовий	-
2	10	5	1	3x10	2x6	0,9	50	Зимовий	-
3	5	4	1	3x10	2x6	0,9	15	Зимовий	-
4	8	5	1	3x10	2x6	0,9	30	Зимовий	-
5	5	3	0,9	3x10	2x6	0,9	10	Зимовий	-
6	10	6	0,9	3x20	2x5	1	50	Літній	-
7	10	5	0,9	3x20	2x5	1	45	Літній	-
8	5	4	0,9	3x20	2x5	1	10	Літній	-
9	8	5	0,9	3x20	2x5	1	20	Літній	-
10	5	3	0,8	3x20	2x5	1	5	Літній	-
<b>*1/5 людей мають рюкзак, 3/5 - невелику сумку (не більше 0,25x0,4м) в руках, решта - без багажу</b>									

### Хід виконання.

Натовпом називається велике скупчення людей. Особливістю будь-якого натовпу є те, що поведінка людей у натовпі майже не залежить від освітнього та культурного рівня людей, які утворюють натовп. Люди в натовпі являють собою небезпеку як для окремої особи, яка знаходиться поза натовпом, так і для людей, які знаходяться в натовпі.

Розрізняють 4 види натовпу:

1. Випадковий – група людей, увагу яких привернула яка-небудь подія, наприклад, ДТП.
2. Експресивний – група людей, згуртована прагненням спільно висловити свої почуття: радість на весіллі, горе на похоронах, солідарність на мітингу або маніфестації.
3. Конвенційний – група людей, котрі є учасниками масових розваг (глядачі, вболівальники): їх об'єднує цікавість до дійства, на яке вони реагують згідно з традиційними ритуалами та нормами (звідси походить назва «конвенційний», тобто такий, що передбачає угоду).
4. Активний – група людей, що виконує фізичні дії. Активний натовп буває агресивним (самосуд натовпу над злочинцем), панічним (масова втеча людей від небезпеки), корисливим (пограбування магазинів під час стихійних лих, мародерство), повстанським (об'єднання людей проти утисків).

У натовпі люди розташовані настільки щільно, що мають змогу підтримувати між собою слуховий і зоровий контакт, відчуваючи при цьому реакції одне одного на зовнішні стимули. Взаємний вплив людей у натовпі сприяє створенню єдиного настрою («колективної душі»). Відчуваючи свою єдність і

силу, натовп може швидко радикалізуватися, змінюючи характер і спрямованість своїх дій.

Натовп позбавлений ієрархічного поділу: всі люди всередині натовпу є рівними, відмінності між ними знівельовані. Втрачаючи індивідуальність, люди в натовпі починають однаково думати та відчувати, виявляють схильність до однакових рішень – вони ніби стають однією істотою. Поступаючись індивідуальністю, людина в натовпі відчуває захищеність від зовнішньої небезпеки, що може вести до безвідповідальної поведінки та почуття безкарності. Люди, об'єднані в натовп, нерідко виявляють здатність на героїзм і самопожертви, яких поодиноці вони не виявляють ніколи.

Особливості мислення натовпу полягають у простоті, лаконічності та завершеності категорій, якими він оперує. Натовп потребує цілісних образів і тверджень, які сприймаються «на віру», не потребуючи аргументації. Крім фізичної небезпеки, існує також психічна: якщо людина в натовпі має неглибокі власні переконання, то вона може «розчинитися» в ньому.

Небезпека виникає тоді, коли щільний натовп починає рухатися. Особливо небезпечним у такому разі є панічний натовп. Якщо людина падає в щільному натовпі, що рухається, то самостійно підвестися на ноги для неї майже неможливо: люди буквально йдуть по ній. Наприклад, 22 листопада 2010 року в Камбоджі панічний натовп розчавив 378 осіб: натовп знаходився на мосту, який хитався, і деякі люди подумали, що міст може обвалитися, що спричинило паніку.

**Правила поведінки.** Якщо ви перебуваєте на вулиці, уникайте великих скупчень людей. Якщо ви опинились у натовпі:

- не намагайтеся вийти з нього, рухайтесь у тому ж напрямку, що й натовп;
- руки зігніть у ліктях на рівні грудей та розсуньте їх, звільняючи від тиску грудну клітину;
- не тримайте руки в кишенях;
- якщо натиск натовпу набрав загрозливого характеру, негайно залиште всі речі та позбудьтесь сумок з довгим паском і шарфу;
- якщо ви упали, намагайтесь одразу підвестися, не опираючись на руки, а якщо це неможливо, скрутяться клубком і захистіть голову передпліччями, поклавши долоні на потилицю.

Встановлено, що щільність розміщення людей у натовпі може значно змінюватися: від величини, близької до нуля, і до  $1,14\text{--}1,15\text{ м}^2/\text{м}^2$  (11–12 осіб/ $\text{м}^2$ ). В теорії руху людського потоку щільність виступає критерієм комфортності руху.

Виявлено: за щільності (D)  $0,05\text{ м}^2/\text{м}^2$  (0,5 люд/ $\text{м}^2$ ) і менше, людина має повну свободу руху як за напрямком, так і за бажаною швидкістю.

За щільності (D)  $0,05\text{--}0,15\text{ м}^2/\text{м}^2$  (0,5–1,5 люд/ $\text{м}^2$ ) людина не може вільно змінювати напрямок свого руху і вимушена підлаштовуватися під швидкість руху її оточення.

За щільності ( $D$ ) вище за  $0,15 \text{ м}^2/\text{м}^2$  людина починає відчувати, що їй заважають люди, які йдуть поруч. При подальшому збільшенні щільності зіткнення людей один з одним частішають настільки, що люди починають рухатися суцільно, одним потоком.

За щільності ( $D$ ), близької до  $1 \text{ м}^2/\text{м}^2$  ( $10 \text{ люд}/\text{м}^2$ ) з'являється постійний силовий тиск людей один на одного, внаслідок чого змінюється форма горизонтальної проєкції людини та вільний простір між людьми зникає.

За щільності ( $D$ ), вищої за  $1 \text{ м}^2/\text{м}^2$  люди так сильно стискають один одного, що змінюється не лише форма горизонтальної проєкції людини, а й зменшується її площа (приміром, у переповнених тролейбусах, автобусах). Це призводить до того, що частина людей (переважно малої маси) не може торкатися ногами землі та їх зносить загальним потоком людей.

Щільність, що приблизно дорівнює  $1,15 \text{ м}^2/\text{м}^2$  (11–12 дорослих людей у легкому одязі на  $1 \text{ м}^2$  площі), вважають фізично граничною. За такої щільності силовий вплив може досягати величин, які викликають серйозні травми і мають смертельні наслідки.

У разі планування евакуаційних заходів та організації людських потоків в обмеженому просторі в місцях масового зосередження людей (станції метрополітенів, стадіони, кінозали, підземні переходи тощо) важливо знати максимальну швидкість руху людей у натовпі залежно від його щільності. Це та максимальна швидкість, за якої людина може рухатися в натовпі, витримуючи тиск із боку оточення і не падаючи при цьому.

Розрахунковий час евакуації людей ( $t_p$ ) із приміщень і будівлі встановлюється за часом виходу з неї останньої людини.

Перед початком моделювання процесу евакуації задається схема евакуаційних шляхів у будівлі (див. приклад плану евакуації та спеціальних знаків у дод. 1). Усі евакуаційні шляхи поділяються на евакуаційні ділянки завдовжки  $a$  та завширшки  $b$ . Довжина та ширина кожної ділянки шляху евакуації для будівель, які проєктуються, приймаються за проєктом, а для побудованих – за фактичним значенням. Довжина шляху сходовими маршами вимірюється за довжиною маршруту, а в дверному отворі приймається рівній нулю. Евакуаційні ділянки можуть бути горизонтальні та похилі (сходи вниз, сходи вверх і пандус).

За габарити людини в плані вважається еліпс із розмірами осей 0,5 м (ширина людини в плечах) і 0,25 м (товщина людини) (рис.3.1).

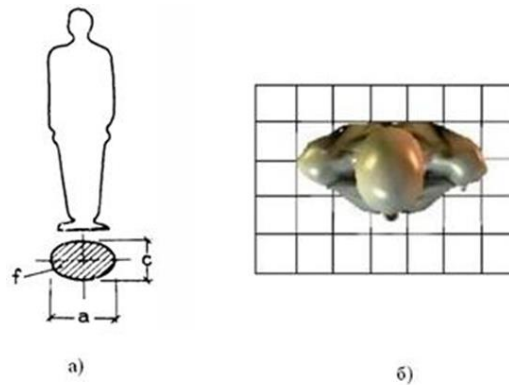


Рис. 3.1. Площа горизонтальної проєкції людини: а) розрахункова; б) дійсна

Під час розрахунку весь шлях руху людського потоку поділяється на ділянки (прохід, коридор, дверний отвір, сходовий марш, тамбур) завдовжки  $l_i$  та завширшки  $b_i$ .

Початковими ділянками є проходи між робочими місцями, обладнанням, рядами крісел тощо.

Під час визначення розрахункового часу евакуації людей дотримуються таких правил:

- довжину та ширину кожної ділянки шляху евакуації для будівель, які проєктуються, приймають за проєктом, а для побудованих – за фактичним значенням;
- довжину шляху сходовими маршами, а також пандусами вимірюють за довжиною маршу;
- довжину шляху в дверному отворі вважають рівній нулю;
- отвір, розташований у стіні товщиною більше за 0,7 м, і тамбур слід вважати самостійними ділянками горизонтального шляху, що мають кінцеву довжину  $l_i$ .

Розрахунковий час евакуації людей ( $t_p$ ) слід визначати як суму часу руху людського потоку окремими ділянками шляху  $t_i$  за формулою:

$$t_p = t_1 + t_2 + t_3 + \dots t_i, \quad (3.1)$$

де  $t_1$  – час руху людського потоку на першій (початковій) ділянці, що найбільш віддалена від евакуаційного виходу, хв;

$t_2, t_3, t_4, \dots t_i$  – час руху людського потоку на кожній із наступних після першої ділянки шляху, хв.

Не потрібно додавати розрахунковий час евакуації людей ( $t_p$ ) у разі руху людського потоку в паралельних проходах, що потім виходять в один прохід.

Час руху людського потоку першою ділянкою шляху ( $t_1$ , хв), розраховують за формулою:

$$t_1 = \frac{l_1}{V_1}, \text{ хв}, \quad (3.2)$$

де  $l_1$  – довжина першої ділянки шляху, м;

$V_1$  – швидкість руху людського потоку горизонтальним шляхом на першій ділянці, м/хв (визначається за таблицею 1 у залежності від щільності  $D$ ).

Щільність однорідного людського потоку на першій ділянці шляху ( $D_1$ ) розраховують за формулою:

$$D_1 = \frac{N_1 \cdot f}{l_1 \cdot b_1}, \text{ м}^2/\text{м}^2, \quad (3.3)$$

де  $N_1$  – кількість людей на першій ділянці, люд.;

$f$  – середня площа горизонтальної проєкції людини, м<sup>2</sup>/люд., що вираховується відповідно до рис. 3.2 та табл. 3.3;

$b_1$  – ширина першої ділянки шляху, м.

Таблиця 3.2

Інтенсивність і швидкість руху людського потоку на різних ділянках шляхів евакуації залежно від щільності для групи мобільності М1

Щільність потоку $D$ , м <sup>2</sup> /м <sup>2</sup>	Горизонтальний шлях		Дверний отвір, інтенсивність $q$ , м/хв	Сходи вниз		Сходи вгору	
	Швидкість $V$ , м/хв	Інтенсивність $q$ , м/хв		Швидкість $V$ , м/хв	Інтенсивність $V$ , м/хв	Швидкість $V$ , м/хв	Інтенсивність $q$ , м/хв
0,01	100	1	1	100	1	60	0,6
0,02	100	2	2	100	2	60	1,2
0,03	100	3	3	100	3	60	1,8
0,04	100	4	4	100	4	60	2,4
0,05	100	5	5	100	5	60	3
0,06	95,21	5,71	6	100	6	60	3,6
0,07	90,66	6,35	6,85	100	7	59,2	4,14
0,08	86,72	6,94	7,51	100	8	56,75	4,54
0,09	83,24	7,49	8,14	99,56	8,96	54,6	4,91
0,1	80,14	8,01	8,73	95,3	9,53	52,67	5,27
0,11	77,32	8,51	9,29	91,55	10,07	50,93	5,6
0,12	74,76	8,97	9,83	88,08	10,57	49,33	5,92
0,13	72,4	9,41	10,34	84,85	11,03	47,87	6,22
0,14	70,21	9,83	10,83	81,86	11,46	46,51	6,51
0,15	68,18	10,23	11,3	79,13	11,87	45,25	6,79
0,16	66,27	10,6	11,75	76,56	12,25	44,07	7,05
0,17	64,48	10,96	12,18	74,12	12,6	42,96	7,3
0,18	62,8	11,3	12,59	71,83	12,93	41,91	7,54
0,19	61,2	11,63	12,99	69,68	13,24	40,93	7,78
0,2	59,69	11,94	13,37	67,6	13,52	39,99	8
0,21	58,25	12,23	13,73	65,67	13,79	39,09	8,21
0,22	56,88	12,51	14,09	63,82	14,04	38,24	8,41

0,30	47	14,1	16,5	52	15,6	32	9,6
0,40	40	16,0	18,4	40	16,0	26	10,4
0,50	33	16,5	19,6	31	15,6	22	11,0
0,60	27	16,2	19	24	14,4	18	10,6
0,70	23	16,1	18,5	18	12,6	15	10,5
0,80	19	15,2	17,3	13	10,4	13	10,4
0,90 і більше	15	13,5	8,5	8	7,2	11	9,9

Примітки:

1. Групи мобільності – згідно з ДСТУ 8828:2019 Пожежна безпека. Загальні положення:

M2 – немічні люди, мобільність яких знижена через старіння організму; люди з інвалідністю на протезах; люди з інвалідністю з вадами зору, які користуються білою тростиною; люди з психічними відхиленнями;

M3 – люди з інвалідністю, що використовують під час руху додаткові опори (милиці, ціпки);

M4 – люди з інвалідністю, які пересуваються на кріслах-колясках, що приводяться в рух вручну.

2. Інтенсивність руху в дверному отворі (завширшки 1,6 м і більше) за щільності потоку 0,9 і більше дорівнює 8,5 м/хв. Якщо дверний отвір меншої ширини  $b$ , інтенсивність руху слід визначати за формулою:

$$q = 2,5 + 3,75 \cdot b. \quad (3.4)$$

Час просування крізь двері визначається за формулою:

$$t_{дв} = \frac{N_1 \cdot f}{q_{дв} \cdot b_{дв}}, \text{ хв.} \quad (3.5)$$

Таблиця 3.3

Площа горизонтальної проєкції дорослих людей

<i>Категорія людей</i>	<i>Площа горизонтальної проєкції, м<sup>2</sup></i>
Доросла людина у літньому одязі	0,1
Доросла людина у весняно-осінньому одязі	0,113
Доросла людина у зимовому одязі	0,125
Дитина в літньому одязі	0,05
Дитина в зимовому одязі	0,09

Швидкість ( $V_1$ ) руху людського потоку на ділянках шляху, наступних після першого, розраховують за таблицею 1 залежно від інтенсивності руху людського потоку кожною з цих ділянок шляху, яку обчислюють для всіх ділянок шляху, зокрема для дверних отворів, за формулою:

$$q_i = \frac{q_{i-1} b_{i-1}}{b_i}, \quad (6)$$

де  $q_i$  – інтенсивність руху на поточній ділянці, м/хв;

$q_{i-1}$  – інтенсивність руху на ділянці, що передує поточній, м/хв;

$b_i$  – ширина поточної ділянки, м;

$b_{i-1}$  – ширина ділянки, що передує поточній, м.

Інтенсивність руху людського потоку на першій ділянці шляху  $q_1$  визначається за таблицею 1 за значенням  $D_1$ , визначеному за формулою (3.3).

				
$f_{cp} = 0,29$	$f_{cp} = 0,26$	$f_{cp} = 0,18$	$f_{cp} = 0,24$	$f_{cp} = 0,36$
				
$f_{cp} = 0,38$	$f_{cp} = 0,26$	$f_{cp} = 0,39$	$f_{cp} = 0,39$	$f_{cp} = 0,39$
				
$f_{cp} = 0,29$	$f_{cp} = 0,20$	$f_{cp} = 0,32$	$f_{cp} = 0,26$	$f_{cp} = 0,18$

Рис. 3.2. Площа горизонтальної проєкції людей з різним вантажем

Якщо значення  $q_i$ , визначене за формулою (3.6), менше чи дорівнює  $q_{max}$ , то час руху ділянкою шляху  $t_i$ , хв, дорівнює:

$$t_i = \frac{l_i}{V_i}, \quad \text{хв}, \quad (3.7)$$

за такої умови значення  $q_{max}$ , м/хв слід вважати такими:

$q_{max} = 16,5$  – для горизонтальних шляхів;

$q_{max} = 19,6$  – для дверних отворів;

$q_{max} = 16,0$  – для сходів униз;

$q_{max} = 11,0$  – для сходів уверх.



Якщо значення  $q_i$ , визначене за формулою (6), більше за  $q_{max}$ , то ширину  $b_i$  цієї ділянки шляху слід збільшувати на таке значення, за якого дотримується умова:

$$q_i \leq q_{max}. \quad (3.8)$$

За неможливості виконання умови (8) інтенсивність і швидкість руху людського потоку ділянкою  $i$  визначають за таблицею 1 за значенням  $D = 0,9$  і більше. За такої умови слід враховувати час затримки руху людей через їх скупчення.

Вибір даних для визначення розрахункового часу евакуації  $t_{ne}$  – час початку евакуації (інтервал часу від виникнення пожежі до початку евакуації людей), хв.

Значення часу початку евакуації  $t_{ne}$  (с) для приміщення осередку пожежі слід визначати за формулою:

$$t_{ne} = 5 + 0,01F, \quad (3.9)$$

де  $F$  – площа приміщення, м<sup>2</sup>.

Для решти приміщень значення часу початку евакуації  $t_{ne}$  слід визначати за таблицею 3.

Таблиця 3.4

Значення часу початку евакуації для об'єктів громадського призначення

№ з/п	Групи будинків, споруд і приміщень громадського призначення та характеристика контингенту людей	Значення часу початку евакуації людей, $t_{ne}$ , с.		
		Будівлі, обладнані системою оповіщення про пожежу та управління евакуацією людей*		Будівлі, не обладнані системою оповіщення про пожежу та управління евакуацією людей
		I-III типів	IV-V типу	-
1	Будівлі дошкільних навчальних, навчальних, лікувальних закладів. Особи, які перебувають у будівлі можуть знаходитися в стані сну, бути обмеженими в пересуванні та недостатньо ознайомленими зі структурою евакуаційних шляхів і виходів	180	120	540
2	Готелі, гуртожитки, спальні корпуси санаторіїв і будинків відпочинку спільного типу, кемпінги, мотелі і пансіонати. Мешканці можуть знаходитися в стані сну і бути недостатньо ознайомленими зі структурою евакуаційних шляхів і виходів	180	120	360

3	Будівлі театральньо-видовищних і культурно-освітніх установ; будівлі організацій з обслуговування населення. Відвідувачі не знаходяться в стані сну, але можуть бути неознайомленими зі структурою евакуаційних шляхів і виходів	180	60	360
4	Будівлі наукових та освітніх установ, наукових і проектних організацій, органів управління установ. Відвідувачі не знаходяться в стані сну та добре ознайомлені зі структурою евакуаційних шляхів і виходів	180	90	360

Примітка. Типи систем оповіщення та евакуація людей у разі виникнення пожежі залежить від її характеристик. Виділяють п'ять типів.

I тип – характерний звуковим оповіщенням: дзвінок, тонований сигнал, сирена тощо застосовується на малих і середніх об'єктах. Як прилади управління застосовуються контрольні панелі або приймально-контрольні прилади ОПС у поєднанні з виконавчими реле. Сигнали оповіщення про виникнення пожежі повинні відрізнятися від інших звукових сигналів.

II тип – наявність звукового оповіщення, як у першому типі, доповнюється світловими табличками «ВИХІД». Оповіщення відбувається у всіх приміщеннях об'єкта одночасно. Прилади управління аналогічні приладам I типу системи оповіщення.

III тип – характерний мовним методом оповіщення та наявністю світлових табличок. У системі встановлена черговість: спочатку оповіщається обслуговчий персонал, а потім усі інші послідовно.

IV тип – наявність мовного методу передачі інформації, світлової таблички «ВИХІД» з напрямком евакуації, зв'язку диспетчерської служби з зонами оповіщення. Також регламентована черговість оповіщення – спочатку персонал компанії, а потім інші.

V тип – як і четвертий, володіє всіма зазначеними вище способами оповіщення, але передбачена повна автоматизація управління системи та можливість різних варіантів шляхів евакуації з кожної зони об'єкта.

Системи III, IV та V типів є автоматизованими, роль людини в управлінні цими системами мінімальна, що дозволяє не враховувати людський фактор. Такі системи встановлюються в офісах великих компаній, банках, торгових центрах, вокзалах і аеропортах, на великих підприємствах. Будь-яка з цих систем повинна бути повністю працездатною за будь-яких обставин, мати резервне електроживлення, бути в змозі провести своєчасне оповіщення та евакуацію людей із приміщень у разі виникнення аварійної ситуації.

Для розрахунку часу евакуації береться найгірший результат розрахункової схеми.

Визначення ширини шляху ускладнюється тільки під час виходу людей на ділянку «необмеженої» ширини, приміром у вестибюль. У такому разі ширина потоку ( $b_{\text{пот}}$ ) залежить від кількості людей ( $N$ ) і довжини ( $l$ ) ділянки:  $b_{\text{пот}} = 4$  м за умови  $N < 100$  люд. Та  $l \leq 6$  м;  $b_{\text{пот}} = 6$  м – в інших випадках.

За даними натурних спостережень встановлено, що повороти шляху не впливають на параметри руху людського потоку.

### Приклади та рішення

**ПРИКЛАД 1.** Визначити щільність розміщення 250 людей влітку на пероні залізничної станції довжиною  $L = 40$  м, шириною  $b = 3$  м, якщо відомо, що 10 % з них – діти, а решта – дорослі, 75 % з яких мають валізи.

#### РОЗВ'ЯЗАННЯ

1. Визначаємо кількість дітей:  $N_1 = 250 \cdot 0.1 = 25$ . З таблиці беремо значення  $f_1 = 0.05$ .
2. Визначаємо загальну кількість дорослих. Щоб знайти кількість дорослих, треба від загальної кількості людей відняти кількість дітей, тобто кількість дорослих дорівнює  $250 - 25 = 225$ .
3. Визначаємо кількість дорослих із валізами:  $N_2 = 225 \cdot 0.75 = 168$ . З таблиці беремо значення  $f_2 = 0.24$ .
4. Визначаємо кількість дорослих без валіз. Для цього від загальної кількості дорослих віднімаємо кількість дорослих із валізами.  $N_3 = 225 - 168 = 57$ . З таблиці беремо значення  $f_3 = 0.10$ .
5. Визначаємо площу перону:  $F = L \cdot b = 40 \cdot 3 = 120$ .
6. Визначаємо щільність натовпу:

$$D = \frac{N_1 f_1 + N_2 f_2 + N_3 f_3}{F} = \frac{25 \cdot 0.05 + 168 \cdot 0.24 + 57 \cdot 0.1}{120} = 0.39 \left( \frac{\text{м}^2}{\text{м}^2} \right)$$

**ПРИКЛАД 2.** Визначити щільність розміщення 1000 людей взимку на площі довжиною  $L = 300$  м, шириною  $b = 100$  м, якщо відомо, що всі вони дорослі, 40% з них з невеликими сумками, а 10% – з сумками та дітьми на руках.

#### РОЗВ'ЯЗАННЯ

1. Визначаємо кількість людей з дітьми на руках.  $N_1 = 1000 \cdot 0.1 = 100$ . З таблиці беремо значення  $f_1 = 0.26$ .
2. Визначаємо кількість людей з сумками.  $N_2 = 1000 \cdot 0.4 = 400$ . З таблиці беремо значення  $f_2 = 0.18$ .
3. Визначаємо кількість людей без дітей на руках та без сумок. Для цього від загальної кількості людей віднімаємо кількість людей з сумками та з дітьми на руках.  $N_3 = 500$ . З таблиці беремо значення  $f_3 = 0.26$ .
4. Визначаємо площу:  $F = L \cdot b = 300 \cdot 100 = 30000$ .
5. Визначаємо щільність натовпу

$$D = \frac{N_1 f_1 + N_2 f_2 + N_3 f_3}{F} = \frac{100 \cdot 0.26 + 400 \cdot 0.18 + 500 \cdot 0.26}{30000} = 0.0076 \left( \frac{\text{м}^2}{\text{м}^2} \right)$$

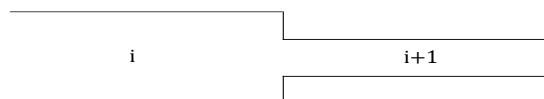
**ПРИКЛАД 3.** Підземний перехід від однієї станції метрополітену до іншої в години пік вщерть заповнений людьми. Скільки потрібно часу, щоб подолати цей перехід в годину пік, якщо рух людей організований в одному напрямку, горизонтальна частина переходу має довжину 125 м, а перехід має двоє сходів – униз і вгору, кожні довжиною 10 м?

#### РОЗВ'ЯЗАННЯ

Будемо вважати, що фраза «вщерть заповнений людьми» означає щільність потоку  $D = 0.9$ . Щоб подолати перехід, потрібно подолати його горизонтальну частину та сходи вниз і вгору. Тоді час на подолання переходу – це сума часу на подолання горизонтальної частини та сходів. Відомо, що час подолання шляху дорівнює частці від ділення довжини шляху на швидкість руху. Підставивши значення швидкості з таблиці, обчислюємо час подолання переходу:

$$t = \frac{10}{8} + \frac{125}{15} + \frac{10}{11} = 10.5 \text{ (хв)}$$

**ПРИКЛАД 4.** Люди рухаються шляхом, який виглядає ось так:



Маємо дві горизонтальні ділянки. Ширина першої ділянки становить 6 м, ширина другої – 3 м. Початкова щільність потоку –  $0.3 \text{ м}^2/\text{м}^2$ . Знайти швидкість руху на кожній із ділянок.

#### РОЗВ'ЯЗАННЯ

Інтенсивність руху людського потоку по ділянці визначається за формулою (6).

Для першої ділянки знаходимо значення з таблиці для щільності потоку 0.3:  $q_0 = 14.1, v_0 = 47$ . Розраховуємо інтенсивність потоку для другої ділянки:

$$q_1 = \frac{q_0 \cdot 6}{3} = 2q_0 = 2 \cdot 14.1 = 28.2 > q_{max}$$

Оскільки інтенсивність на другій ділянці більша за  $q_{max}$ , то швидкість руху на такій ділянці беремо для  $D = 0.9$ , тобто  $v_1 = 15$ .

**ПРИКЛАД 5.** Якою має бути мінімальна ширина другої ділянки з попереднього прикладу, щоб швидкість руху на ній була не менше, ніж 60 м/хв?  
**РОЗВ'ЯЗАННЯ**

Позначимо невідому нам ширину буквою  $x$ . Щоб швидкість руху на другій ділянці була не меншою, ніж 60 м/хв, потрібно, щоб інтенсивність руху на другій ділянці була не більшою за 12. Складемо нерівність відносно  $x$ .

$$\frac{g_0 \cdot 6}{x} \leq 12$$

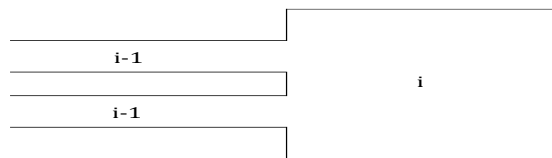
$$\frac{84.6}{x} \leq 12$$

$$x \geq \frac{84.6}{12}$$

$$x = 7.05$$

Отже, щоб забезпечити рух на другій ділянці зі швидкістю 60 м/хв, необхідно, щоб ширина другої ділянки була щонайменше 7.05 метрів.

Тепер припустимо ситуацію: декілька ділянок зливаються в одну таким чином:



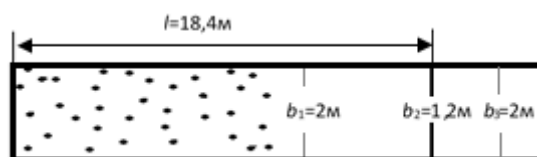
У цьому разі інтенсивність руху в злитій ділянці визначається за формулою:

$$g_i = \frac{\sum g_{i-1} b_{i-1}}{b_i},$$

де  $\sum g_{i-1} b_{i-1}$  – сума добутків інтенсивностей руху на попередніх ділянках та їхньої ширини;

$b_i$  – ширина поточної ділянки.

**ПРИКЛАД 6.** Людський потік кількістю  $N = 50$  чол., має середню площу горизонтальної проєкції  $f = 0,125$  м<sup>2</sup>/люд., щільність  $D = 0,24$  м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup> та розташований в кінці першої горизонтальної ділянки завдовжки  $l = 18,4$  м і завширшки  $b_1 = 2$  м. Друга ділянка – дверний отвір завширшки  $b_2 = 1,2$  м, за яким розташована третя горизонтальна ділянка шириною  $b_3 = 2$  м. Знайти час проходження останньої людини через дверний отвір та швидкість руху на третій ділянці.



останньої людини через дверний отвір та швидкість руху на третій ділянці.

РОЗВ'ЯЗАННЯ. Оскільки  $D = 0,24 \text{ м}^2/\text{м}^2$ , то довжина потоку:

$$l_{\text{пот}} = Nf/D_1 b_1 = 50 \cdot 0,125 / 0,24 \cdot 2 = 13 \text{ м},$$

тобто передня його частина віддалена від дверного отвору на відстань:

$$\Delta l_1 = l_1 - l_{\text{пот}} = 18,4 - 13,0 = 5,4 \text{ м}.$$

Швидкість людського потоку щільністю  $D = 0,24 \text{ м}^2/\text{м}^2$  на горизонтальному шляху становить  $V_1 = 54,31 \text{ м/хв}$ , інтенсивність руху –  $q_1 = 13,03 \text{ м/хв}$ . Отже, час руху до дверного отвору передньої частини людського потоку:

$$\Delta t_1 = \Delta l / V_1 = 5,4 / 54,31 = 0,1 \text{ хв}.$$

Далі рахуємо інтенсивність руху через дверний отвір:

$$q_2 = q_0 = q_1 b_1 / b_2 = 13,03 \cdot 0,2 / 1,2 = 21,72 > q_{0\text{max}} = 19,6 \text{ м/хв},$$

тобто перед отвором створиться скупчення людей, через який люди рухатимуться з інтенсивністю:

$$q_{2D\text{max}} = 2,5 + 3,75 \cdot b = 2,5 + 3,75 \cdot 1,2 = 7 \text{ м/хв}.$$

Час виходу потоку з першої ділянки:

$$t_2 = t_{\text{дв}} = N / q_2 b_2 = 50 \cdot 0,125 / 7 \cdot 1,2 = 0,744 \text{ хв},$$

де  $q_2 = q_{2D\text{max}}$ .

Примітка. Якби  $q_2$  було менше за  $q_{0\text{max}} = 19,6 \text{ м/хв}$ , то скупчення не відбувалося би і час проходження через отвір дорівнював би нулю.

Час виходу всіх людей до третьої ділянки  $t_{1+2} = \Delta t_1 + t_2 = 0,1 + 0,744 = 0,844 \text{ хв}$ .

На третій ділянці:

$$q_3 = q_2 b_2 / b_3 = 1,2 \cdot 7 / 2 = 4,2 \text{ м/хв},$$

тобто  $D_3 = 0,042$ ,  $V_3 = 100 \text{ м/хв}$ .

**ПРИКЛАД 7.** П'ять горизонтальних ділянок завширшки 2 метри зливаються в одну ділянку завширшки 15 метрів. Початкова щільність потоку на всіх п'яти ділянках однакова та дорівнює 0,1. Визначити швидкість руху потоку на злитій ділянці.

РОЗВ'ЯЗАННЯ

З таблиці визначаємо, що на п'яти вузьких ділянках інтенсивність руху потоку становить 8 м/хв. Визначаємо за формулою інтенсивність руху на злитій ділянці:

$$q_i = \frac{\sum q_{i-1} b_{i-1}}{b_i} = \frac{8 \cdot 2 \cdot 5}{15} = 5,33 < q_{\text{max}}$$

Отже, інтенсивність руху на злитій ділянці буде дорівнювати 5,33 м/хв. Тоді з таблиці дізнаємося, що швидкість руху на злитій ділянці буде приблизно дорівнювати 100 м/хв.

#### 4.

**Мета.** вивчити дію на організм людини параметрів мікроклімату робочої зони та шкідливих речовин, що перебувають у повітрі виробничих приміщень, і нормування параметрів мікроклімату та вмісту шкідливих речовин; ознайомитися з основними заходами, спрямованими на очищення повітряного середовища

**Цілі:** набуття студентом знань й умінь для здійснення професійної діяльності за спеціальністю з обов'язковим дотриманням вимог безпеки та стандартів з охорони праці.

Витяг із «Санітарних норм мікроклімату виробничих приміщень» ДСН 3.3.6.042-99  
«Терміни та визначення

1. 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.

2. Робоча зона – простір, в якому знаходяться робочі місця постійного або непостійного (тимчасового) перебування працівників.

3. Робоче місце – місце постійного або тимчасового перебування працюючого в процесі трудової діяльності.

4. 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.

5. Непостійне робоче місце – місце, на якому працюючий знаходиться менше 50 % робочого часу або менше 2-х годин безперервно.

6. Мікроклімат виробничих приміщень – 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.

7. Оптимальні мікрокліматичні умови поєднання параметрів мікроклімату, які при тривалому та систематичному впливі на людину забезпечують зберігання нормального теплового стану організму без активізації механізмів терморегуляції.

Вони забезпечують відчуття теплового комфорту та створюють передумови для високого рівня працездатності.

8. Допустимі мікрокліматичні умови – поєднання параметрів мікроклімату, які при тривалому та систематичному впливі на людину можуть викликати зміни теплового стану організму, що швидко минають і нормалізуються та супроводжуються напруженням механізмів терморегуляції в межах фізіологічної адаптації. При цьому не виникає ушкоджень або порушень стану здоров'я, але можуть спостерігатися дискомфортні тепловідчуття, погіршення самопочуття та зниження працездатності.

9. Теплий період року – період року, який характеризується середньодобовою температурою зовнішнього середовища вище  $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

10. Холодний період року – період року, який характеризується середньодобовою температурою зовнішнього повітря, що дорівнює  $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$  і нижче.

11. Середньодобова температура зовнішнього повітря – середня величина температури зовнішнього повітря, виміряна у певні години доби через однакові інтервали часу. Вона приймається за даними метеорологічної служби.

12. Категорія робіт – розмежування робіт за важкістю на основі загальних енерговитрат організму.

13. Легкі фізичні роботи (категорія I) охоплюють види діяльності, при яких витрата енергії дорівнює 105–140 Вт (90–120 ккал/год) – категорія Ia та 141–175 Вт (121–150 ккал/год) – категорія Ib. До категорії Ia належать роботи, що виконуються сидячи і не потребують фізичного напруження. До категорії Ib належать роботи, що виконуються сидячи, стоячи або пов'язані з ходінням та супроводжуються деяким фізичним напруженням.

14. Фізичні роботи середньої важкості (категорія II) охоплюють види діяльності, при яких витрата енергії дорівнює 176–232 Вт (151–200 ккал/год) – категорія IIa та 233–290 Вт (201–250 ккал/год) – категорія IIб. До категорії IIa належать роботи, пов'язані з ходінням, переміщенням дрібних (до 1 кг) виробів або предметів в положенні стоячи або сидячи і потребують певного фізичного напруження. До категорії IIб належать роботи, що виконуються стоячи, пов'язані з ходінням, переміщенням невеликих (до 10 кг) вантажів та супроводжуються помірним фізичним напруженням.

15. Важкі фізичні роботи (категорія III) охоплюють види діяльності, при яких витрати енергії становлять 291–349 Вт (251–300 ккал/год). До категорії III належать роботи, пов'язані з постійним переміщенням, перенесенням значних (понад 10 кг) вантажів, які потребують великих фізичних зусиль.

## 1. ВИМОГИ ДО ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ



Мікрокліматичні умови виробничих приміщень характеризуються показниками:

- температура повітря,
- відносна вологість повітря,
- швидкість руху повітря,
- інтенсивність теплового (інфрачервоного) опромінення,
- температура поверхні.

За ступенем впливу на тепловий стан людини мікрокліматичної умови поділяють на оптимальні та допустимі. Для робочої зони виробничих приміщень встановлюють оптимальні та допустимі мікрокліматичні умови з урахуванням важкості виконуваної роботи та періоду року. За одночасного виконання в робочій зоні робіт різної категорії важкості рівні показників мікроклімату повинні встановлюватись із урахуванням найбільш численної групи працівників.

Величини показників мікроклімату у робочій зоні наведені в табл. 1 і 2, а пояснення до них – у п. 1.1 і 1.2.

#### 1.1. Оптимальні умови мікроклімату

1.1.1. Оптимальні умови мікроклімату встановлюються для постійних робочих місць (табл. 1).

1.1.2. Показники температури повітря в робочій зоні по висоті та по горизонталі, а також протягом робочої зміни не повинні виходити за межі нормованих величин оптимальної температури для цієї категорії робіт, вказаної в табл. 1.

1.1.3. Температура внутрішніх поверхонь робочої зони (стіни, підлога, стеля), технологічного обладнання (екрани тощо), зовнішніх поверхонь технологічного устаткування, огорожень не повинна виходити на понад 2 °С за межі оптимальних величин температури повітря для цієї категорії робіт, вказаної в табл. 1.

1.1.4. Під час виконання робіт операторського типу, пов'язаних із нервово-емоційним напруженням, у кабінетах, пультах і постах керування технологічними процесами, у залах обчислювальної техніки й інших приміщеннях повинні дотримуватись оптимальні умови мікроклімату (температура повітря 22–24 °С, відносна вологість 60–40 %, швидкість руху повітря не більш як 0,1 м/сек).

#### 1.2. Допустимі умови мікроклімату

1.2.1. Допустимі величини мікрокліматичних умов встановлюються у випадках, коли на робочих місцях не можна забезпечити оптимальні величини мікроклімату за технологічними вимогами виробництва, технічною недосяжністю та економічно обґрунтованою недоцільністю.

1.2.2. Величини показників, що характеризують допустимі мікрокліматичні умови, встановлюють для постійних і непостійних робочих місць, наведених у табл. 2.

1.2.3. Перепад температури повітря по висоті робочої зони за допустимих умов мікроклімату не повинен бути понад 3 °С для всіх категорій робіт, а по горизонталі робочої зони та протягом робочої зміни – виходити за межі допустимих температур для цієї категорії роботи, вказаної в табл. 2.

1.2.4. Температура внутрішніх поверхонь приміщень (стіни, підлога, стеля), а також температура зовнішніх поверхонь технологічного устаткування чи його захисних обладнань (екранів тощо) не повинна виходити за межі допустимих величин температури повітря для цієї категорії робіт, вказаної в табл. 2.

1.2.5. Інтенсивність теплового опромінення технологічного устаткування, освітлювальних приладів, які працюють від нагрітих поверхонь; інсоляція від зашкленних огорожень не повинна перевищувати 35,0 Вт/м<sup>2</sup> – за опромінення понад 50 % поверхні тіла, 70 Вт/м<sup>2</sup> – за величини опромінюваної поверхні 25–50 %, та 100 Вт/м<sup>2</sup> – за опромінення не більш як 25 % поверхні тіла робітника. За наявності джерел із інтенсивністю понад 35,0 Вт/м<sup>2</sup> температура повітря на постійних робочих місцях не повинна перевищувати верхніх меж оптимальних значень для теплового періоду року, на непостійних – верхніх меж допустимих значень для постійних робочих місць.

1.2.6. За наявності відкритих джерел випромінювання (нагрітий метал, скло, відкрите полум'я) допускається інтенсивність опромінення до 140,0 Вт/м<sup>2</sup>. Величина опромінюваної площі не повинна перевищувати 25 % поверхні тіла робітника за обов'язкового використання індивідуальних засобів захисту (спецодяг, окуляри, щитки).

1.2.7. У виробничих приміщеннях, розташованих у районах із середньою максимальною температурою найбільш жаркого місяця понад 25 °С, згідно з БНіП «Будівельна кліматологія», допускаються відхилення від величин показників мікроклімату, вказаних у табл. 2 для цієї категорії робіт, але не більше ніж на 3 °С. Водночас швидкість руху повітря повинна бути збільшена на 1,1 м/сек, а відносна вологість повітря знижена на 5 % за підвищення температури на кожний градус вище верхньої межі допустимих температур повітря, вказаних у табл. 2.

1.2.8. У виробничих приміщеннях, у яких не можна встановити допустимі величини мікроклімату через технологічні вимоги до виробничого процесу, технічну недосяжність або економічно обґрунтовану недоцільність, передбачаються заходи захисту від можливого перегрівання та охолодження, вказані в розділі 2.

## 2. ОСНОВНІ ВИМОГИ ДО ЗАСОБІВ НОРМАЛІЗАЦІЇ МІКРОКЛІМАТУ ТА ТЕПЛОЗАХИСТУ

2.1. Нормалізація несприятливих мікрокліматичних умов здійснюється за допомогою комплексу заходів і способів: будівельно-планувальних, організаційно-технологічних, санітарно-технічних та інших заходів колективного захисту. Для профілактики перегрівань і переохолоджень робітників використовують засоби індивідуального захисту, медико-біологічні тощо.

2.2. Формовані параметри мікроклімату на робочих місцях повинні бути досягнені насамперед раціональним плануванням виробничих приміщень і оптимальним розміщенням у них устаткування з тепло-, холодо- та вологовиділеннями. Для зменшення термічних навантажень на робітників передбачається максимальна механізація, автоматизація та дистанційне управління технологічними процесами й устаткуванням.

2.3. У приміщеннях зі значними площами застелених поверхонь передбачаються заходи захисту від перегрівання прямими сонячними променями в теплий період року (орієнтація віконних прорізів схід–захід, улаштування жалюзі тощо), від радіаційного охолодження – у зимовий період року (екранування робочих місць). За температури внутрішніх поверхонь огороження, застелення нижче чи вище допустимих величин робочі місця повинні бути віддалені від них на відстань не менше як 1 м.

2.4. У виробничих приміщеннях із надлишком (явного) тепла використовують природну вентиляцію (аерацію). Аераційні ліхтарі та шахти розташовують безпосередньо над основними джерелами тепла на одній осі. У разі неможливості чи неефективності аерації встановлюють механічну загальнообмінну вентиляцію. За наявності одиничних джерел тепловиділень оснащують обладнання місцевою витяжною вентиляцією як локальними відсмоктувачами, витяжними зонтами тощо.

2.5. У замкнених і невеликих за розміром приміщеннях (кабіни кранів, пости та пульти керування, ізольовані бокси, кімнати відпочинку тощо) для операторських робіт використовують системи кондиціонування повітря з індивідуальним регулюванням температури та об'єму повітря, що подається.

2.6. Якщо є джерела тепловипромінювання, вдаються до комплексу заходів теплоізоляції устаткування та нагрітих поверхонь за допомогою теплозахисного обладнання.

За принципом дії теплозахисні засоби поділяють на:

– тепловідбивні – металеві листи (сталь, залізо, алюміній, цинк, поліровані чи покриті білою фарбою тощо) одинарні чи подвійні; загартоване скло з плівковим

покриттям; металізовані тканини; склотканини; плівковий матеріал тощо;

- тепловбирани – сталеві чи алюмінієві листи або коробки з теплоізоляцією з азбестового картону, шамотної цегли, повсті, вермикулітових плит й іншими теплоізоляторами; сталева сітка (одинарна чи подвійна із загартованим силікатним склом); загартоване силікатне органічне скло тощо;

- тепловідвідні – екрани водоохолоджувальні (з металевого листа чи сітки з водою, що стікає); водяні завіси тощо;

- комбіновані.

Залежно від особливостей технологічних процесів застосовують прозорі, напівпрозорі екрани. Вибір теплозахисних засобів зумовлюється інтенсивністю та спектральним складом випромінювання, а також умовами технологічного процесу.

Теплозахисні екрани повинні забезпечувати нормовані величини опромінення робітників; бути зручними в експлуатації; не ускладнювати огляд, чищення та змазування агрегатів; гарантувати безпечну роботу з ним; мати міцність, легкість виготовлення та монтажу; мати достатньо тривалий термін експлуатації; у процесі експлуатації зберігати ефективні теплозахисні якості.

2.7. За неможливості технічними засобами забезпечити допустимі гігієнічні нормативи опромінення на робочих місцях використовують засоби індивідуального захисту (ЗІЗ): спецодяг, спецвзуття, ЗІЗ для захисту голови, очей, обличчя, рук.

Залежно від призначення передбачаються такі ЗІЗ:

- для постійної роботи в гарячих цехах – спецодяг (костюм чоловічий повстяний), а для ремонту гарячих печей й агрегатів – автономна система індивідуального охолодження з повстяним костюмом;

- для аварійних робіт – тепловідбивальний комплект із металізованої тканини;

- для захисту ніг від теплового випромінювання, іскор і бризок розплавленого металу, контакту з нагрітими поверхнями – взуття шкіряне спеціальне для робітників гарячих цехів;

- для захисту рук від опіків – вачеги, рукавиці суконні, брезентові, комбіновані з надолонниками зі шкіри та спилку;

- для захисту голови від теплових опромінь, іскор та бризок металу - повстяний капелюх, захисна каска з підшоломником, каски текстолітові або з полікарбонату;

- для захисту очей й обличчя – щиток теплозахисний сталевара, із приладнаними захисними окулярами зі світлофільтрами, маски захисні з прозорим екраном, окуляри захисні, козиркові зі світлофільтрами.

Спецодяг повинен мати захисні властивості, що виключають можливість нагріву його внутрішніх поверхонь на будь-якій ділянці до температури 313 К (40 °С), відповідно до спеціальних ДСТ (ГОСТ 12.4.176-89, ГОСТ 12.4.016-87).

2.8. У виробничих приміщеннях, в яких на робочих місцях неможливо встановити регламентовані інтенсивності теплового опромінення робітників через технологічні вимоги, технічну недосяжність або економічно обґрунтовану недоцільність, використовуються обдування, душування, водоповітряне душування тощо.

За теплового опромінення від 140 до 350 Вт/м<sup>2</sup> на постійних робочих місцях необхідно збільшувати швидкість руху повітря на 0,2 м/с за нормовані величини; за теплового опромінення, що перевищує 350 Вт/м<sup>2</sup>, доцільно застосовувати повітряне душування робочих місць (табл. 3) (ДНАОП 0.03-1.23-82).

2.9. Для профілактики перегрівання робітників в умовах нагрівального мікроклімату організовують раціональний режим праці та відпочинку.

За мікрокліматичних умов, що перевищують допустимі параметри, внутрізмінний режим праці та відпочинку організовують унаслідок тривалості робочого часу:

- за температури повітря, що перевищує допустимий рівень, тривалість регламентованих перерв становить не менше 10 % робочого часу на кожні 2 °С перевищення;

- за поєднання температури повітря, що перевищує допустимий рівень, із відносною вологістю, що перевищує 75 %, тривалість регламентованих перерв рекомендується встановлювати не менше 20 % робочого часу;

- за інтенсивності теплового опромінення понад 350 Вт/м<sup>2</sup> й опроміненні понад 25 % поверхні тіла тривалість безперервної роботи та регламентованих перерв встановлюється згідно з даними, наведеними в табл. 4 (ДНАОП 0.03-1.23-82).

2.10. Під час проведення ремонтних робіт усередині виробничого устаткування й агрегатів (печах, ковшах, регенераторах тощо) з температурою повітря 28–40 °С і температурою огорожень до 45 °С додержуються режиму праці та відпочинку відповідно до величин, наведених у табл. 5 (ДНАОП 0.03-1.23-82).

2.11. Під час виконання робіт в умовах пунктів 2.8–2.10 задля профілактики перегрівань має бути обладнано приміщення в робочій зоні з оптимальним мікрокліматом (кімнати, кабінки, бокси з кондиціонерами й обладнанням радіаційного охолодження) для регламентованих перерв, приймання їжі тощо.

2.12. Для профілактики порушень водно-сольового балансу робітників в умовах нагрівального мікроклімату, забезпечують компенсацію рідини, солей

(натрію, калію, кальцію тощо), мікроелементів (магнію, міді, цинку, йоду тощо; розчинних вітамінів, які виділяються з організму з потом.

2.13. Повинні проводитись попередні (при прийманні на роботу) та періодичні медичні огляди відповідно до чинного наказу МОЗ України.

2.14. Для запобігання можливому переохолодженню робітників у холодний період у приміщеннях, де мікрокліматичні умови нижче допустимих величин, влаштовують повітряні чи повітряно-теплові завіси біля воріт, технологічних та інших отворів у зовнішніх стінах, а також тамбури-шлюзи:

- виділяють спеціальні місця для обігріву, встановлюють засоби для швидкого й ефективного обігрівання кінцівок (локальний променево-контактний обігрів тощо);

- встановлюють внутрізмінний режим праці та відпочинку, що передбачає можливість перерв для обігріву;

- забезпечують робітників засобами індивідуального захисту (одяг, взуття, рукавиці) відповідно до вимог ДСТУ (ГОСТ 12.4.084-80, ГОСТ 12.4.088-80).

### 3. ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ ДО МЕТОДІВ ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ ТА ЇХ ОЦІНКИ

3.1. Вимірювання параметрів мікроклімату проводяться на робочих місцях і в робочій зоні на початку, в середині та наприкінці робочої зміни. За коливання мікрокліматичних умов, пов'язаних із технологічним процесом й іншими причинами, вимірювання проводяться з урахуванням найбільших і найменших величин термічних навантажень протягом робочої зміни.

3.2. Вимірювання здійснюються не менш як двічі на рік (теплий і холодний періоди року) як поточний санітарний нагляд, а також під час приймання до експлуатації нового технологічного устаткування, внесення технічних змін у конструкцію робочого устаткування, організації нових робочих місць тощо.

За вимірювання в холодний період року температура повітря ззовні не повинна перевищувати середню розрахункову температуру, у теплий період – не бути нижчою за середню розрахункову температуру, що приймається для опалення та кондиціонування за оптимальними та допустимими параметрами.

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

3.4. У приміщеннях із більшою щільністю робочих місць за відсутності джерел локального тепловиділення, охолодження та вологовиділення вимірювання проводять у зонах, рівномірно розподілених по всьому приміщенні. Водночас у приміщеннях, які мають площу до 100 м<sup>2</sup>, повинно бути не менш як чотири зони, що оцінюються, а площею до 400 м<sup>2</sup> – не менш як вісім. У приміщеннях із площею

понад 400 м<sup>2</sup> – кількість визначається відстанню між ними, яка не повинна перевищувати 10 м.

3.5. За кількох джерел інфрачервоного випромінювання чи джерел великої площі вимірювання інфрачервоного випромінювання на робочому місці проводять у напрямку максимуму потоку від джерела. Вимірювання здійснюється через кожні 30–40 °С навколо робочого місця для визначення максимального опромінення. За такої умови приймач приладу розташовують перпендикулярно спадному потоку енергії.

3.6. Температура та відносна вологість повітря вимірюються приладами, заснованими на психрометричних принципах. Можливе використання тижневих і добових термографів і гігрографів.

3.7. Швидкість руху повітря вимірюється анемометрами ротаційної дії. Малі величини швидкості руху повітря (менш як 0,3 м/сек), особливо за різноспрямованих потоків, вимірюються електроанемометрами, циліндричними чи кульовими кататермометрами.

3.8. Температуру поверхонь огорожень (стін, стелі, підлоги) чи обладнань (екранів тощо), зовнішніх поверхонь технологічного устаткування вимірюють приладами, що діють за принципом термоелектричного ефекту.

3.9. Інтенсивність теплового опромінення вимірюють приладами з чутливістю в інфрачервоному діапазоні, що діють за принципами термо-, фотоелектричного та інших ефектів, або розрахунковим методом за температурою джерела.

3.10. Діапазон вимірювання та допустима похибка приладів повинна відповідати вимогам табл. 6.

3.11. Параметри оцінюються:

- як оптимальні, якщо середнє значення та результати не менш як 2/3 вимірювань знаходяться в межах оптимальних величин (табл. 1);
- як допустимі, якщо середнє значення та результати не менш як 2/3 вимірювань знаходяться в межах допустимих величин (табл. 2);
- як такі, що не відповідають санітарним нормам, якщо середнє значення та результати понад 2/3 вимірювань не відповідають положенням розділу 1.

## НОРМУВАННЯ ВМІСТУ ШКІДЛИВИХ РЕЧОВИН У ПОВІТРІ

Під час проєктування виробничих будівель, технологічних процесів, устаткування необхідно ставити вимоги до санітарного обмеження вмісту шкідливих речовин у повітрі робочої зони.

Вміст шкідливих речовин у повітрі робочої зони регламентується значенням

гранично допустимих концентрацій (ГДК), мг/м<sup>3</sup>.

Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин у повітрі робочої зони – це концентрації, що за щоденної (крім вихідних днів) роботи протягом 8 год чи іншої тривалості, але не більше 41-ї години на тиждень, протягом усього робочого стажу не можуть викликати захворювань або відхилень у стані здоров'я, що виявляються сучасними методами досліджень, у процесі роботи чи у віддалений термін життя нинішнього та наступного покоління. За ступенем дії на організм шкідливі речовини, відповідно до ГОСТ 12.1.007-88, поділяються на класи безпеки

- I клас – надзвичайно небезпечні;
- II клас – високонебезпечні;
- III клас – помірно небезпечні;
- IV клас – малонебезпечні.

ГДК шкідливих речовин у повітрі робочої зони є обов'язковими санітарними нормативами для використання під час проєктування технологічних процесів і вентиляції. ГДК устанавлюються на підставі медико-біологічних досліджень, що проводяться на тваринах. Для низьколетких, але активно проникливих крізь шкіру шкідливих речовин мають встановлюватися тести експозиції.

На період, що передує проєктуванню виробництва, мають тимчасово визначатися орієнтовні безпечні рівні впливу – ОБРВ. Вони мають переглядатися через два роки після їх затвердження чи замінятися ГДК із урахуванням співвідношення здоров'я працівників із умовами праці.

**Завдання 1.** На одному з робочих місць було виміряно температуру ( $t$ , °C), відносну вологість ( $W$ , %) і швидкість руху повітря ( $V$ , м/с), а також є відомості щодо характеристики робочого місця, витрат енергії працівника та дати вимірювання (всі ці параметри викладач надає кожному студенту індивідуально). Впишіть значення цих параметрів; визначте згідно з отриманими вихідними даними, чи відповідають отримані результати нормативним значенням параметрів мікроклімату робочої зони та зробіть відповідні висновки.

#### **Хід виконання завдання 1**

1. Впишіть вихідні дані з табл.4.1 у бланк звіту з практичної роботи (додаток 4).
2. Визначте та запишіть у таблицю звіту категорію робіт (згідно з пп. 13–15 розділу «Терміни та визначення»).
3. Визначте та запишіть у таблицю звіту період року, в якому вимірювали параметри мікроклімату (згідно пп. 9, 10 розділу «Терміни та визначення»).



Примітка 1. Для більшості регіонів України середньодобова температура повітря середовища вище +10 °С знаходиться в період 15-го квітня та 15-го жовтня, з 15-го жовтня до 15-го квітня ця температура становить менш як +10 °С включно.

4. Порівняйте визначені параметри мікроклімату з оптимальними та допустимими значеннями відповідно до ДСН 3.3.6.042-99 (таблиці 4.2, 4.3).

5. Зробіть загальний висновок щодо відповідності визначених параметрів мікроклімату нормативним значенням

Таблиця 4.1.

Вихідні дані для завдання 1

№ варіанту	Дата вимірювання	Характеристика робочого місця	Енерговитрати організму	t, °С	W, %	V, м/с
1	02.08	постійне	265	24	70	0,1
2	12.11	непостійне	170	25	60	0,4
3	17.04	постійне	140	27	65	0,3
4	01.11	постійне	110	18	37	0,2
5	15.06	постійне	230	25	39	0,4
6	13.04	постійне	190	22	61	0,4
7	19.09	непостійне	275	24	76	0,2
8	16.10	непостійне	169	18	70	0,4
9	31.08	непостійне	145	27	62	0,4
10	01.01	постійне	160	20	62	0,1

Таблиця 4.2.

Оптимальні величини температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень

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

	Середньої важкості Іб	20-22	60-40	0,3
	Важка ІІІ	18-20	60-40	0,4

Таблиця 4.3.

Допустимі величини температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень

Період року	Категорія робіт	Температура, °С				Відносна вологість (%) на робочих місцях - постійних і непостійних	Швидкість руху (м/сек) на робочих місцях - постійних і непостійних
		Верхня межа		Нижня межа			
		На постійних робочих місцях	На непостійних робочих місцях	На постійних робочих місцях	На непостійних робочих місцях		
Холодний період руху	Легка Іа	25	26	21	18	75	не більш як 0,1
	Легка Іб	24	25	20	17	75	не більш як 0,2
	Середньої важкості Іа	23	24	17	15	75	не більш як 0,3
	Середньої важкості Іб	21	23	15	13	75	не більш як 0,4
	Важка ІІІ	19	20	13	12	75	не більш як 0,5
Теплий період року	Легка Іа	28	30	22	20	55 - за 28 °С	0,2-0,1
	Легка Іб	28	30	21	19	60 - за 27 °С	0,3-0,1
	Середньої важкості Іа	27	29	18	17	65 - за 26 °С	0,4-0,2
	Середньої важкості Іб	27	29	15	15	70 - за 25 °С	0,5-0,2
	Важка ІІІ	26	28	15	13	75 - за менш як 24 °С включно	0,6-0,5

**Завдання 2.** На одному з робочих місць було виміряно концентрації шкідливих речовин у повітрі робочої зони, що наведені вихідних даних в табл. 4.4. Визначити, чи відповідає якість повітря вимогам міждержавного стандарту ГОСТ 12.1.005-88.

Таблиця 4.4.

## Вихідні дані для завдання 2

№ вип.	Факт. концент., мг/м <sup>3</sup>	Речовина
1	0,5	Алюміній
	0,03	Нікель
	0,8	Пил азбестовий
	5	Пил цементу
2	1	Алюміній
	1	Пил азбестовий
	3	Пил цементу
	0,01	Свинець
3	2	Алюміній
	0,06	Нікель
	1	Пил азбестовий
	0,02	Свинець
4	8	Аміак
	80	Бензин
	6	Пил цементу
	4,5	Спирт метиловий

5	21	Аміак
	100	Ацетон
	5	Спирт метиловий
	0,4	Фенол
6	20	Аміак
	4	Пил азбестовий
	6	Пил цементу
	0,2	Фенол
7	5	Аміак
	230	Ацетон
	25	Бензин
	2	Спирт метиловий
8	60	Ацетон
	50	Бензин
	1,5	Спирт метиловий
	0,5	Фенол
9	7	Аміак
	140	Ацетон
	2	Пил цементу
	3	Спирт метиловий
10	150	Ацетон
	65	Бензин
	3	Пил азбестовий
	6	Пил цементу

### Хід виконання завдання 2

1. Запишіть у протокол (додаток 3, завдання 2) вихідні дані (табл.4.4).
2. Занесіть у протокол (додаток 3, завдання 2) з табл.4.5 значення ГДК<sub>рз</sub> заданих шкідливих речовин й особливості дії.
3. Порівняйте фактичні концентрації шкідливих речовин з ГДК<sub>рз</sub> цих речовин.
4. З'ясуйте, чи є серед визначених речовин речовини односпрямованої дії. Якщо такі речовини є, визначте, чи дотримується для них умова  $C_1 / \text{ГДК}_1 + C_2 / \text{ГДК}_2 + \dots + C_i / \text{ГДК}_i \leq 1$ .

Примітка 3. Якщо речовина має комплексний шкідливий вплив на людину (одночасно викликає декілька захворювань), то буде односпрямованою з усіма іншими, якщо вони матимуть хоча б один однаковий шкідливий вплив (викликатимуть однакове захворювання); тобто та сама речовина може бути односпрямованою з декількома іншими.

5. Зробіть загальний висновок щодо відповідності якості повітря нормативним значенням.

Таблиця 4.5.

ГДК шкідливих речовин у повітрі робочої зони

Назва речовини	ГДК <sub>рз</sub> , мг/м <sup>3</sup>	Клас небезпеки	Агрегатний стан	Особливості дії
Алюміній	2	3	Аерозоль	Фіброгенна дія
Аміак	20	4	Пара	Подразнення слизистих оболонок, верхніх дихальних шляхів
Ацетон	200	4	Пара	Наркотична дія, ураження центральної нервової системи
Бензин	100	4	Пара	Наркотична дія, ураження центральної нервової системи
Нікель	0,05	1	Аерозоль	Канцерогенна та алергійна дії
Пил азбестовий	2	3	Аерозоль	Фіброгенна та алергійна дії
Пил цементу	6	4	Аерозоль	Фіброгенна дія
Свинець	0,01	1	Пара	Уражається шлунково-кишковий тракт, печінка, нирки; змінюється склад крові і кісткового мозку; уражається головний мозок
Спирт метиловий	5	3	Пара	Наркотична дія, ураження центральної нервової системи
Фенол	0,3	2	Пара	Алергійна дія, потрібен захист шкіри, очей

## 5. ОРГАНІЗАЦІЯ ПРИРОДНОГО І ШТУЧНОГО ОСВІТЛЕННЯ НА РОБОЧИХ МІСЦЯХ ТА ЙОГО ВПЛИВ НА ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ

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

**Цілі** – набуття студентом, знань та умінь для здійснення професійної діяльності за спеціальністю з обов'язковим дотриманням вимог безпеки і стандартів з охорони праці; формування у студентів відповідальності за особисту та колективну безпеку у повсякденних умовах та під час надзвичайних ситуацій і воєнного стану, з урахуванням особливостей майбутньої професійної діяльності на первинній посаді.

**Завдання** – навчитись застосовувати знання у практичних ситуаціях; виробити вміння до проведення досліджень на відповідному рівні; освоїти здатність аналізувати результати діяльності організації, зіставляти їх з факторами впливу зовнішнього та внутрішнього середовища.

**Теоретичні відомості.** Витяг із ДБН В.2.5.-28-2006 «Інженернеобладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення».

#### «1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

1.1. Нормативні показники освітленості в цих Нормах наведені в точках її мінімального значення на робочій поверхні в приміщеннях для розрядних джерел світла, крім окремих випадків; для зовнішнього освітлення – для різних джерел світла.

Нормовані значення яскравості дорожніх покриттів у цих Нормах наведені для різних джерел світла.

Нормовані значення освітленості в люксах, що відрізняються на один ступінь, слід сприймати за шкалою: 0,2; 0,3; 0,5; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 10; 15; 20; 30; 50; 75; 100; 150; 200; 300; 400; 500; 600; 750; 1 000; 1 250; 1 500; 2 000; 2 500; 3 000; 3 500; 4 000; 4 500; 5 000.

Нормовані значення яскравості поверхні в кд/м<sup>2</sup>, що відрізняються на один ступінь, слід сприймати за шкалою: 0,2; 0,3; 0,4; 0,6; 0,8; 1; 2; 3; 5; 8; 10; 12; 15; 20; 25; 30; 50; 75; 100; 125; 150; 200; 400; 500; 750; 1 000; 1 500; 2 000; 2 500.

Для природного освітлення в цих Нормах наведені значення коефіцієнта природної освітленості (КПО).

1.2. Вимоги для освітлення приміщень промислових підприємств (КПО, нормована освітленість, допустимі поєднання показників осліпленості і коефіцієнта пульсації освітленості) слід приймати за таблицею 1 з урахуванням вимог 4.5 і 4.6.

...

#### 2. ПРИРОДНЕ ОСВІТЛЕННЯ

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

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

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

$$e_N = e_n \cdot m_N \quad (5.1)$$

де  $e_N$  – значення КПО за таблицями 5.1 і 5.2.

$m_N$  – коефіцієнт світлового клімату за таблицею 5.4.

$N$  – номер групи забезпеченості природним світлом за таблицею 5.4. Отримані за формулою (5.1) значення слід округлити до десятих часток.

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

У житлових і громадських будинках при боковому освітленні з однієї сторони нормоване значення КПО повинно бути забезпечено: для житлових приміщень у житлових будинках, житлових приміщень гуртожитків, віталень і номерів готелів, групових і гральних приміщеннях дитячих дошкільних установ, ізоляторів і кімнатах для хворих дітей, у навчальних і навчально-виробничих приміщеннях шкіл, шкіл-інтернатів, професійно-технічних і середніх спеціальних навчальних закладів і т. п. – в розрахунковій точці, розташованій на перетині вертикальної площини характерного розрізу приміщення і площини підлоги на відстані 1 м від стіни, найбільш віддаленої від світлових прорізів.

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

У великогабаритних виробничих приміщеннях глибиною більше ніж 6 м при боковому освітленні нормується мінімальне значення КПО в точці на умовній робочій поверхні, віддаленій від світлових прорізів:

- на 1,5 м висоти від підлоги до верху світлових прорізів для зорової роботи I-IV розрядів;
- на 2 м висоти від підлоги до верху світлових прорізів для зорової роботи V-VII розрядів;
- на 3 м висоти від підлоги до верху світлових прорізів для зорової роботи VIII розряду.

2.6. При верхньому або комбінованому природному освітленні приміщень різного призначення нормується середнє значення КПО в точках, розташованих на перетині вертикальної площини характерного розрізу приміщення і умовної робочої поверхні (або підлоги). Перша і остання точки приймаються на відстані 1 м від поверхні стін (перегородок) або осі колон.

2.7. Допускається розподілення приміщень на зони з боковим освітленням (зони, які примикають до зовнішніх стін з вікнами) і зони з верхнім освітленням.

Нормування та розрахунок природного освітлення в кожній зоні проводиться незалежно одне від одного.

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

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

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

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

2.12. Нерівномірність природного освітлення виробничих і громадських будинків з верхнім або комбінованим освітленням не повинна перевищувати 3:1. Розрахункове значення КПО при верхньому і комбінованому природному освітленні у будь-якій точці на лінії перетину умовної робочої поверхні і площини характерного вертикального розрізу повинно бути не менше нормованого значення КПО при боковому освітленні для робіт відповідних розрядів. Нерівномірність природного освітлення не нормується для приміщень з боковим освітленням, для виробничих приміщень, в яких виконуються зорові роботи VII і VIII розрядів, при верхньому і боковому освітленні допоміжних приміщень громадських будинків, в яких виконуються зорові роботи розрядів Г та Д.

### 3. СУМІЩЕНЕ ОСВІТЛЕННЯ

3.1. Суміщене освітлення приміщень виробничих будинків слід передбачати:

- а) для виробничих приміщень, в яких виконуються роботи I-III розрядів;
- б) для виробничих та інших приміщень у випадках, коли за умов технології, організації виробництва або клімату в місці будівництва необхідні об'ємно-планувальні рішення, які не дозволяють забезпечити нормоване значення КПО (багатоповерхові будинки великої ширини тощо), а також у

випадках, коли техніко-економічна доцільність суміщеного освітлення порівняно з природним підтверджена відповідними розрахунками;

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

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

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

Вибір джерел світла слід робити відповідно до вимог розділу 4.

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

### 3. ШТУЧНЕ ОСВІТЛЕННЯ

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

Аварійне освітлення поділяється на освітлення безпеки і евакуаційне. Для загального штучного освітлення приміщень слід використовувати, як правило, розрядні джерела світла, віддаючи перевагу за однакової потужності джерелам світла з найбільшою світловою віддачею і строкомслужби.

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

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

наявності обґрунтувань.

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

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

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

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

...

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

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

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

Коефіцієнт пульсації не обмежується:

- при частоті живлення 300 Гц і більше;
  - для приміщень з періодичним перебуванням людей за відсутності в них умов для виникнення стробоскопічного ефекту.

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

...

Аварійне (безпеки і евакуаційне), охоронне і чергове освітлення

4.72. Аварійне освітлення поділяється на освітлення безпеки й евакуаційне.

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

- вибух, пожежу, отруєння людей;
- тривале порушення технологічного процесу;

- порушення роботи таких об'єктів, як електричні станції, вузли радіо- і телевізійних передач, зв'язку, диспетчерські пункти, насосні установки водопостачання, каналізації і теплофікації, установки вентиляційні і кондиціонування повітря для виробничих приміщень, в яких неприпустиме призупинення роботи тощо;

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

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

- у місцях, небезпечних для проходу людей;

- у проходах і на сходах, які використовуються для евакуації людей, при чисельності евакуйованих понад 50 осіб;

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

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

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

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

- у виробничих приміщеннях без природного світла.

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

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

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

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

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

а) лампи розжарювання;

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

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

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

Покажчики виходів можуть бути:

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

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

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

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

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

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

4.79. Охоронне освітлення (за відсутності спеціальних технічних засобів охорони) повинно передбачатися вздовж межі території, яка охороняється в нічний час. Освітленість повинна бути не менше 0,5 лк на рівні землі в горизонтальній площині або на рівні 0,5 м від землі на одному боці вертикальної площини, яка

перпендикулярна до лінії межі.

Під час використання для охорони спеціальних технічних засобів освітленість слід приймати за завданням на проектування охоронного освітлення.

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

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

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

...»

### **Задача 1.**

#### **Умова.**

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

Довжина, висота приміщення, мінімальний розмір об'єкта, що розпізнається, характеристика фону, на якому розпізнається об'єкт, контраст об'єкта з фоном, а також кількість світильників і тип ламп наведено у вихідних даних (табл.5.1 п.1).

#### **Завдання.**

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

#### **Методичні вказівки.**

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

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

Для визначення відстані між світильниками необхідно визначити суму довжин усіх світильників в ряду, знайти різницю між цією довжиною і довжиною

приміщення. Далі, враховуючи, що світильники повинні розташовуватись рівномірно вздовж ряду, тобто усі проміжки мають бути однакові, зробити розрахунок відстані між світильниками та між крайнім світильником і стіною.

Примітка: Для цієї задачі довжину світильника приймаємо 1200 мм.

2. Визначте згідно ДБН В.2.5.-28-2006 нормоване значення освітленості на робочому місці, беручи до уваги, що показник осліпленості Р для II розряду зорової роботи дорівнює 20, для III – V розрядів - 40. Для цього:

2.1. відповідно заданого мінімального розміру об'єкту розпізнавання та враховуючи характеристику фону й контрасту об'єкта розпізнавання з фоном визначити розряд і підрозряд зорових робіт (табл.5.2);

2.2. для винайдених розряду й підрозряду зорових робіт визначте нормоване значення освітленості на робочому місці  $E_n$ , лк (табл. 5.2), беручи до уваги задану в умові систему освітлення та відповідну осліпленість.

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

3.1. виходячи з типу й потужності ламп, визначте світловий потік, який випромінює кожна з них,  $F_l$ , лм (табл. 5.3);

3.2. підрахуйте індекс приміщення  $i$  по формулі

$$i = ab / (h_c (a + b)) \quad (5.1)$$

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

$h_c$  – висота підвісу світильника над робочою поверхнею.

Примітка: товщину світильників в цій задачі не враховуємо.

3.3. виходячи з індексу приміщення ( $i$ ) та коефіцієнтів відбиття стелі, стін і підлоги ( $\rho_{сл}, \rho_{ст}, \rho_n$ ), визначте коефіцієнт використання світлового потоку  $\eta$  (табл. 5.4);

Примітка: якщо при виборі з таблиці значення коефіцієнта використання світлового потоку  $\eta$  розрахункове значення індексу приміщення ( $i$ ) потрапляє між вказаними в таблиці значеннями, обрати те, що є найближче до розрахункового в менший бік.

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

$$E_f = F_l N n \eta / (S k_z z), \quad (5.2)$$

де  $F_l$  – світловий потік лампи, лм,

$N$  – кількість світильників, од.,

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

$\eta$  – коефіцієнт використання світлового потоку,

$S$  – площа приміщення,  $m^2$ ,

$k_z$  – коефіцієнт запасу,

$z$  – коефіцієнт нерівномірності.

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

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

*Примітка: для цієї задачі відхилення фактичного значення від нормативного має знаходитись в межах  $\pm 10\%$ .*

5. В разі невідповідності освітленості приміщення нормам, розрахуйте необхідну кількість світильників.

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

7. Результати роботи занести у протокол (додаток 4).

## **Задача 2.**

### **Умова.**

У виробничому приміщенні, яке розташовано у Києві і має вікна, розташовані уздовж однієї з більших за довжиною бокових стін, проведено дослідження природного освітлення. Параметри приміщення, розряд і підрозряд зорових робіт такі самі, як в задачі 1. Для цього була виміряна величина природного освітлення на робочих місцях, що знаходяться в приміщенні на відстані 1, 2, 3, 4 та 5 м від вікна. Величина природного освітлення  $E_{вн}$ , лк, у цих точках, орієнтація вікон за сторонами горизонту та величина зовнішнього природного освітлення  $E_{зов}$ , лк наведені у вихідних даних (табл.5.1, п.2).

### **Завдання.**

Визначте величину нормованого коефіцієнту природного освітлення (КПО) для даного приміщення і зробіть висновок щодо системи освітлення, яка має бути використана в цьому приміщенні. Визначте величину фактичного КПО для кожної точки, в якій було проведено вимірювання величини природного освітлення. Побудуйте графік залежності КПО від відстані до вікна. Порівняйте відповідає чи ні КПО у цьому приміщенні нормативним значенням природного освітлення робочої зони. В тому разі, якщо КПО у даному приміщенні не відповідає нормативним значенням, визначте зону невідповідності, позначивши штриховкою

цю частину приміщення на плані. Зробіть висновки щодо відповідності нормативним значенням робочих місць в приміщенні і заходи щодо поліпшення умов праці у приміщеннях, де фактичне КПО не відповідає нормам.

**Методичні вказівки.**

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

1.1. для визначеного розряду і підрозряду зорових робіт згідно ДБН В.2.5.-28-2006 з'ясуйте систему освітлення (природне або суміщене освітлення) та нормоване значення КПО ( $e_n$ ) для бокового освітлення (табл.5.2).

1.2. зважаючи на місце розташування приміщення, орієнтацію його вікон за сторонами горизонту, визначте коефіцієнт світлового клімату  $m_N$  відповідно до ДБН В.2.5.-28-2006 (табл. 5.5 );

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

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

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

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

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

5. Якщо КПО у приміщенні не відповідає нормативному, знайдіть за допомогою графіку приблизну відстань від вікна, де закінчується зона приміщення з задовільним природним освітленням (точка перетину кривої фактичного КПО з лінією норми). Позначте на плані приміщення зону, що не відповідає нормі.

6. На підставі отриманих результатів зробіть загальний висновок щодо відповідності системи природного освітлення у приміщенні, що аналізується, нормативним вимогам і вкажіть заходи щодо поліпшення умов праці в зонах приміщень, які не відповідають нормам.

Результати роботи занести у протокол (додаток 4).

Таблиця 5.1

1. Вихідні дані для задачі 1

Варіант	Параметри приміщення, м	Характеристика зорової роботи	Кількість світильників, N,	Тип ламп



	<i>a</i>	<i>h</i>	Мінімальний розмір об'єкта розпізнавання, мм	Характеристика фону	Контраст об'єкта розпізнавання з фоном	40 Вт	
<b>1</b>	20	5	0,2	Середній	Малий	26	ЛБ
<b>2</b>	12	5	0,4	Світлий	Великий	8	ЛДЦ
<b>3</b>	16	3	0,8	Темний	Великий	8	ЛБ
<b>4</b>	12	4	0,4	Середній	Великий	8	ЛД
<b>5</b>	16	4	0,8	Середній	Малий	10	ЛД
<b>6</b>	12	4	0,4	Темний	Малий	8	ЛБ
<b>7</b>	8	5	0,2	Світлий	Великий	4	ЛДЦ
<b>8</b>	20	4	3	Середній	Великий	14	ЛД
<b>9</b>	16	3	0,8	Темний	Середній	12	ЛБ
<b>10</b>	8	3	0,4	Середній	Середній	8	ЛД

## 2. Вихідні дані для задачі 2

Варіант	Величина природного освітлення Епр, лк, на відстані L, м, від вікна					Орієнтація вікон за сторонами горизонту	Зовнішня освітленість Езов, лк
	1	2	3	4	5		
1	2000	1520	990	540	280	Північ	16000
2	1150	825	590	420	300	Схід	20000
3	830	615	455	340	250	Захід	25000
4	1990	1480	1090	810	600	Схід	40000
5	1270	845	565	375	250	Захід	15000
6	2530	1690	1120	750	500	Схід	30000
7	1830	1350	1000	745	550	Північ	25000
8	770	550	390	280	200	Південь	20000
9	1730	1230	880	630	440	Захід	35000
10	1540	1100	780	560	400	Схід	20000

Таблиця 5.2

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 осліпленості і коефіцієнта пульсації		КПО, ен, %				
						при системі комбінованого освітлення		при системі загального освітлення	Р		Кп, %	при верхньому або комбінованому освітленні	при боковому освітленні	при верхньому або комбінованому освітленні	при боковому освітленні
						всього	ут. ч. від загального								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Найвищої точності	Менше 0,15	I	а	Малий	Темний	5000 4500	500 500	—	20 10	10 10	—	—	6,0	2,0	
				Малий Середній	Середній Темний	4000 3500	400 400	1200 1000	20 10	10 10					
				Малий Середній Великий	Світлий Середній Темний	2500 2000	300 200	750 600	20 10	10 10					
				Середній Великий Великий	Світлий Світлий Середній	1500 1250	200 200	400 300	20 10	10 10					
Дуже високої точності	Від 0,15 до 0,3 включно	II	а	Малий	Темний	4000 3500	400 400	—	20 10	10 10	—	—	4,2	1,5	
				Малий Середній	Середній Темний	3000 2500	300 300	750 600	20 10	10 10					
				Малий Середній Великий	Світлий Середній Темний	2000 1500	200 200	500 400	20 10	10 10					
				Середній Великий Великий	Світлий Світлий Середній	1000 750	200 200	300 200	20 10	10 10					

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Високої точності	Від 0,3 до 0,5 включно	III	а	Малий	Темний	2000 1500	200 200	500 400	40 20	15 15	—	—	3,0	1,2
			б	Малий Середній	Середній Темний	1000 750	200 200	300 200	40 20	15 15				
			в	Малий Середній Великий	Світлий Середній Темний	750 600	200 200	300 200	40 20	15 15				
			г	Середній Великий Великий	Світлий Світлий Середній	400	200	200	40	15				
Середньої точності	Більше 0,5 до 1,0	IV	а	Малий	Темний	750	200	300	40	20	4	1,5	2,4	0,9
			б	Малий Середній	Середній Темний	500	200	200	40	20				
			в	Малий Середній Великий	Світлий Середній Темний	400	200	200	40	20				
			г	Середній Великий Великий	Світлий Світлий Середній	—	—	200	40	20				
Малої точності	Більше 1,0 до 5	V	а	Малий	Темний	400	200	300	40	20	3	1	1,8	0,6
			б	Малий Середній	Середній Темний	—	—	200	40	20				
			в	Малий Середній Великий	Світлий Середній Темний	—	—	200	40	20				
			г	Середній Великий Великий	Світлий Світлий Середній	—	—	200	40	20				

Продовження таблиці 5.2

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

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

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

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

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

а) на один ступінь при системі комбінованого освітлення, якщо нормована освітленість складає 750 лк і більше; б) те саме, загального освітлення для розрядів I-V, VI;

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

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

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

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

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

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

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

## Технічні характеристики люмінесцентних ламп низького тиску

Тип ламп	Потужність, Вт	Напруга мережі на лампи, В	Світловий потік номінальний, лм	Розміри лампи, мм		Цоколь	Термін експлуатації , годин	Колірна температура, К
				Довжина без штирків	Діаметр			
ЛДЦ 20	20	220/57	820	589,8	38	G13d/ 35	10000	6500
ЛД 20			920					
ЛБ 20			1020					
ЛХБ 20			1200					
ЛТВ 20			1200					
ЛЕЦ 20			865					
ЛДЦ 40	40	220/103	2100	1199,4	38	G13d/ 35	10000	6500
ЛД 40			2340					
ЛХБ 40			3100					
ЛБ 40			3200					
ЛТБ 40			3150					
ЛДЦУФ 40			1560					
ЛЕЦ 40			2190					
ЛХЕЦ 40			1930					
ЛТБЦ 40			1700					
ЛДЦ65			65					
ЛД 65	3870							
ЛХБ 65	3820							
ЛБ 65	4800							
ЛТБ 65	3980							
ЛЕЦ 65	3400							
ЛДЦ 80	80	220/102	3740	1500,0	38	G13d/ 35	10000	6500
ЛД 80			4070					
ЛХБ 80			4440					
ЛБ 80			5400					
ЛТБ 80			4440					

Таблиця 5.4

## Коефіцієнт використання світлового потоку

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

Таблиця 5.5.

## Коефіцієнт світлового клімату

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

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

## 6. ВПЛИВ ТА НАСЛІДКИ ШУМУ, УЛЬТРАЗВУКУ ТА ІНФРАЗВУКУ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ ТА ГІГІЄНИЧНІ НОРМИ

**Мета:** вивчити дію на організм людини шуму, ультразвукових й інфразвукових коливань, які виникають у виробничих приміщеннях, нормування параметрів цих чинників; ознайомитися з основними заходами, спрямованими на захист робітників від негативної дії шуму, ультра- та інфразвуку.

**Цілі:** набуття студентом знань й умінь для здійснення професійної діяльності за спеціальністю з обов'язковим дотриманням вимог безпеки та стандартів з охорони праці.

Витяг із ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.

«...2. Класифікація виробничих акустичних коливань

### 2.1. Класифікація шумів

#### 2.1.1. За характером спектра шуми слід поділяти на:

– широкосмугові, з безперервним спектром шириною більш ніж одна октава;

– вузькосмужні або тональні, в спектрі яких є виражені дискретні тони. Тональний характер шуму встановлюється вимірюванням випромінювання у третинооктавних смугах частот по перевищенню рівня шуму в одній смузі над сусідніми не менш ніж на 10 дБ.

#### 2.1.2. За часовими характеристиками шуми слід поділяти на:

– постійні, рівень шуму яких за повний робочий день при роботі технологічного обладнання змінюється не більш ніж на 5 дБА при вимірюваннях на часовій характеристиці «повільно» шумоміра по шкалі «А»;

– непостійні, рівень шуму яких за повний робочий день при роботі технологічного обладнання змінюється більш ніж на 5 дБА при вимірюваннях за часовою характеристикою «повільно» шумоміра по шкалі «А».

#### 2.1.3. Непостійні шуми поділяються на:

– мінливі, рівень яких безперервно змінюється у часі;

– переривчасті, рівень шуму яких змінюється ступінчасто на 5 дБА і більше при вимірюваннях на часовій характеристиці «повільно» шумоміра по шкалі «А», при цьому довжина інтервалів, під час яких рівень залишається сталим, становить 1 с і більше;

– імпульсні, які складаються з одного або декількох звукових сигналів, кожен з яких довжиною менше 1 с, при цьому, рівні шуму у дБ(A1) і дБ(A), виміряні на часових характеристиках «імпульс» та «повільно» шумоміра, відрізняються не менш ніж на 7 дБ.

### 2.2. Класифікація ультразвуку

#### 2.2.1. За способом передачі від джерела до людини ультразвук поділяють



на:

- повітряний, що передається через повітряне середовище;
- контактний, що передається на руки працюючої людини через тверде чи рідке середовище.

2.2.2. За спектром ультразвук поділяють на:

- низькочастотний, коливання якого передаються людині повітряним та контактним шляхом (від  $1,2 \times 10^4$  до  $1,0 \times 10^5$  Гц);
- високочастотний, коливання якого передаються людині тільки контактним шляхом (від  $1,0 \times 10^5$  до  $1,0 \times 10^9$  Гц).

2.3. Класифікація інфразвуку

2.3.1. За часовими характеристиками інфразвук поділяють на:

- постійний, рівень звукового тиску якого по шкалі «Лінійна» на характеристиці «повільно» змінюється не більш ніж на 10 дБ за 1хв. спостереження;
- непостійний, рівень звукового тиску якого по шкалі «Лінійна» на характеристиці «повільно» змінюється більш ніж на 10 дБ за 1 хв. спостереження.

3. Акустичні параметри, що нормуються

3.1. Параметри шуму, що нормуються

3.1.1. Параметри постійного шуму на робочих місцях, що нормуються, є рівнями звукових тисків у октавних смугах з середньгеометричними частотами 31,5; 63; 125; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц в децибелах, які визначаються за формулою:

$$L = 20 \text{ Lg } P/P_0, (1)$$

де:  $P$  – середньоквадратичне значення звукового тиску у кожній октавній смузі, Па;  
 $P_0$  – вихідне значення звукового тиску у повітрі, що дорівнює  $2 \times 10^{-5}$  Па.

3.1.2. При орієнтовній гігієнічній оцінці параметрів постійного широкосмужного шуму на робочих місцях, що нормуються, дозволяється застосовувати рівень шуму в дБА, виміряний по шкалі «А» часової характеристики «повільно» шумоміра та визначений за формулою:

$$L_A = 20 \text{ Lg } P_A / P_0, (2)$$

де:  $P_A$  – ефективне значення звукового тиску з урахуванням корекції «А» шумоміра, Па.

3.1.3. Середній рівень звуку або октавних рівнів звукового тиску визначається згідно з додатком А.

3.1.4. Параметрами непостійного шуму (що коливається в часі та переривається) на робочих місцях, які нормуються, є інтегральний рівень – еквівалентний (по енергії) та максимальний рівень шуму у дБА.

Для імпульсного шуму нормованим параметром є еквівалентний рівень шуму у дБАекв. та максимальний рівень шуму – у дБА1.

Еквівалентний рівень – це рівень постійного шуму, дія якого відповідає дії фактичного шуму із змінними рівнями за той же час, виміряного по шкалі «А» шумоміра. Еквівалентний рівень визначається відповідно до додатків Б і В.

3.1.5. Допускається для характеристики виробничого шуму на робочих місцях застосовувати дозу шуму або відносну дозу шуму. Метод розрахунку дози наведено у додатку Г.

3.2. Параметри інфразвуку, що нормуються.

Параметри постійного інфразвуку на робочих місцях, що нормуються, є рівнями звукового тиску у октавних смугах частот з середньгеометричними частотами 2; 4; 8; 16 Гц у децибелах.

Для непостійного інфразвуку параметром, що нормується, є загальний еквівалентний рівень звукового тиску по шкалі «Лінійна» шумоміра у дБлін. Еквівалентний рівень визначають відповідно до додатків Б і В.

Для орієнтовної оцінки постійного інфразвуку допускається використовувати рівні звукового тиску по шкалі «Лінійна» та «А» шумоміра.

а) Ллін. -  $L \leq 10$  дБ, інфразвук практично відсутній; б)  $10 \text{ дБ/Ллін.} - L \leq 20$  дБ, інфразвук не виразний; в) Ллін. -  $L > 20$  дБ, виразний інфразвук.

3.3. Параметри ультразвуку, що нормуються

3.3.1. Параметрами ультразвуку, що нормуються, утвореного коливаннями повітряного середовища у робочій зоні, є рівні звукового тиску в дБ у третинооктавних смугах з середньгеометричними частотами 12,5; 16,0; 20,0; 25,0; 31,5; 40,0; 63,0; 80,0; 100,0 кГц.

3.3.2. Параметром ультразвуку, що нормується і передається контактним шляхом, є пікове значення віброшвидкості (м/с) у частотному діапазоні від 0,1 МГц до 10 МГц, або його логарифмічний рівень у дБ, який визначається за формулою:

$$L_v = 20 \lg V/V_0, (3)$$

де:  $V$  – пікове значення віброшвидкості, м/с;

$V_0$  – опорне значення віброшвидкості, що дорівнює  $5 \times 10$  м/с.

Для ультразвуку при контактній передачі допускається застосовувати як параметр, що нормується, інтенсивність у ватах на квадратний сантиметр (Вт/кв. см).

4. Методи вимірювання шуму, інфразвуку та ультразвуку

4.1. Вимірювання шуму проводиться на постійних робочих місцях у приміщеннях, на території підприємств, на промислових спорудах та машинах (в кабінах, на пультах управління і т.п.).

4.1.1. Результати вимірювань повинні характеризувати шумовий вплив за час

робочої зміни (робочого дня).

4.1.2. Встановлюється така тривалість вимірювання непостійного шуму:

- для переривчастого шуму, за час повного робочого циклу з урахуванням сумарної тривалості перерв з рівнем фонового шуму;
- для шуму, що коливається у часі, допускається загальна тривалість вимірювання – 30 хвилин безперервно або вимірювання складається з трьох циклів, по 10 хв. кожний;
- для імпульсного шуму тривалість вимірювання – 30 хвилин.

4.1.3. Вимірювання шуму в октавних смугах або рівня шуму проводиться за допомогою шумоміра, який відповідає діючим вимогам Держстандарту України і має посвідчення про перевірку.

...

## 5. Нормативи виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку

5.1. Допустимі рівні звукового тиску у октавних смугах частот, еквівалентні рівні звуку на робочих місцях наведені у таблиці 2.

Таблиця 2.

N п/п	Вид трудової діяльності, робоче місце	Рівні звукового тиску в дБ в октавних смугах з середньгеометричними частотами, Гц										Рівні шуму та еквівалентні рівні шуму, ДБА, дБАекв.
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Підприємства, установи, організації												
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, розраховувачів, програмістів обчислювальних машин у лабораторіях для теоретичних робіт та обробки даних, прийому хворих у медпунктах	86	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	93	79	70	63	58	55	52	50	49	60
----	--	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Примітка 1. Таблиця 2 наведена у скороченому вигляді.

5.2. Допустимі рівні звукового тиску в октавних смугах частот, рівні шуму та еквівалентні рівні шуму на робочих місцях для тонального та імпульсного шуму слід приймати на 5 дБ менше за значення, що вказані у таблиці 2.

5.3. Для шуму, утворюваного у приміщенні установками кондиціонування повітря, вентиляції та повітряного опалення, допустимі рівні звукового тиску в октавних смугах частот, рівні шуму та еквівалентні рівні звукового тиску на робочих місцях встановлюються на 5 дБ менше ніж фактичні рівні шуму у приміщенні, якщо останні не перевищують значень таблиці 2. Поправка для тонального та імпульсного шуму, при цьому, не враховується.

5.4. Максимальний рівень шуму, що коливається в часі та переривається, не повинен перевищувати 110 дБА. Максимальний рівень для імпульсного шуму не повинен перевищувати 125 дБА.

5.5. При розробці відомчих нормативів допустимі рівні шуму для окремих видів трудової діяльності повинні встановлюватися з урахуванням важкості та напруженості праці згідно з таблицею 3.

Таблиця 3.

Класи, умови та характер праці	Допустима важкість	Шкідлива та небезпечна важкість праці		
		1 ступінь	2 ступінь	3 ступінь
	Рівень шуму, дБА			
Допустима напруженість	80	до 80	75	до 75
Шкідливість та небезпечність напруженості				
1 ступінь	70	до 70	65	до 65
2 ступінь	60	до 60	–	–
3 ступінь	50	до 50	–	–

5.6. Допустимий рівень ультразвукового тиску в третинооктавних смугах з середньгеометричними частотами 12,5; 16; 25; 31,5 – 100 та вище кГц на робочих

місцях від ультразвукових установок наведено у таблиці 4.

Таблиця 4.

Середньгеометричні частоти третинооктавних смуг, кГц	12,5	16	20	25	31,5 –
Допустимі рівні тиску, дБ	80	90	100	105	110

Допустимий рівень ультразвукових тисків в октавних смугах з середньгеометричними частотами 16; 31,5; 63 та вище кГц наведено у таблиці 5.

Таблиця 5.

Середньгеометричні частота октавних смуг, кГц	16	31,5	63 та вище
Допустимі рівні тиску, дБ	88	106	110

5.7. Максимальна величина ультразвуку у зонах, призначених для контакту рук оператора з робочими органами приладів та устаткування, протягом 8-годинного робочого дня не повинна перевищувати значень, вказаних у таблиці 6.

Таблиця 6

Параметр, що нормується	Допустима величина
Віброшвидкість	1,6 x 10 в ступ. – 2 м/с
Логарифмічний рівень віброшвидкості	110 дБ
Інтенсивність	0,1 Вт/см

5.8. Характеристиками інфразвуку на робочих місцях, що нормуються, є рівні звукового тиску в октавних смугах частот з середньгеометричними частотами: 2; 4; 8; 16 Гц в дБ. Допустимі рівні наведені у таблиці 7.

Допустимі рівні звукового тиску у дБ в октавних смугах з середньгеометричними частотами, Гц				Загальний рівень звукового тиску, дБлін.
2	4	8	16	–
105	105	105	105	110

...

#### Додаток А

Визначення середнього рівня шуму або октавних рівнів звукового тиску. Середній рівень шуму  $L_{Aсер. дБА}$  та середні октавні рівні звукового тиску  $L_{сер. дБ}$  обчислюють за допомогою таблиці А.1.

Таблиця А.1.

Різниця двох рівнів, що додаються, дБА чи дБ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20
--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----

Додаток до більш високого рівня, дБ	3,0	2,5	2,0	1,8	1,5	1,2	1,0	0,8	0,6	0,5	0,4	0,2	0
-------------------------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	---

Додавання рівнів за таблицею проводять у такому порядку:

- 1) обчислюють різницю рівнів, що додаються;
- 2) визначають додаток до більш високого рівня відповідно до таблиці;
- 3) додають додаток до більш високого рівня;
- 4) аналогічні дії проводять з одержаною сумою та третім рівнем і т. д.

Від одержаної суми «n» віднімають  $10 \lg n$ , одержуючи середній рівень. Якщо різниця між найбільшим та найменшим вимірними рівнями не перевищує 5 дБ, то середнє значення  $L_{\text{Асер. Lсер.}}$  дорівнює середньому арифметичному значенню всіх вимірних рівнів.

Додаток Б

Обчислення еквівалентного рівня шуму, дБА (рівня звукового тиску, дБ) проводиться у такій послідовності.

1. Визначають поправки  $L_{\text{Ai}}$ , дБА,  $L_i$ , дБ до значень вимірних рівнів шуму  $L_{\text{Ai}}$ , або октавних рівнів звукового тиску  $L_i$  в залежності від тривалості ступенів шуму відповідно до таблиці Б.1.

Таблиця Б.1.

Тривалість ступенів переривчастого шуму, хв./	48	42	36	30	24	15	12	6	30	15	6
/ % за зміну	0	0	0	0	0	0	0	0	6	3	1
Поправка, ЛдБА, ЛдБ	0	0,6	1,2	2,0	3,0	4,2	6,0	9,0	12,0	15,1	19,1

2. Обчислюють різницю  $L_{\text{Ai}} - L_{\text{Ai}}$ ,  $L_i - L_i$  для кожного ступеню шуму.

3. Додають енергетично одержані рівні шуму кожного ступеня за таблицею Д.1.1. Ця сума і є еквівалентним рівнем переривчастого шуму.

Приклад розрахунку еквівалентного рівня переривчастого шуму: Умова:  $L_{1A} = 110$  дБА протягом 30 хв.

$L_{2A} = 98$  дБА протягом 130 хв.

$L_{3A} = 75$  дБА протягом 320 хв.

За таблицею Б.1 визначаємо  $L_A$  для кожного найближчого значення рівня.

$L_{1A} = 12,0$  дБА

$L_{2A} = 6,0$  дБА

$L_{3A} = 2,0$  дБА

Визначаємо величини  $L_{\text{Ai}} - L_{\text{Ai}}$  для кожного рівня.

$110$  дБА -  $12,0$  дБА =  $98,0$  дБА

$98$  дБА -  $6,0$  дБА =  $92,0$  дБА

$$75 \text{ дБА} - 2,0 \text{ дБА} = 73,0 \text{ дБА}$$

Визначаємо енергетичну суму рівнів за таблицею А.1.

$$98 \text{ дБА} - 92,0 \text{ дБА} = 6,0 \text{ дБА}$$

За різниці рівнів 6,0 дБА додаток LA = 1 дБА, яку додаємо до більшого рівня:

$$98,0 \text{ дБА} + 1 \text{ дБА} = 99,0 \text{ дБА}$$

Визначаємо різницю між сумою двох перших рівнів та третім рівнем:  $99,0 \text{ дБА} - 73,0 \text{ дБА} = 26,0 \text{ дБА}$

За різниці рівнів 26,0 дБА додаток LA = 0, який додаємо до більшого рівня:

$$99,0 \text{ дБА} + 0 = 99,0 \text{ дБА}$$

Еквівалентний рівень – 99 дБА.

...

Додаток Г

Методи розрахунку доз шуму. З фізичного погляду, еквівалентний рівень і доза є аналогами, а їхній взаємний перерахунок можливий. Однак у фізіолого-гігієнічному аспекті ці два параметри відрізняються принципово: еквівалентний рівень визначається за логарифмічною шкалою в децибелах від порога сприйняття, а доза – у частках від допустимої дози, яка є порогом шкідливого впливу та оцінюється в лінійних величинах. Еквівалентний рівень відображає середнє значення рівня шуму за зміну, а доза характеризує сумарну енергію шуму за зміну.

За гігієнічної оцінки за допомогою дози одержане фактичне значення порівнюємо з допустимим, а результат виражаємо у її кратності. Для логарифмічних рівнів фактичне їхнє значення порівнюємо з допустимим, а одержану різницю за таблицею Г.1. переводимо в рази.

Таблиця Г.1.

Різниця рівнів, дБ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20
Відношення доз, раз	1	1,3	1,6	2	2,5	3,2	4	5	6,3	8	10	32	100

Якщо числового значення отриманої різниці рівнів у таблиці немає, то в стрічці «Різниця рівнів» знаходимо значення, які в сумі відповідають отриманій різниці. Відповідно, на стрічці «Відношення доз» знаходимо значення доз і їх перемножуємо.

Приклад:

Отримана різниця рівнів 12 дБА. 12 дБА можна отримати додаванням  $10 + 2$ ;  $9 + 3$  тощо. У стрічці «Різниця рівнів» знаходимо: 10 дБА відповідає дозам 10; 2 дБА – 1,6; 9 дБА – 8; 3 дБА – 2.

Отримані дози перемножуємо:  $10 \times 1,6 = 16$ ;  $8 \times 2 = 16 \dots$

**Завдання** На робоче місце, що досліджується, водночас надходить шум від чотирьох джерел (1, 2, 3, 4). Характеристики джерел та відстані надаються

викладачем. Визначте рівень звукового тиску на робочому місці від окремих джерел, виконавши всі необхідні розрахунки за формулами:

$$L_{r1} = L_1 - 10 \lg (0,5\pi r_1^2); L_{r2} = L_2 - 10 \lg (2\pi r_2^2); L_{r3,4} = L_{3,4} - 10 \lg (\pi r_{3,4}^2),$$

де  $r_i$  – відстань від джерела шуму до працівника згідно плану приміщення (рис.1);

$L_i$  – рівень потужності окремого джерела шуму.

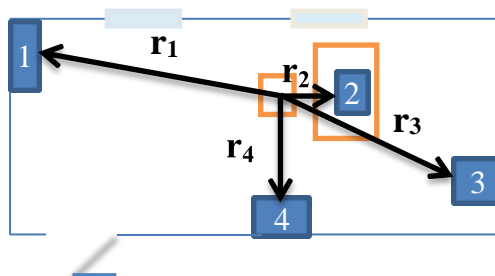


Рис.6.1. План приміщення, де 1 – джерело шуму, розташоване у тригранному куті, 2 – джерело шуму, розташоване на поверхні, 3 і 4 – джерела шуму, розташовані у двогранному куті;  $r_1, r_2, r_3, r_4$  – відстані до джерел шуму відповідно.

Зниження рівня пов'язано не лише з віддаленістю його від джерела. Впливають й інші фактори, які викликані, наприклад, поглинанням звуку поверхнею підлоги, перепонами тощо. Однак вплив таких факторів важко врахувати в метричній формі. Наведені вище рівні враховують лише геометричний складник – відстань від джерела шуму. За реального встановлювання обладнання в приміщенні чи біля відбивних поверхонь доводиться вводити відповідні коефіцієнти, що враховують акустичні характеристики приміщення та відбивання звуку від стін приміщення. Це призводить до того, що рівень звукового тиску встановленого обладнання буде значно вище значень, що заміряні в лабораторних умовах і наведені в каталогах на обладнання. Наприклад, зниження тиску може складати всього 3–4 дБ.

Визначте сумарний рівень звукової потужності всіх груп джерел шуму для розрахункової точки двома способами:

- за допомогою формули  $L_{\text{сум}} = 10 \lg (10^{0,1Lr1} + 10^{0,1Lr2} + 10^{0,1Lr3} + 10^{0,1Lr4})$ ;
- за допомогою номограми для розрахунку суми рівнів інтенсивності звуку (див. нижче) через попарно-последовне додавання до найбільшого рівня звукового тиску поправок відповідно до різниць рівнів від найбільшого  $L_6$  до найменшого  $L_m$ . Для цього спочатку визначають два найбільших числа з отриманих в п.1 рівнів звукового тиску, що й становлять першу пару. Від більшого числа віднімають менше та, відповідно, до отриманої різниці визначають за номограмою  $\Delta L_1$ , яку додають до більшого з першої пари числа. Отримане значення та третє за потужністю значення звукового тиску становлять другу пару. Знайшовши між другою парою різницю, визначаємо  $\Delta L_2$ , яку додають до більшого в другій парі значення. Далі так само з останнім джерелом. Отримане значення й буде шуканою сумою.



Наприклад: дано такі рівні: 65дБА,75дБА, 77дБА,70дБА.

$77 \text{ дБА} - 75 \text{ дБА} = 2 \text{ дБА}$ . За номограмою різниці 2 дБА відповідає  $\Delta L_1 = 2 \text{ дБА}$ ,  
 $77 \text{ дБА} + 2 \text{ дБА} = 79 \text{ дБА}$ .

$79 \text{ дБА} - 70 \text{ дБА} = 9 \text{ дБА}$ , відповідно  $\Delta L_2 = 0,5 \text{ дБА}$ .

$79 \text{ дБА} + 0,5 \text{ дБА} = 79,5 \text{ дБА}$ .

$79,5 \text{ дБА} - 65 \text{ дБА} = 14,5 \text{ дБА}$ .  $\Delta L_3 \approx 0,2 \text{ дБА}$

$79,5 + 0,2 = 79,7$ . Тобто сума заданих рівнів шуму дорівнює приблизно 79,7 дБА

Номограма для розрахунку суми рівня інтенсивності звуку (звукового тиску)

$L_6 - L_m$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20
$\Delta L_{1,2,3}$	3,0	2,5	2,0	1,8	1,5	1,2	1,0	0,8	0,6	0,5	0,4	0,2	0

Значення, що були розраховані обома способами, повинні бути практично рівними. Розрахунки та результати записати у протокол (додаток 5).

## 7. ОСОБЛИВОСТІ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ ПІД ЧАС ВИНИКНЕННЯ ВИБУХІВ І ПОЖЕЖ

**Мета:** надати студентам практичні знання щодо розв'язання типових задач із прогнозування ситуації, що може статися на промисловому об'єкті внаслідок вибуху; визначити заходи, спрямовані на недопущення чи зменшення завданої шкоди й ураження людей.

**Цілі:** набуття студентом знань й умінь для здійснення професійної діяльності за спеціальністю з обов'язковим дотриманням вимог безпеки та стандартів із охорони праці; використанням останніх досягнень науково-технічного прогресу та міжнародного досвіду безпеки, збереження життя, здоров'я та працездатності.

**Номери варіантів** вихідних даних студенти отримують від викладача після роз'яснення методики виконання роботи. Кожен студент працює самостійно, виконуючи потрібні розрахунки. За результатами дослідження студенти формулюють висновки, пропонують рекомендації для зменшення руйнувань елементів виробництва та захисту людей.

**Завдання.** На відстані  $L$  від виробничого цеху розташований об'єкт, на якому зберігається  $Q$  т вибухонебезпечної речовини. Під час аварії з вибухом виробничий цех може потрапити в осередок ураження. Оцінити можливі наслідки впливу вибуху на виробничий цех:

1. Визначити ступінь руйнувань елементів цеху.

2. Оцінити можливі ураження людей, що знаходяться в цеху та поза будівлею.
3. Оцінити очікувану пожежну ситуацію.
4. Визначити безпечну кількість вибухонебезпечної речовини для уникнення людських втрат, а також будь-яких руйнувань будівлі.
5. Сформулювати висновки та рекомендації за результатами дослідження.

### Хід виконання

#### 1. Визначення ступенів руйнувань елементів цеху

Ступінь руйнувань будівлі, споруди чи обладнання залежить від їхньої міцності та величини надмірного тиску ( $\Delta P_{\phi}$ ) ударної хвилі. Величина надмірного тиску залежить від типу та кількості вибухової речовини, відстані від центру вибуху (ЦВ) до досліджуваного об'єкта.

Методика розрахунку величини надмірного тиску відрізняється для умов вибуху газоповітряної суміші й умов вибуху вибухової речовини. Під час вибуху газоповітряної суміші вуглеводневих продуктів величина надмірного тиску залежить від того, в яку фізичну зону вибуху потрапить об'єкт. Таких зон утворюється три (рис. 7.1).

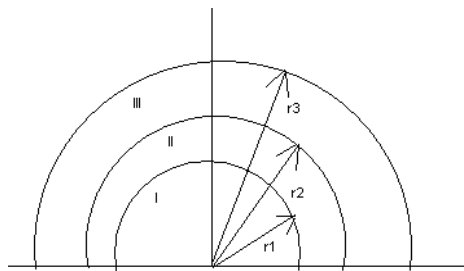


Рис. 7.1. Фізичні зони вибуху

*Зона I – детонаційної хвилі* (перебуває в районі ЦВ, у межах хмари речовини вибуху) має радіус

$$r_1 = 17,5 \cdot \sqrt[3]{Q}, \quad (7.1)$$

де  $Q$  – кількість вуглеводневого продукту, т.

У межах цієї зони надмірний тиск  $\Delta P_{\phi} = 1700$  кПа.

*Зона II – дії продуктів вибуху* (охоплює територію, де розлетілись продукти газоповітряної суміші внаслідок її детонації) має радіус

$$r_2 = 1,7 \cdot r_1. \quad (7.2)$$

Надмірний тиск у межах цієї зони розраховується за формулою

$$\Delta P_{II} = 1300 \left( r_1 / R_0 \right)^3 + 50, \quad (7.3)$$

де  $R_0$  – відстань від ЦВ до об'єкта в межах зони II (тобто за  $L \leq r_2$   $R_0 = L$ ).

*Зона III – дії повітряної ударної хвилі.* Надмірний тиск у межах цієї зони

можна визначити за формулою

$$\Delta P_{\phi} = \frac{262}{\sqrt{1 + 7,66 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{L^3}{Q} - 1}}, \text{кПа}, \quad (7.4)$$

де  $L$  – відстань до центру вибуху, м;  $Q$  – кількість вибухової речовини, т. Або менш точно можна визначити за допомогою графіків (рис. 2). Після визначення величини надмірного тиску ударної хвилі, що очікується в районі цеху, оцінюють ступені руйнувань елементів цеху (будівлі, обладнання, енергетичних мереж). У додатку А наведено перелік елементів цеху та за яких значень надмірного тиску вони отримують слабкі, середні, сильні чи повні руйнування.

#### **Приклад.**

Умова. Визначити можливий ступінь руйнування будівлі цеху зі збірного залізобетону, що знаходиться на відстані 800 м від сховища, де зберігаються 300 т зрідженого пропану.

Розв'язання.

1.1. Зона I: визначимо радіус детонаційної хвилі  $r_1 = 117\text{м} < 800\text{м}$ .

1.2. Зона II: визначимо радіус дії продуктів вибуху  $r_2 = 199\text{м} < 800\text{м}$ .

1.3. Зона III. За формулою знаходимо величину надмірного тиску ударної хвилі на відстані  $L = 800$  м від центру вибуху 300 т пропану. Це буде 25,01 кПа.

1.4. З додатку А визначаємо, що будівля зі збірного залізобетону від ударної хвилі з надмірним тиском 25 кПа отримає середні руйнування.

Висновок. Із розрахунків визначили, що об'єкт потрапив під вплив дії повітряної ударної хвилі. Під час аварії будівля цеху може отримати середні руйнування. З додатку Б визначаємо, що це руйнування даху, внутрішніх перегородок, вибиті двері та вікна, у капітальних стінах можливі тріщини.

Аналогічно визначають ступені руйнування інших елементів цеху.

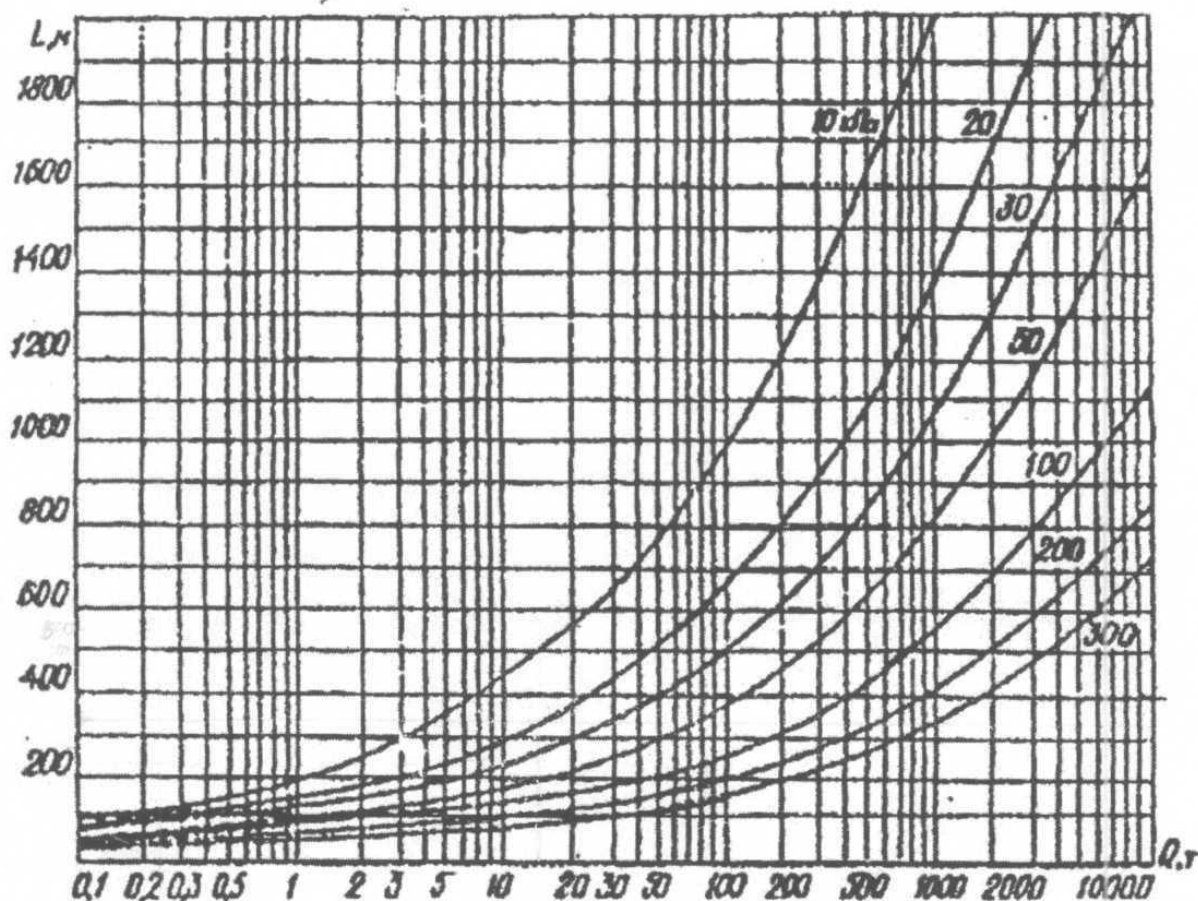


Рис. 2. Графіки надмірного тиску залежно від маси пропану та відстані до центру вибуху

## 2. Оцінювання можливих уражень людей

Ударна хвиля вибуху уражає людей прямою та непрямою діями. Пряма дія відбувається безпосередньо надмірним тиском ударної хвилі та може призвести до травм (табл. 7.1).

Таблиця 7.1.

Ступінь ураження людей залежно від надмірного тиску

№ п/п	$\Delta P_{\phi}$ , кПа	Ступінь травм	Характер уражень
1	20...40	Легкі	Легка контузія організму, часткова втрата слуху, вивихи кінцівок.
2	40...60	Середні	Середня контузія, ураження органів слуху, кровотеча з носа та вух, переломи кінцівок.
3	60...100	Важкі	Сильна контузія ураження внутрішніх органів і мозку, важкі переломи кісток.
4	> 100	Надважкі	Від отриманих травм більшість людей гине.

Непряма дія ударної хвилі характеризується ураженням людей уламками зруйнованих будівель і споруд, розбитим склом й іншими предметами.

Можливі ураження людей, які знаходяться в будівлях, визначаються залежно

від ступеню руйнування будівлі, виходячи з того, що:

- за повних руйнувань будівель усі люди гинуть;
- за сильних і середніх руйнувань може вижити 50 % (більша частина буде уражена прямою дією ударної хвилі та додатково непрямою дією – уламками зруйнованих будівель і споруд), а також опинитись під завалами;
- за слабких руйнувань будівель загибель людей малоімовірна, але частина з них може отримати травми різного ступеню ураження від непрямої дії ударної хвилі.

Приклад.

Умова. Визначити можливі ушкодження людей, які працюють у цеху зі збірного залізобетону, якщо під час вибуху величина надмірного тиску ударної хвилі в районі цеху 25 кПа.

Розв'язання. Оцінюємо ступінь ураження людей у будівлі цеху від надмірного тиску ударної хвилі, що проникає в приміщення крізь вибиті вікна та двері. З табл. 1 визначаємо, що за  $\Delta P_{\phi} = 25$  кПа люди можуть отримати легкі травми за прямої дії вибухової хвилі. До того ж зруйнована будівля спричинить непряму дію ударної хвилі на людей.

*Висновок.* Унаслідок прямої дії вибуху...

### 3. Оцінювання очікуваної пожежної ситуації

Оцінювання пожежної ситуації передбачає визначення характеру пожеж, що можуть виникнути на об'єкті. Ймовірність виникнення та розповсюдження пожежі на промисловому об'єкті залежить від чинників:

- а) ступеня руйнувань будівель і споруд під час вибуху;
- б) категорії пожежної небезпеки виробництва (табл. 7.4);
- в) ступеня вогнестійкості будівель і споруд (Додаток 6);
- г) щільності забудови об'єкта (Щ).

$$Щ = \frac{S_{ЗАБ}}{S_{ТЕР}} \cdot 100\%, \quad (5)$$

де  $S_{ТЕР}$  – площа території об'єкта;  $S_{ЗАБ}$  – забудована площа території об'єкта.

Залежно від зазначених чинників на об'єкті можуть виникати окремі чи суцільні пожежі. Окрема пожежа виникає в окремій споруді й на інші, як правило, не перекидається. Суцільна пожежа характеризується тим, що упродовж 1–2 год вогонь охоплює до 90 % усіх будівель і споруд об'єкта.

Можливі пожежні умови на об'єкті після вибуху оцінюються за допомогою таблиці 7.2.

Таблиця 7.2.

Оцінка можливих пожежних умов на об'єкті після вибуху

№	Характер забудови та	Ступінь		Очікувана ситуація
---	----------------------	---------	--	--------------------

п/п	категорія пожежної небезпеки	вогнестійкість будівель	$\Delta P_{\phi}$ , кПа	Упродовж перших 30 хв.	Через 1-2 год після вибуху
1	Міська забудова чи виробництво В, Г, Д категорій пожежної небезпеки	IV, V	0...20	Окремі пожежі	Суцільні пожежі за $\Sigma \geq 20\%$
			>20	Окремі пожежі	Суцільні пожежі за $\Sigma \geq 10\%$
		III	20...50	Окремі пожежі	Суцільні пожежі за $\Sigma \geq 20\%$
		I, II	20...50	Окремі пожежі	Суцільні пожежі за $\Sigma \geq 30\%$
2	Виробництво А і Б категорій пожежної небезпеки	–	10...50	Окремі пожежі, що швидко перетворюються на суцільні та супроводжуються вибухами виробничого устаткування	

### Приклад.

*Умова.* Оцінити можливі пожежні умови після вибуху, якщо в районі розташування цеху очікується надмірний тиск ударної хвилі 25 кПа. Виробництво цеху належить до категорії В пожежної небезпеки, будівля цеху – зі збірного залізобетону, границя вогнетривкості тримальних стін – 2 год, тримальних перегородок – 0,25 год. Щільність забудови об'єкта – 23 %.

#### *Розв'язання.*

1. Визначаємо ступінь вогнестійкості будівлі цеху. З додатку 6 визначаємо, що будівля з вогнетривкого матеріалу, за наведеними значеннями вогнетривкості тримальних стін і перегородок має III ступінь вогнестійкості.

2. Оцінюємо очікувану пожежну ситуацію. З табл. 7.2 визначаємо, що для виробництва категорії пожежної небезпеки В, ступеня вогнестійкості будівель – III, за надмірного тиску 25 кПа та щільності забудови понад 20 % можна очікувати в перші 30 хв окремі пожежі з переростанням за 1–2 год у суцільну.

*Висновок.* Після вибуху в районі розташування цеху очікуються...

4. Визначення безпечної кількості вибухонебезпечної речовини для уникнення людських втрат, а також будь-яких руйнувань будівлі

З графіків рис. 2 знаходимо точки перетину з кривою, що відповідає найменшому значенню надлишкового тиску  $\Delta P$ , за яких починається руйнування будівлі.

1. Спочатку знайдемо масу пропану, яку можна зберігати цілком безпечно для

будівлі. Див. на рис. 2 перетин лінії на рівні 800 м із кривою графіка, що відповідає  $\Delta P_{\phi} = 10$  кПа (найменший надмірний тиск, за якого починаються слабкі руйнування конструкцій зі збірного залізобетону), тобто менш як 55 т.

2. Аналогічно для уникнення людських втрат маса пропану має бути менш як 200 т.

Примітка 1. Точніші значення можна отримати, перетворивши відповідно формулу для визначення надлишкового тиску.

## 5. Загальні висновки та рекомендації

Підбиваючи підсумки досліджень, слід показати:

1. Яка величина надмірного тиску ударної хвилі очікується в районі розташування цеху.

2. Які руйнування елементів цеху очікуються.

3. Які ураження працівників можливі.

4. Яка пожежна ситуація може скластися в районі розташування цеху.

Результати занести в звіт (додаток б).

Таблиця 7.3.

Ступінь руйнування елементів об'єкта залежно від надмірного тиску ударної хвилі  $\Delta P_{\phi}$ , кПа

№ п/п	Елементи об'єкта	Ступінь руйнування			
		Слабкі	Середні	Сильні	Повні
1. Виробничі, адміністративні будівлі та споруди					
1.	Масивні промислові споруди	20...30	30...40	40...50	50...70
2.	Споруди з легким металевим каркасом і безкаркасні	10...20	20...30	30...50	50...70
3.	Промислові будівлі з металевим каркасом і бетонним заповненням	10...20	20...30	30...40	40...50
4.	Споруди зі збірного залізобетону	10...20	20...30	–	30...60
5.	Складські цегляні будівлі	10...20	20...30	30...40	40...50
6.	Цегляні малоповерхові будівлі (1–2 поверхи)	8...15	15...25	25...35	35...45
7.	Цегляні багатоповерхові будівлі (понад 3 поверхи включно)	8...12	12...20	20...30	30...40
2. Деякі види обладнання					
1.	Верстати важкі	25...40	40...60	60...70	–
2.	Верстати середні	15...25	25...35	35...45	–
3.	Верстати легкі	6...15	–	15...25	–
4.	Крани та кранове обладнання	20...30	30...50	50...70	70
5.	Контрольно-вимірювальна апаратура	5...10	10...20	20...30	30
3. Комунально-енергетичні мережі та споруди					
1.	Наземні металеві резервуари та ємності	30...40	40...70	70...90	90
2.	Кабельні підземні мережі	200...300	300...600	600...1000	1000
3.	Кабельні наземні мережі	10...30	30...50	50...60	60
4.	Трубопроводи наземні	20	50	130	–

5.	Трубопроводи на металевих або залізобетонних естакадах	20...30	30...40	40...50	–
----	--	---------	---------	---------	---

Таблиця 7.4.

Характеристика руйнувань будівель і обладнання

№ п/п	Ступінь руйнувань	Виробничі та адміністративні будівлі	Промислове обладнання (верстати, конвеєри, генератори тощо)
1	Слабкі	Руйнування заповнень дверних і віконних прорізів, зривання покрівлі даху	Пошкодження окремих елементів обладнання, важелів управління, вимірювальних приладів
2	Середні	Руйнування даху, легких внутрішніх перегородок, у капітальних стінах з'являються тріщини	Пошкодження та деформація основних деталей, електропроводки, приладів, автоматики, тріщини в трубопроводах
3	Сильні	Значна деформація тримальних конструкцій, руйнування більшої частини перекриття та стін	Зміщення з фундаменту та деформація верстатів, тріщини в деталях, розрив кабельних мереж і трубопроводів

Таблиця 7.5.

Категорії пожежної небезпеки виробництв

Категорія	Приклади виробництв
А	Цехи обробки металевого натрію та калію, водневі станції, склади балонів із горючими газами, склади бензину, приміщення стаціонарних кислотних і лужних акумуляторів тощо
Б	Цехи виготовлення вугільного пилу та деревинного борошна, цехи обробки синтетичного каучуку, мазутні господарства електростанцій тощо
В	Деревообробні цехи, цехи текстильної та паперової промисловості, склади паливно-мастильних матеріалів, закриті склади вугілля, приміщення для зберігання автомобілів тощо
Г	Ливарні цехи, кузні, зварювальні цехи, цехи гарячої прокатки металів, цехи термічної обробки металів, головні корпуси електростанцій тощо.
Д	Механічні цехи холодної обробки металів, інструментальні цехи, цехи холодної переробки м'ясо-молочної продукції та водоприймальні пристрої електростанцій тощо

Таблиця 7.6

Ступені вогнестійкості будівель



	Тримальні стіни	Перекриття міжповерхові та на горищі	Перегородки (тримальні)
I	Неспалимі, 3 год	Неспалимі, 1,5 год	Неспалимі, 1 год
II	Неспалимі, 2,5 год	Неспалимі, 1 год	Неспалимі, 0,25 год
III	Неспалимі, 2 год	Важкоспалимі, 0,75 год	Важкоспалимі, 0,25 год
IV	Важкоспалимі, 0,5 год	Важкоспалимі, 0,25 год	Важкоспалимі, 0,25 год
V	Спалимі	Спалимі	Спалимі

За ступенем вогнестійкості будинки та споруди поділяють на п'ять груп:

I і II група – неспалимі (будівлі I групи мають підвищену вогнестійкість тримальних конструкцій); під час загоряння предметів усередині будинку він охоплюється вогнем не раніше, ніж через 3–4 год;

III група – неспалимі будинки зі спалимими перекриттями та перебірками; охоплюються вогнем через 2–3 год;

IV група – дерев'яні, оштукатурені будинки; охоплюються вогнем через 1,5 год;

V група – дерев'яні, неоштукатурені; охоплюються вогнем через 0,5 год.

Примітка 2. Цифрами позначено границю вогнетривкості, що визначається часом від початку впливу вогню на конструкцію до моменту виникнення в ній наскрізних тріщин або досягнення температури 200 °С на її протилежній поверхні.

## 8. ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ ПІД ЧАС ХІМІЧНО-НЕБЕЗПЕЧНИХ АВАРІЙ

**Мета:** надати студентам практичні знання в розв'язанні типових задач із оцінювання хімічної обстановки, формулюванні висновків та визначенні необхідних заходів, спрямованих на недопущення або зменшення заподіяної шкоди та уражень людей в умовах хімічного зараження місцевості.

**Цілі:** набуття студентом знань й умінь для здійснення професійної діяльності за спеціальністю з обов'язковим дотриманням вимог безпеки і стандартів із охорони праці.

**Номери варіантів** вихідних даних студенти отримують від викладача після роз'яснення методики виконання роботи. Кожен студент працює самостійно, виконуючи потрібні. За результатами дослідження студенти формулюють висновки та пропонують необхідні міри захисту.

**Завдання.** На відстані R від виробничого цеху розташовано хімічно небезпечний об'єкт. Під час можливої аварії на ХНО з витоком сильнодіючих отруйних речовин (СДОР) і вітром у бік виробничого цеху він може потрапити в осередок ураження. Оцінити хімічну обстановку, яка може скластися в районі

виробничого цеху під час аварії на ХНО.

1. Ознайомитися з вихідними даними за своїм варіантом;
2. Розрахувати глибину, ширину і площу ЗХЗ (зони хімічного зараження);
3. Розрахувати час підходу хмари зараженого повітря до цеху;
4. Визначити тривалість зараження цеху;
5. Визначити можливі втрати серед робітників цеху; оцінити можливі наслідки впливу вибуху на виробничий цех;
6. Зробити висновки та подати звіт із розрахунками, висновками та пропозиціями за формою, наведеною в додатку 2.3.

**Увага!** Під оцінкою хімічної обстановки розуміють рішення задач із різних варіантів дії людей на зараженій місцевості, аналіз отриманих результатів та вибір найбільш доцільного варіанту дій, за умов якого хімічне ураження людей буде мінімальним.

#### **Хід виконання.**

##### 1. Визначення розмірів і площі ЗХЗ

ЗХЗ, яка утворюється на місцевості, може бути прогнозована у вигляді рівнобедреного трикутника (рис. 1) з глибиною ( $G$ ), шириною ( $Ш$ ) та площею ( $S$ ).

Розміри ЗХЗ залежать від багатьох факторів, зокрема:

а) типу та кількості НХР (небезпечної хімічної речовини), що може вилитися під час аварії;

б) умов збереження НХР (ємність із НХР може знаходитися на поверхні землі, не маючи захисного валу чи піддона – тобто не обвалована ємність; натомість ємність, що має піддон або захисний вал, буде обвалованою);

в) ступеня вертикальної стійкості повітря (за умов інверсії, коли знизу холодне повітря, а зверху – тепле, перемішування повітря у вертикальній площині мінімальне; ізотермія – температура за висотою майже не змінюється; конвекція – знизу тепле повітря, зверху холодне, перемішування повітря у вертикальній площині максимальне);

г) швидкості вітру;

д) характеру місцевості на шляху руху хмари зараженого повітря (закрита місцевість за наявності пагорбів, високого лісу, високих будинків; відкрита місцевість – за відсутності перешкод).

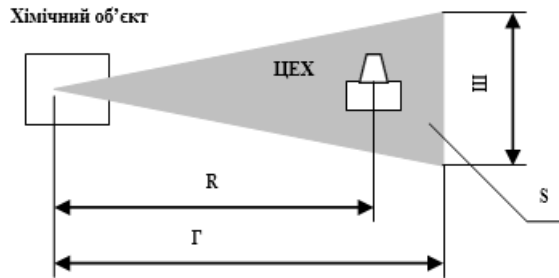


Рис 1. Прогнозована зона хімічного зараження

Визначення глибини ЗХЗ пропонується табличним методом (таблиця 8.6) з використанням поправочних коефіцієнтів:

$$Г = Г_{табл} \cdot \frac{K_B}{K_{обв} \cdot K_{місц}},$$

де  $Г_{табл}$  – глибина ЗХЗ (з дод.1);

$K_{обв}$  – коефіцієнт, що враховує наявність обвалування в ємності з НХР ( $K_{обв} = 1,5$  для обвалованій ємності і  $K_{обв} = 1$  для не обвалованої);

$K_{місц}$  – коефіцієнт, що враховує характер місцевості (для відкритої –  $K_{місц} = 1$ , для закритої –  $K_{місц} = 3,5$ );

$K_B$  – коефіцієнт, що враховує швидкість вітру (табл.8.1).

Табл.8.1

Поправочний коефіцієнт на швидкість вітру

Швидкість вітру		1	2	3	4
Поправочний коефіцієнт ( $K_B$ )	інверсія	1	0,6	0,45	0,38
	ізотермія	1	0,71	0,55	0,5
	конвекція	1	0,7	0,62	0,55

Ширина ЗХЗ залежить від глибини зони та ступеня вертикальної стійкості повітря:  $Ш = 0,2 \cdot Г$  – за інверсії;  $Ш = 0,35 \cdot Г$  – за ізотермії;  $Ш = 0,6 \cdot Г$  – за конвекції.

Площа ЗХЗ у вигляді рівнобедреного трикутника дорівнює  $S = 0,5 \cdot Г \cdot Ш$ .

## 2. Розрахунок часу підходу хмари зараженого повітря до цеху

Час підходу хмари зараженого повітря до відповідного об'єкта залежить від відстані ( $R$ ) між об'єктом та місцем аварії, а також від швидкості переміщення ( $W$ ) хмари.

$$t_{підх} = \frac{R}{W}$$

Середня швидкість переміщення переднього фронту хмари залежить від швидкості приземного вітру та ступеня вертикальної стійкості повітря (табл. 8.2).

Табл.8.2

Середня швидкість переміщення переднього фронту хмари зараженого повітря, км/год

Швидкість вітру, м/с	1	2	3	4
Інверсія	5	10	16	21
Ізотермія	6	12	18	24
Конвекція	7	14	21	28

### 3. Визначення тривалості зараження цеху

Тривалість зараження цеху, або час уражальної дії ( $t_{ур}$ ) НХР, визначається тривалістю випаровування ( $t_{вип}$ ) розливої НХР:

$$t_{ур} = t_{вип} = \frac{G}{C_{вип}},$$

де  $G$  – маса розливої НХР;

$C_{вип}$  – швидкість випаровування.

Пропонується спрощений (табличний) метод розрахунку часу дії ураження НХР:

$$t_{ур} = t_{ур.табл.} \cdot K_{шв}$$

де  $t_{ур.табл.}$  – табличне значення величини (табл.8.3);

$K_{шв}$  – поправочний коефіцієнт, що враховує швидкість вітру (табл. 8.4).

Табл.8.3

Час уражальної дії НХР (в годинах) для швидкості вітру 1 м/с

НХР	Наявність обвалування в ємності	
	Не обвалована	Обвалована
Хлор	1,3	22
Фосген	1,4	23
Аміак	1,2	20
Сірчистий ангідрид	1,3	20

Якщо швидкість вітру не дорівнює 1 м/с, то отриманий із табл.3 результат треба помножити на поправочний коефіцієнт (табл.8.4).

Табл.8.4

Поправочний коефіцієнт, що враховує швидкість вітру

Швидкість вітру, м/с	1	2	3	4
Поправочний коефіцієнт	1	0,7	0,54	0,43

### 4. Визначення можливих утрат серед робітників цеху

Утрати серед людей залежать від ступеня їхнього захисту та своєчасного використання протигазів. Під час зараження цеху люди можуть знаходитись у

сховищах (якщо вони є), в приміщеннях будинків, де вони працюють, або на відкритій місцевості. Будинки мають відповідні захисні властивості, тому втрати серед людей, які там знаходяться, будуть меншими. Протигази значно підвищують захист людей, але не дають повної гарантії їхньої безпеки. Так, протигази неправильно підбраного розміру, старі (що втратили свої захисні властивості) знижують імовірність захисту людей від ураження.

Можливі втрати людей (%) визначаються з табл.8.5.

Табл.8.5

Можливі утрати людей в осередку хімічного ураження, %

Умови перебування людей	Забезпеченість протигазами									
	0	20	30	40	50	60	70	80	90	100
В будівлях	50	40	35	30	27	22	18	14	9	4
Поза будівлями (на відкритій місцевості)	90...100	75	65	58	50	40	35	25	18	10

## 5. Висновки

а) Чи потрапляє цех у ЗХЗ (визначається порівнянням розрахункової глибини ЗХЗ і заданої відстані від цеху до місця аварії і за умови  $G \geq R$  – потрапляє, якщо  $G < R$  – не потрапляє);

б) Доцільний спосіб захисту робітників цеху (евакуація або укриття в сховищі – визначається шляхом розрахунків);

в) Які заходи доцільно вжити до виникнення аварії (розробити план евакуації, підтримувати сховище у готовності до укриття людей; забезпечити всіх робітників протигазами).

Примітка. Доцільний спосіб захисту людей обирається з таких міркувань: використання протигазів є обов'язковим для всіх із моменту оповіщення про небезпеку і доти, доки люди не вийдуть у безпечний район або не укриються в сховищі.

Евакуація в безпечний район є найкращим способом захисту від хімічної небезпеки. Евакуюють людей переважно в бік, перпендикулярний напрямку вітру. Щоб вийти з ЗХЗ вважається достатнім час:

$$t_{рух} = \frac{Ш}{V_{рух}},$$

де Ш – ширина ЗХЗ (м);

$V_{рух}$  – швидкість руху людей (середня швидкість людей прискореним кроком – 80 м/хв).

Люди можуть встигнути евакуюватися, якщо час підходу зараженої хмари

$$t_{\text{підх}} > t_{\text{рух}} + t_{\text{оп}},$$

де  $t_{\text{оп}}$  – час, потрібний для оповіщення людей.

Для умов цієї роботи для всіх варіантів беремо  $t_{\text{оп}} = 2$  хв. Тоді умовою для евакуації людей буде:  $t_{\text{підх}} \geq t_{\text{рух}} + 2 \text{ хв}$ .

Якщо люди не встигають евакуюватися (тобто  $t_{\text{підх}} < t_{\text{рух}} + 2 \text{ хв}$ ), то доцільним вважається укриття людей в сховищі.

### Приклади та рішення

Оцінити хімічну обстановку в районі виробничого цеху, яка може скластися після аварії на ХНО та унаслідок вітру в бік цеху. Відстань від цеху до хімічного об'єкта – 2,5 км. Тип і маса НХР – фосген, 5 тонн. Ємність з НХР обвалована. Ступінь вертикальної стійкості повітря – інверсія. Швидкість приземного вітру – 2 м/с. Характер місцевості між цехом і ХНО – відкрита. Забезпеченість робітників протигазами – 80 %.

### РОЗВ'ЯЗАННЯ

1. Визначаємо розміри ЗХЗ.

Глибина ЗХЗ розраховується за формулою:

$$Г = Г_{\text{табл}} \cdot \frac{K_{\text{в}}}{K_{\text{обв}} \cdot K_{\text{місц}}}$$

З Додатку 1 знаходимо глибину ЗХЗ ( $Г_{\text{табл}}$ ):  $Г_{\text{табл}} = 23$

Для обвалованої ємності  $K_{\text{обв}} = 1,5$ ; для закритої місцевості  $K_{\text{місц}} = 3,5$ ; для швидкості вітру – 2 м/с за інверсії  $K_{\text{в}} = 0,6$ .

В результаті отримуємо:

$$Г = 23 \cdot \frac{0,6}{1,5 \cdot 3,5} = 2,6 \text{ км}$$

Ширина ЗХЗ для інверсії:  $Ш = 0,2 \cdot Г = 0,2 \cdot 2,6 = 0,52 \text{ км}$

Площа ЗХЗ:  $S = 0,5 \cdot Г \cdot Ш = 0,5 \cdot 2,6 \cdot 0,52 = 0,68 \text{ км}^2$

Попередній висновок. Якщо глибина ЗХЗ – 2,6 км, а відстань до НХО – 2,5 км, то цех потрапляє в ЗХЗ.

2. Визначаємо час підходу хмари зараженого повітря до цеху. Час підходу зараженої хмари до цеху розраховуємо за формулою:

$$t_{\text{підх}} = \frac{R}{W}.$$

Величину середньої швидкості руху переднього фронту хмари для заданих вихідних даних знаходимо з табл.2.

$$W = 10 \text{ км/год}$$

Тоді за умови  $R = 2,5$  км:

$$t_{\text{підх}} = \frac{2,5}{10} = 0,25 \text{ год} = 15 \text{ хв}$$

Висновок. За 15 хвилин після розливу почнеться зараження території цеху.

3. Визначаємо тривалість зараження цеху (час уражальної дії НХР). Оскільки

$$t_{ур} = t_{ур.табл.} \cdot K_{шв},$$

а з табл. 3 знаходимо, що для фосгену в обвалованій ємності  $t_{ур.табл.} = 23$  год;  
для швидкості вітру 2 м/с з табл.8.4 знаходимо  $K_{шв} = 0,7$ , то

$$t_{ур} = 23 \cdot 0,7 = 16,1 \text{ год.}$$

**Висновок.** Тривалість зараження території розташування цеху очікується протягом 16,1 год.

4. Визнаємо можливі втрати людей, які працюють у цеху.

Для наведених вихідних даних із табл.8.5 знаходимо, що можливе ураження:

14 % людей із тих, хто працює в будівлі;

25 % людей із тих, хто працює (знаходиться) поза будівлею на відкритій місцевості.

### ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Визначено, що  $G > R$  (отже, цех потрапляє в ЗХЗ).

2. Час руху людей із ЗХЗ:

$$t_{рух} = \frac{Ш}{V_{рух}} = \frac{520}{80} = 6,5 \text{ хв.}$$

Враховуючи, що  $t_{підх} = 15$  хв,  $t_{підх} > t_{рух} + 2 \text{ хв} = 6,5 + 2 = 8,5 \text{ хв.}$

Доцільним способом захисту людей є евакуація їх у безпечний район.

3. Проведення евакуаційних заходів у разі загрози або під час НС дозволяє надійно захистити велику кількість населення. Недоліками цього способу захисту є значна кількість часу (від декількох годин до доби) та великі матеріальні та людські витрати.

Для запобігання великих людських і матеріальних втрат у зоні зараження на цьому підприємстві слід скласти план евакуації, забезпечити ... (перелічити основні заходи й засоби захисту в ЗХЗ та дії керівника підприємства)

Таблиця 8.6

Глибина ЗХЗ на відкритій місцевості для не обвалованої ємності та швидкості вітру 1 м/с

Тип НХР	Кількість НХР в ємності, т					
	5	10	25	50	75	100
За інверсії						
Хлор, фосген	23	40	80	> 80		
Аміак	3,5	4,5	6,5	9,5	12	15
Сірчистий ангідрид	4	4,5	7	10	12,5	17,5
За ізотермії						
Хлор, фосген	4,6	7	4,5	16	19	21
Аміак	0,7	0,9	1,3	1,9	2,4	3
Сірчистий ангідрид	0,8	0,9	1,4	2	2,5	3,5
За конвекції						
Хлор, фосген	1	1,4	1,96	2,4	2,85	3,15
Аміак	0,21	0,27	0,39	0,5	0,62	0,66

Сірчистий ангідрид	0,24	0,27	0,42	0,52	0,65	0,77
--------------------	------	------	------	------	------	------

## 9. ОСОБЛИВОСТІ ВПЛИВУ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ РАДІАЦІЇ. ОСНОВНІ ЗАХОДИ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ ПРИ ВИНИКНЕННІ НЕБЕЗПЕЧНИХ СИТУАЦІЙ

**Мета:** закріпити теоретичні знання та отримати практичні навички з оцінки радіаційної обстановки в зонах радіоактивного забруднення при аварії на радіаційно небезпечному об'єкті.

**Цілі:** набуття студентом знань й умінь для здійснення професійної діяльності за спеціальністю з обов'язковим дотриманням вимог безпеки і стандартів із охорони праці.

**Номери варіантів** вихідних даних студенти отримують від викладача після роз'яснення методики виконання роботи. Кожен студент працює самостійно, виконуючи потрібні. За результатами дослідження студенти формулюють висновки та пропонують необхідні міри захисту.

### **Завдання:**

1. Ознайомитися з вихідними даними за своїм варіантом;
2. Визначити за вимірним рівнем радіації рівень радіації за одну годину після аварії,  $P_1$ ;
3. Розрахувати дозу опромінення, отриману під час роботи; визначити допустимий час роботи за визначеною дозою опромінення;
4. Зробити висновки та запланувати заходи безпеки ліквідаторів під час роботи та після її завершення;
5. Подати звіт із розрахунками, висновками та пропозиціями у встановленій формі.

### **Хід виконання роботи.**

1. Методика оцінки радіаційної обстановки

Під час оцінки радіаційної обстановки потрібно розрахувати такі основні задачі:

1. Визначити рівень радіації на 1 годину після аварії, перерахувавши вимірний рівень радіації за допомогою коефіцієнта:

$$P_1 = P_{вим} \cdot K_{твим}, \quad (9.1)$$

де  $P_{вим}$  – вимірний рівень радіації, Р/год;

$K_{твим}$  – коефіцієнт перерахунку рівня радіації на час вимірювання (табл. 9.2).

2. Визначити дозу випромінювання під час роботи в зонах зараження:



$$D = \frac{P_{cp} \cdot t_p}{K_{осл}}, \quad (9.2)$$

де

$$P_{cp} = \frac{P_n + P_k}{2}, \quad (9.3)$$

де  $P_n$  – рівень радіації на час початку роботи;

$P_k$  – рівень радіації на час закінчення роботи;

$t_p$  – тривалість роботи;

$K_{осл}$  – коефіцієнт ослаблення радіації.

$$P_n = \frac{P_1}{K_{тп}}, \quad P_k = \frac{P_1}{K_{тк}}, \quad (9.4)$$

де  $K_{тп}$  та  $K_{тк}$  – коефіцієнти перерахунку (табл. 9.2).

3. Визначити допустимий час роботи документній (встановленій) дозі опромінення. Розраховується відносна величина  $a$ :

$$a = \frac{P_1}{D_{доп} \cdot K_{осл}},$$

де  $P_1$  – рівень радіації на 1 годину після аварії, Р/год;

$D_{доп}$  – допустима доза опромінення, Р;

$K_{осл}$  – коефіцієнт ослаблення радіації.

За величиною « $a$ » та часу початку роботи ( $t_{поч}$ ) визначаємо допустимий час роботи в зоні РЗ (рис. 9.1, 9.2).

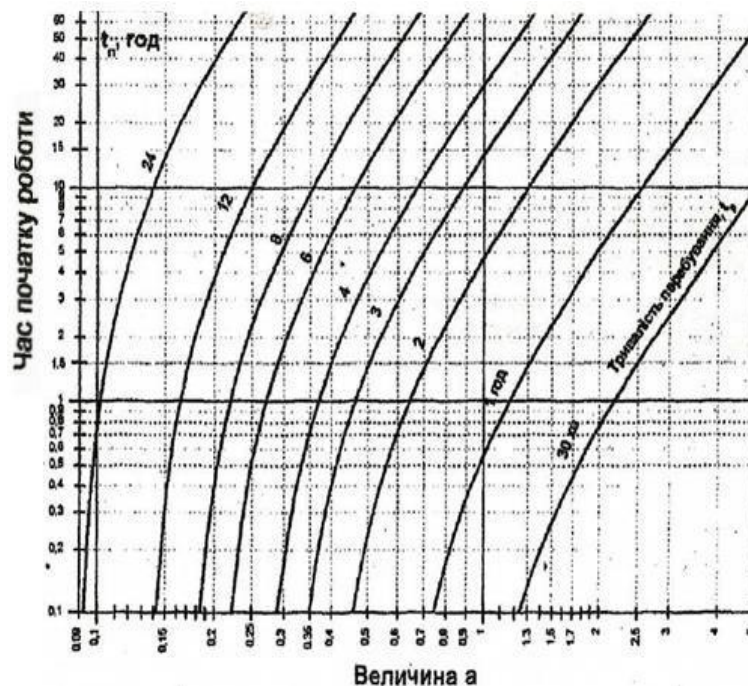


Рис 9.1. Графік визначення тривалості перебування в зоні радіоактивного зараження під час аварії на АЕС із реактором ВВЕР-1000

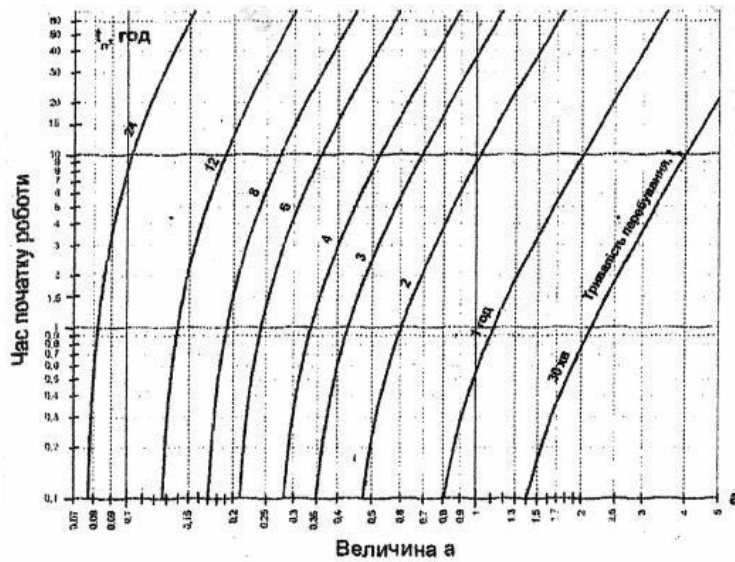


Рис 9.2. Графік визначення тривалості перебування в зоні радіоактивного зараження під час аварії на АЕС з реактором РБМК-1000

**Умова:** О 3:00 на Північній АЕС відбулася аварія, що спричинило викид радіоактивних речовин. О 3:30 було виміряно рівні радіації в місцях радіоактивного забруднення.

**Завдання:** Оцінити радіаційну обстановку для груп ліквідації наслідків за варіантами (табл.9.1).

Таблиця 9.1

Варіанти	Реактор	$P_{вим}, P/год$	Час початку роботи астрон., $T_{поч}$	Тривалість роботи, год	Допуст. доза опромін., $P$	Коеф. ослаблення
1	РБМК	25	4	2,5	25	1
2	РБМК	30	4,3	3	15	2
3	РБМК	40	5	3,5	20	2
4	РБМК	50	5,3	4	20	3
5	РБМК	25	4	2,5	20	1
6	ВВЕР	25	4	2,5	20	1
7	ВВЕР	30	4,3	3	20	1
8	ВВЕР	40	5	3,5	20	2
9	ВВЕР	50	5,3	4	20	3
10	ВВЕР	25	4	2,5	20	1

Задля оцінки радіаційної обстановки потрібно вирішити задачі та визначити:

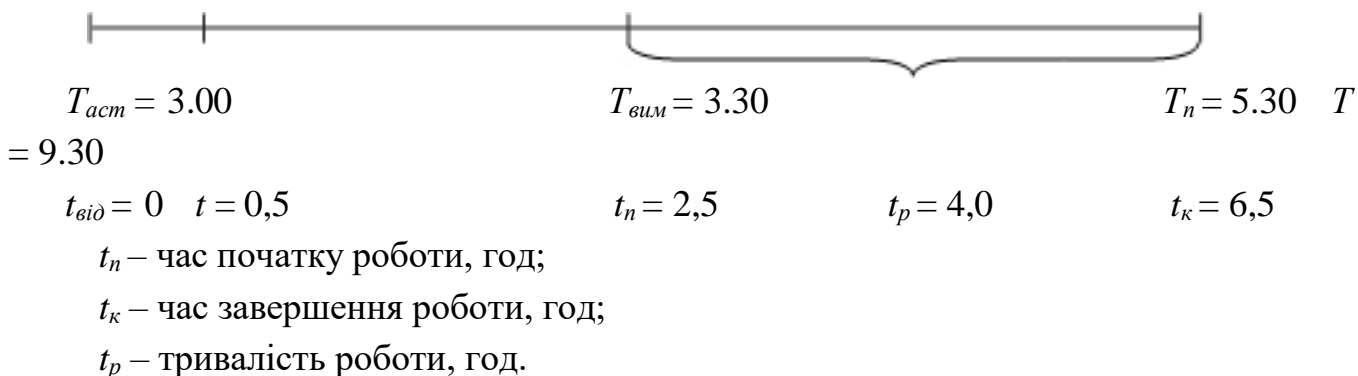
1. Рівень радіації на 1 годину після аварії ( $P_1, P/год$ );
2. Дозу опромінення, яку отримано після під час роботи ( $D, P$ );
3. Допустимий час роботи при допустимій (установленій) дозі опромінення ( $t_{дон}, год$ );

4. За результатами розрахунків зробити висновки щодо можливості виконання роботи та пропозиції із забезпечення безпеки роботи ліквідаторів до початку роботи, під час роботи та після її завершення.

### Приклади та рішення

1. Оцінка радіаційного стану здійснюється у відносному часі, тому переводимо астрономічний час у відносний.

*Аварія*



2. Визначаємо рівень радіації на 1 годину після аварії. Згідно з вихідними даними:  $P_{вим} = 60$  Р/год;  $t_{вим} = 0,5$  год;  $K_{t_{вим}} = 0,7$  для реактора ВВЕР (табл. 9.2).  $P_1 = P_{вим} \cdot K_{t_{вим}} = 60 \cdot 0,7 = 42$  Р/год

Таблиця 9.2

Коефіцієнти для перерахунку рівнів радіації на 1 год. після аварії на АЕС ( $K_I$ )

$t$ , год	$K_I$	$t$ , год	$K_I$	$t$ , год	$K_I$	$t$ , год	$K_I$
З реакторами ВВЕР ( $K_I = t^{0,4}$ )							
0,5	0,7	4	1,74	7,5	2,24	11	2,61
1	1	4,5	1,83	8	2,3	11,5	2,66
1,5	1,8	5	1,9	8,5	2,35	12	2,7
2	1,32	5,5	1,98	9	2,41	16	3,03
2,5	1,44	6	2,05	9,5	2,46	20	3,31
3	1,55	6,5	2,11	10	2,51	1 доба	3,57
3,5	1,65	7	2,18	10,5	2,56	2 доби	4,7
						14 діб	10,23
З реакторами РВПК ( $K_I = t^{0,3}$ )							
0,5	0,81	4	1,5	7,5	1,82	11	2,05
1	1	4,5	1,56	8	1,86	11,5	2,08
1,5	1,13	5	1,62	8,5	1,89	12	2,11
2	1,23	5,5	1,66	9	1,93	16	2,29
2,5	1,3	6	1,71	9,5	1,96	20	2,45
3	1,39	6,5	1,75	10	1,99	1 доба	2,59
3,5	1,45	7	1,79	10,5	2,02	2 доби	3,19
						14 діб	5,71

3. Визначаємо дозу опромінення, отриману під час роботи в зоні зараження.

$K_m = 1,44; K_{tk} = 2,11$  (табл. 9.2);

$$P_{cp} = \frac{P_{\pi} + P_{\kappa}}{2} = \frac{29,2 + 19,9}{2} = 24,9 \text{ Р/год}; P_n = \frac{P_1}{K_{t\pi}} = \frac{42}{1,44} = 29,21 \text{ Р/год}; P_{\kappa} = \frac{P_1}{K_{tk}} = \frac{42}{2,11} = 19,9 \text{ Р/год}$$

$$D = \frac{P_{cp} \cdot t_p}{K_{осл}} = \frac{24,6 \cdot 4}{2} = 49,1 \text{ Р/год}$$

4. Визначаємо допустимий час роботи за допустимої (встановленої) дози опромінення

$$a = \frac{P_1}{D_{доп} \cdot K_{осл}} = \frac{42}{20 \cdot 2} = 1,05$$

$$D_{доп} = 20 \text{ Р}, P_1 = 42 \text{ Р/год}, K_{осл} = 2$$

За величиною  $a = 1,05$  і за часом початку роботи ( $t_{\pi} = 2,5$  год), допустимий час роботи  $\approx 1,5$  год (рис. 9.1).

## Список літератури

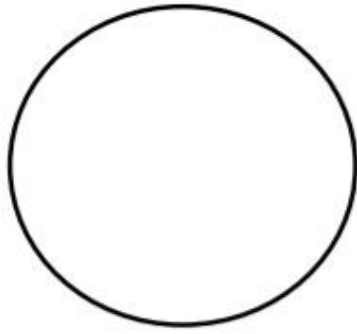
1. Основи охорони праці: підручник / К. Н. Ткачук, М. О. Халімовський, В. В. Зацарний та ін. – Київ : Основа, 2006 – 448 с.
2. Практикум із охорони праці: посібник / В. Ц. Жидецький, В. С. Джигирей, В. М. Сторожук та ін. – Львів : Афіша, 2000 – 352 с
3. Левченко О. Г. Безпека життєдіяльності та цивільний захист: підручник / О. Г. Левченко, О. В. Землянська, Н. А. Праховнік, В. В. Зацарний. – Київ : Каравела, 2019. – 268 с.
4. Охорона праці та цивільний захист: підручник / О. Г. Левченко, О. І. Полукаров, В. В. Зацарний та ін. – Київ : Основа, 2019. – 472 с.
5. Демиденко Г. П. Безпека життєдіяльності: методичні вказівки до виконання практичних, індивідуальних робіт та домашньої контрольної роботи для студентів технічних спеціальностей [Електронний ресурс]. / Г. П Демиденко // НТУУ «КПІ». – 2007. – С. 4–13. – Назва з екрана.
6. Демиденко Г. П. Защита объектов народного хозяйства от оружия массового поражения [Электронный ресурс]. / Г. П Демиденко // Вища школа – 1989. – С. 28, 71–73, 87–90, 96–102. – Название с экрана.
7. Наказ МОЗ про затвердження порядків надання домедичної допомоги особам при невідкладних станах: затверджено наказом Міністерства охорони здоров'я України від 16 червня 2014 р. № 398. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0750-14#Text>. – Назва з екрана. – Мова укр.
8. Державні будівельні норми ДБН В.2.5.-28-2006. Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення. Мінбуд України, 2006. – 76 с.

## Протокол практичної роботи на тему «Кількісне оцінювання ризику небезпек»

студента \_\_\_\_\_ групи \_\_\_\_\_ варіант \_\_\_\_\_

Задача 1	Задача 2
Вік –	Вік –
Стать –	Стать –
Місце проживання – м. Київ	Місце проживання –
Вид проф. діяльності – студент	Вид проф. діяльності –
Спосіб життя (за наявності основні причини додаткового ризику):	Спосіб життя (основні причини додаткового ризику) –
шкідливі звички –	
активне дозвілля (з зазначенням годин на рік) –	
1. $R_1^* = K_{\text{прх}} \cdot R_1 =$	1. $R_1^* = K_{\text{прх}} \cdot R_1 =$
2. $R_2^* = T_p \cdot R_2 =$	2. $R_2^* = T_p \cdot R_2 =$
або	
$R_2^* = T_p \cdot R_2 \frac{K_{\text{жін}}}{K_{\text{чол}}} =$	$R_2^* = T_p \cdot R_2 \frac{K_{\text{жін}}}{K_{\text{чол}}} =$
3. $R_3^* = K_{\text{прив}} \cdot R_3 =$	3. $R_3^* = K_{\text{прив}} \cdot R_3 =$
4. $R_4^* = K_{\text{прх}} \cdot R_4' =$	4. $R_4^* = K_{\text{прх}} \cdot R_4' =$
$R_4^{**} = K_{\text{прив}} \cdot R_4'' \cdot T =$	$R_4^{**} = K_{\text{прив}} \cdot R_4'' \cdot T =$
5. $R_1^* + R_2^* + R_3^* + R_4^* + R_4^{**} =$	5. $R_1^* + R_2^* + R_3^* + R_4^* + R_4^{**} =$

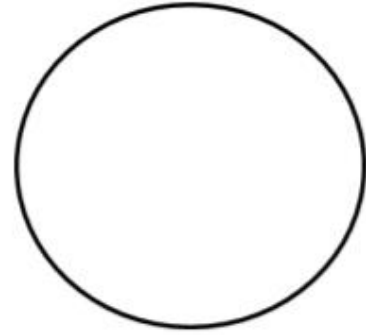
6. Діаграма за результатами задачі 1



7. Якісний аналіз абсолютних величин:

Висновки:

6. Діаграма за результатами задачі 2



7. Якісний аналіз абсолютних величин:

Висновки:

## Розрахунок часу евакуації людей

### План приміщень та виходів:

- 1 – перша ділянка – приміщення завдовжки  $a$ , м завширшки  $b$ , м, в якому знаходиться  $N$  людей;
- 2 – друга ділянка – дверний отвір завширшки  $b_{дв}$ , м;
- 3 – третя ділянка – коридор завдовжки  $l_{кор}$ , м, завширшки  $b_{кор}$ , м;
- 4 – четверта ділянка – сходи вниз завдовжки  $l_{сх}$ , м, завширшки  $b_{сх}$ , м;
- 5 – п'ята ділянка – вихід завширшки  $b_{вих}$ .

### Вихідні дані для розрахунків:

одяг людей (зимовий чи літній) –

людей без багажу	=	$N_{без\ баг}$	
людей з сумкою в руках	=	$N_{сумк}$	
людей з рюкзаком	=	$N_{рюкз}$	

1 ділянка:  $l_1 =$                        $b_1 =$

2 ділянка:  $b_{дв} =$

3 ділянка:  $l_{кор} =$                        $b_{кор} =$

4 ділянка:  $l_{сх} =$                        $b_{сх} =$

5 ділянка:  $b_{вих} =$

Люди знаходяться в осередку пожежі («так» чи «ні») –

**Розрахункова частина** (всі розрахунки з точністю до сотих; в разі неможливості обрати точне значення з табл.1, необхідно обрати гірший варіант (не вираховувати середнє значення!)):

#### 1. Перша ділянка

##### 1.1. Щільність натовпу (розгорнута формула)



$$D_1 = \frac{N \cdot f}{\Delta l_1 \cdot b_1} =$$

де  $\Delta l_1 =$

1.2. Інтенсивність натовпу –

1.3. Швидкість натовпу –

1.4. Час проходження першої ділянки

$$t_1 =$$

2. Друга ділянка

2.1. Інтенсивність на другій ділянці –

2.2.  $t_2 =$

$$t_{дв} =$$

3. Третя ділянка

3.1. Інтенсивність на третій ділянці –

3.2. Швидкість проходження третьої ділянки –

3.3.  $t_3 =$

4. Четверта ділянка

4.1. Інтенсивність на четвертій ділянці –

4.2. Швидкість проходження четвертої ділянки –

4.3.  $t_4 =$

5. П'ята ділянка

5.1. Інтенсивність на п'ятій ділянці –

5.2.  $t_5 =$

$$t_{вих} =$$

6. Розрахунковий час виходу з будівлі останньої людини з моменту виникнення пожежі (оповіщення).

$$T^* =$$

*\*складові частини формули мають бути розписані!*

7. Висновки:

## Завдання 1.

Дата вимірювання  
 Характеристика робочого місця  
 Енерговитрати організму  
 Категорія та підкатегорія робіт  
 (визначити)


Параметр мікроклімату		Задовольняє/не задовольняє (потрібне внести)*	Висновки**	
Найменування	Значення			
t, °C	фактична		Збільшити значення на	
	Оптимальна (визначити)		Зменшити значення на	
	Допустима (визначити)			

W, %	фактична		Збільшити значення на	
	Оптимальна (визначити)		Зменшити значення на	
	Допустима (визначити)			

V, м/с	фактична		Збільшити значення на	
	Оптимальна (визначити)		Зменшити значення на	
	Допустима (визначити)			

Загальний висновок

\*З урахуванням характеристики робочого місця  
 \*\*Вказати різницю фактичного з нормованого значення

## Завдання 2.

1. Визначити, чи задовольняє фактична концентрація кожної речовини норми:

Назва речовини	Фактична концент., мг/м <sup>3</sup>	ГДК <sub>рз</sub> , мг/м <sup>3</sup> (визначити)	Особливості дії	Задовольняє/не задовольняє фактична концентрація норми (потрібне вписати)
1				
2				
3				
4				

2. Визначити наявність речовин односпрямованої дії:

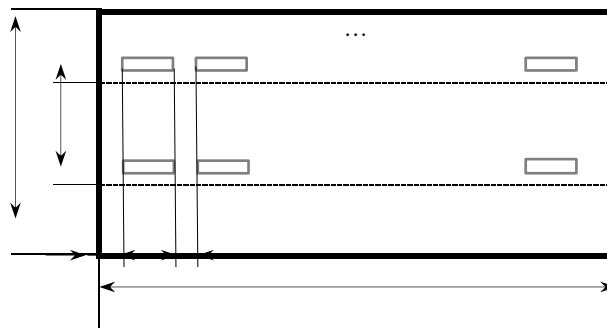
Перелік речовин односпрямованої дії	Перевірка для речовин односпрямованої дії (підставити значення в формулу $C1 / ГДК1 + C2 / ГДК2 + \dots + Ci / ГДКи =$ )	Задовольняє/не задовольняє фактична концентрація нормам (потрібне вписати)
Загальний висновок:		

## Результати роботи

## Задача 1

<b>Вихідні дані:</b>	
Довжина приміщення $a$ , м	
Ширина приміщення $b$ , м	
Висота приміщення $h$ , м	
Висота робочої поверхні $h_p$ , м	
Мінімальний розмір об'єкта, що розпізнається, $s_o$ , мм	
Характеристика фону	
Контраст об'єкта розпізнавання з фоном	
Коефіцієнт відбиття стелі $\rho_{cl}$	
Коефіцієнт відбиття стіни $\rho_{cn}$	
Коефіцієнт відбиття підлоги $\rho_n$	
$N$ дволампових ( $n=2$ ) світильників типу ШОД (лампи потужністю 40 Вт)	
Тип ламп	

п.1 План розташування світильників у заданому приміщенні:



п.2.1. розряд зорових робіт (табл. 1 ДБН В.2.5.-28-2006)	
п.2.2. нормоване значення освітленості на робочому місці $E_n$ , лк.	
п. 3.1. світловий потік, який випромінює кожна з ламп, $F_l$ , лм (табл. 2)	
п.3.2. індекс приміщення $i$ по формулі $i = ab / (h_c (a + b)) =$ де висота підвісу світильника над робочою поверхнею $h_c =$	
п.3.3. коефіцієнт використання світлового потоку $\eta$ (табл. 3)	
п.3.4. Фактична освітленість $E_{ф.} = F_l N n \eta / (S k_z z) =$ де площа приміщення $S =$ коефіцієнт запасу ( $k_z$ ) коефіцієнт нерівномірності ( $z$ )	
п.4. Відхилення фактичної освітленості від норми $((E_n - E_{ф.}) / E_n) * 100\% =$	
п.5. Кількість світильників $N_p$ , необхідних для досягнення оптимальної освітленості $N_p = S k_z z E_n / (F_l n \eta) =$	
Розрахункова освітленість з оптимальною кількістю світильників $E_{р.} = F_l N n \eta / (S k_z z) =$	
Відхилення від норми розрахункової освітленості	

**Задача 2.**

**Вихідні дані:**

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

**Розрахунки:**

п. 1. 1.  $e_n =$  \_\_\_\_\_ для \_\_\_\_\_ освітлення  
(природного бокового/суміщеного)

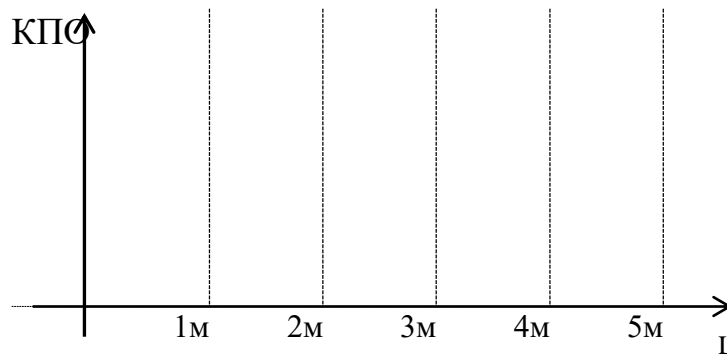
п. 1. 2.  $m_N =$  \_\_\_\_\_

п. 1. 3.  $e_N = e_n m_N =$  \_\_\_\_\_

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

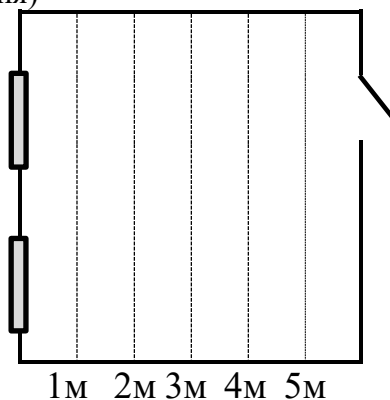
Відстань від розрахункової точки до вікна, м	1	2	3	4	5
КПО ( $e$ ), %					

п. 3. Графіки залежності КПО від відстані до вікна  $L$  та норми.



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

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



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

Формула	З підставленими значеннями	Результат T*
$L_{r1} = L_1 - 10 \lg (0,5\pi r_1^2) =$	–	–
$L_{r2} = L_2 - 10 \lg (2\pi r_2^2) =$	–	–
$L_{r3} = L_3 - 10 \lg (\pi r_3^2) =$	–	–
$L_{r4} = L_4 - 10 \lg (\pi r_4^2) =$	–	–
$L_{\text{сум}} = 10 \lg (10^{0,1L_{r1}} + \dots + 10^{0,1L_{r4}}) =$	–	–

\*Результат округлити до цілих значень.

$L_6 - L_M =$ (вказати значення)	Різниця значень $L_6 - L_M$	$\Delta L_i^{**}$
–	= –	$\Delta L_1 =$
–	= –	$\Delta L_2 =$
–	= –	$\Delta L_3 =$
$L_{\text{сум}} =$	–	–

\*\*Якщо число різниці потрапляє у проміжок чисел номограми, то треба брати приблизне значення, наприклад, якщо  $L_6 - L_M = 7,5$ , тоді  $\Delta L = 0,7$ , або якщо  $L_6 - L_M = 17$ , тоді  $\Delta L = 0,1$ .

Номограма для розрахунку суми рівня інтенсивності звуку (звукового тиску)

$L_6 - L_M$	0	1	2	3	4	5	6	7	–	8	9	10	15	20
$\Delta L_{1,2,3}$	3,0	2,5	2,0	1,8	1,5	1,2	1,0	0,8	–	0,6	0,5	0,4	0,2	0

Звіт за практичною роботою №1 із цивільного захисту на тему  
**Прогнозування та оцінювання інженерної та пожежної ситуацій під час аварії на вибухонебезпечних об'єктах**

Прізвище, ініціали \_\_\_\_\_ група \_\_\_\_\_

номер варіанта \_\_\_\_\_

*Вихідні дані:*

1. Відстань від цеху до місця аварії (вибуху) –
2. Маса пропану –
3. Характеристики елементів цеху:  
будівля –  
верстати –  
кабельні лінії – наземні  
контрольно-вимірювальна апаратура – наявна  
границі вогнетривкості тримальних стін –  
границі вогнетривкості перегородок –
4. Категорія виробництва з пожежної безпеки –
5. Щільність забудови об'єкта –

**Розрахункова частина:**

1.1. Зона I:  $r_1 =$

1.2. Зона II:  $r_2 =$

**Висновок:**

$$1.3. \quad \Delta P_{\phi} = \frac{262}{\sqrt{1 + 7,66 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{L^3}{Q} - 1}} =$$

1.4.1. Ступінь руйнування будівлі –

Характеристика руйнувань будівлі:

1.4.2. Ступінь руйнування верстатів –

Характеристика руйнувань промислового обладнання:

1.4.3. Ступінь руйнування контрольно-вимірювальної апаратури –

1.4.4. Ступінь руйнування кабельних ліній –

2.1. Оцінювання можливих уражень людей

3.1. Ступінь вогнестійкості –

3.2. Очікувана пожежна ситуація

4.1. Безпечна кількість вибухової речовини для уникнення руйнувань будівлі –

4.2. Безпечна кількість вибухової речовини для уникнення людських втрат –

5. **Загальні висновки та рекомендації** (написати на звороті)

## Прогнозування та оцінювання хімічної обстановки під час аварії на хімічно небезпечних об'єктах

### Вихідні дані для розрахунків:

НХР –

Маса НХР (G), т –

Наявність обвалування –

Відстань до місця аварії (R), км –

Характеристика місцевості –

Ступінь вертикальної стійкості повітря –

Швидкість вітру (V), м/с –

Забезпеченість протигазами, % –

### Розрахункова частина:

1. Визначаємо розміри і площу ЗХЗ:

$G_{табл} =$

Коефіцієнт обвалування,  $K_{обв} =$

Коефіцієнт місцевості,  $K_{місц} =$

Коефіцієнт, що враховує швидкість вітру,  $K_v =$

Глибина,  $G =$

Ширина,  $Ш =$

Площа,  $S =$

*Попередній висновок:*

2. Визначаємо час підходу хмари зараженого повітря до цеху:

Швидкість переміщення хмари,  $W =$

Час підходу хмари,  $t_{підх} =$

*Висновок:*

3. Визначаємо тривалість зараження цеху:

Час ураження,  $t_{ур.табл} =$

Поправочний коефіцієнт,  $K_{ув} =$

Час дії ураження,  $t_{ур} =$

*Висновок:*

4. Визначаємо можливі втрати серед робітників цеху:

Утрати в будівлях,  $У_{буд} =$

Утрати поза будівлями (на відкритій місцевості),  $У_{місц} =$

5. Загальні висновки

Чи потрапляє цех у ЗХЗ –

Час руху людей із ЗХЗ,  $t_{рух} =$

Доцільний спосіб захисту робітників цеху (евакуація, вкриття в сховищі,..) –

Заключення:



**Прогнозування та оцінювання радіаційної обстановки під час аварії на  
радіаційно небезпечному об'єкті. Оцінка радіаційної обстановки в зонах  
радіаційного забруднення**

**Вихідні дані для розрахунків:**

Реактор –

Рівень радіації на 3.30,  $P_{вим}$  –

час початку роботи,  $T_{астроном}$  –

тривалість роботи,  $t_p$  –

Допустима доза,  $D_{доп}$  –

Коефіцієнт ослаблення,  $K_{осл}$  –

**Розрахункова частина:**

1. Переводимо астрономічний час у відносний:

Час початку роботи  $t_n$  –

Час кінця роботи  $t_k$  –

2. Знаходимо рівень радіації на 1 годину після аварії:

$K_{твим} =$

$P_1 =$

3. Доза отриманого під час роботи опромінення:

$K_{tn} =$

$K_{tk} =$

$P_n =$

$P_k =$

$P_{ср} =$

$D =$

4. Допустимий час роботи

$a =$

$t_{доп} =$

5. Висновки: