

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ ПРАКТИКУМ

*Рекомендовано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського
як навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою
програмою
«Біотехнології» спеціальності G21 (162) Біотехнології та біоінженерія*

Укладачі: О. В. Землянська, Н. Ф. Качинська

Електронне мережеве навчальне видання

Київ
КПІ ім. Ігоря Сікорського
2026

УДК [614.8:355.48](075)
О-92

Укладачі: *Землянська Олена Василівна,
Качинська Наталія Федорівна*

Рецензент: *Ліновицька Віта Михайлівна, канд. біол. наук, доцент кафедри
промислової біотехнології та біофармації, факультету
біотехнології і біотехніки, КПІ ім. Ігоря Сікорського*

Відповідальний редактор *Праховнік Наталія Артурівна, канд. техн. наук, доцент*

*Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського
(протокол №1 від 11.09.2026 р.)*

*за поданням вченої ради Навчально-наукового інституту енергозбереження та
енергоменеджменту (протокол №11 від 30.06.2026 р.)*

Охорона праці та цивільний захист. Практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Біотехнології» спеціальності G21 (162) Біотехнології та біоінженерія / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: О. В. Землянська, Н. Ф. Качинська. – Електрон. текст. дані (1 файл: 3,84 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2026. – 221 с.

Навчальний посібник містить методичні матеріали по виконанню запланованих робочою програмою дисципліни «Охорона праці та цивільний захист» 14 практичних робіт, які мають короткі теоретичні відомості, хід виконання робіт та пояснення щодо оформлення та презентації результатів. Навчальний посібник призначений для здобувачів ступеня бакалавра за спеціальністю G21 (162) Біотехнології та біоінженерія.

УДК [614.8:355.48](075)

Реєстр. № НП 26/27-009 Обсяг 9,19 авт. арк.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

проспект Берестейський, 37, м. Київ, 03056

<https://kpi.ua>

Свідectво про внесення до Державного реєстру видавців, виготовлювачів
і розповсюджувачів видавничої продукції ДК № 5354 від 25.05.2017 р

© КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2026

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1. Вплив темпераменту людини на працездатність та швидкість прийняття рішень	5
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2. Вплив уражаючих, небезпечних та шкідливих факторів на здоров'я людини та/або навколишнє середовище	13
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 3. Раціональне харчування, як запорука збереження здоров'я та працездатності	20
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 4. Кількісне оцінювання ризику небезпек	33
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 5, 6. Загальні принципи надання першої долікарської допомоги.....	42
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 7. Прогнозування дій та оцінювання наслідків при виникненні вибухів і пожеж	62
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 8. Прогнозування дій та оцінювання обстановки під час хімічної аварії на об'єкті чи транспорті	73
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 9. Прогнозування дій у разі виникнення радіаційного забруднення	84
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 10. Оцінювання надійності захисту робітників з використанням захисних споруд.....	97
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 11. Натовп: небезпеки, правила поведінки та шляхи евакуації.....	134
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 12. Методика оцінки і забезпечення пожежної безпеки об'єкту господарювання	152
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 13. Ергономічна оцінка робочого місця	193
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 14. Оцінка і способи забезпечення відповідності вимогам охорони праці параметрів шуму, ультра-, інфразвуку на робочих місцях	203
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	218
Основні законодавчі та нормативно-правові акти.....	219

ВСТУП

Навчальна дисципліна «Охорона праці та цивільний захист» є комплексною освітньою дисципліною, спрямованою на формування у здобувачів освіти знань, умінь і практичних навичок щодо забезпечення безпечних умов праці, захисту населення і територій у надзвичайних ситуаціях, а також організації дій у разі виникнення небезпечних подій техногенного, природного, соціального та воєнного характеру.

Дисципліна охоплює питання законодавчого та нормативно-правового забезпечення охорони праці й цивільного захисту, ідентифікації небезпек виробничого середовища, оцінки професійних ризиків, профілактики виробничого травматизму та професійних захворювань, організації безпечного виконання робіт, забезпечення санітарно-гігієнічних умов праці, а також методів і засобів захисту працівників та населення в умовах надзвичайних ситуацій і воєнного стану.

Сучасні умови розвитку суспільства, зростання кількості техногенних аварій, природних катастроф, воєнних загроз і ризиків виробничого травматизму вимагають від майбутніх фахівців високого рівня підготовки у сфері безпеки життєдіяльності, охорони праці та цивільного захисту. Аналіз причин більшості аварій і нещасних випадків свідчить, що вагомим фактором їх виникнення залишається людський чинник, який може як створювати небезпечні ситуації, так і бути основою їх своєчасного попередження та ліквідації.

Практикум з дисципліни «Охорона праці та цивільний захист» містить 14 практичних робіт, тематика яких охоплює основні аспекти забезпечення безпеки праці та цивільного захисту в професійній діяльності. Виконання практичних завдань спрямоване на закріплення теоретичних знань, розвиток аналітичного мислення, набуття навичок оцінювання небезпечних і шкідливих факторів, аналізу ризиків, прийняття рішень щодо захисту працівників і населення, а також організації дій у надзвичайних ситуаціях.

Під час виконання практичних робіт здобувачі освіти навчаються користуватися нормативно-правовими документами, оцінювати умови праці, застосовувати засоби індивідуального та колективного захисту, організовувати евакуаційні заходи та надавати першу домедичну допомогу постраждалим. Вивчення дисципліни базується на знаннях, отриманих під час опанування загальноосвітніх, соціально-економічних, медико-біологічних і технічних дисциплін.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1. Вплив темпераменту людини на працездатність та швидкість прийняття рішень

Мета роботи — дослідити вплив типів темпераменту людини на рівень працездатності, особливості поведінки та швидкість прийняття рішень у процесі професійної діяльності й в умовах дії небезпечних та стресових факторів.

Цілі роботи:

- ознайомитися з основними типами темпераменту людини та їх психологічними особливостями;
- визначити взаємозв'язок між темпераментом, працездатністю та швидкістю реагування в різних виробничих ситуаціях;
- сформувати навички аналізу впливу індивідуально-психологічних особливостей працівника на безпеку праці та ефективність діяльності.

Завдання роботи: навчитись застосовувати знання про типи темпераменту людини у практичних ситуаціях професійної діяльності; виробити вміння оцінювати вплив індивідуально-психологічних особливостей працівника на працездатність та швидкість прийняття рішень в умовах стресу й небезпеки; освоїти здатність аналізувати поведінку людини в різних виробничих ситуаціях та визначати вплив темпераменту на рівень безпеки праці й ефективність діяльності.

Загальні відомості

Психіка людини як чинник її безпеки

Психіка — це здатність мозку людини відображати об'єктивну дійсність у вигляді відчуттів, уявлень, думок та інших суб'єктивних образів. Психіка є властивістю розвиненої нервової системи. Центральна нервова система людини складається із спинного мозку, двох великих півкуль головного мозку, зв'язаних із проміжним мозком, середнього мозку, заднього мозку, довгастого мозку, мозочка. Встановлено, що функція лівої півкулі головного мозку — оперування вербально-знаковою інформацією, читання, рисунок тощо. Ушкодження цієї частини мозку — це причина порушення мови, втрата логіки у судженнях і т.п.

Функція правої півкулі головного мозку — оперування образами, орієнтація у просторі, розрізняння музичних тонів, розпізнавання складних предметів, продукування сновидінь тощо. Ушкодження цієї частини мозку — причина різкого збіднення емоційного життя людини. Однакова розвиненість функцій обох півкуль головного мозку відкриває широкий простір розвитку особистості. Розвиток

психіки — результат еволюції нервової системи. Психіка людини проявляється у її психічних діях: психічних процесах, психічних станах і психічних властивостях. Психічні процеси — це короткочасні психічні дії, пов'язані із отриманням, переробкою та зберіганням інформації. До них належать пам'ять і мислення, емоції і воля, відчуття і сприйняття, здатність володіти собою тощо.

Психічні стани — це психічні дії середньої тривалості, пов'язані із душевними переживаннями, котрі впливають на життєдіяльність. До них належать настрій, депресія, стрес, закоханість і т.п.

Психічні властивості — це довготривалі, порівняно сталі психічні дії, які закріплюються у процесі життєдіяльності й характеризують її здатність відповідати на впливи з боку життєвого середовища адекватними реакціями. До них належать: темперамент, інтелект, здібності, характер тощо. Небезпеки, викликані неадекватними діями людини, яка є найважливішим елементом системи «ЛЮДИНА—МАШИНА—СЕРЕДОВИЩЕ», пов'язують із людським чинником. Статистика свідчить, що у системі «ЛЮДИНА—МАШИНА—СЕРЕДОВИЩЕ» неадекватні дії людини є причиною близько 75% нещасних випадків, у той час, коли на техногенні фактори їх припадає <15%, а на природні фактори — 10%. Людський чинник є причиною:

- а) 80-90% порушень режиму роботи ТЕС;
- б) 70-80% нещасних випадків на транспорті;
- в) 50-65% аварій літаків;
- г) понад 50% нещасних випадків у побуті.

Актуальними залишається вислів давньогрецького філософа Сократа: «Хочу зрозуміти, чому так стається — людина знає, що є добре, але робить так, що отримує зворотний результат». Людський чинник може проявляти себе лише у певні періоди діяльності: він є наслідком недосвідченості працівника, її необережності, втоми (як фізичної, так і психічної), проявом емоцій (хвилювання, втрата уваги тощо). Людський чинник може також проявляти себе постійно: через ушкодження або дегенерацію сенсорних і рухових центрів вищих відділів нервової системи, через недостатню координованість рухів, внаслідок захворюваності на наркоманію, алкоголізм або відсутність мотивації, аутизм.

Психічні властивості людини. Темперамент та його типи

Темперамент (від лат. *temperamentum* – узгодженість, устрій) – це індивідуальні особливості людини, які проявляються у силі, швидкості, напруженості, урівноваженості психічної діяльності, а також у стійкості настрою та поведінки. Темперамент визначає динаміку поведінки людини, її реакцію на зовнішні подразники,

особливості спілкування, працездатність і швидкість прийняття рішень у різних життєвих та виробничих ситуаціях.

Історія виникнення вчення про темперамент бере початок у Давній Греції. Засновник сучасної медицини Гіппократ у V-IV ст. до н.е. намагався пояснити особливості поведінки людини на основі поширеної на той час теорії Аристотеля про чотири основні елементи світу: сухість, холод, вологість і тепло. За уявленнями Аристотеля, поєднання цих елементів утворювало основу всіх речовин: сухість і вологість формували землю, холод і вологість – воду, вологість і тепло – повітря, тепло і сухість – вогонь.

На основі цієї теорії Гіппократ створив гуморальну теорію темпераменту, згідно з якою тип поведінки людини залежить від переважання певної рідини в організмі. Наявність жовтої жовчі (chole) пов'язувалася з холеричним темпераментом, слизу (phlegma) – з флегматичним, чорної жовчі (melas chole) – з меланхолійним, а крові (sanguis) – із сангвіністичним типом темпераменту.

За спостереженнями Аристотеля, холерик є нестриманим і імпульсивним у своїх діях, флегматик – спокійним і впертим, меланхолік – малоактивним та вразливим, а сангвінік – жвавим, емоційним і комунікабельним. Сам термін «темперамент» увів у науковий обіг давньоримський лікар Гален у II ст. н.е. У своїй праці «Про частини людського тіла» він описав уже 13 типів темпераменту, хоча також дотримувався гуморальної теорії, яка згодом не отримала наукового фізіологічного підтвердження.

У подальшому вчені неодноразово намагалися знайти фізіологічне пояснення темпераменту. У XIX-XX століттях темперамент пов'язували з формою черепа, товщиною нервових волокон, будовою тіла людини та іншими анатомічними особливостями. Дослідженнями в цій сфері займалися Франц Йозеф Галль, Володимир Бехтерев, Ернст Кречмер та Вільям Шелдон. Проте остаточного наукового підтвердження ці теорії не отримали.

Найбільш вагомий внесок у дослідження фізіологічних основ темпераменту зробив Іван Павлов. Сучасна теорія темпераменту базується на його роботах. Згідно неї темперамент характеризує психічну індивідуальність людини насамперед з боку властивої їй динаміки нервово-психічних процесів і станів, їхньої інтенсивності, швидкості, ритму, тривалості та перебігу. Ці якості так чи інакше відбиваються на зовнішній поведінці: швидкості ходи, жвавості жестикуляції та міміки, темпі мовлення тощо. Отже, всі вони можуть бути показниками певних рис темпераменту. Останні можна вважати природженою властивістю індивіда, бо його основу становить певна комбінація властивостей нервової системи, з якими людина з'являється на світ, а саме: сила, рухливість та врівноваженість. Відповідно до найпоширеніших поєднань цих

властивостей, як відомо, розрізняють чотири типи темпераментів: холеричний, сангвінічний, флегматичний та меланхолічний. Особливості кожного з них подано у табл. 1.1.

Таблиця 1.1.

Типи темпераментів залежно від основних властивостей нервово-психічних процесів

Типи темпераментів	Властивості нервово-психічних процесів			
	сила	рухливість	Врівноваженість	Комунікабельність
Холеричний	так	так	Ні	так
Сангвінічний	так	так	так	так
Флегматичний	так	ні	так	ні
Меланхолічний	ні	так	ні	ні

І. П. Павлов говорив, що різні поєднання всіх властивостей можуть дати 24 види темпераментів, але сам зупинився на 4-ох.

Сангвінік (за Павловим) – це витривалий, врівноважений і рухливий тип нервової системи. І збудження, і гальмування у нього дуже працездатні, рухливі, добре зрівноважені. Сангвінік енергійний, легко пристосовується до обстановки, до людей, не боїться життєвих труднощів.

Флегматик – людина з витривалою і зрівноваженою системою, але збудження і гальмування у нього повільні. Він спокійний, не поспішає, він пристосовується до обставин і до людей повільніше, ніж сангвінік, тому він не дуже любить змінювати умови життя, схильний до підвищеної стабільності звичок, інтересів. Через стійкість нервів він добре опирається кризам. важким умовам.

У **холерика** нервова система не врівноважена: збудження у нього бурхливе і рухливе, гальмування ослаблене. Нервовий склад у холерика мовби двобічний: сильний у збудженні, маловитривалий в гальмуванні. Він енергійний, дієвий, швидкий у рішеннях, діях, може бути винахідливим і кмітливим. В той самий час він запальний, нестриманий, йому дуже важко себе опанувати. Пристосуватися до обстановки, до людей, а вірніше до їх недоліків, холерику важче, тобто ці мінуси народжують в ньому нестримні спалахи роздратування, які отруюють життя самому холерику і його оточенню.

У **меланхоліка** дуже чуттєва й тому мало витримана нервова система. Саме його збудження та гальмування ослаблене, рухливість теж знижена. Тому меланхолік важко пристосовується до складних умов, важче переносити і недоліки близьких людей. Але підвищена чуттєвість робить його добрим, толерантним і він може бути мирним, найвідданішим супутником життя.

Характеристики людини, в тому числі й темперамент визначається на основі тестів або анкет. Це неминуче вносить в оцінку суб'єктивні моменти. Адже люди з

різним рівнем інтелекту, культури, життєвим і культурним досвідом по-різному реагують на анкету, і це спотворює результати опитування. Людині взагалі притаманна здатність виглядати у баченні інших якнайкраще, і вона підсвідомо відповідає на запитання не відверто. Відповіді залежать також від фізичного і нервово-емоційного стану людини в даний момент.

Найпростіше працювати з невеликим тестом, складеним англійським психологом Гансом Айзенком у 1964 році. В основу тесту закладено коло темпераментів (рис.1.1.).



Рис.1.1. Коло темпераментів

Хід виконання роботи

Тест для виявлення темпераменту особистості за Г. Айзенком складається з 57 питань 24 спрямовані на виявлення ступеня інтровертності чи екстравертності людини. Ще 24 питання виявляють емоційну нестійкість, чи навпаки, стабільність, урівноваженість. Нарешті, у тест входять 9 питань, що дозволяють оцінити щирість Ваших відповідей.

Треба відповісти на всі запитання. Ствердну відповідь запишіть словом **«так»**, заперечну – словом **«ні»**.

Порівняйте Ваші відповіді з ключем опитування. Якщо Ваші відповіді збіглися з відповідями **«так»** чи **«ні»** ключа опитування (на ключі опитування – клітина з заливкою сірим кольором), поставте «+». Підрахуйте плюси за графами «так» і «ні» для I, II і III колонки окремо.

Сума знаків «+» третьої колонки (Σ_3) свідчить про щирість ваших відповідей на запитання. Якщо $\Sigma_3 > 4$, то це означає, що ви були не зовсім чесні перед самим собою, відповідаючи на запитання тесту.

Маючи Σ_1 і Σ_2 , за схемою (рис.1.2.) визначаємо темперамент. Σ_1 відкладаємо на горизонтальній осі схеми, Σ_2 – на вертикальній. Точка перетину перпендикулярів до осей через відкладені точки покаже сектор із притаманним Вам темпераментом.

Таблиця 1.2

Запитання та відповіді до тесту з ключами

№ п/п	Тестові запитання	I		II		III	
		Так	Ні	Так	Ні	Так	Ні
1	Ви часто маєте тягу до нових вражень, до того, щоб “струснутися”, відчутти збудження?						
2	Чи часто ви маєте потребу в друзях, що вас розуміють, можуть підбадьорити чи утішити?						
3	Ви людина безтурботна?						
4	Чи не знаходите ви, що вам дуже важко відповідати “ні”?						
5	Чи задумаетесь Ви перед тим, як щось треба розпочати (за щось братися)?						
6	Якщо ви обіцяєте щось зробити, чи завжди ви дотримуетесь своїх обіцянок (незалежно від того, зручно це вам чи ні)?						
7	Часто у Вас бувають спади і піднесення настрою?						
8	Як звичайно Ви чините і говорите – швидко, не роздумуючи?						
9	Чи часто Ви відчуваєте себе нещасною людиною без достатніх на це причин?						
10	Чи побилися б Ви об заклад майже на все?						
11	Чи виникає у вас почуття боязкості і зніяковілості, коли ви хочете завести розмову із симпатичною особою протилежної статі?						
12	Чи втрачаєте Ви самовладання, чи сердитися інколи?						
13	Чи дієте Ви під впливом миттєвого настрою?						
14	Чи часто у Вас виникає занепокоєння через те, що зробили чи сказали щось таке, чого не слід було робити і говорити?						
15	Чи надаєте Ви перевагу книжкам, зустрічі з людьми?						
16	Чи легко Вас образити?						
17	Чи часто любите бувати у товаристві?						
18	Чи виникають у Вас думки, які б Ви хотіли приховати від когось?						
19	Чи правильно те, що ви часом сповнені енергією, а іноді зовсім мляві?						
20	Чи хочете мати менше друзів, але зате особливо відданих і близьких?						
21	Чи часто Ви мрієте?						
22	Коли на Вас кричать, Ви відповідаєте тим же?						
23	Чи часто Вас турбує почуття вини?						
24	Чи всі Ваші звички добрі й бажані?						
25	Чи здатні Ви розслабитись і безтурботно веселитися в товаристві?						
26	Чи вважаєте Ви себе людиною збудливою і чутливою?						
27	Чи вважають Вас людиною жвавою і веселою?						
28	Чи часто Ви, виконавши роботу, відчуваєте, що могли би зробити все краще?						

29	Ви більше мовчите, коли перебуваєте у товаристві?						
30	Ви іноді пліткуєте?						
31	Чи буває так, що Вам не спиться коли в голову лізуть різні думки?						
32	Якщо Вам потрібна інформація, то Ви надаєте перевагу книжкам, довідникам?						
33	Чи буває у Вас сильне серцебиття?						
34	Чи подобається Вам робота, яка вимагає постійної уваги?						
35	Чи бувають у Вас приступи тремтіння?						
36	Чи завжди б Ви платили за проїзд у транспорті, коли б не побоювалися перевірки?						
37	Вам не приємно перебувати там, де кепкують один з одного?						
38	Чи дратівливі Ви?						
39	Чи подобається Вам робота, яка вимагає швидкої реакції?						
40	Чи хвилюєтесь Ви за деякі неприємні події, які можуть статися?						
41	Ви ходите повільно, не поспішаючи?						
42	Чи хоч раз Ви запізнювалися куди-небудь (на побачення, на роботу, заняття тощо)?						
43	Чи часто Вам сняться жахи, страхіття?						
44	Чи правда, що Ви любите поговорити, що ніколи не обминете нагоди побалакати з незнайомою людиною?						
45	Чи турбує Вас який-небудь біль?						
46	Ви почували б себе нещасним, якби довший час були позбавлені широкого спілкування з людьми?						
47	Чи можете себе назвати нервовою людиною?						
48	Чи є серед Ваших знайомих люди, яким Ви не симпатизуєте?						
49	Чи можете Ви сказати, що Ви доволі впевнена у собі людина?						
50	Чи легко Ви ображаєтесь, коли люди вказують Вам на помилки в роботі і на особисті промахи?						
51	Чи вважаєте Ви, що важко отримати задоволення від вечірки?						
52	Чи турбує Вас почуття, що Ви в чомусь гірші за інших?						
53	Чи легко Вам внести пожвавлення в невеселе товариство?						
54	Чи обговорюєте Ви речі, з якими не обізнані?						
55	Чи турбуєтесь Ви про своє здоров'я?						
56	Чи любите Ви кепкувати з інших людей?						
57	Чи потерпаєте Ви від безсоння?						
	Σ						

Наприклад. Результати опитування і підрахунки знаків «+» дали такі результати: стовпчик I – 17, стовпчик II – 7 і стовпчик III – 2. Проведемо за отриманими даними пунктирні лінії, так як це показано на рис. 2. Точка їх перетину попадає у сектор 20 - 21.

Це означає, що протестований має схильність до сангвінічного типу темпераменту, з додатковою характеристикою – чуйний. Тест вважається витриманим, бо перевірка на чесність у третій колонці задовольняє умові $\Sigma_3 < 4$.

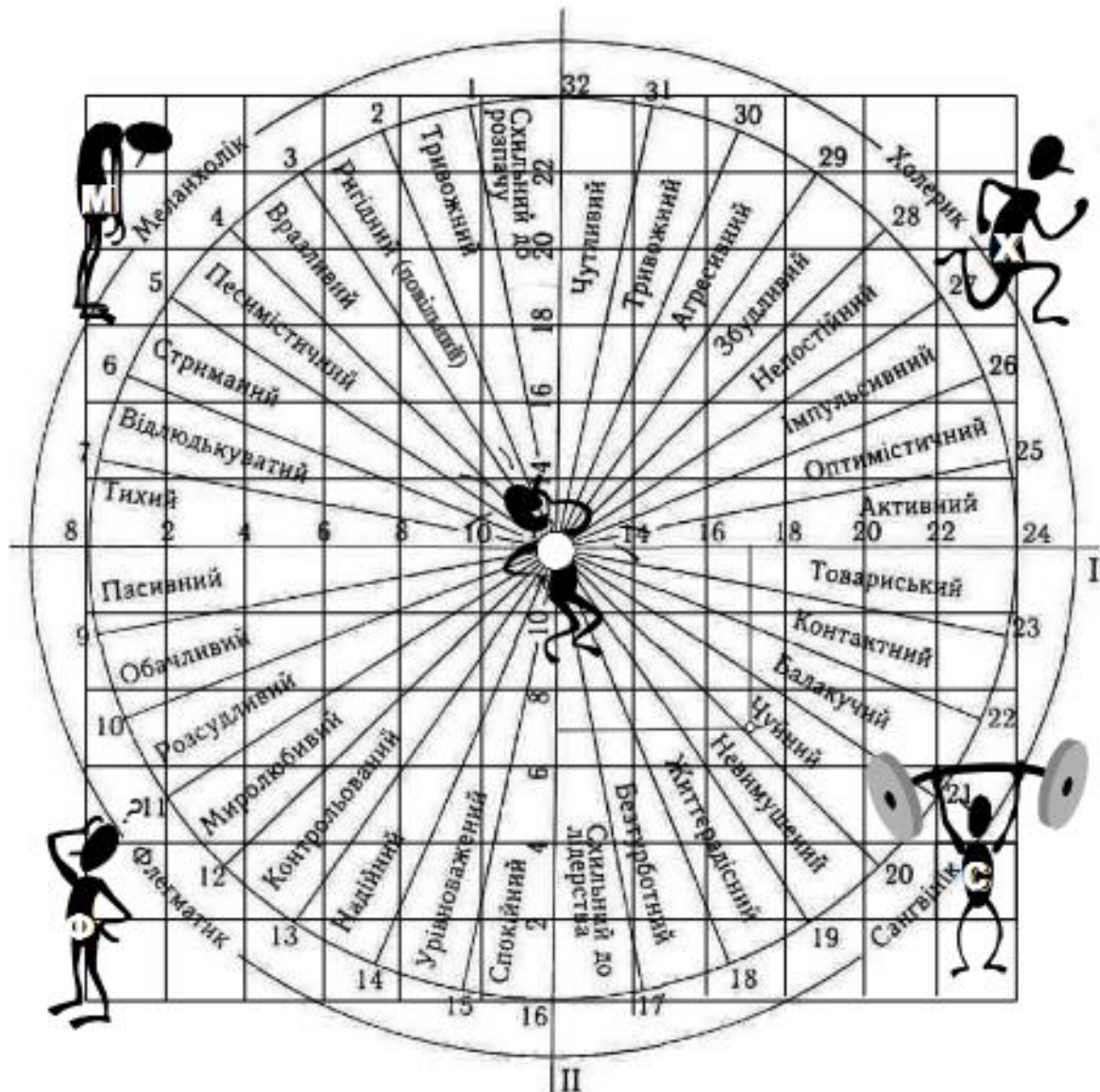


Рис.1.2. Діаграма для визначення темпераменту людини

Висновок: _____

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2. Вплив уражаючих, небезпечних та шкідливих факторів на здоров'я людини та/або навколишнє середовище

Мета роботи – це дослідити вплив уражаючих, небезпечних та шкідливих факторів на стан здоров'я людини та навколишнє середовище, а також сформулювати уявлення про механізми їх дії та наслідки для безпеки життєдіяльності.

Цілі роботи:

- ознайомитися з основними видами небезпечних, шкідливих та уражаючих факторів;
- визначити особливості їх впливу на організм людини та екосистеми;
- розглянути можливі наслідки дії таких факторів у виробничих і побутових умовах;
- сформулювати розуміння необхідності профілактичних заходів для зниження ризиків.

Завдання роботи: навчитись застосовувати теоретичні знання про небезпечні та шкідливі фактори у практичних ситуаціях; виробити вміння аналізувати джерела небезпеки та оцінювати їх вплив на здоров'я людини і довкілля; освоїти здатність визначати потенційні ризики у різних умовах життєдіяльності та пропонувати заходи щодо їх зменшення або усунення.

Загальні відомості

Можливість реалізації небезпеки та ступінь її несприятливого впливу на людину, суспільство й навколишнє природне середовище залежить від багатьох факторів. Людина постійно перебуває під впливом різноманітних чинників природного, виробничого, соціального та побутового середовища. Одні з них є нейтральними або навіть необхідними для нормального існування організму, інші ж можуть становити небезпеку для життя, здоров'я та працездатності людини.

Фактор (від лат. factor — той, що діє, виробляє) — це причина, рушійна сила будь-якого процесу або явища, яка визначає його характер, напрямок розвитку та окремі особливості. У сфері охорони праці та безпеки життєдіяльності фактори розглядаються як умови чи явища, здатні прямо або опосередковано впливати на людину та довкілля. На сучасному етапі розвитку науки і техніки перелік реально існуючих небезпечних і шкідливих факторів налічує понад 100 видів. Їх кількість постійно зростає у зв'язку з розвитком промисловості, використанням нових технологій, хімічних речовин, джерел енергії та інформаційних систем.

У виробничій сфері фактори поділяються на:

- уражаючі;
- небезпечні;
- шкідливі.

Уражаючі фактори є найбільш небезпечними, оскільки можуть призвести до загибелі людини або тяжких наслідків для здоров'я. До таких факторів належать вибухи, пожежі, сильнодіючі отруйні речовини, електричний струм високої напруги, радіаційне випромінювання, руйнування будівель та споруд. Їх дія часто має раптовий характер і супроводжується значними матеріальними та людськими втратами.

Небезпечні фактори здатні викликати травми, раптове погіршення здоров'я або тимчасові функціональні порушення організму. Вони можуть проявлятися як у виробничому середовищі, так і в побуті. До небезпечних факторів належать рухомі механізми, слизькі поверхні, електричний струм, підвищений рівень шуму, недостатнє освітлення, висока температура тощо. Наслідками дії небезпечних факторів можуть бути механічні ушкодження, опіки, отруєння, порушення роботи органів чуття та нервової системи.

Шкідливі фактори впливають на організм людини поступово та можуть спричиняти професійні захворювання, зниження працездатності, ослаблення імунітету та інші негативні зміни. Особливість шкідливих факторів полягає в тому, що їх дія часто має прихований характер і проявляється через тривалий час. Наприклад, систематичний вплив шуму може викликати погіршення слуху, тривала робота в умовах запиленості — захворювання органів дихання, а дія токсичних речовин — ураження внутрішніх органів та нервової системи.

За характером походження та природою дії всі небезпечні й шкідливі фактори поділяються на чотири основні групи:

- фізичні;
- хімічні;
- біологічні;
- психофізіологічні.

Фізичні фактори є одними з найбільш поширених у виробничому та побутовому середовищі. Вони пов'язані з дією фізичних явищ, енергії та параметрів навколишнього середовища. До фізичних факторів належать підвищена або понижена температура повітря, поверхонь та обладнання, підвищена або знижена вологість повітря, атмосферний тиск, швидкість руху повітря, недостатня чи надмірна освітленість робочої зони.

Особливу небезпеку становлять машини, механізми та їх рухомі частини. Порухення правил безпечної експлуатації обладнання може призвести до травмування працівників, ушкодження кінцівок, опіків та інших нещасних випадків. До фізичних факторів також належать конструкції, що руйнуються, падіння предметів, робота на висоті та у замкнених просторах.

Значний вплив на здоров'я людини мають різні види випромінювання та електромагнітних полів. Серед них виділяють ультрафіолетове, інфрачервоне, лазерне, мікрохвильове, радіочастотне та іонізуюче випромінювання. Тривалий вплив таких факторів може спричинити порушення роботи нервової системи, органів зору, серцево-судинної системи, а також розвиток онкологічних захворювань.

Шум і вібрація є одними з найпоширеніших фізичних факторів виробничого середовища. Постійний шум негативно впливає на слух, викликає швидку втому, головний біль, зниження концентрації уваги та продуктивності праці. Вібрація може призводити до порушення кровообігу, захворювань опорно-рухового апарату та нервової системи.

До фізичних факторів також належать електричний струм, статична електрика, пил, ультразвук, інфразвук, підвищений або понижений тиск, а також невагомість. Особливо небезпечним є електричний струм, дія якого може призвести до опіків, судом, зупинки серця та смерті людини.

Хімічні фактори – це різноманітні хімічні речовини та сполуки, які можуть негативно впливати на організм людини. Вони можуть перебувати у твердому, рідкому або газоподібному стані та використовуються в промисловості, сільському господарстві, медицині й побуті. До хімічних факторів належать кислоти, луги, токсичні гази, розчинники, нафтопродукти, важкі метали, пестициди та інші речовини.

Існує три основні шляхи проникнення хімічних речовин в організм людини через:

- органи дихання;
- шлунково-кишковий тракт;
- шкіру та слизові оболонки.

Найнебезпечнішим шляхом проникнення є дихальні шляхи, оскільки токсичні речовини швидко потрапляють у кров та розповсюджуються по організму. Через шкіру можуть проникати розчинники, кислоти, луги та інші агресивні речовини, викликаючи опіки, алергічні реакції та інтоксикацію.

За характером впливу на організм людини хімічні речовини поділяють на:

- токсичні;

- подразнюючі;
- канцерогенні;
- мутагенні;
- сенсibiliзуючі;
- та такі, що впливають на репродуктивну функцію.

Канцерогенні речовини здатні викликати онкологічні захворювання, мутагенні – генетичні зміни, а сенсibiliзуючі – алергічні реакції.

Особливо небезпечними є сильнодіючі отруйні речовини, які можуть поширюватися під час аварій на хімічно небезпечних об'єктах. Такі аварії становлять серйозну загрозу не лише для працівників підприємств, а й для населення та довкілля.

Біологічні фактори пов'язані з впливом живих організмів або продуктів їх життєдіяльності. Вони поділяються на макроорганізми та мікроорганізми. До макроорганізмів належать рослини й тварини, які можуть бути джерелом травм, отруєнь або інфекційних захворювань.

Патогенні мікроорганізми включають бактерії, віруси, грибки, спирохети та найпростіші організми. Вони здатні викликати інфекційні та паразитарні захворювання людини. Біологічні фактори особливо поширені в медичних закладах, лабораторіях, сільському господарстві та харчовій промисловості.

Сучасний розвиток біотехнологій та фармацевтичної промисловості пов'язаний із використанням препаратів, що містять живі клітини, білкові речовини, ферменти, антибіотики та гормони. При недотриманні правил безпеки вони також можуть становити небезпеку для людини.

Психофізіологічні фактори пов'язані з особливостями фізичного та психічного навантаження на людину під час праці. До них належать фізичні перевантаження, монотонність роботи, емоційне напруження, інформаційні перевантаження, дефіцит часу, відповідальність за прийняття рішень та інші чинники.

Тривале нервово-психічне напруження може призводити до розвитку стресу, професійного вигорання, порушень сну, захворювань серцево-судинної та нервової систем. Значні фізичні навантаження здатні викликати перевтому, травми опорно-рухового апарату та зниження працездатності.

Екологічний фактор – це будь-яка умова навколишнього середовища, до якої змушений пристосовуватися живий організм. Екологічні фактори поділяють на **абіотичні** та **біотичні**.

Абіотичні фактори – це чинники неживої природи: температура, світло, вологість, атмосферний тиск, склад ґрунту, рельєф місцевості, хімічний склад води та

повітря. Вони визначають умови існування живих організмів та впливають на їх розвиток і життєдіяльність.

Біотичні фактори – це вплив живих організмів один на одного. До них належать фітогенні фактори (вплив рослин), зоогенні (вплив тварин), мікробіогенні та антропогенні фактори. Особливе значення має антропогенний вплив, пов'язаний із діяльністю людини, яка змінює природне середовище, спричиняє забруднення повітря, води та ґрунтів, виснаження природних ресурсів і зміну клімату.

Кожний живий організм може існувати лише в певному діапазоні значень факторів середовища. Чим ширший цей діапазон, тим вищою є стійкість організму до впливу несприятливих умов. Така властивість називається толерантністю. Межі толерантності визначають здатність організму пристосовуватися до змін навколишнього середовища та виживати в різних умовах.

Хід виконання роботи

Ознайомившись із загальними відомостями необхідно приступити до виконання роботи. Робота полягає у розкритті у реферативно-презентаційній формі впливу одного із уражаючих, небезпечних або шкідливих факторів на здоров'я людини.

Варіанти завдання видаються викладачем.

Варіанти тем для самоопрацювання

1. Вплив цифрового середовища та соціальних мереж на психічне здоров'я людини.
2. Психологічна стійкість населення в умовах війни та надзвичайних ситуацій.
3. Кібертероризм і загрози інформаційній безпеці людини та держави.
4. Вплив штучного інтелекту та цифрових технологій на безпеку життєдіяльності.
5. Хронічний стрес і професійне вигорання в сучасних умовах праці.
6. Алкогольна залежність серед молоді: сучасні тенденції та наслідки.
7. Вплив електронних сигарет, вейпів та нікотинових виробів на здоров'я людини.
8. Наркозалежність у молодіжному середовищі та проблема синтетичних наркотиків.
9. Вплив алергенних рослин і змін клімату на здоров'я населення.
10. Небезпечні тварини та біологічні загрози в умовах урбанізації.
11. Вірусні інфекції та біологічні загрози сучасності.
12. Антропогенне забруднення довкілля та його вплив на здоров'я людини.
13. Гіподинамія та сидячий спосіб життя в умовах цифровізації суспільства.
14. Безпека житлових і громадських будівель під час воєнних загроз та надзвичайних ситуацій.

15. Вплив побутової техніки, Wi-Fi та мобільних пристроїв на організм людини.
16. Харчова безпека: нітрати, мікропластик та хімічні домішки у продуктах харчування.
17. Безпека дорожнього руху в умовах сучасного міського середовища.
18. Професійні захворювання в умовах дистанційної та офісної роботи.
19. Проблеми якості питної води в умовах техногенних та воєнних ризиків.
20. Забруднення світового океану пластиком та його глобальні наслідки.
21. Забруднення атмосферного повітря та його вплив на здоров'я населення.
22. Вплив промислового пилу та мікрочастинок 2.5 мікрметра (дрібнодисперсного пилу) на організм людини.
23. Основні джерела техногенного забруднення атмосфери в Україні.
24. Вплив кліматичних змін і температурних аномалій на здоров'я людини.
25. Вплив гірської місцевості та перепадів атмосферного тиску на організм людини.
26. Найбільші техногенні катастрофи ХХІ століття та їх наслідки.
27. Вплив електромагнітного випромінювання сучасних засобів зв'язку.
28. Радіаційна безпека населення в умовах воєнних загроз.
29. Вібрація та її вплив на працівників сучасного виробництва.
30. Вплив шумового забруднення міського середовища на здоров'я людини.
31. Інформаційне перевантаження та цифрова залежність.
32. Безпека використання дронів у цивільному середовищі.
33. Психологічні наслідки тривалого перебування в умовах повітряних тривог.
34. Вплив бойових дій на екологічний стан територій України.
35. Мінна небезпека та правила безпечної поведінки населення.
36. Біобезпека та ризики поширення нових інфекційних захворювань.
37. Вплив мікропластику на організм людини та навколишнє середовище.
38. Безпечне використання соціальних мереж та захист персональних даних.
39. Екологічні наслідки пожеж і руйнувань промислових об'єктів.
40. Енергетична безпека населення в умовах кризових ситуацій.
41. Наслідки воєнних дій для психічного здоров'я населення та методи психологічної адаптації.
42. Безпека населення під час ракетних ударів та атак дронів-камікадзе.
43. Екологічні наслідки руйнування гідротехнічних споруд та водосховищ.
44. Вплив енергетичних криз на безпеку життєдіяльності населення.
45. Радіаційні ризики в умовах бойових дій поблизу атомних електростанцій.
46. Проблеми утилізації військових відходів та їх вплив на довкілля.
47. Інформаційно-психологічні операції та їх вплив на суспільство.

48. Вплив глобального потепління на частоту природних катастроф у світі.
49. Біологічні загрози та пандемії як фактор міжнародної безпеки.
50. Роль систем цивільного захисту в умовах сучасних воєнних і техногенних загроз.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 3. Раціональне харчування, як запорука збереження здоров'я та працездатності

Мета роботи – дослідити значення раціонального харчування для збереження здоров'я людини, підтримання працездатності та профілактики захворювань, а також сформувати навички оцінювання якості харчування в повсякденному житті.

Цілі роботи:

- ознайомитися з основними принципами раціонального та збалансованого харчування;
- визначити роль білків, жирів, вуглеводів, вітамінів і мінеральних речовин у життєдіяльності організму;
- проаналізувати вплив режиму харчування на здоров'я та працездатність людини;
- сформувати розуміння наслідків неправильного харчування для організму людини.

Завдання роботи: навчитись застосовувати знання про раціональне харчування у повсякденному житті та професійній діяльності; виробити вміння аналізувати харчовий раціон людини й оцінювати його відповідність фізіологічним потребам організму; освоїти здатність визначати фактори ризику, пов'язані з неправильним харчуванням, та розробляти рекомендації щодо збереження і зміцнення здоров'я.

Загальні відомості

Раціональне харчування (від лат. Rationalis – розумний) є однією з основних умов підтримання здоров'я людини, забезпечення високої працездатності та збереження фізичної і розумової активності. Організм людини потребує постійного надходження енергії, білків, жирів, вуглеводів, вітамінів і мінеральних речовин для нормального функціонування всіх органів і систем.

Правильно організоване харчування забезпечує організм необхідними поживними речовинами, що сприяє підтриманню оптимального рівня енергії, покращенню концентрації уваги, пам'яті, швидкості реакції та загальної продуктивності праці. Водночас недостатнє або незбалансоване харчування може призводити до швидкої втомлюваності, зниження працездатності, погіршення самопочуття та розвитку функціональних порушень організму.

Особливого значення раціональне харчування набуває в умовах підвищених фізичних, розумових та психоемоційних навантажень. Повноцінне забезпечення організму поживними речовинами сприяє кращій адаптації до стресових ситуацій,

підвищує стійкість нервової системи та допомагає ефективніше протистояти негативному впливу факторів навколишнього середовища. Достатнє надходження енергії та необхідних мікроелементів позитивно впливає на швидкість прийняття рішень, здатність до аналізу інформації та підтримання високої концентрації уваги впродовж тривалого часу.

Крім цього, раціональне харчування безпосередньо впливає на фізичну витривалість організму, швидкість відновлення після навантажень та здатність підтримувати високий рівень працездатності протягом робочого дня. Саме тому збалансований раціон є важливою складовою не лише збереження здоров'я, але й підтримання професійної ефективності та продуктивності діяльності людини.

Правильне раціональне харчування виступає важливою передумовою збереження здоров'я, підвищення ефективності праці, покращення адаптаційних можливостей організму та забезпечення стабільної фізичної й розумової працездатності, що забезпечує потреби організму людини в енергії та основних поживних речовинах у найбільш сприятливому їх співвідношенні та з урахуванням віку, статі, характеру праці, кліматичних умов тощо. Це – могутній засіб оздоровлення населення, попередження та зниження захворюваності, підвищення працездатності, збільшення тривалості життя людини.

1. Загальні вимоги до раціонального харчування

Основними вимогами до раціонального харчування є його *повноцінність*, *різноманітність* і *помірність*. Для здоров'я людини надзвичайно важливе значення має своєчасне, систематичне надходження в організм харчових речовин: білків, жирів, вуглеводів, вітамінів, макро- та мікроелементів, джерелами яких є їжа.

Харчовий раціон слід складати так, щоб його енергетична цінність покривала енергетичні витрати організму. Згідно з теорією збалансованого харчування для нормальної життєдіяльності організму та засвоєння їжі необхідне постачання його всіма харчовими речовинами в оптимальному співвідношенні. Особливе значення надається збалансованості незамінних складових частин їжі. До складу раціонального харчування входять так звані незамінні харчові компоненти – речовини, без яких організм людини не може нормально функціонувати, рости, відновлюватися та підтримувати здоров'я. Особливістю цих речовин є те, що організм або зовсім не здатний їх синтезувати, або утворює їх у недостатній кількості, тому вони обов'язково повинні надходити з продуктами харчування. До найважливіших незамінних компонентів належать 8–10 незамінних амінокислот, які є основою білків та беруть участь у побудові клітин, тканин, ферментів і гормонів. Нестача хоча б однієї з таких амінокислот може призвести до порушення обміну речовин, ослаблення імунітету та

зниження працездатності. Основними джерелами незамінних амінокислот є м'ясо, риба, молочні продукти, яйця, бобові культури та горіхи.

Важливу роль у життєдіяльності організму відіграють незамінні жирні кислоти, зокрема лінолева кислота, яка належить до ненасичених жирних кислот. Вона необхідна для нормальної роботи серцево-судинної системи, підтримання еластичності судин, функціонування нервової системи та захисту клітинних мембран. Найбільше таких кислот міститься у рослинних оліях, рибі, насінні та горіхах. Не менш важливими складовими збалансованого харчування є вітаміни та мінеральні речовини. Вітаміни забезпечують нормальний перебіг біохімічних процесів, підтримують імунітет, беруть участь у роботі нервової системи та процесах росту й відновлення організму. Мінеральні речовини необхідні для формування кісткової тканини, підтримання водно-сольового балансу, роботи серця, м'язів та органів кровотворення. Загалом до складу повноцінного збалансованого харчування входить понад 60–70 необхідних організму речовин. Саме правильне співвідношення білків, жирів, вуглеводів, вітамінів, мікроелементів та води забезпечує нормальне функціонування організму, високу працездатність, стійкість до захворювань і тривале збереження здоров'я людини.

Середня добова потреба дорослої людини в харчових речовинах визначається формулою збалансованого харчування та залежить від віку, статі, фізичної активності, умов праці та стану здоров'я. Раціон людини повинен бути не лише достатнім за калорійністю, а й різноманітним та фізіологічно повноцінним. Збалансоване харчування передбачає чітку відповідність між енергією, що надходить із їжею, та енерговитратами організму. Постійне перевищення енергетичної цінності їжі тільки на 837 кДж (200 ккал) за рік збільшує масу тіла на 3,6-7,2 кг.

Тривале недотримання принципів збалансованого харчування веде до порушення обміну речовин, виникнення неінфекційних захворювань. Такі захворювання є наслідком недостатнього або надмірного харчування. Навіть короткочасне голодування порушує процеси обміну речовин, веде до накопичення кетонових тіл – продуктів неповного окислення жирів, впливає на імунну систему, стан судин тощо. Добова потреба дорослої людини в поживних речовинах наведена в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1.

Добова потреба дорослої людини в поживних речовинах

Харчові речовини	Добова Потреба	Харчові речовини	Добова потреба
Вода, г	1750...2200	незамінні олії, ненасичені жирні кислоти, г	2...6
у тому числі:		холестерин	0,3...0,6

питна (вода, чай, кава, компот тощо)	800...1100	фосфоліпіди	5
у супах	250...500	Мінеральні речовини, мг:	
у продуктах харчування	700	кальцій	800...1000
Білки, г	80...100	фосфор	1000... 1500
у тому числі:		натрій	4000...6000
тваринні	5	калій	2500...5000
Незамінні амінокислоти, г		хлориди	5000...7006
лейцин	4...6	магній	300...500
ізолейцин	3...4	залізо	15
валін	3...4	цинк	10...15
треонін	2...4	марганець	5...10
лізін	3...5	хром	0,2...0,25
метионін	2...1	мідь	2
фенілаланін	2...4	кобальт	0,1...0,2
Замінні амінокислоти, г		молібден	0,5
гістидин	1,5...2	селен	0,5
аргінін	5...6	фториди	0,5...1,0
цистин	2...3	йодиди	0,1...0,2
тирозин	3...4	Вітаміни, мг:	
аланін	3	вітамін С	50...70
серин	3	вітамін А	1,5...2,0
глутамінова кислота	16	вітамін Е	10...20
аспарагінова кислота	6	вітамін К (різні форми)	0,2...3,0
пролін	5	рутин (Р)	25
глікокол	3	ніацін (РР)	15...25
Вуглеводи, г	400...500	холін	500...1000
у тому числі:		тіамін (В ₁)	1,5...2,0
крохмаль	400...450	рибофлавін (В ₂)	2,0...2,5
моно- і дисахариди	50...100	пантотенова кислота (В ₃)	5...10
Органічні кислоти (лимонна, молочна, тощо), г	2	піридоксин (В ₆)	2...3
Баластні речовини (клітковина, пектин), г	25	фолацін (В ₉)	0,2...0,4
Жири, г	80...100	ціанокобаламін (В ₁₂)	0,002...0,005
в тому числі:		кальцифероли (D ₂ , D ₃)	0,0025...0,01
рослинні	20...25	ліпоєва кислота	0,5

2. Енергетика харчування

По даних ВООЗ надлишок ваги на сьогоднішній день є одною з найбільш актуальних проблем сучасної медицини та охорони здоров'я.

Визначальним у формуванні надлишку ваги з наступним ожирінням є спосіб життя (поведінка, в т.ч. і поведінка харчування).

Ожиріння – це хронічне рецидивне захворювання, основним симптомом якого є надлишкове накопичення жирової тканини, що веде до порушення всіх функціональних систем організму.

В організмі людини постійно проходять 2 процеси: літогенез (утворення жиру) та ліполіз (розпад жиру). До тих пір, поки ці процеси врівноважені, маса тіла залишається стабільною.

Регуляція цього визначається прямо або побічно усіма без виключення гормонами, одна частина з яких стимулює або гальмує літогенез, а друга – ліполіз. Найголовніша роль в цьому складному процесі належить підкорковому утворенню – гіпоталамусу, в якому є центри апетиту та насичення.

На сьогоднішній день процеси ліпогенезу переважають над ліполізом у більшій частини людства. А це призводить до надлишкового накопичення жирової тканини, що веде до порушення всіх функціональних систем організму. ВООЗ вважає ожиріння епідемією, що інтенсивно розповсюджується по всіх країнах світу.

Загальноприйнятим вважається визначення ступені ожиріння по індексу маси тіла (ІМТ або індекс Кетле), який розраховується як відношення маси тіла (ваги в кг) до росту людини (в м²):

$$IMT = \frac{\text{Маса тіла (кг)}}{\text{Зріст (м)} \cdot \text{Зріст (м)}} \quad (3.1)$$

Приклад: Вага 77 кг, зріст 170 см (1,70 м)

1. Квадрат роста: $1,70 \cdot 1,70 = 2,89 \text{ м}^2$;
2. $IMT = \frac{77}{2,89} = 26,64 \text{ кг/м}^2$

Інтерпретація результатів (ВООЗ):

- < 18,5 – ознаки дефіциту маси тіла;
- 18,5-24,9 – нормальна маса тіла;
- 25,0-29,9 – надлишкова маса тіла (перед ожиріння);
- 30,0-34,9 – ожиріння I ступеню;
- 35,0-39,9 – ожиріння II ступеню;
- > 40,0 – ожиріння III ступеню.

Важливо розуміти: *ІМТ є орієнтовним показником, оскільки не враховує співвідношення жирової та м'язової тканин, що особливо важливо для людей, які активно займаються спортом.*

Оцінювати ожиріння тільки по **ІМТ** недостатньо. Важливо оцінити топографію розподілу жиру і відношення товстої і худой частин тіла.

По типу розподілу жирової тканини виділяють такі види ожиріння: абдомінальне, сіднично-стегнове, змішане. Характер розподілу жирової тканини визначають по відношенню величини «об'єму» талії до стегон. Якщо ця величина у

чоловіків більше 1, а в жінок більше 0,88, то це говорить про абдомінальне ожиріння (Табл. 3.2.).

Таблиця 3.2.

Класифікація ожиріння по ІМТ і ризик супутніх захворювань

Типи ожиріння	ІМТ, кг/м ²	Ризик супутніх захворювань
Дефіцит маси тіла	< 20,0	Ризик дистрофії
Нормальна маса тіла	20,0...24,9	Звичайний
Надлишкова маса тіла:	> 25	Помірний
– ожиріння 1 ступеня	25,0...29,9	Підвищений
– ожиріння 2А ступеня	30,0...34,9	Високий
– ожиріння 2Б ступеня	35,0...39,9	Дуже високий
– ожиріння 3 ступеня	> 40,0	Надзвичайно високий

Основний обмін – енергія, що витрачається на підтримку обміну речовин в стані спокою, в умовах температурного комфорту.

Фізична активність – витрати енергії в залежності від рівня фізичного навантаження (особливості праці і позавиробничої рухової активності).

Термогенез – виділення тепла для підтримки термостабільності в умовах змін температури навколишнього середовища.

Специфічна динамічна дія їжі – витрати енергії на перетравлення, всмоктування, транспорт та асиміляцію нутрієнтів на клітинному рівні.

В середньому величина основного обміну складає 1 ккал/год на 1 кг маси тіла. При цьому треба пам'ятати, що у жінок основний обмін нижчий на 5-10 % ніж у чоловіків.

Більш точно визначають величину основного обміну по формулі Харіса-Бенедикта.

Величина основного обміну:

$$\text{жінки:} \quad 655 + (9,6 \times M) + (1,8 \times P) - (4,7 \times B) \quad (3.2)$$

$$\text{чоловіки:} \quad 660 + (13,7 \times M) + (5 \times P) - (6,8 \times B), \quad (3.3)$$

де M – маса тіла, кг,

P – ріст, см,

B – вік, роки.

Отриманий результат збільшується на коефіцієнт фізичної активності K (для моделі з різною фізичною активністю):

I група (розумова праця) – $K = 1,4$;

II група (легка фізична праця) – $K = 1,6$;

III група (середні фізичні навантаження) –	$K = 1,9;$
IV група (важка фізична праця) –	$K = 2,2;$
V група (особливо важка фізична праця) –	$K = 2,4.$

Нагадаємо про поняття – калорійність.

Калорія (джоуль: 1 кал $\approx$ 4,19 Дж) – це одиниця енергії. Поповнення енергії з їжею відбувається за рахунок жирів, білків, вуглеводів (макронутрієнтів) і алкоголю.

Запаси жиру в організмі – це запаси енергії. Щоб ці запаси зменшити, потрібно обмежити кількість калорій, що потрапляють в організм і там утилізуються.

Калорійність різних компонентів їжі неоднакова.

1 г білку – 4 ккал;

1 г вуглеводів – 4 ккал;

1 г жиру – 9 ккал;

1 г алкоголю – 7 ккал.

Розрахунок калорійності добового раціону (ккал) проводиться по формулі ВООЗ:

Жінки:

$$18-30 \text{ років} \quad [(0,0621 \times \text{вага в кг}) + 2,0357] \times 240 \quad (3.4)$$

$$31-60 \text{ років} \quad [(0,0342 \times \text{вага в кг}) + 3,5377] \times 240 \quad (3.5)$$

$$>60 \text{ років} \quad [(0,0377 \times \text{вага в кг}) + 2,7545] \times 240 \quad (3.6)$$

Чоловіки:

$$18-30 \text{ років} \quad [(0,0630 \times \text{вага в кг}) + 2,8957] \times 240 \quad (3.7)$$

$$31-60 \text{ років} \quad [(0,0484 \times \text{вага в кг}) + 3,6534] \times 240 \quad (3.8)$$

$$>60 \text{ років} \quad [(0,0491 \times \text{вага в кг}) + 2,4587] \times 240 \quad (3.9)$$

Вирахований показник необхідно помножити на коефіцієнт фізичної активності. Отриманий результат буде відповідати реальній потребі енергії, необхідної даній людині.

Треба пам'ятати, що в середньому втрата ваги на 1000 г включає в себе 700 г жиру і 300 г води. Значить для того, щоб позбутися одного граму жиру, необхідно витратити 7 ккал.

Хід виконання роботи

Вихідні дані:

Вік _____, років,

Зріст P = _____ м,

Маса тіла B = _____ кг,

Рівень фізичної активності. _____

1. Вираховуємо фактичну добову калорійність раціону. Складаємо приблизне меню режиму харчування (табл.3.3):

Таблиця 3.3.

Приблизне меню харчування (будь-який день тижня)

Вид харчування	Меню	Енергетична цінність (ккал)
I Сніданок		
II Сніданок		
III Обід		
IV Полуденок		
V Вечеря		
Всього	$E \approx$ ккал	

2. Вираховуємо величину основного обміну за формулою (3.4 або 3.7):

$$E_{oo} = (0,0630 \times \text{кг} + 2,8957) \times 240 \text{ ккал} = \text{ккал}$$

3. Добова калорійність, необхідна для підтримки маси тіла складає:

$$E_d = E_{oo} \times K = \text{ккал.}$$

де K – коефіцієнт фізичної активності.

4. Енергетичний баланс: $\Delta E_{dl} = E - E_d = \text{ккал.}$

а) Якщо $\Delta E_{dl} > 1$ розраховуємо вагу, якої необхідно досягнути, для того щоб ІМТ не перевищував 25 кг/м^2 (верхня межа норми, табл.3.3) з формули 3.1:

$$B_n = P^2 \times IMT = \quad \times 25 = \quad \text{кг}$$

б) Якщо $\Delta E_{dl} < 1$ розраховуємо вагу, якої необхідно досягти, для того щоб ІМТ не був меншим 20 кг/м^2 (нижня межа норми, табл.7.2) з формули 3.1:

$$B_n = P^2 \times IMT = \quad \times 20 = \quad \text{кг}$$

5. Баланс ваги: $\Delta B = B - B_n =$ кг

6. Якщо $\Delta B > 1$ необхідно розробити гіпокалорійну дієту

а) враховуючи, що 1 г жиру «тягне» на 7 ккал необхідно недодати організму:

$$\Delta E = 7 \times \Delta B \times 1000 = \text{ккал.}$$

б) процес «спалювання» розрахований на рік, тобто на 365 днів. Звідси, добовий дефіцит калорійності буде:

$$\Delta E_{\partial 2} = \Delta E / 365 = \text{ккал.}$$

в) Реальна енергетична цінність раціону повинна скласти:

$$E_p = E - \Delta E_{\partial 1} - \Delta E_{\partial 2} = 3000 - 153 - 333 = 2514 \text{ ккал.}$$

З таблиць 3.5 – 3.9 можна провести підбір необхідних продуктів і блюд, калорійність яких в сумі за добу дорівнювала _____ ккал. Це б і становило приблизне денне гіпокалорійне меню.

Також із запропонованого меню можна виключити ряд страв, енергоцінність яких «тягне» $\Delta E_{\partial 1} + \Delta E_{\partial 2}$ ккал.

Якщо $\Delta B < 1$ необхідно розробити гіперкалорійну дієту

а) враховуючи, що 1 г жиру «тягне» на 7 ккал необхідно додати організму:

$$\Delta E = 7 \times \Delta B \times 1000 = \text{ккал.}$$

б) процес збільшення ваги розрахований на 180 днів. Тому добова надбавка калорійності складе:

$$\Delta E_{\partial 2} = \Delta E / 180 = \text{ккал.}$$

в) Реальна енергетична цінність раціону повинна скласти:

$$E_p = E + \Delta E_{\partial 1} + \Delta E_{\partial 2} = \text{ккал.}$$

З таблиць 3.5 – 3.9 можна провести підбір необхідних продуктів і блюд, калорійність яких в сумі за добу дорівнювала б $E_p \approx$ _____ ккал. Це і буде приблизне денне гіперкалорійне меню. Тепер в меню можна додати нові страви, енергоцінність яких «тягне» $\Delta E_{\partial 1} + \Delta E_{\partial 2}$ ккал або збільшити в ньому об'єм страв.

5. Розраховуємо остаточне меню харчування та заносимо результати в таблицю 3.4.

Таблиця 3.4.

Остаточне меню харчування

Вид харчування	Меню	Енергетична цінність (ккал)
----------------	------	-----------------------------

I Сніданок		
II Сніданок		
III Обід		
IV Полуденок		
V Вечеря		
Всього	$E \approx$	ккал

Висновки: _____

Склад та енергетична цінність продуктів

Таблиця 3.5.

Молочні продукти та олія

Продукт		Вода	Білки	Жири	Вуглеводи			Зола	Мінеральні речовини						Вітаміни					Енергетична цінність		
					Лактоза	Сахароза	Органічні кислоти		Na	K	Ca	Mg	P	Fe	A	Бета-каротин	B ₁	B ₂	PP			C
грамми								міліграми													кДж	ккал
Молоко жирності 3,5%	88,2	2,79	3,5	4,69	—	0,14	0,7	50	146	120	14	90	0,06	0,03	0,02	0,04	0,15	0,10	1,3	255	61	
Молоко жирності 3,2%	88,5	2,80	3,2	4,70	—	0,14	0,7	50	146	120	14	90	0,06	0,02	0,01	0,04	0,15	0,10	1,3	243	58	
Молоко топлене 6% жирності	85,5	3,0	6,0	4,7	—	0,12	0,7	50	146	124	14	92	0,06	0,04	0,02	0,02	0,13	0,10	0,3	352	84	
Вершки з коров'ячого молока 10% жирності	82,2	3,0	10,0	4,0	—	0,17	0,6	40	124	90	10	83	0,1	0,06	0,03	0,03	0,10	0,15	0,5	494	118	
Вершки з коров'ячого молока 35% жирності	59,0	2,5	35,0	3,0		0,14	0,4	31	90	86	7	58	0,2	0,25	0,12	0,02	0,11	0,07	0,2	1411	337	
Сметана 10% жирності, дієтична	82,7	3,0	10,0	2,9	—	0,80	0,6	50	124	90	10	62	0,1	0,06	0,03	0,03	0,10	0,15	0,5	481	115	
Сметана 20% жир.	72,7	2,8	20,0	3,2	—	0,80	0,5	35	109	86	8	60	0,2	0,15	0,06	0,03	0,11	0,10	0,3	862	206	
Сметана 30% жир.	63,3	2,4	30,0	3,1	—	0,70	0,5	32	95	85	7	59	0,3	0,23	0,15	0,02	0,10	0,07	0,8	1231	294	
Сметана 40% жир.	54,2	2,4	40,0	2,6	—	0,60	0,4	28	86	70	7	55	0,3	0,30	0,12	0,02	0,10	0,07	0,2	1595	381	
Сир жирний	63,2	14,0	18,0	2,8	—	1,00	1,0	41	112	150	23	216	0,5	0,10	0,06	0,05	0,30	0,30	0,5	971	232	
Сир нежирний	77,2	18,0	0,6	1,8	—	1,22	1,2	44	117	120	24	189	0,3	0,01	Сл.	0,04	0,25	0,45	0,5	368	88	
Сирки дитячі	48,0	9,1	23,0	1,5	17,0	0,50	0,9	41	112	135	23	200	0,4	0,10	0,06	0,03	0,30	0,30	0,5	1319	315	
Кефір жирний	88,3	2,8	3,2	4,1	—	0,90	0,7	50	146	120	14	95	0,1	0,02	0,01	0,03	0,17	0,14	0,7	234	56	
Кефір таттинський	87,3	4,3	1,0	5,3	—	0,90	1,2	70	200	170	21	133	0,1	Сл.	Сл.	0,04	0,17	0,14	0,7	205	49	
Кисле молоко звич.	88,4	2,8	3,2	4,1	—	0,8	0,7	51	144	118	16	96	0,1	0,02	0,01	0,03	0,13	0,14	0,8	243	58	
Кисле молоко нежирне	91,6	3,0	0,05	3,8	—	0,8	0,7	52	152	126	15	95	0,1	Сл.	Сл.	0,04	0,13	0,14	0,8	121	29	
Йогурт 1,5% жирності	88,0	5,0	1,5	3,5	—	1,3	0,7	50	152	124	15	9	0,1	0,01	Сл.	0,03	0,15	0,15	0,6	214	51	
Йогурт 3,2 % жир.	86,3	5,0	3,2	3,5	—	1,3	0,7	52	147	122	15	96	0,1	0,02	0,01	0,04	0,20	0,15	0,6	276	66	
Ряжанка 6 % жирності	85,3	3,0	6,0	4,1	—	0,90	0,7	50	146	124	14	92	0,1	0,04	0,02	0,02	0,13	0,14	0,3	352	84	
Кумис з кобиллячий	89,2	2,05	1,9	5,0	—	1,40	0,5	34	77	94	25	60	0,1	0,03	0,01	0,02	0,04	0,09	9,0	159	48	
Масло вершкове	16,0	0,5	82,5	0,8	0,03	0,2	7	15	12	0,4	19	0,2	0,59	0,3	Сл.	0,10	0,05	Сл.	3132	743		
Масло вологодське	16,0	0,5	82,5	0,8	0,03	0,2	7	15	13	0,4	19	0,2	0,59	0,38	Сл.	0,10	0,05	0	3132	748		
Масло селянське	25,0	0,8	72,5	1,3	0,03	0,4	15	30	24	0,5	30	0,2	0,40	0,30	0,01	0,12	0,05	0	2767	661		
Масло топлене	1,0	0,3	98,0	0,6	—	0,1	—	—	—	—	—	—	0,60	—	—	—	—	—	—	3714	887	
Масло бутербродне	35,0	2,5	61,5	1,7		0,6	16	25	34	1,5	45	0,3	0,40	0,28	0,01	0,13	Сл.	Сл.	2370	566		
Сир голландський	39,0	23,7	30,5	—	2,1	4,7	1000	—	910	—	480	—	0,21	0,16	0,03	0,38	0,18	2,4	1578	377		
Сиркостромський	41,5	25,2	26,3	—	2,0	4,8	850	120	900	50	500	1,2	0,23	0,17	0,03	0,36	0,20	3,0	1444	345		
Сир швейцарський	36,4	24,9	31,8	—	2,8	4,1	840	140	1000	55	590	1,1	0,27	0,18	0,05	0,5	0,1	1,5	1658	396		
Сир рокфор	40,4	20,0	28,0	—	2,7	6,6	1900	180	740	50	410	1,0	0,25	0,17	0,03	0,40	0,30	2,0	1411	337		
Бринза з коров'яча	52,0	17,9	20,1	—	2,0	8,0	1560	—	530	—	390	—	—	—	0,04	0,12	—	1,0	1089	260		
Бринза овеча	49,0	14,6	25,5	—	2,9	8,0	1600	—	550		310	—	—	—	0,05	0,15	—	1,0	1248	298		
Плавлений сир	44,0	22,0	27,0	—	2,4	4,6	880	200	760	40	600	0,8	0,15	0,08	0,02	0,39	0,15	1,2	1424	340		
Маргарин молочний	15,9	0,3	82,0	1,0	0	0,5	171	10	11	1	7	Сл.	Сл.	Сл.	Сл.	0,02	0,02	Сл.	3111	743		
Маргарин вершковий	15,9	0,3	82,0	0,9	0	0,5	154	15	14	2	9	Сл.	0,02	Сл.	Сл.	0,02	0,02	Сл.	3111	743		
Майонез ^{100г}	25,0	2,8	67,0	2,6	0	1,0	508	38	33	13	54	1	0,02	Сл.	0,01	0,05	0,03	Сл.	2613	624		
Олія соняшникова	0,1	0	99,9	—	—	—	Сл.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3764	899	
Олія арахісова	0,1	0	99,9	—	—	—	Сл.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3764	899	
Олія соєва	0,1	0	99,9	—	—	—	Сл.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3764	899	
Олія кукурудзяна	0,1	0	99,9	—	—	—	Сл.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3764	899	
Олія оливкова	0,2	0	99,8	—	—	—	Сл.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3760	898	

Таблиця 3.6.

Зерно, хліб та хлібобулочні вироби

Продукт	Вода	Білки	Жири	Моно- і дисахариди	Крохмаль	Клітковина	Зола	Мінеральні речовини						Вітаміни				Енергетична цінність	
								Na	K	Ca	Mg	P	Fe	Бета каротин	B ₁	B ₂	PP		
								міліграми										кДж	ккал
Горох	14,0	20,5	2,0	4,6	44,0	5,7	2,8	33	873	115	107	329	6,8	0,01	0,81	0,15	2,20	1248	298
Квасоля	14,0	21,0	2,0	3,2	43,4	3,9	3,6	40	1100	150	103	480	5,9	Сл.	0,50	0,18	2,10	1223	292
Соя	12,0	31,9	7,3	5,7	3,5	4,3	5,0	6	1607	348	226	603	15,0	0,07	0,94	0,22	2,20	1390	332
Борошно:																			
пшеничне в/г	14,0	10,3	1,1	0,2	68,7	0,1	0,5	3	122	18	16	86	1,2	0	0,17	0,04	1,20	1398	334
пшеничне І сорту	14,0	10,6	1,3	0,5	67,1	0,2	0,7	4	176	18	16	86	1,2	0	0,57	0,44	3,20	1398	334
житнє сіяне	14,0	6,9	1,4	0,7	63,6	0,5	0,6	1	200	19	25	129	2,9	Сл.	0,17	0,04	0,99	1273	304
кукурудзяне	14,0	7,2	1,5	1,3	68,9	0,7	0,8	—	—	—	—	—	—	0,2	0,4	0,13	1,8	1382	330
Крупа манна	14,0	10,3	1,0	0,3	67,4	0,2	0,5	3	130	20	18	85	1,0	0	0,14	0,04	1,20	1373	328
Крупа гречана ядриця	14,0	2,6	3,3	1,4	60,7	1,1	1,7	3	380	20	200	298	6,7	0,01	0,43	0,20	4,19	1403	335
Крупа рисова	14,0	7,0	1,0	0,7	70,7	0,4	0,7	12	100	8	50	150	1,0	0	0,08	0,04	1,60	1382	330
Пшоно	14,0	11,5	3,3	1,7	64,8	0,7	1,1	10	211	27	83	233	2,7	0,02	0,42	0,04	1,55	1457	348
Крупа вівсяна	12,0	11,0	6,1	0,9	48,8	2,8	2,1	35	362	64	116	349	3,9	Сл.	0,49	0,11	1,10	1269	303
Вівсяні пластівці	12,0	11,0	6,2	1,2	48,9	1,3	1,7	20	330	52	129	328	3,6	0	0,45	0,10	1,00	1277	305
Крупа перлова	14,0	9,3	1,1	0,9	65,6	1,0	0,9	10	172	38	40	323	1,8	0	0,12	0,06	2,00	1340	320
Крупа ячна	14,0	10,0	1,3	1,1	65,2	1,4	1,2	15	203	80	50	343	1,8	0	0,27	0,08	2,74	1357	324
кукурудзяна	14,0	8,3	1,2	1,2	70,4	0,8	0,7	4	147	20	36	109	2,7	0,20	0,13	0,07	1,10	1411	337
Горох лущений	14,0	23,0	1,6	3,4	47,4	1,1	2,6	27	731	89	88	226	7,0	0,01	0,90	0,18	2,37	1315	314
Макаронні вироби	13,0	10,4	1,1	2,0	67,7	0,1	0,5	3	123	19	16	87	1,6	—	0,17	0,04	1,21	1411	337
Хліб:																			
житий	35,9	4,9	1,0	1,1	45,0	0,4	1,5	420	143	18	20	92	2,9	—	0,09	0,03	0,68	921	220
житньо-пшеничний	45,2	7,3	1,3	1,3	34,2	1,2	2,6	628	230	33	54	183	4,2	—	0,18	0,08	1,76	791	189
пшеничний	41,0	8,7	1,5	1,4	37,3	1,3	0,6	356	217	33	66	234	4,4	—	0,25	0,09	3,66	875	209
Батон нарізний	34,1	7,7	3,0	2,9	47,0	0,2	0,3	429	131	22	33	85	2,0	—	0,16	0,05	1,57	1097	262
Булка	34,3	7,8	3,0	4,2	45,0	0,2	0,3	424	163	34	105	1,6	0,17	—	0,17	0,08	1,7	1089	250
Здоба звичайна	27,5	8,0	5,3	7,2	46,5	0,2	0,3	433	136	25	33	91	2,0	—	0,16	0,06	1,61	1252	299
Бублики	26,0	9,0	1,1	2,6	55,4	0,2	0,3	501	152	25	38	99	2,3	—	0,18	0,06	1,81	1189	284
Сухарі українські	9,0	9,0	7,9	16,3	52,3	0,1	0,3	340	118	19	15	91	1,8	—	0,13	0,05	1,2	1612	385

Таблиця 3.7.

М'ясо та м'ясопродукти

Продукт	Вода	Білки	Жири	Вуглевод.	Зола	Мінеральні речовини						Вітаміни					Енергетична цінність	
						Na	K	Ca	Mg	P	Fe	A	B ₁	B ₂	PP	C		
						міліграми											кДж	ккал
М'ясо																		
Баранина	67,3	15,6	16,3	—	0,8	80	270	9	20	168	2,0	Сл.	0,08	0,14	3,8	Сл.	875	209
М'ясо волоче	64,5	18,6	16,0	—	0,9	65	325	9	22	188	2,7	Сл.	0,06	0,15	4,7	Сл.	913	218
М'ясо кроля	66,7	21,1	11,0	—	1,2	57	335	20	25	190	3,3	0,01	0,12	0,18	6,2	0,8	766	183
М'ясо поросят	75,4	20,6	3,0	—	1,0	—	—	12	22	230	1,2	—	1,40	0,19	36	—	456	109
Свинина беконна	54,2	17,0	27,8	—	1,0	64	316	8	27	182	1,9	Сл.	0,60	0,16	2,8	Сл.	1331	318
Свинина жирна	38,4	11,7	49,3	—	0,6	47	230	6	20	130	1,4	Сл.	0,40	0,10	2,2	Сл.	2056	491
Свинина м'ясна	54,5	14,3	33,3	—	0,9	58	285	7	24	164	1,7	Сл.	0,52	0,14	2,6	Сл.	1495	357
Телятина	77,3	19,7	2,0	—	1,0	108	345	12	24	206	2,9	Сл.	0,14	0,23	5,8	Сл.	406	97
Ковбаса																		
Докторська	60,8	12,8	22,2	1,5	2,7	828	243	29	22	178	1,7	—	0,22	0,15	2,45	—	1076	257
Любительська	57,0	12,2	28,0	—	2,8	900	211	19	17	146	1,7	—	0,25	0,18	2,47	—	1260	301
Молочна	62,0	11,7	22,8	—	2,7	835	250	40	21	169	1,7	—	0,25	0,20	2,65	—	1055	252
Московська	61,7	11,5	21,8	2,0	3,0	974	207	30	17	133	1,8	—	—	—	—	—	1047	250
Сардельки																		
Волові	66,1	11,4	18,2	1,5	2,8	823	193	26	16	131	1,8	—	0,04	0,09	2,24	—	900	215
Свинячі	53,7	10,1	31,6	1,9	2,7	898	215	16	18	139	1,2	—	0,25	0,12	2,0	—	1390	332
Сосиски																		
Волові	65,8	10,4	20,1	0,8	2,9	891	200	25	15	139	1,8	—	0,03	0,9	2,63	—	946	226
Любительські	58,2	9,0	29,5	0,7	2,6	770	239	16	21	145	1,9	—	—	—	—	—	1273	304
Варено-копчені ковбаси																		
Любительська	39,1	17,3	39,0	—	4,6	1544	324	30	22	214	3,0	—	0,16	0,16	4,63	—	1758	420
Московська	39,9	19,1	36,6	—	4,4	1743	399	26	23	182	2,4	—	0,13	0,16	5,00	—	1700	406
Сервелат	39,0	16,1	40,1	—	4,8	1764	366	33	33	228	3,1	—	—	—	—	—	1779	425
Шинка	53,5	22,6	20,9	—	3,0	903	400	22	35	268	2,6	—	—	—	—	—	1168	279
Грудинка	33,8	10,0	52,7	—	3,5	1608	208	26	19	143	1,4	—	—	—	—	—	2533	605
Корейка	37,7	10,2	48,2	—	3,9	1134	255	23	308	176	2,1	—	0,32	0,06	2,25	—	1989	475
Жир свинячий	0,3	—	99,7	—	0,02	1,0	1,0	0,5	0,8	2,0	0,05	0,01	—	—	—	—	3756	897
Шпик свинячий	5,7	1,4	92,8	—	0,1	21	14	2,0	—	13,0	—	0,01	—	—	—	—	3521	841

Таблиця 3.8.

Птиця і яйця

Продукт	Категорія	Вода	Білки	Жири	Вуглеводи	Зола	Мінеральні речовини						Вітаміни				Енергетична цінність		
							Na	K	Ca	Mg	P	Fe	A	B ₁	B ₂	PP			
							грамн						міліграми						
Птиця																			
Бройлери (курчата)	I	63.8	18.7	16.1	0.5	0.9	70	236	14	19	160	1.3	0.04	0.09	0.15	6.10	766	183	
	II	67.7	19.7	12.2	0.5	0.9	88	242	12	22	175	1.7	0.03	0.11	0.16	6.40	532	172	
Гуси	I	45.0	15.2	39.0	—	0.8	91	240	12	30	165	2.4	0.02	0.80	0.23	5.20	1725	412	
	II	54.4	17.0	27.7	—	0.9	99	274	14	34	179	2.4	0.02	0.09	0.26	5.60	1327	317	
Індички	I	57.3	19.5	22.0	—	0.9	90	210	12	19	200	1.4	0.01	0.05	0.22	7.80	1156	276	
	II	64.5	21.6	12.0	0.8	1.1	100	257	18	25	227	1.8	0.01	0.07	0.19	8.00	825	197	
Кури	I	61.9	18.2	18.4	0.7	0.8	70	194	16	18	165	1.6	0.07	0.07	0.15	7.70	1009	241	
	II	69.1	21.2	8.2	0.6	0.9	79	240	18	21	190	1.6	0.07	0.07	0.14	7.80	674	161	
Качки	I	45.6	15.8	38.0	—	0.6	58	156	10	15	136	1.9	0.05	0.12	0.17	5.80	1696	405	
	II	56.7	17.2	24.2	—	0.9	90	160	12	13	156	1.9	0.05	0.18	0.19	6.00	1202	287	
Яйце																			
Куряче	I	74.0	12.7	11.5	0.7	1.0	134	140	55	12	192	2.5	0.25	0.07	0.44	0.19	657	157	
Перепелине	I	73.3	12.9	13.1	0.6	1.2	115	144	54	32	218	3.2	0.47	0.11	0.65	0.26	703	168	

Таблиця 3.9.

Риба та морепродукти

Продукт	Вода	Білки	Жири	Екстрак. речовин и	Зола	Мінеральні речовини						Вітаміни					Енергетична цінність	
						Na	K	Ca	Mg	P	Fe	A	B ₁	B ₂	PP	C		
						грамн					міліграми							
Карась	78.9	17.7	1.8	—		100	280	70	25	220	0.87	—	—	—	—	—	364	87
Короп	77.4	16.0	5.3	—	1.3	55	265	35	25	210	0.80	0.02	0.14	0.13	1.5	1.8	469	112
Лящ	77.7	17.1	4.1	—	1.1	70	265	25	35	210	2.10	—	—	—	—	—	599	143
Окунь	79.2	18.5	0.9	—	1.4	100	280	50	25	240	2.2	—	—	—	—	—	507	121
Оселедець	61.3	17.7	19.5	—	1.5	100	310	60	30	280	1.0	0.03	0.03	0.30	3.9	2.7	1030	246
Сом	76.7	17.2	5.1	—	1.0	50	240	50	20	210	1.00	0.01	0.19	0.12	0.9	1.2	481	115
Судак	79.2	18.4	1.1	—	1.3	35	280	35	25	230	0.50	0.01	0.08	0.11	1.0	3.0	352	84
Горбуша	54.1	22.1	9.0	14.8	13.7	—	278	60	29	126	2.5	Сл.	0.20	0.16	2.6	1.2	708	169
Морська капуста	88.0	0.9	0.2	—	4.1	520	970	40	170	55	16.0	0.15	0.04	0.06	0.4	2.0	21	5

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 4. Кількісне оцінювання ризику небезпек

Мета роботи – дослідити методи кількісного оцінювання ризику небезпек, навчитися визначати рівень ризику виникнення небезпечних ситуацій та оцінювати можливі наслідки їх впливу на людину, виробниче середовище і довкілля.

Цілі роботи:

- ознайомитися з основними поняттями ризику, небезпеки та безпеки;
- вивчити методи кількісного оцінювання ризиків у сфері охорони праці та цивільного захисту;
- визначити взаємозв'язок між імовірністю виникнення небезпеки та тяжкістю її наслідків;
- сформувати навички аналізу та прогнозування небезпечних ситуацій.

Завдання роботи: навчитись застосовувати методи кількісного оцінювання ризику у практичних ситуаціях; виробити вміння аналізувати небезпечні фактори та визначати рівень ризику для людини й навколишнього середовища; освоїти здатність оцінювати ймовірність виникнення небезпечних подій, прогнозувати можливі наслідки та розробляти заходи щодо зниження рівня ризику й підвищення безпеки праці.

Загальні відомості

Ризик та його характеристики

Важливою характеристикою небезпеки є шкода — якісна або кількісна оцінка збитків, заподіяних небезпекою.

Кожний окремий елемент шкоди має своє кількісне вираження: чисельність загиблих, кількість поранених чи хворих, площа ураженої території, вартість пошкоджених транспортних засобів тощо. Універсальною одиницею виміру шкоди є збитки у грошовому еквіваленті.

Небезпека сама по собі вказує лише на потенційну можливість спричинення шкоди. Для оцінки її імовірності та тяжкості прояву застосовують поняття ризику.

Згідно з ДСТУ 2293-2014 «ризик – це ймовірність заподіяння шкоди з урахуванням її тяжкості». Чисельно ризик визначається за формулою

$$R = P \cdot A, \quad (4.1)$$

де P – ймовірність виникнення небезпеки;

A – очікуваний розмір шкоди (збитку), що може завдати реалізована небезпека.

Оскільки ймовірність – величина безрозмірна, ризик має вимірюватися в одиницях шкоди (збитку), заподіяної небезпекою.

Ризик смертельної небезпеки (коли шкода є найтяжчою - смерть людини) розраховується як частота за формулою

$$R = \frac{n}{N}, \quad (4.2)$$

де n – кількість подій зі смертельними наслідками;

N – максимально можлива кількість цих подій (кількості подій n і N обов'язково визначаються за однаковий інтервал часу, найчастіше – за один рік).

При розрахунку загального ризику величина N у формулі $R = \frac{n}{N}$ є максимальною кількістю всіх без винятку подій; при розрахунку групового ризику величина N – це максимально можлива кількість подій у певній групі населення (виокремлена із загальної кількості людей за певною ознакою, наприклад, за віком, професією, місцем проживання тощо).

Вихідні дані до практичної роботи «Кількісне оцінювання ризику небезпек»

Для розрахунку ризику наразитися на смертельну небезпеку протягом року як для себе (задача № 1), так і для іншої людини (задача № 2) необхідно визначити такі дані:

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

Варіанти завдань для задачі № 2 в кінці роботи в таблиці 4.1.

Хід виконання роботи

Визначте відносну частку кожного джерела небезпеки (у відсотках), що формує загальний індивідуальний ризик, і побудуйте кругову діаграму. Результати запишіть у протокол-форму (додаток 4.1). Необхідні для розрахунку дані візьміть із довідкових таблиць 4.2 - 4.9, наведених нижче.

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

$$R_1^* = K_{\text{прх}} \cdot R_1, \quad (4.3)$$

де R_1 – шуканий ризик для людини певної вікової групи (табл. 4.3);

$K_{\text{прх}}$ – коефіцієнт поправки для урахування місця проживання людини та її статі при хворобах (табл. 4.4).

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

$$R_2^* = T_p \cdot R_2 \quad (4.4)$$

де R_2 – ризик смертельної небезпеки, спричиненої різними видами професійної та непрофесійної діяльності (табл. 4.5);

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

Примітка. Якщо значення в табл.4.5 має межі, то потрібно обрати менше значення.

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. 4.6) і формула набуває наступного вигляду:

$$R_2^* = T_p \cdot R_2 \frac{K_{жін}}{K_{чол}}. \quad (4.5)$$

2. Ризик наразитися на смертельну небезпеку протягом року внаслідок можливого **нещасного випадку в побуті**:

$$R_3^* = K_{прнв} \cdot R_3, \quad (4.6)$$

де R_3 – шуканий ризик для людини певної вікової групи (табл. 4.2);

$K_{прнв}$ – коефіцієнт поправки для урахування місця проживання людини та її статі при нещасних випадках (табл. 4.4).

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

$$R_4^* = K_{прх} \cdot R_4', \quad (4.7)$$

де R_4' – де ризик смерті людини внаслідок згубних звичок (табл. 4.7);

$$R_4^{**} = K_{прх} \cdot R_4'' \cdot T \quad (4.8)$$

де R_4'' – де ризик смертельної небезпеки, спричиненої різними видами професійної та непрофесійної діяльності (на 1-ну людину чоловічої статі за 1-ну годину) (табл. 4.5);

T – час, який людина витрачає на заняття, пов'язані із додатковими факторами ризику

Примітка. Якщо значення R_4'' в табл.2.8 має межі, то потрібно обрати менше значення.

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

$$R_{\text{сум}} = R_1^* + R_2^* + R_3^* + R_4^* + R_4^{**} \quad (4.9)$$

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

6. Якісний аналіз абсолютних величин складових загального ризику проводиться за упорядкованою шкалою ризиків смертельних небезпек (табл. 4.9)

Варіанти завдань для задачі № 2

№ вар	Вік, років	Стать	Місце знах-ня	Вид професійної діяльності	Заняття 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, 150 годин 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
11.	19	жін	село	Продавець	поїздки на велосипеді, 500 годин на рік
12.	45	чол	місто	військовий вертольотчик 1600 годин на рік	бокс, 150 годин
13.	51	чол	місто	оператор АЕС	Паління
14.	38	чол	село	міліціонер	надмірне споживання алкоголю
15.	21	жін	місто	працівник сфери обслуговування	альпінізм, 100 годин на рік
16.	50	чол	місто	шахтар	надмірне споживання алкоголю
17.	45	чол	село	фермер	поїздки на власному авто, 150 годин на рік
18.	30	жін	місто	вчителька	поїздки на велосипеді, 600 годин на рік
19.	39	жін	село	доярка	Паління
20.	24	чол	місто	будівельник	дайвінг, 60 годин на рік
21.	26	чол	місто	моряк риболовецького траулера	мисливство, 200 годин на рік
22.	25	чол	село	водій-професіонал	академічна гребля, 600 годин на рік
23.	45	чол	місто	льотчик цивільної авіації, 1800 год на рік	кіннотник, 250 годин на рік
24.	59	чол	село	ремісник-гончар	плавання, 250 годин на рік
25.	34	жін	місто	працівник легкої промисловості	поїздки на велосипеді, 500 годин на рік
26.	41	жін	село	продавець	бокс, 150 годин
27.	33	чол	місто	військовий вертольотчик 1600 годин на рік	Паління
28.	57	чол	місто	оператор АЕС	надмірне споживання алкоголю
29.	40	чол	село	міліціонер	альпінізм, 100 годин на рік
30.	40	жін	місто	працівник сфери обслуговування	Паління

Таблиця 4.2.

**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	№ 10	40-44	0,00089
№ 1	0	0,00078	№ 11	45-49	0,00100
№ 2	1-4	0,00031	№ 12	50-54	0,00120
№ 3	5-9	0,00025	№ 13	55-59	0,00130
№ 4	10-14	0,00022	№ 14	60-64	0,00140
№ 5	15-19	0,00072	№ 15	65-69	0,00150
№ 6	20-24	0,00110	№ 16	70-74	0,00170
№ 7	25-29	0,00088	№ 17	75-79	0,00270
№ 8	30-34	0,00083	№ 18	80-84	0,00420
№ 9	35-39	0,00084	№ 19	85 і старші	0,00700

Таблиця 4.3.

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	№ 10	40-44	0,00270
№ 1	0	0,02300	№ 11	45-49	0,00480
№ 2	1-4	0,00080	№ 12	50-54	0,00840
№ 3	5-9	0,00030	№ 13	55-59	0,01500
№ 4	10-14	0,00020	№ 14	60-64	0,02500
№ 5	15-19	0,00030	№ 15	65-69	0,03800
№ 6	20-24	0,00040	№ 16	70-74	0,05900
№ 7	25-29	0,00050	№ 17	75-79	0,09100
№ 8	30-34	0,00090	№ 18	80-84	0,14300
№ 9	35-39	0,00160	№ 19	85 і старші	0,24000

Таблиця 4.4.

Поправочний коефіцієнт $K_{\text{попр}}$ 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 4.5.

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
Виробничі професії			15	Пожежники	$1 \cdot 10^{-7}$
1	Працівники вуглекислородних підприємств	$5 \cdot 10^{-7} - 5 \cdot 10^{-6}$	16	Поліцейські, міліціонери, військовослужбовці	$1,5 \cdot 10^{-7}$
2	Робітники, пов'язані із процесом вулканізації	$5 \cdot 10^{-7} - 5 \cdot 10^{-6}$	17	Водії-професіонали	$3 \cdot 10^{-7}$
3	Морські 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 глазурувальники	$2,5 \cdot 10^{-7}$	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	$4 \cdot 10^{-8} - 6 \cdot 10^{-8}$	Непрофесійний спорт, дозвілля		
11	Працівники промисловості (в цілому)	$1,2 \cdot 10^{-7}$	24	Велосипедисти, лижники, легкоатлети	$3 \cdot 10^{-7}$
Невиробничі професії			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, педагоги, студенти	$5 \cdot 10^{-8}$	30	Альпіністи, спелеологи, дайвери	$2,7 \cdot 10^{-5}$
			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 4.6.

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 4.7.

Ризик смерті людини внаслідок згубних звичок порівняно з ризиком смертельних небезпек невиробничого характеру (на 1-ну людину за рік)

№	Джерело небезпеки	Ризик загибелі	№	Джерело небезпеки	Ризик Загибелі
Згубні звички					
1	Паління	$8000 \cdot 10^{-6}$	2	Надмірне споживання алкоголю	$212 \cdot 10^{-6}$
Ризики невиробничого характеру					
1	Випадкові утоплення	$91 \cdot 10^{-6}$	6	Випадкові удушення, закупорювання дихальних шляхів	$58 \cdot 10^{-6}$
2	Дорожньо-транспортні Пригоди (ДТП)	$190 \cdot 10^{-6}$	7	Ураження електричним Струмом	$19 \cdot 10^{-6}$
3	Побутові отруєння	$97 \cdot 10^{-6}$	8	Самогубства та самоушкодження	$258 \cdot 10^{-6}$
4	Випадкові падіння	$62 \cdot 10^{-6}$	9	Убивства й навмисні ушкодження	$117 \cdot 10^{-6}$
5	Ураження при пожежі	$48 \cdot 10^{-6}$	10	Дія радону-222, що міститься у повітрі приміщень	$250 \cdot 10^{-6}$

Таблиця 4.8.

Класифікатор безпеки професійної діяльності

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

Таблиця 4.9.

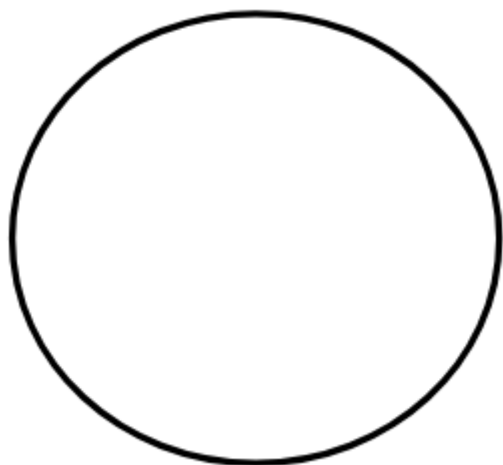
Шкала порівняння ризиків смертності

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

Протокол практичної роботи з БЖД на тему «Кількісне оцінювання ризику небезпек»
студента _____ групи _____ Варіант _____

Задача 1	Задача 2
Вік – Стать – Місце проживання – м. Київ Вид проф. діяльності – студент Спосіб життя (за наявності основні причини додаткового ризику): шкідливі звички – активне дозвілля (з зазначенням годин на рік) – 1. $R_1^* = K_{\text{прх}} \cdot R_1 =$ 2. $R_2^* = T_p \cdot R_2 =$ або $R_2^* = T_p \cdot R_2 \frac{K_{\text{жін}}}{K_{\text{чол}}} =$ 3. $R_3^* = K_{\text{прнв}} \cdot R_3 =$ 4. $R_4^* = K_{\text{прх}} \cdot R_4' =$ $R_4^{**} = K_{\text{прх}} \cdot R_4'' \cdot T =$ 5. $R_{\text{сум}} = R_1^* + R_2^* + R_3^* + R_4^* + R_4^{**} =$	Вік – Стать – Місце проживання – Вид проф. діяльності – Спосіб життя (основні причини додаткового ризику) – 1. $R_1^* = K_{\text{прх}} \cdot R_1 =$ 2. $R_2^* = T_p \cdot R_2 =$ або $R_2^* = T_p \cdot R_2 \frac{K_{\text{жін}}}{K_{\text{чол}}} =$ 3. $R_3^* = K_{\text{прнв}} \cdot R_3 =$ 4. $R_4^* = K_{\text{прх}} \cdot R_4' =$ $R_4^{**} = K_{\text{прх}} \cdot R_4'' \cdot T =$ 5. $R_{\text{сум}} = R_1^* + R_2^* + R_3^* + R_4^* + R_4^{**} =$

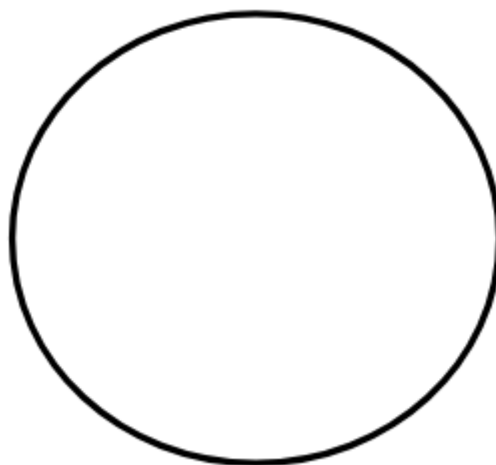
6. Діаграма за результатами задачі 1



7. Якісний аналіз абсолютних величин:

Висновки:

6. Діаграма за результатами задачі 2



7. Якісний аналіз абсолютних величин:

Висновки:

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 5, 6. Загальні принципи надання першої долікарської допомоги

Мета роботи – ознайомитися із загальними принципами надання першої долікарської допомоги постраждалим у разі нещасних випадків, травм, раптових захворювань та надзвичайних ситуацій, а також сформувати практичні навички дій до прибуття медичних працівників.

Цілі роботи:

- вивчити основні принципи та послідовність надання першої долікарської допомоги;
- ознайомитися з правилами оцінювання стану постраждалого та визначення наявності загрози життю;
- розглянути способи надання допомоги при кровотечах, опіках, переломах, втраті свідомості та інших невідкладних станах;
- сформувати навички безпечної поведінки під час надання допомоги постраждалим.

Завдання роботи: навчитись застосовувати знання з надання першої долікарської допомоги у практичних ситуаціях; виробити вміння правильно оцінювати стан постраждалого та визначати необхідний обсяг допомоги; освоїти здатність виконувати першочергові заходи для збереження життя і здоров'я людини до прибуття медичних працівників та забезпечувати особисту безпеку під час рятувальних дій.

Загальні відомості

Найперше завдання при ліквідації наслідків дії небезпечних і шкідливих факторів на людину – надання першої долікарської допомоги постраждалим (рис.5.1).

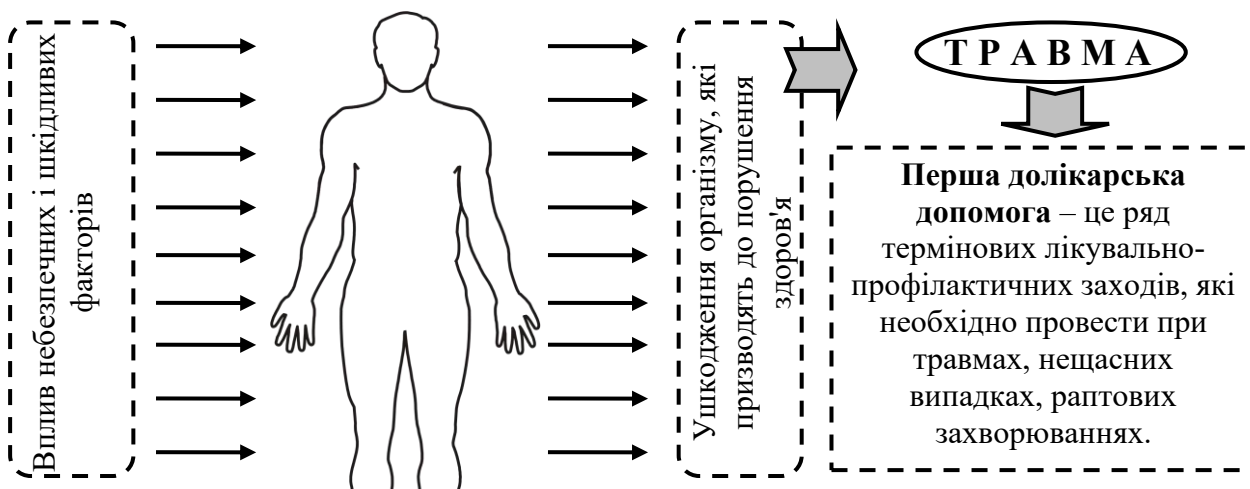


Рис.5.1. Поняття «травма» і «перша долікарська допомога»

Для надання відповідної долікарської допомоги необхідно, перш за все, правильно класифікувати одержану постраждалим травму (рис.5.2-5.5).

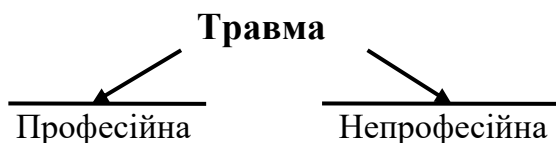


Рис. 5.2. Класифікація травм в залежності від виду діяльності постраждалого.

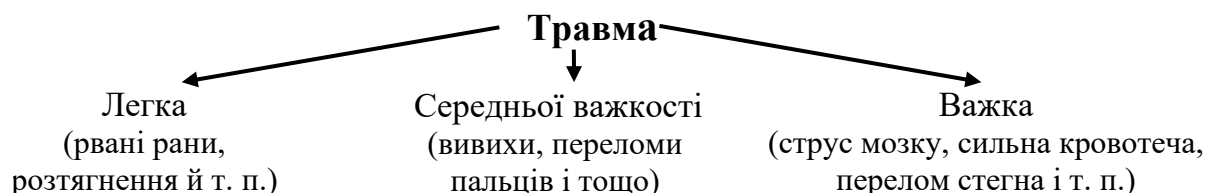


Рис.5.3. Класифікація травм за ступенем важкості

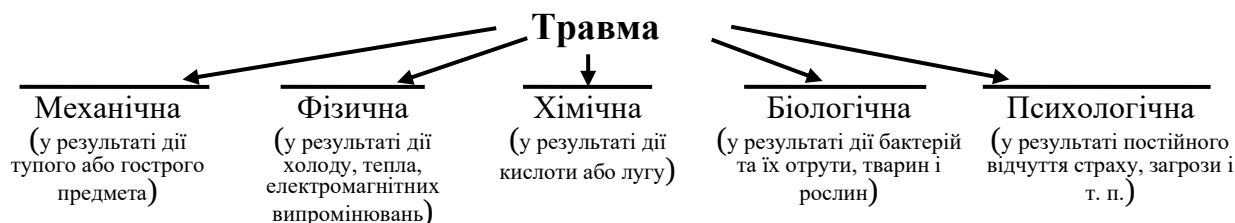


Рис.5.4. Класифікація травм в залежності від факторів, що впливають.

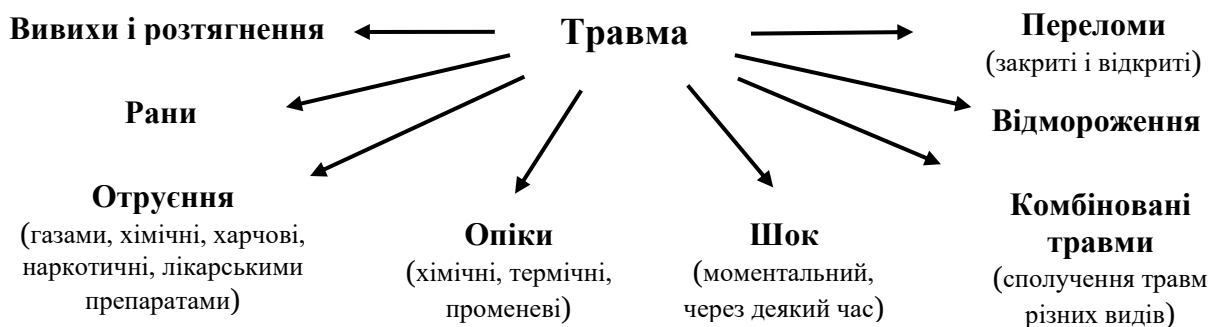


Рис.5.5. Класифікація травм за формою прояву

Перша долікарська допомога при раптовому припиненні серцевої діяльності і дихання

Нерідко зовнішній вигляд людини, яка потрапила в біду, значні ушкодження, нерухомість її тіла можуть створити враження, що вона померла. Тому необхідно знати ознаки, які вказують на те, що потерпілий живий і потребує медичної допомоги:

- дзеркало, прикладене до рота, пітніє – отже, потерпілий дихає;

- зіниця звужується при наближенні джерела світла (запаленого сірника, електричного ліхтарика) і розширюється при віддаленні;
- палець руки набрякає, якщо його перев'язати ниткою – отже, система кровообігу діє, фіксуються застійні явища;
- шкіра запалюється (червоніє) під дією запаленого сірника чи цигарки.

Стан клінічної смерті (при раптовому припиненні серцевої діяльності і дихання) може наступити при втопленні, ураженні електрострумом або блискавкою й знаходженні в загазованому приміщенні. Людина у такому стані може перебувати не більше 5 хв., після чого настає біологічна смерть. Якщо відразу ж розпочати непрямий масаж серця і штучне дихання (штучну вентиляцію легень), то є шанс урятувати потерпілого. Штучну вентиляцію легень виконують різними способами; з них найрозповсюдженіший – «з рота в рот».

Перш ніж розпочати **штучне дихання**, потрібно покласти потерпілого на спину і переконатися, що його повітропроникні шляхи вільні для проходження повітря. З цією метою його голову максимально відхиляють назад підклавши під шию валик. Якщо щелепи стиснуті, то треба висунути нижню щелепу вперед і, натискуючи на підборіддя, розкрити рот, потім серветкою очистити ротову порожнину від слини та блювотної маси і розпочати штучне дихання: накласти на відкритий рот потерпілого розкриту серветку (носову хустинку), затиснути йому ніс, зробити глибокий вдих, щільно притулити свої губи до губ потерпілого (для герметичності) і з силою видихнути повітря йому в рот. Вдувати треба таку кількість повітря, щоб воно щоразу якомога повніше розправляло легені потерпілого (це можна побачити, стежачи за рухом грудної клітки). При пораненні (ушкодженні) нижньої щелепи штучне дихання можна здійснити іншим способом: вдувати повітря через ніс потерпілого (при цьому рот постраждалого повинен бути закритий рукою, якою одночасно зміщують щелепу доверху для попередження западання язика). **Повітря вдувають ритмічно 16-20 разів за 1 хвилину** до поновлення природного дихання або до встановлення цілком певних ознак смерті.

При раптовому припиненні серцевої діяльності, ознаками якого є відсутність пульсу, серцебиття і реакції зіниць на світло (зіниці широко розкриті), негайно розпочинають непрямий масаж серця: потерпілого кладуть на спину на тверду, жорстку поверхню. Стають з лівого боку від нього і кладуть свої долоні одна на одну на ділянку нижньої третини грудної клітки потерпілого. Енергійними ритмічними поштовхами (з **амплітудою 3–4 см і частотою 50–60 натискань за хвилину**) натискують на груди, після кожного поштовху відпускаючи руки, щоб дати можливість випростатися грудній клітці.

Непрямий масаж серця виконується в поєднанні зі штучним диханням . У цьому випадку допомогу потерпілому надають двоє або троє. Перший робить непрямий масаж, другий – штучне дихання способом «з рота в рот», а третій стоїть справа від потерпілого, підтримує його голову і має бути готовим замінити будь-кого з тих, хто надає допомогу, щоб штучне дихання і непрямий масаж серця здійснювалися безперервно. Під час вдування повітря натискати на грудну клітку не можна, це потрібно робити поперемінно: **5 натискань на грудну клітку (на видиху), потім одне вдування повітря в легені (вдих).**

Штучне дихання у поєднанні з непрямим масажем серця є найпростішим способом реанімації (оживлення) людини, котра перебуває у стані клінічної смерті. Коли потерпілі літні люди, слід пам'ятати, що кістки в такому віці крихкі, тому рухи повинні бути не дуже енергійними. У дітей масаж серця слід проводити лише однією рукою, а дітей грудного віку — кінчиками двох пальців з частотою 100—120 натискань у хвилину. Точка прикладання пальців у дітей до 1 року — у нижнього кінця грудини.

Перша долікарська допомога при шоккових станах

Травматичний шок може наступити при великих ушкодженнях і є різким занепадом сил і пригніченням усіх життєвих функцій організму: частий і слабкий пульс, поверхнєве дихання, блідість і піт на обличчі, байдужність до всього навколишнього, збереження свідомості. При важкому шоківому 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.

Допомога:

– усунути (послабити) біль. При переломах кісток накласти шину (імобілізувати). Застосувати безпечні засоби (шприц-тюбик індивідуальної аптечки АІ-2, промедол, баралгін, анальгін, цитрамон та ін.);

– вкласти у горизонтальному положенні із трохи опущеною головою, зігріти потерпілого за допомогою ковдри й грілок, дати випити гарячий чай (якщо не ушкоджена черевна порожнина).

Варто знати, що алкоголь має незначну знеболюючу дію, однак сильно знижує дію анестезії (знеболювання).

Транспортування потерпілого в шоківому стані в лікувальну установу повинно проводитися винятково дбайливо.

Перша долікарська допомога при втраті свідомості

Втрата свідомості може наступити при ударі голови, болю, нервово-емоційному збудженні, страху, недостатчі кисню й втраті крові. При цьому потерпілий зовні схожий на сплячу людину. У нього підвищений пульс і знижений артеріальний тиск.

Допомога:

- покласти потерпілого на спину так, щоб голова була нижче рівня ніг на 15–20 см для збільшення кровотоку. При цьому голову необхідно злегка повернути убік для відведення можливих блювотних мас;
- звільнити шию й груди від одягу, приклавши до них змочений в холодній воді рушник, збризкати обличчя водою;
- забезпечити доступ свіжого повітря;
- дати понюхати нашатирний спирт і злегка поплескати по щоках.

Перша долікарська допомога при струсу мозку

Струс мозку може наступити при ударі голови. Ознаки: головний біль, запаморочення, блідість, шум у вухах, слабкість, блювота й втрата свідомості.

Допомога:

- покласти потерпілого й забезпечити йому повний спокій, незважаючи на можливе поліпшення самопочуття;
- до голови прикласти холод, а до ніг – теплу грілку.

Для запобігання ускладнень після прибуття лікаря докладно повідомити йому про всі ознаки, що спостерігалися.

Перша долікарська допомога при ранах

Забите місце може виникнути при ударі, стиску або розтяганні тканин. Це – ушкодження м'яких тканин із внутрішнім крововиливом при збереженні цілісності шкіри.

Якщо травмовано кінцівку:

- покласти постраждалого так, щоб травмоване місце було вище рівня серця (зменшує крововилив);
- прикласти холод (знижує чутливість нервових клітин, звужує судини й зменшує крововилив);
- виконати протишокові міри.

Рани бувають вогнепальними, колотими, рубаними, рваними, укушеними. При ранах виникають кровотечі, які у свою чергу можуть викликати ряд ускладнень.

Кровотеча - це витікання крові з судин, що настає найчастіше в результаті

їхнього ушкодження. При кровотечах головна небезпека пов'язана із втратою крові й виникненням у зв'язку із цим гострого недостатнього кровопостачання тканин (рис 5.6). Недостатнє постачання органів киснем викликає порушення їхньої діяльності; у першу чергу це стосується мозку, серця й легенів.

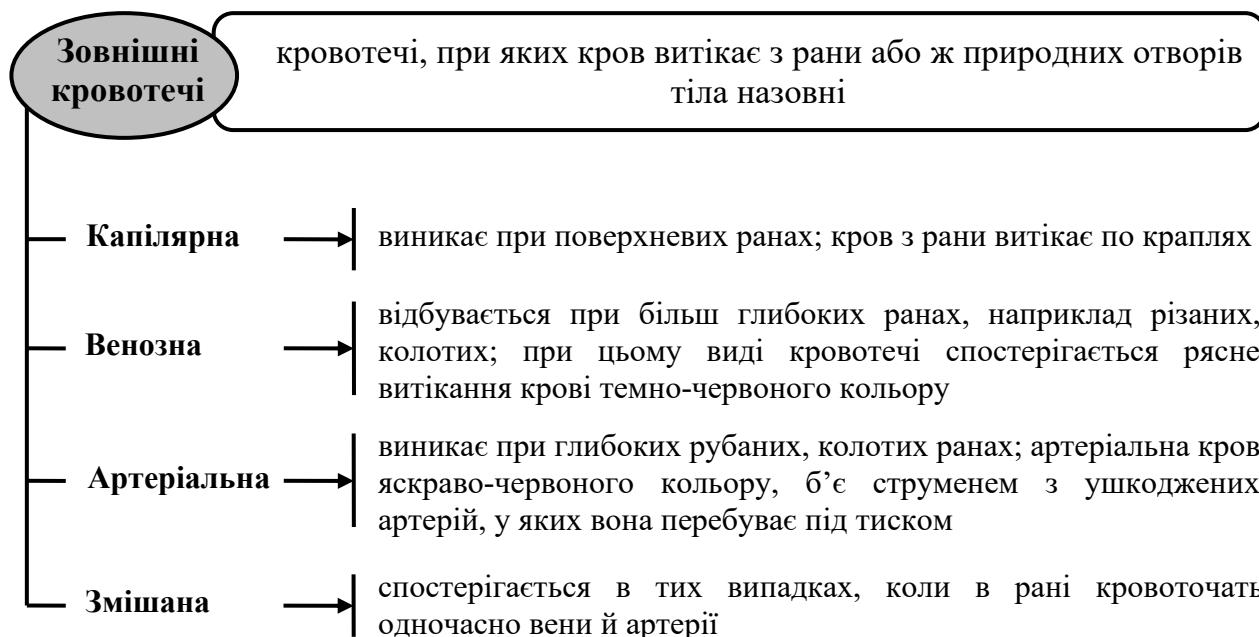


Рис.5.6. Перша долікарська допомога при зовнішніх кровотечах

Перша долікарська допомога при капілярній кровотечі. При капілярній кровотечі втрата крові порівняно невелика. Таку кровотечу можна швидко зупинити, наклавши на ділянку, що кровоточить, чисту марлю, поверх марлі – шар вати і перев'язавши рану. Якщо під рукою немає ні марлі, ні бинта, то місце, що кровоточить, можна перев'язати чистою носовою хусткою. Накладати прямо на рану волохату тканину не можна, тому що на її ворсинках перебувають численні бактерії, які можуть викликати зараження рани. З цієї ж причини безпосередньо на відкриту рану не можна накладати й вату.

Перша долікарська допомога при венозній кровотечі. Венозна кровотеча, поряд зі значною втратою крові, таїть у собі небезпеку того, що при пораненнях вен, особливо шийних, може відбутися усмоктування повітря в судини через ушкоджені місця. Повітря, яке проникає в судину, може потім потрапити і в серце. В таких випадках виникає повітряна емболія, небезпечна для життя потерпілого.

Венозна кровотеча найкраще зупиняється пов'язкою, що давить. На ділянку, що кровоточить, накладають чисту марлю, поверх її – розгорнутий бинт або складену в кілька разів марлю, в крайньому випадку – складена чиста носова хустка. Таким чином здійснюється тиск на відкриті кінці ушкоджених судин, що дозволяє здавити їх і

кровотеча припиняється.

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

Перша долікарська допомога при артеріальній кровотечі. Артеріальна кровотеча відрізняється від венозної яскравішим кольором і пульсуючим струменем та є самою небезпечною із всіх видів кровотеч, тому що при ній може швидко наступити повне знекровлювання потерпілого. При кровотечах із сонної, стегнової або ж пахової артерій людина може загинути через три або навіть через дві з половиною хвилини.

Існують такі способи зупинки артеріальних кровотеч:

- пальцеве притиснення артерії (скроневої, підключичної, сонної, плечової, стегнової, великогомілкової) до кісток. Використовується на короткий час, необхідний для підготовки джгута або тугої пов'язки. Виконується 2–3 пальцями або кулаком;
- за допомогою тампонування. При кровотечі з головної шийної артерії - сонної - варто негайно пригорнути рану пальцями або ж кулаком; після цього рану набивають більшою кількістю чистої марлі;
- за допомогою пакетика бинта, вкладеного в ліктьовий згин, підколінну ямку або в пахову западину, при одночасному посиленому згинанні кінцівки у суглобі з фіксацією ремнем, мотузкою або бинтом;
- накладення джгута при травмі кінцівки.

Джгут накладають вище рани на 1–1,5 години. Для цього дуже зручно використовувати індивідуальний перев'язний пакет. Щоб не зашкодити шкіру і нерви, місце накладення джгута або петлі покривають шаром марлі. Обов'язково вкладається записка із вказівкою часу накладення для запобігання омертвіння. Якщо за цей час потерпілому не надана хірургічна (лікарська) допомога, слід послабити джгут і відновити кровопостачання кінцівки на 30 хв. Після цього знову його затягти й указати в записці час. При відсутності спеціального джгута можна використати мотузку, ремінь, хустку, краватку, підтяжки і т.п.

Після зупинки кровотечі ретельно вимитими руками рану необхідно обробити розчином зеленки, йоду (обробляють краї рани) або перекисом водню. Потім накласти тугу пов'язку, що давить, зі стерильного бинта й вати. Після цього послабити й по можливості зняти джгут.

Перша долікарська допомога при інших зовнішніх кровотечах. Першу допомогу доводиться робити не тільки при кровотечах з ран, але й при деяких інших видах зовнішніх кровотеч.

Кровотеча з носа виникає при ударі в ніс, сильному чханні, при важких травмах черепа, а також при деяких захворюваннях, наприклад при 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. При носовій 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, що хворий затискає зубами.

Кровотеча з вуха спостерігається при пораненнях зовнішнього слухового проходу і при переломах черепа. На поранене вухо накладають чисту марлю, а потім перев'язують. Потерпілий лежить із трохи піднятою головою на здоровому боці. Робити промивання вуха не можна.

Кровотеча з легенів виникає при сильних ударах у грудну клітку, переломах ребер, при туберкульозі. Потерпілий відкашлює яскраво-червону пінисту кров; дихання при цьому утруднене. Потерпілого укладають у напівсидячому положенні, під спину йому підкладають валик, на який він може опертися. На відкриті груди кладуть холодний компрес. Хворому забороняють говорити й рухатися.

Кровотеча зі стравоходу виникає при його пораненні або ж при розриві його вен, розширених при деяких захворюваннях печінки. Шлункова кровотеча спостерігається при виразці шлунку або пухлині, які роз'їдають судини, що проходять у його стінках, а також при травмах шлунку.

Перша долікарська допомога при внутрішніх кровотечах

Потерпілого укладають у напівсидячому положенні із зігнутими в колінах ногами. На черевну область кладуть холодний компрес. Потерпілому не можна пити та їсти. Необхідний повний спокій (рис.5.7). При кровотечах із травного тракту необхідно термінове хірургічне втручання.

Перша долікарська допомога при внутрішньочеревних кровотечах. Потерпілого укладають у напівсидячому положенні із зігнутими в колінах ногами, на область живота кладуть холодний компрес. Не можна давати пити і їсти. Необхідно забезпечити негайне транспортування хворого в лікувальну установу.

Перша долікарська допомога при кровотечах у плевральну порожнину. При 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.

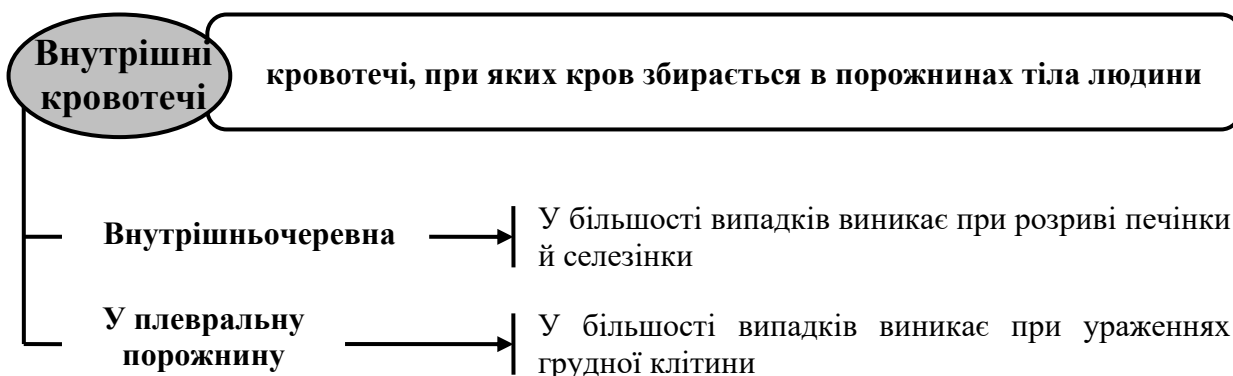


Рис.5.7. Перша долікарська допомога при внутрішніх кровотечах

Перша долікарська допомога при в розтягненнях і вивихах

Розтягнення і вивихи – хворобливі ушкодження тканин в області суглобів.

Перша долікарська допомога при розтягненнях. При будь-якому розтягненні необхідно, перш за все, зменшити біль у постраждалого. Потім необхідно іммобілізувати поранений суглоб. Для цього при невеликій пухлині можна застосувати еластичний бинт. Додатково можна зробити компрес для зменшення пухлини. При розтягненні необхідно звернутися за допомогою до лікаря, тому що при такому ушкодженні не виключена тріщина кістки.

Перша долікарська допомога при вивихах. Вивихи легко визначаються по зміні зовнішнього вигляду суглоба і по скривленню. Потерпілий може рухати вивихнутою кінцівкою, але з великою напругою, причому кожен рух надзвичайно болісний. Суглоб опухає. Вивихнута кінцівка вимагає дуже обережного обходження. Її іммобілізують у тому положенні, яке вона прийняла після травми. Не можна самим уживати яких-небудь спроб до вправлення вивихнутої кінцівки, оскільки будь-який змушений рух заподіює сильний біль і, крім того, при вивиху можливий перелом кістки. Тому, не відкладаючи, треба звернутися по допомогу до лікаря.

Перша долікарська допомога при переломах

Перелом – це порушення цілості кісток. Кістка хоча і є найбільш твердою із всіх тканин організму, але її міцність також має певні границі (рис. 5.8).

Перша долікарська допомога при переломах. 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. При відкритому переломі уламки кісток проривають шкіру та виходять назовні, їх не

можна заштовхувати в рану. Відкритий перелом спочатку обробляють за принципом обробки ран, а потім уже як перелом.

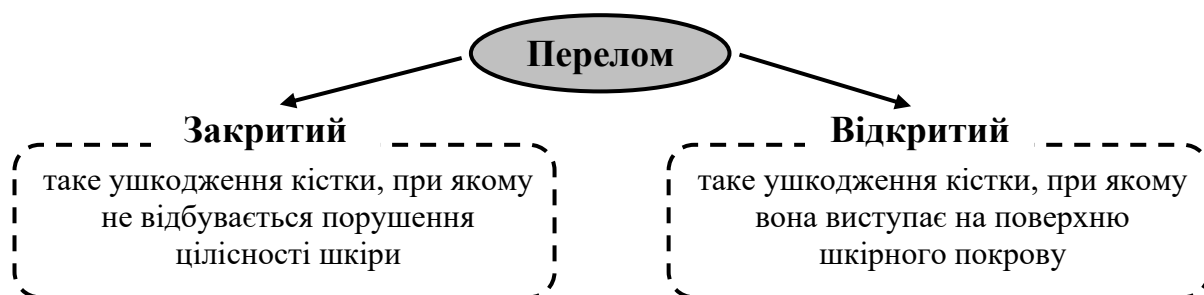


Рис.5.8. Класифікація переломів

Необхідна допомога:

- розрізати одяг для огляду;
- при відкритих переломах зупинити кров (див. вище);
- зверху накласти шину (можна використати дошку, картон і т.д.).

Випрямляти зламані кістки не можна! Шина має охоплювати обидва суглоби й суміжні з ними кістки;

- забинтувати, переконавшись у повній фіксації;
- якщо немає шин, поламану руку прибинтувати до тулуба, а ногу – до здорової ноги.

Якщо потерпілого мучить спрага, то його варто напоїти, найкраще якою-небудь мінеральною водою. Після ретельної іммобілізації переламаної ділянки тіла постраждалого варто доставити в лікувальну установу для хірургічної обробки.

Перша долікарська допомога при опіках

Опік – ушкодження тканин організму, викликане впливом високої температури, деяких хімічних речовин, електричного струму або радіаційних променів (рис.5.9).

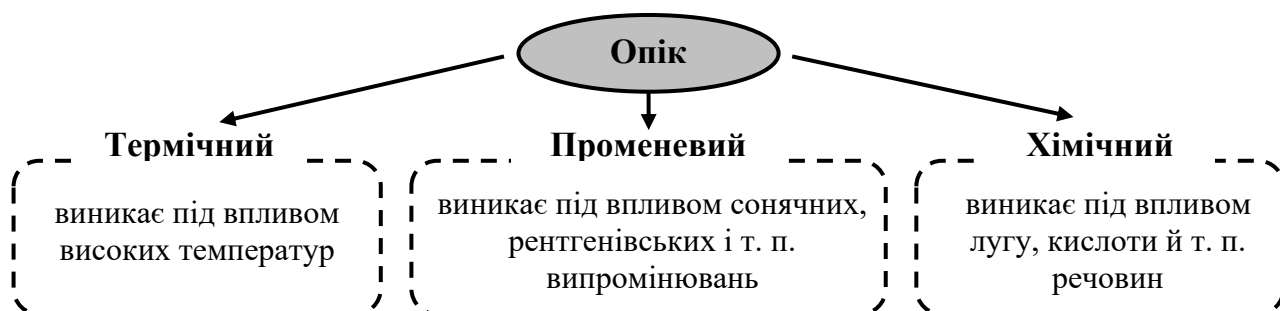


Рис 5.9. Класифікація опіків

Незалежно від факторів, які викликали появу опіку, їх розрізняють на **чотири ступені**:

- 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 долікарська допомога при термічних і променевих опіках. Насамперед постраждалого варто винести із зони дії джерела високої температури, загасити палаючі частини одягу за допомогою простирадл, ковдр, пальто 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 або косинкою для того, щоб при розмові й подиху з рота й носа на обпалені місця не попадали 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; при великих опіках для цих цілей використовують чисті пропрасовані простирадла. У вигляді виключення замість марлі можна використати чисті носові хустки. Дуже зручно для цих цілей застосовувати спеціальні пакети.

Постраждалого варто укутати в ковдру, але не перегрівати його, напоїти його великою кількістю рідини - чаєм, мінеральною водою, після чого негайно транспортувати в лікувальну установу. Обпалену поверхню забороняється змазувати мазями і засипати порошками.

Перша долікарська допомога при хімічних опіках. Характер надання першої долікарської допомоги при хімічних опіках залежить від того, якою речовиною вони викликаються.

При опіках розчином кислоти уражену 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).

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

Опик негашеним вапном обмивати водою **не можна**.

Після виконання необхідних процедур постраждалого негайно транспортувати в лікувальну установу.

Перша долікарська допомога при відмороженнях

Відмороження – ушкодження тканин організму, викликане впливом низької температури.

Найчастіше відмороженню піддаються ніс, вуха, пальці рук і ніг. При відмороженні спочатку відчувається мерзлякуватість, відчуття холоду, змінювані

онімінням. Розрізняють

чотири ступені відмороження:

I – характерною ознакою є збліднення шкіри, різке зниження або повна відсутність чутливості. Цей ступінь відмороження оборотний і при зігріванні синюшно-червоний відтінок шкіри, почуття печіння, набряклість тканин, а також тупі болі звичайно проходять через кілька днів. Загальний стан потерпілого погіршується незначно;

II – 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 синюшною зі зниженою чутливістю;

III – характерні омертвіння всіх шарів шкіри й м'яких тканин (при цьому навколо вогнища утвориться запальний вал, а через 3-5 днів може розвинути гангрена), озноб, рясний піт, апатія;

IV – настає омертвіння не тільки м'яких тканин, але й кістки.

Перша долікарська допомога при відмороженнях. Необхідно якнайшвидше зігріти хворого – перенести (або перевезти) у тепле приміщення. Потім зігріти постраждалу частину тіла розтиранням відмороженої ділянки чистими руками або змоченими спиртом, горілкою або одеколоном до появи чутливості, почервоніння шкіри. Крім того, варто напоїти 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 розтирати і масажувати шкіру з міхурами. В цьому випадку зігрівати можна за допомогою теплих ванн, поступово (протягом 30 хв) підвищуючи температуру води з 20 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 долікарська допомога при ураженні електрострумом

Ураження електричним струмом виникає при безпосередньому контакті людини з побутовим, виробничим або природним (блискавка) джерелом електроенергії. Ступінь важкості уражень від електроструму залежить від індивідуальних особливостей організму, фізичного та психічного стану, опору шкіри, тривалості впливу електроструму, метеорологічних факторів тощо.

Характер ушкоджень у залежності від напруженості електроструму є таким:

– струм побутового напруження (до 380 В) – електричні мітки у вигляді

маленьких кратерів на шкірі, іноді раптова зупинка серця;

- струм напругенням до 1000 В – судоми, спазм дихальних м'язів, раптова зупинка серця;

- струмом напругенням вищим за 10000 В – електричні опіки, обвуглювання тканин, переломи кісток, травматичний відрив кінцівок.

Найбільш вірогідні причини смерті при ураженні електричним струмом: раптова зупинка серця, набряк головного мозку, спазм дихальних м'язів, ушкодження внутрішніх органів. Перш ніж надати першу допомогу постраждалому, ураженому електрострумом, слід знеструмити його. Вимкніть джерело електроживлення, якщо вимикач знаходиться поряд у межах досягнення, скиньте електричний дріт з постраждалого будь-яким предметом (обов'язково сухим!), який не проводить електричний струм (палиця, лінійка тощо). Якщо швидко вимкнути електрострум неможливо, то необхідно перерізати електричні дроти на різних рівнях (щоб не виникло короткого замикання) ножом або плоскогубцями з ізольованими ручками. Відтягніть постраждалого за одяг від місця події, обмотавши руки сухим одягом (або використавши гумові рукавички). Але, навіть у гумових рукавицях, не слід знімати з потерпілого електричний дріт без предметів, що не проводять електричний струм.

При ураженні електрострумом високого напругення пам'ятайте про **правила наближення до постраждалого**. Якщо електричний дріт лежить на землі, людина, що поспішає на порятунок постраждалого, з перших кроків потрапляє під вплив крокової напруги. Без засобів захисту пересуватися в зоні розтікання струму по землі слід не відриваючи ноги одна від одної («гусячим кроком»: п'ятка однієї ноги повинна обов'язково торкатися носка другої). Приступати до надання першої долікарської допомоги можна лише після усунення небезпеки ураження електрострумом для оточуючих. Зніміть з постраждалого електричний дріт предметом, що не проводить електроструму, покладіть дріт на суху фанеру, дошку, гумовий килимок. На лініях електропередачі, коли їх не можна швидко вимкнути, слід з цією метою здійснити замикання проводів накоротко, накинувши на них гнучкий дріт. Дріт повинен бути відповідного поперечного перетину, щоб він не перегорів при проходженні через нього струму короткого замикання. Перед накиданням дроту один кінець слід заземлити (приєднати його до металевої опори, до заземлювального спуску). З метою забезпечення зручності накидання на вільний кінець провідника бажано прикріпити вантаж. Накидати дріт слід так, щоб він не торкнувся людей.

Перша долікарська допомога при ураженні електрострумом:

- знеструмити постраждалого (не забувайте про власну безпеку!);

- при раптовій зупинці серця – нанести прекардіальний удар по грудині та приступити до реанімації;
- при кровотечі – накласти кровоостанавливний джгут, стисну пов'язку;
- при електричних опіках і ранах – накласти стерильні пов'язки;
- при переломах кісток кінцівок – шини (можна використати будь-які підручні засоби)
- викликати швидку допомогу.

Неприпустимо:

- торкатися до потерпілого без попереднього знеструмлення;
- втрачати час на пошуки вимикача електроструму якщо можна перерубати або скинути електричний дріт предметом, що не проводить електрострум;
- припиняти реанімацію до появи ознак біологічної смерті (трупних плям);
- наближатися до електричного дроту, що лежить на землі бігом або великими кроками;
- закопувати ураженого блискавкою в землю.

Перша долікарська допомога при отруєннях

Отруєння – група захворювань, які обумовлені впливом на організм отрути різного походження (рис.5.10).

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.5.10. Види отруєння

Перша долікарська допомога при отруєннях газами. Окис вуглецю утворюється при неповному згорянні вугілля; ця сполука міститься у світильному газі і вихлопних газах автомобілів. Отруєння окисом вуглецю настає у випадках опалювання приміщення вугіллям при передчасному закритті грубої труби, при впливі світильного газу, а також у закритих гаражах при працюючому моторі.

Потрапляючи в організм при вдиханні, газ швидко проникає в червоні кров'яні тілця, тим самим перешкоджаючи надходженню в них кисню. Отруєння окисом вуглецю проявляється головними болями, слабкістю, запамороченням, шумом у вухах, нудотою й блювотою, втратою свідомості й нарешті смертю. Потерпілого потрібно

винести на свіже повітря і негайно почати проводити заходи щодо оживлення.

Небезпека **отруєння** вуглекислим газом виникає при горінні, бродінні у виноробних підвалах, колодязях. Проявляється серцебиттям, шумом у вухах, почуттям тиску за грудиною, втратою свідомості. Потерпілого потрібно винести на свіже повітря й негайно почати проводити заходи щодо оживлення.

Перша долікарська допомога при отруєннях продуктами харчування. У побуті найчастіше спостерігається отруєння грибами. Навіть їстівні гриби можуть стати шкідливими при повторному підігріванні. Шкідлива дія отруєних грибів залежно від їхнього виду різна. Органи травлення можуть бути уражені блідою поганкою й іншими отруйними грибами.

На печінку і нирки шкідливо діють зелена і бліда поганки. Симптоми отруєння настають через 6 - 12 годин після 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 півгодини після їхнього вживання в їжу з'являються головні болі, шум у вухах, припливи жару до обличчя, збудження, багатослівність і, нарешті, втрата свідомості.

Усі види отруєння грибами вимагають термінової допомоги. Необхідно відразу ж викликати блювоту, дати потерпілому активоване вугілля, молоко і викликають швидку допомогу.

У старих м'ясних консервах, зіпсованих копчених продуктах, м'ясі утвориться м'ясна отрута, яка називається ботулінічним токсином. Ознаки отруєння з'являються через 12-30 годин після вживання в їжу зіпсованих продуктів у вигляді блювоти, поносу, головних болів, роздвоєного бачення, порушення ковтання, паралічу кінцівок. Може наступити смерть через ослаблення серцевої діяльності і паралічу дихального центру.

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

Сальмонельоз виникає при вживанні в їжу несвіжих картопляних і рибних салатів. Може виникнути діарея, що супроводжується болями в животі. В цьому випадку мова йде про хвороботворні мікроорганізми - сальмонели, що розмножуються в салатах протягом 10 - 12 годин. Постраждалому варто дати активоване вугілля і викликати швидку допомогу.

Перша долікарська допомога при отруєнні хімічними речовинами. У випадках, коли кислота попадає усередину **організму людини**, на обличчі з'являється

опік (на губах, у кутах рота). Слизувата оболонка порожнини рота здобуває білі кольори, потерпілий скаржитися на сильний біль на всьому протязі шлункового тракту, голос стає хрипким, з'являється задишка, може наступити колапс. Перша долікарська допомога при отруєнні кислотами полягає в промиванні шлунку великою кількістю води з додаванням паленої магнезії (30г на 200 мл води), рясному питві води зі шматочками льоду. Добре давати постраждалому молоко, сирий яєчний білок, відвар лляного насіння, соняшникове масло.

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

У випадку потрапляння парів бензину усередину організму **людини** з'являються головні болі, запаморочення, слабкість, нудота, блювота, судороги, ослаблення дихання.

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

У випадку потрапляння розчинників усередину організму ці речовини шкідливо впливають на нирки і печінку. Спочатку вони викликають почуття сп'яніння, потім запаморочення, блювоту, пізніше - втрату свідомості. Розчинники впливають і на дихальний центр.

У постраждалого варто відразу ж викликати блювоту, напоїти молоком і якомога швидше доставити в лікувальну установу.

При контакті із ртуттю виникають отруєння, що проявляються ушкодженням печінки, нирок і кишечника. Потерпілий відчуває пекучий біль у шлунку, спостерігаються блювота, інтенсивний кривавий понос, зменшується виділення сечі.

Потерпілому необхідно дати активоване вугілля, сирий яєчний білок, молоко і негайно транспортувати у лікувальну установу.

Перша долікарська допомога при отруєннях 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 викликають і більш низькі дози. Алкоголь, діючи на судини, розширює їх, завдяки чому виникає відчуття тепла; крім того, він викликає порушення слизуватої оболонки шлунку. Найбільший вплив спирт здійснює на мозок. Людина, що

перебуває у важкій стадії сп'яніння, засинає; сон переходить у несвідомий стан і у результаті паралічу центрів дихання і кровообігу може наступити смерть.

Метиловий спирт як алкогольний напій уживають найчастіше ті алкоголіки, 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 і очах, блювота. Зір порушується, розвивається сліпота. Далі настає втрата свідомості і смерть.

Отруєного алкоголем варто винести на свіже повітря, викликати в нього блювоту, при припиненні дихальної діяльності треба робити штучне дихання. Якщо свідомість збережена, 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 ніотином може спостерігатися не тільки в початківців, але і у курців зі стажем. Проявляється це слабкістю, слинотечею, нудотою, блювотою, позивами на низ. Зіниці при цьому звужені, пульс уповільнений.

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

Перша долікарська допомога при отруєннях 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 обумовлює значне потіння, сонливість і глибокий сон, що може перейти в несвідомий стан. При наданні першої долікарської допомоги велику роль відіграє швидкість доставки потерпілого в лікувальну установу; у випадках порушення дихання і серцевої діяльності варто негайно почати робити штучне дихання.

Снотворні засоби. Уживання великих доз гексобарбітала, фенобарбітала, циклобарбітала та інших снотворних засобів викликає глибоке гальмування мозкової діяльності; настає сон, з якого потерпілий більше не приходить у себе, розвивається параліч дихального центру і 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, у нього викликають блювоту.

Наркотичні засоби – морфін і опій – дуже потрібні в медицині ліки. Призначення цих ліків строго контролюється, але проте люди, що страждають морфінізмом,

дістають їх незаконними шляхами і тайком їх уживають. Морфін і опій придушують біль, викликають приємні відчуття, прекрасний настрій. Отруєння цими речовинами проявляється запамороченням, глибоким сном, навіть втратою свідомості, порушенням дихання, звуженням зіниць.

При наданні першої долікарської допомоги, насамперед, варто провести штучне дихання; якщо свідомість збережена, потерпілого рекомендується напоїти чорною кавою і швидко доставити в лікувальну установу.

Перша долікарська допомога при укусах

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

Якщо людину вжалить оса, бджола або шершень, то перш за все 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.

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

Укуси змій. Однією із самих небезпечних отрутих змій є гадюка звичайна. Улітку випадки укусів гадюкою досить часті. В місці укусу, найчастіше в області гомілки, видно дві маленькі криваві крапки. Це сліди від зубів гадюки. Над двома передніми зубами в неї розташовується мішечок з отрутою. При укусі отрута проникає в рану і з місця укусу поширюється далі по всьому організмі. При першій долікарській допомозі з рани та навколишніх ділянок прагнуть видавити або відсмоктати якнайбільше крові й промивають ранку розчином марганцевокислого калію, після чого перев'язують. Потерпілому треба дати випити побільше рідини, корисна при цьому чорна кава. Потім по можливості якнайшвидше варто звернутися до лікаря.

Укуси тварин. Рани від укусів тварин обробляються відповідно до загальних правил, але при цьому їх завжди варто вважати ранами інфікованими. При укусах лісових тварин, головним чином диких кішок і лисиць, а іноді й невідомих, підозріло агресивних собак, особливо в польових умовах, виникає підозра на сказ. У таких випадках рану варто обробити так само, як і при укусі гадюки.

Хід виконання роботи

Ознайомившись загальними відомостями необхідно приступити до виконання

роботи. Робота полягає у вирішенні практичних завдань. Кожне завдання описує ситуацію одержання людиною травми. Потрібно класифікувати травму (в залежності від виду діяльності постраждалого, за ступенем важкості, залежно від факторів, що впливають, за формою прояву) і розробити стратегію надання першої медичної допомоги потерпілому в даній ситуації. Варіанти завдання (табл.5.1) видаються викладачем.

Таблиця 5.1.

Завдання для самостійної роботи студентів

№ варіанту завдання	Опис ситуації
1	Травма голови від гострого предмета. Рана кровоточить. Свідомість присутня. Потерпілий марить.
2	Перелом 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. Втрата свідомості
5	Глибокі рвані рани в результаті укусу людини бездомною собакою.
6	Термічний опік другого ступеня обох ніг. Відсутність свідомості.
7	Отруєння угарним газом. Дихальна діяльність пригнoblена.
8	Потерпілий випадково випив кислоту. Затримка подиху.
9	Отруєння лугом. Втрата свідомості. Падіння постраждалого у результаті чого утворилось багато ушкоджень м'яких тканин із внутрішнім крововиливом при збереженні цілісності шкіри.
10	Відмороження ніг другого ступеня. Відсутність чутливості пальців ніг, озноб.
11	Травма спини в результаті падіння з висоти. Сильний біль, що підсилюється при русі.
12	Сильне харчове отруєння. Біль у шлунку, блювота, підвищення температури.
13	Відкрита травма черепа, ясна кровотеча, втрата свідомості.
14	Загальний перегрів організму. Підвищення температури тіла, блювота.
15	Венозна кровотеча. Втрата свідомості.
16	Падіння з висоти і втрата свідомості.
17	Перелом руки в результаті падіння. Перелом відкритий, підвищена говірливість постраждалого, спрага.

№ варіанту завдання	Опис ситуації
18	Неглибокі рани на тілі в результаті падіння. Втрата свідомості.
19	Вивих руки у плечовому суглобі. Сильний біль.
20	Наркотичне отруєння. Запаморочення, глибокий сон з порушенням дихання та звуженням зіниць.
21	Ураження електрострумом побутового напруги 220 В від пошкодженого шнура праски.
22	Падіння з дробини. Утворення багатьох поверхневих ран. Втрата свідомості.
23	Відмороження пальців рук. Збліднення шкіри, повна відсутність чутливості.
24	Ураження електрострумом від торкання до обірваного електричного дроту 6000 В. Судоми, спазм дихальних м'язів, раптова зупинка серця.
25	Отруєння чадним газом. Серцебиття, шум у вухах, почуття тиску за грудиною, втрата свідомості.
26	Удар голови у результаті ДТП. Сильний головний біль, запаморочення, блідість, шум у вухах, слабкість, блювота, тимчасова втрата свідомості.
27	Серцевий напад. Відсутність пульсу, серцебиття і реакції зіниць на світло.
28	Стан клінічної смерті після ДТП, поранення нижньої щелепи.
29	Отруєння грибами. Головні болі, шум у вухах, припливи жару до обличчя, збудження, багатослівність, втрата свідомості.
30	Ураження грудної клітини о руль при ДТП. Дихання ускладнене, потерпілий задихається, сильний біль, спрага.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 7. Прогнозування дій та оцінювання наслідків при виникненні вибухів і пожеж

Мета роботи – дослідити особливості прогнозування розвитку вибухів і пожеж, оцінювання їх можливих наслідків для людей, об'єктів господарювання та навколишнього середовища, а також сформувати навички прийняття рішень у разі виникнення надзвичайних ситуацій.

Цілі роботи:

- ознайомитися з основними причинами виникнення вибухів і пожеж;
- вивчити уражаючі фактори вибухів та пожеж і їх вплив на людину та довкілля;
- розглянути методи прогнозування розвитку пожежонебезпечних та вибухонебезпечних ситуацій;
- сформувати навички оцінювання масштабів можливих наслідків аварій і надзвичайних ситуацій.

Завдання роботи: навчитись застосовувати методи прогнозування розвитку вибухів і пожеж у практичних ситуаціях; виробити вміння аналізувати небезпечні фактори та оцінювати можливі наслідки їх впливу на людей, споруди й навколишнє середовище; освоїти здатність визначати рівень безпеки, приймати обґрунтовані рішення щодо захисту населення та розробляти заходи з попередження і мінімізації наслідків надзвичайних ситуацій.

Загальні відомості.

Особливо небезпечними за своїми наслідками є аварії на вибухонебезпечних об'єктах. До вибухонебезпечних відносять не тільки об'єкти, що виробляють або зберігають вибухові речовини (тротил, тетрил, гексоген та ін.), але й об'єкти, де створюються вибухонебезпечні суміші з повітрям горючих речовин у дрібно-дисперсійному стані (вугільний пил, деревинне борошно, цукрова пудра та ін.).

Найчастіше вибухають суміші з повітрям вуглеводневих сполук (метану, пропану, бутану та їх похідних). Наслідками таких вибухів є руйнування будівель, споруд, обладнання, пожежі, ураження людей.

Пропонується наступний алгоритм оцінки наслідків вибуху на вибухонебезпечному об'єкті:

1. Визначити ступінь руйнувань елементів цеху.
2. Визначити який очікується характер пожеж.
3. Оцінити ступінь можливих уражень виробничого персоналу.
4. Зробити висновки і сформулювати рекомендації.

1. Визначення ступеня руйнувань елементів цеху під час вибуху.

Ступінь руйнувань будівель, споруд, обладнання залежить від їх міцності та величини надмірного тиску (ΔP_{ϕ}) ударної хвилі. Величина надмірного тиску, в свою чергу, залежить від кількості (Q) вибухової речовини і відстані від досліджуваної точки до центру вибуху (L).

Під час вибуху *газоповітряної суміші вуглеводневих продуктів* створюється осередок вибуху, який поділяють на три зони (рис. 7.1).

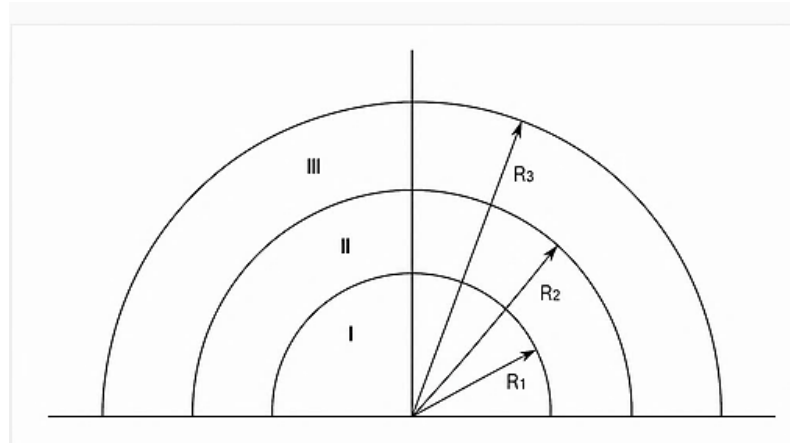


Рис.7.1. Осередок вибуху газоповітряної суміші.

Зона I – це зона детонаційної хвилі (знаходиться в межах хмари вибуху) і має радіус, який знаходять за формулою:

$$R_I = 17.5 \cdot \sqrt[3]{Q}, \text{ м} \quad (7.1)$$

де Q , т – кількість вуглеводневого продукту.

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

Зона II – це зона дії продуктів вибуху (охоплює всю територію, де розлетілись продукти газоповітряної суміші внаслідок її детонації) має радіус, який знаходять за формулою:

$$R_{II} = 1.7 \cdot R_I, \text{ м} \quad (7.2)$$

Надмірний тиск в межах цієї зони розраховується за формулою:

$$\Delta P_{\phi} = 1300 \cdot \left(\frac{R_I}{l}\right)^3 + 50, \text{ кПа}, \quad (7.3)$$

де l , м – це відстань від центру вибуху до обраної точки в межах **зони II**.

Зона III – це зона дії повітряної ударної хвилі, яка не обмежується радіусом, а надмірний тиск в цій зоні може бути розраховано за формулою:

$$\Delta P_{\phi} = \frac{700}{2,67 \cdot \left(\sqrt{1 + 7,66 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{L^3}{Q}} - 1 \right)}, \quad (7.4)$$

або визначено за допомогою графіків (рис. 7.2).

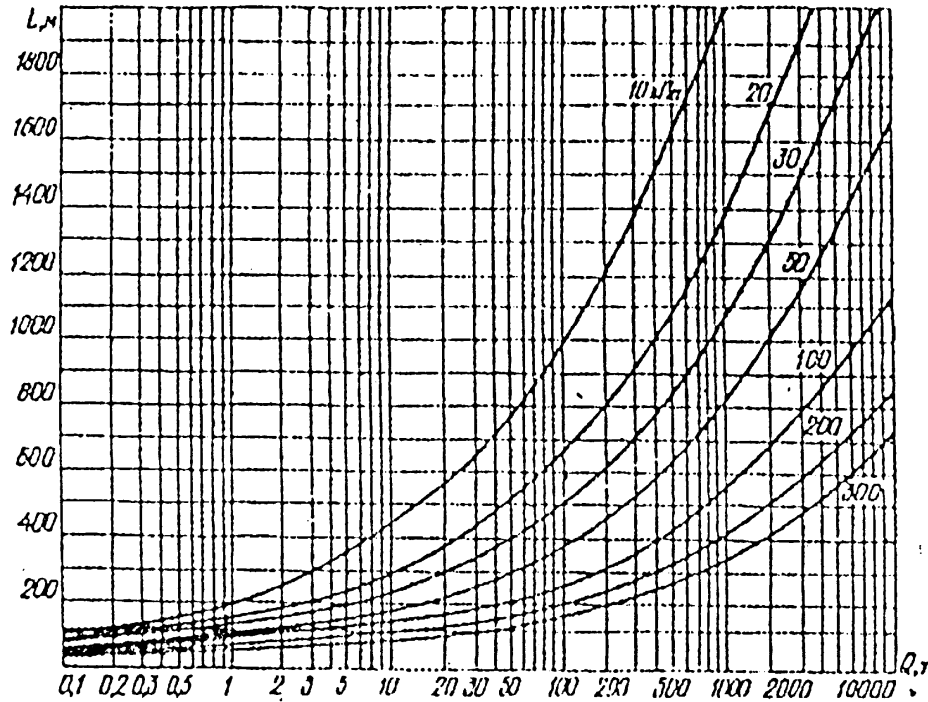


Рис. 7.2. Графіки залежності надмірного тиску від кількості пропану та відстані до центру вибуху.

Під час вибуху вибухової речовини (тротилу, тетрилу, гексогену та ін.) залежність надмірного тиску від кількості вибухової речовини і відстані до центру вибуху відрізняється для різних речовин. Так під час вибуху тротилу

$$\Delta P_{\phi} = \left(1,05 \cdot \frac{\sqrt[3]{Q}}{L} + 43 \cdot \frac{\sqrt[3]{Q^2}}{L^2} + 1400 \cdot \frac{Q}{L^3} \right) \cdot 10^3, \text{ кПа}, \quad (7.5)$$

де L , м – відстань до центру вибуху.

Для розрахунків надмірного тиску під час вибуху інших вибухових речовин використовують поправочні коефіцієнти (K_{BP}):

$$K_{BP} = \begin{cases} 1,0 & \text{— тротил} \\ 0,97 & \text{— пікринова кислота} \\ 1,08 & \text{— тетрил} \\ 1,28 & \text{— гексоген} \end{cases}. \quad (7.6)$$

В наведену вище формулу підставляється значення $Q = K_{BP} \cdot Q_{BP}$, де Q_{BP} – кількість відповідної вибухової речовини.

Значення надмірного тиску можна також визначити за допомогою графіків (рис. 7.3).

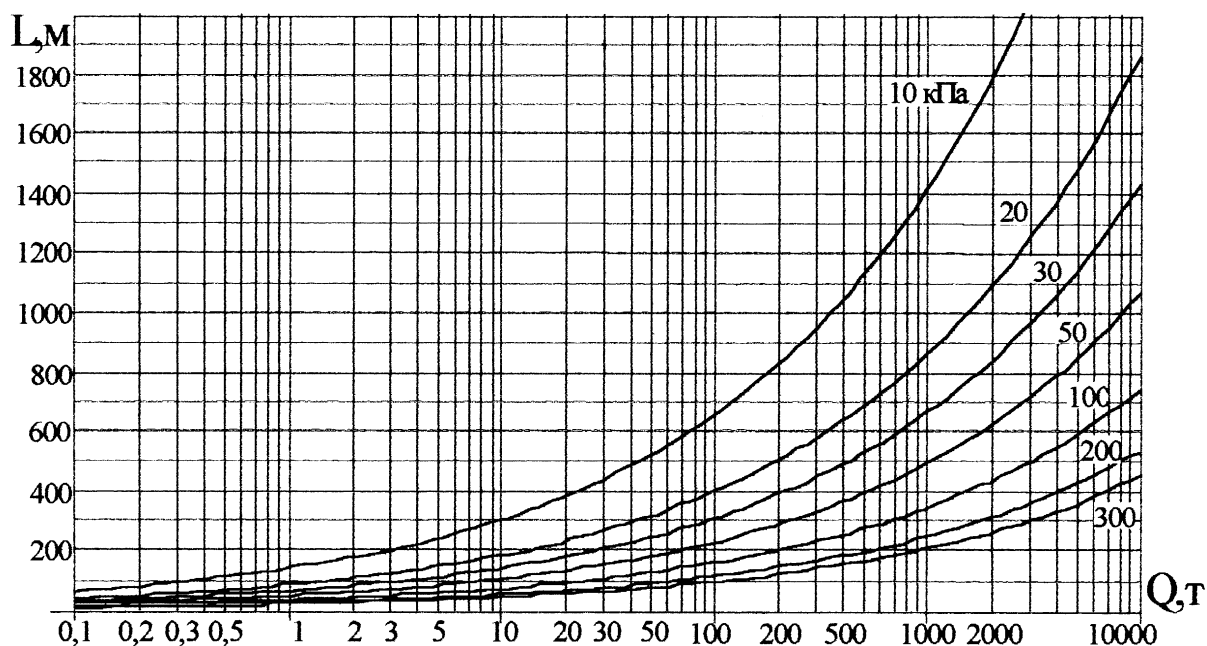


Рис. 7.3. Графіки залежності надмірного тиску від кількості тротилу і відстані до центру вибуху.

Після того, як визначимо величину надмірного тиску, що очікується в районі цеху, можна оцінити ступінь руйнувань будівлі та інших елементів цеху (додаток 7.3).

Приклад.

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

Розв'язання: З графіків (рис. 7.2) знаходимо величину надмірного тиску ударної хвилі на відстані $L=800$ м від центру вибуху 300 т пропану. Це буде $\Delta P_{\text{ф}}=25$ кПа.

1) З додатку 7.1 визначаємо, що будівля зі збірного залізобетону від ударної хвилі з надмірним тиском 25 кПа отримає середні руйнування (додаток 7.3).

Висновок: Під час аварії на вибухонебезпечному об'єкті з вибухом 300 т пропану будівля цеху може отримати середні руйнування. З додатку 7.4 визначаємо, що це: руйнування даху, внутрішніх перегородок, вибиті двері та вікна, у капітальних стінах можливі тріщини.

2. Визначення очікуваного характеру пожеж

Внаслідок вибухів на промислових об'єктах можуть виникати окремі або суцільні пожежі.

Окрема пожежа виникає в окремій будівлі чи споруді. **Суцільна** пожежа характеризується тим, що упродовж 1-2 годин вогонь охоплює до 90% всіх будівель і споруд об'єкту.

Ймовірність виникнення та розповсюдження пожежі залежить від таких чинників:

- ступеня руйнувань будівель і споруд під час вибуху;
- категорії пожежної небезпеки виробництва (додаток 7.4);
- ступеня вогнестійкості будівель і споруд (додаток 7.5);
- щільності забудови об'єкту (Щ);
- метеорологічних умов та ін.

Очікуваний характер пожеж з урахування наведених чинників можна визначити за допомогою таблиці 7.1.

Таблиця 7.1.

Можлива пожежна обстановка після вибуху

№ п/п	Характер забудови та категорія пожежної небезпеки	Ступінь вогне- стійкості будівель	$\Delta P_{ф}$, кПа	Очікувана обстановка	
				Упродовж перших 30 хв.	Через 1-2 години після вибуху
1	Міська забудова або виробництво категорій В, Г, Д пожежної небезпеки	IV, V	10..20	Окремі пожежі	Суцільні пожежі при $Щ > 20\%$
			> 20	Окремі пожежі	Суцільні пожежі при $Щ > 10\%$
		III	20..50	Окремі пожежі	Суцільні пожежі при $Щ > 20\%$
			20..50	Окремі пожежі	Суцільні пожежі при $Щ > 30\%$
2	Виробництво категорій А і Б пожежної небезпеки	—	10..50	Окремі пожежі, що швидко перетворюються у суцільні, і супроводжуються вибухами виробничого устаткування.	

Примітка: Щільність забудови об'єкту визначається за формулою $Щ = (S_z / S_m) \cdot 100\%$, де S_z – загальна площа всіх забудов об'єкту; S_m – площа території об'єкту.

Приклад:

Умова: Визначити можливу пожежну обстановку після вибуху, якщо в районі розташування столярного цеху очікується надмірний тиск ударної хвилі 30 кПа. Будівля цеху цегляна з границею вогнетривкості несучих стін – 2 год, а перекриття 0,75 год. Щільність забудови ділянки об'єкту 23%.

Розв'язання:

1) Визначаємо категорію пожежної небезпеки виробництва. З додатку 7.4 знаходимо, що столярний цех відноситься до категорії В пожежної небезпеки виробництва.

2) Визначаємо ступінь вогнестійкості будівлі цеху. З додатку 7.5 знаходимо, що цегляна будівля (матеріал незгораємим) з наведеним значенням границі вогнетривкості стін та перекриттів має III ступінь вогнестійкості.

3) Оцінюємо можливу пожежну обстановку на ділянці, де розташований столярний цех.

З таблиці 7.1 визначаємо, що для виробництва категорії В, III ступеня вогнестійкості будівель, при надмірному тиску 30 кПа і щільності забудови більше 20% можна очікувати в перші 30 хв. окремі пожежі, які за 1-2 год можуть перерости в суцільну.

Висновок: Після вибуху в районі столярного цеху очікуються окремі пожежі з подальшим переростанням їх у суцільну пожежу.

3. Оцінка можливих уражень виробничого персоналу

Ударна хвиля уражає незахищених людей шляхом безпосередньої дії, а також непрямым шляхом. Безпосередній вплив на людей відбувається через надмірний тиск ударної хвилі. Залежно від величини надмірного тиску люди можуть отримати травми, які поділяються на легкі, середні, важкі та надважкі (табл. 7.2)

Таблиця 7.2

Ступінь ураження людей в залежності від надмірного тиску

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

Непрямий вплив ударної хвилі проявляється через ураження людей уламками зруйнованих будівель і споруд, розбитим склом та іншими предметами. Радіус непрямого впливу на людей перевищує радіус безпосереднього впливу і досягає зон з надмірним тиском 3 кПа.

Приклад:

Умова: Визначити можливі ушкодження людей, які працюють у цегляній одноповерховій будівлі цеху, якщо під час вибуху величина надмірного тиску ударної хвилі в районі цеху 23 кПа.

Розв'язання:

1) Оцінюємо ступінь ураження незахищених людей (в будівлі цеху) від надмірного тиску ударної хвилі. (Ударна хвиля крізь вибиті вікна і двері проникає в

приміщення і уражає людей, які там знаходяться). З таблиці 7.2 визначаємо, що при $\Delta P_{\text{ф}}=23$ кПа люди можуть отримати легкі травми.

2) Оцінюємо ступінь руйнування самої будівлі цеху. З додатку 7.2 знаходимо, що одноповерхова цегляна будівля при $\Delta P_{\text{ф}}=23$ кПа може отримати середні руйнування. З додатку 7.3 визначаємо, що при середніх руйнуваннях вибито вікна і двері, зруйновано дах і внутрішні капітальні перегородки. Це викличе непрямі дії ударної хвилі на виробничий персонал.

Висновок: Завдяки безпосередній і непрямій дії ударної хвилі виробничий персонал може отримати легкі травми та пошкодження уламками скла і елементами зруйнованих конструкцій цеху.

4. Загальні висновки і рекомендації

Підбиваючи підсумки проведених досліджень, треба відповісти на такі питання:

1. В яку зону руйнувань може потрапити цех?
2. Які очікуються руйнування елементів цеху?
3. Яка пожежна обстановка може скластися в районі розташування цеху?
4. Які можливі ураження виробничого персоналу цеху?

Відповіді на ці питання звести в підсумкову таблицю 7.3.

Таблиця 7.3

Підсумки проведених досліджень

Зона руйнувань	Елементи цеху	Ступінь руйнувань	Пожежна обстановка	Ступінь ураження людей
$\Delta P_{\text{ф}}=23$ кПа Зона середніх руйнувань	1. Будівля 2. Верстати 3. Трубопроводи 4. Кабельні лінії 5. Контрольно-вимірвальна апаратура	Середні Слабкі Слабкі Слабкі Сильні	Окремі пожежі з переходом в суцільні	Легкі травми та пошкодження уламками скла і елементами зруйнованих конструкцій (обладнання)

Рекомендації, спрямовані на зменшення впливу вибуху на цех, можуть бути такими:

- 1) Укріпити будівлю установленням додаткових колон, ферм, підкосів.
- 2) Верстати надійно закріпити на фундаменті, установити захисні ковпаки або навіси.
- 3) Трубопроводи та кабельні лінії прокласти під землею.
- 4) Створити запас контрольно - вимірюваної апаратури.
- 5) Установити на вікнах захисні металеві сітки, щоб розбите скло не потрапляло в приміщення цеху.

З додатку 7.2 треба визначити при якому надмірному тиску елементи цеху не отримують руйнувань та з графіків (рис. 7.1 і 7.2) знайти безпечну відстань L при заданому Q , а також безпечну кількість Q при заданій відстані L .

Умова. На відстані L від виробничого цеху розташований об'єкт, на якому знаходяться Q тонн вибухонебезпечної речовини. Під час можливої аварії з вибухом цех може опинитись в осередку ураження.

Визначити:

1. В яку зону руйнувань може потрапити цех.
2. Які очікуються руйнування елементів цеху.
3. Яка очікується пожежна обстановка в районі розташування цеху.
4. Як може вплинути вибух на виробничий персонал цеху.
5. Рекомендації, спрямовані на недопущення або зменшення уражень людей та руйнувань елементів цеху.

Звітність. Звіт про виконану роботу студенти оформлюють письмово за такою формою:

з практичної роботи № 7. Прогнозування наслідків після вибуху на вибухонебезпечному об'єкті.

Виконав: _____ Варіант _____
прізвище, група

1. Вихідні дані.
2. Алгоритм роботи з розрахунками.
3. Підсумкова таблиця.
4. Висновки і рекомендації.

Варіанти завдань

	Найменування та одиниці виміру	Варіанти												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	Відстань від цеху до місця аварії (вибуху), км	1,1	1,0	1,0	0,9	0,7	0,8	0,7	0,6	0,5	0,45	0,8	0,7	
2	Тип вибухової речовини	ПРОПАН					ТРОТИЛ					ТЕТРИЛ		
3	Маса вибухової речовини, т	1000	800	600	400	200	1000	800	600	500	200	1000	800	
4	Характеристики елементів цеху: Будівля (1-2 ^х поверхова) Границі вогнетривкості, год несучих стін несучих перегородок Обладнання: верстати трубопроводи кабельні лінії контрольно-вимірювальна апаратура	цегляна			зі збірного залізобетону			з металевим каркасом			безкаркасний			
		2,5	2	2,5	2	2,5	0,5	2	0,5	2	0,5	2	0,5	
		0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	
		важкі		середні		легкі		середні		легкі		Середні		
		наземні			на естакадах				наземні			На естакадах		
		Наземні												
		в наявності												
5	Категорія виробництва з пожежної безпеки	Б	В	Г	Д	Б	В	Г	Д	Б	В	Г	Д	
6	Щільність забудови об'єкту, %	10	20	30	20	10	20	30	20	10	20	20	30	

Продовження варіантів завдань

	Найменування та одиниці виміру	Варіанти											
		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	Відстань від цеху до місця аварії (вибуху), км	0,6	0,5	0,45	0,8	0,7	0,6	0,55	0,7	0,6	0,6	0,7	0,5
2	Тип вибухової речовини	ТЕТРИЛ			ПІКРИНОВА КИСЛОТА				ГЕКСОГЕН				
3	Маса вибухової речовини, т	600	500	200	1000	800	600	500	800	600	500	700	200
4	Характеристики елементів цеху: Будівля (1-2 ^х поверхова) Границі вогнетривкості, год несучих стін міжповерхових перекриттів Обладнання: верстати трубопроводи кабельні лінії контрольно-вимірювальна апаратура	з легким метал. каркасом			зі збірного залізобетону			з металевим каркасом			цегляна		
		2	0,5	2	2,5	2	2	0,5	2,5	2,5	2	2	0,5
		0,75	0,25	0,75	1	0,75	0,75	0,25	1	1	0,75	0,75	0,25
		важкі		середні		легкі		середні		важкі		легкі	
		наземні			на естакадах			наземні			на естакадах		
		Наземні											
		в наявності											
5	Категорія виробництва з пожежної безпеки	Б	В	Г	Д	Б	В	Г	Д	Б	В	Г	Д
6	Щільність забудови об'єктв. %	10	20	30	20	10	20	30	20	10	20	20	30

**Ступінь руйнування об'єкту в залежності від надмірного
тиску ударної хвилі $\Delta P_{\text{ф}}$, кПа**

№ п/п	Елементи об'єкту	Ступінь руйнувань			
		Слабкі	Середні	Сильні	Повні
1. Виробничі, адміністративні будівлі та споруди					
1	Масивні промислові споруди з металевим каркасом і крановим обладнанням вантажопідйомністю 25-50 т	20-30	30-40	40-50	50-70
2	Бетонні та залізобетонні будинки та споруди антисейсмічні конструкції	25-35	80-120	150-200	200
3	Споруди з легким металевим каркасом і безкаркасні конструкції	10-20	20-30	30-50	50-70
4	Промислові будівлі з металевим каркасом і бетонним заповненням з площею засклення біля 30%	10-20	20-30	30-40	40-50
5	Промислові будівлі з металевим каркасом і суцільним крихким заповненням стін та даху	10-20	20-30	30-40	40-50
6	Споруди зі збірного залізобетону	10-20	20-30	–	30-60
7	Складські цегляні будівлі	10-20	20-30	30-40	40-50
8	Адміністративні багатоповерхові будівлі з металевим або залізобетонним каркасом.	20-30	30-40	40-50	50-60
9	Цегляні малоповерхові будівлі (один-два поверхи)	8-15	15-25	25-35	35-45
10	Цегляні багатоповерхові будівлі (три поверхи та більше)	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	Стрічкові конвеєри в галереї на залізобетонній естакаді	5-6	6-10	10-20	20-40
6	Ковшеві конвеєри в галереї на залізобетонній естакаді	8-10	10-20	20-30	30-50
7	Електродвигуни потужністю до 2 кВт, відкриті	20-40	40-50	–	50-80
8	Електродвигуни потужністю від 2 до 10 кВт, відкриті	30-50	50-70	–	80-90
9	Електродвигуни потужністю 10 кВт і більше, відкриті	50-60	60-80	–	80-120
10	Трансформатори від 100 до 1000 кВ	20-30	30-50	50-60	60
11	Генератори на 100-300 кВт	30-40	50-60	–	–
12	Відкриті розподільчі пристрої	15-25	25-35	–	–
13	Масляні вимикачі	10-20	20-30	–	–
14	Контрольно-вимірювальна апаратура	5-10	10-20	20-30	30
3. Комунально-енергетичні мережі та споруди					
1	Газгольдери та наземні резервуари хімічних речовин	15-20	20-30	30-40	40
2	Наземні металеві резервуари та ємності	30-40	40-70	70-90	90
3	Кабельні підземні мережі	200-300	300-600	600-1000	1500
4	Кабельні наземні мережі	10-30	30-50	50-60	60
5	Трубопроводи наземні	20	50	130	–
6	Трубопроводи на металевих або залізобетонних естакадах	20-30	30-40	40-50	–

Характеристика руйнувань будівель і обладнання

	Ступінь руйнувань	Виробничі та адміністративні будівлі	Промислове обладнання (верстати, конвеєри, генератори та ін.)
1	Слабкі	Руйнування заповнень дверних та віконних прорізів, зривання покрівлі даху.	Пошкодження окремих елементів обладнання, важелів управління, вимірювальних приладів
2	Середні	Руйнування даху, легких внутрішніх перегородок, в капітальних стінах з'являються тріщини.	Пошкодження і деформація основних деталей, електропроводки, приладів автоматики, тріщини в трубопроводах.
3	Сильні	Значна деформація несучих конструкцій, руйнування більшої частини перекриття і стін	Зміщення з фундаменту і деформація верстатів, тріщини в деталях, розриви в кабельних мережах і трубопроводах

Категорії пожежної небезпеки виробництв

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

Ступені вогнестійкості будівель

Ступінь	Елементи будівель		
	Несучі стіни	Перекриття міжповерхові і на горищі	Перегородки (несучі)
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

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

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 8. Прогнозування дій та оцінювання обстановки під час хімічної аварії на об'єкті чи транспорті

Мета роботи – дослідити особливості прогнозування розвитку хімічної аварії на об'єкті чи транспорті, оцінювання хімічної обстановки та можливих наслідків впливу небезпечних хімічних речовин на людей, довкілля і матеріальні об'єкти.

Цілі роботи:

- ознайомитися з основними причинами виникнення хімічних аварій;
- вивчити властивості небезпечних хімічних речовин та їх уражаючі фактори;
- розглянути методи прогнозування масштабів хімічного зараження;
- сформувати навички оцінювання хімічної обстановки та визначення можливих наслідків аварії.

Завдання роботи: навчитись застосовувати методи прогнозування розвитку хімічної аварії у практичних ситуаціях; виробити вміння аналізувати ступінь небезпеки та оцінювати можливі масштаби хімічного зараження для населення, територій і об'єктів господарювання; освоїти здатність визначати необхідні заходи захисту людей, організовувати дії в умовах хімічної небезпеки та мінімізувати наслідки надзвичайної ситуації.

Загальні відомості.

Характеристики зон хімічного забруднення. Визначення параметрів зон забруднення небезпечними хімічними речовинами (НХР) під час аварійного прогнозування можливої обстановки за відповідними таблицями (класу стійкості атмосфери, напрямку розповсюдження хмари, довжини, ширини зони забруднення та площі зони, глибини, часу підходу хмари забрудненого повітря до об'єкту господарювання (ОГ), тривалості дії ураження НХР. Розрахунок масштабів хімічного забруднення при довгостроковому прогнозуванні за еквівалентними значеннями небезпечно хімічних речовин в первинній і вторинній хмарі.

Розв'язування типових завдань з оцінки хімічної обстановки.

Превентивні заходи щодо зниження масштабів хімічного впливу на ОГ та автономні територіальні об'єкти (АТО). Визначення комплексу заходів захисту персоналу і матеріальних цінностей ОГ та АТО у разі виникнення аварії на радіаційно чи хімічно небезпечному об'єкті. Протирадіаційний захист (термінові, невідкладні, довгострокові контрзаходи) в умовах радіаційної аварії, критерії для прийняття рішення щодо їхнього запровадження. Типові режими радіаційного захисту і функціонування ОГ в умовах радіоактивного забруднення місцевості.

Питання для самоперевірки:

1. Бойові отруйні речовини
2. Небезпечні хімічні речовини, їх класифікація, об'єкти зараження, токсодоза, масштаби, тривалість зараження та ін.
3. Основна мета рятувальних невідкладних робіт (РНР).
4. Основні види рятувальних робіт.
5. Основні види невідкладних робіт.
6. Які необхідні умови успішного проведення РНР?
7. Які сили залучаються для проведення РНР?
8. Які засоби використовуються для виконання РНР?
9. Проведення РНР в осередках хімічних уражень.
10. Послідовність проведення роботи керівника по організації і виконанню РНР.
11. Забезпечення дій формування ЦО при проведенні РНР.
12. Заходи безпеки при проведенні РНР.

Хід виконання роботи

Номери варіантів вихідних даних студенти отримують від викладача після роз'яснення ним методики виконання роботи. Кожен студент працює самостійно, виконуючи потрібні розрахунки за вихідними даними по своєму варіанту, вказаному викладачем. По результатах дослідження студенти формулюють висновки, в яких пропонують необхідні міри захисту.

Звіт про виконану роботу оформлюють за формою, наведеною в додатку 8.3.

Методичні матеріали.

Умова: На відстані R від виробничого цеху розташовано хімічно небезпечний об'єкт. Під час можливої аварії на ХНО з витокм сильно діючих отруйних речовин (СДОР) та вітру в бік виробничого цеху він може потрапити в осередок ураження.

Завдання: Оцінити хімічну обстановку, яка може скластися в районі виробничого цеху під час аварії на ХНО. Варіанти вихідних даних наведені в Додатку

2. При оцінці обстановки вирішити наступні завдання:

Задача 1. Розрахувати глибину, ширину і площу ЗХЗ.

Задача 2. Розрахувати час підходу хмари зараженого повітря до цеху.

Задача 3. Визначити тривалість зараження цеху.

Задача 4. Визначити можливі втрати серед робітників цеху. Оцінити можливі наслідки впливу вибуху на виробничий цех.

Під оцінкою хімічної обстановки розуміють рішення задач з різних варіантів дії людей на зараженій місцевості, аналіз отриманих результатів та вибір найбільш доцільного варіанту дій, при якому хімічне ураження людей буде мінімальним.

Задача 1. Визначення розмірів і площі ЗХЗ.

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

Розміри ЗХЗ залежать від багатьох факторів, у тому числі:

- а) типу і кількості НХР, що може вилитися під час аварії;
- б) умов збереження НХР (ємність з НХР може знаходитись на поверхні землі, не маючи захисного валу чи піддону – це не обвалована ємність; ємність, що має піддон або захисний вал, буде обвалованою);
- в) ступеня вертикальної стійкості повітря (інверсія, коли знизу холодне повітря, а зверху – тепле, перемішування повітря у вертикальній площині мінімальне; ізотермія – температура по висоті 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 при наявності пагорбів, високого лісу, високих будинків; відкрита місцевість – при відсутності перешкод).

ЗХЗ формується за вітром у вигляді рівнобічного трикутника (рис. 8.1).

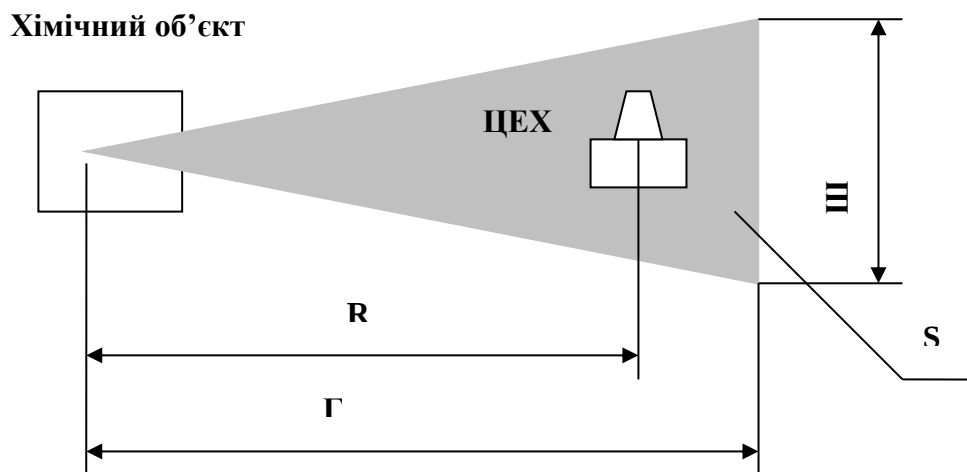


Рис. 8.1. Прогнозована зона хімічного зараження.

Визначення глибини ЗХЗ пропонується табличним методом (додаток 8.1) з використанням поправочних коефіцієнтів:

$$\Gamma = \Gamma_{\text{табл}} \cdot \frac{K_{\text{в}}}{K_{\text{обв}} \cdot K_{\text{місц}}}, \quad (8.1)$$

де $\Gamma_{\text{табл}}$ – глибина ЗХЗ, що отримана з Додатку 1;

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

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

$K_{\text{в}}$ – коефіцієнт, що враховує швидкість вітру (табл. 8.1).

Таблиця 8.1.

Поправочний коефіцієнт на швидкість вітру

Швидкість вітру		1	2	3	4
Поправочний коефіцієнт K_{ϵ}	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 і ступеня вертикальної стійкості повітря

$Ш = 0,2Г$ – при інверсії;

$Ш = 0,35Г$ – при ізотермії;

$Ш = 0,6Г$ – при конвекції.

Площа ЗХЗ у вигляді рівнобедреного трикутника дорівнює

$$S = 0,5 \cdot Г \cdot Ш \quad (8.2)$$

Задача 2. Розрахувати час 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.

$$t_{\text{підх}} = \frac{R}{W} \quad (8.3)$$

Середня швидкість переміщення переднього фронту хмари залежить від швидкості приземного вітру і ступеня вертикальної стійкості повітря і наведена в таблиці 8.2.

Таблиця 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

Задача 3. Визначити тривалість зараження цеху.

Тривалість зараження цеху, або час уражаючої дії ($t_{\text{ур}}$) НХР, визначається тривалістю випаровування ($t_{\text{вип}}$) розлитої НХР:

$$t_{\text{ур}} = t_{\text{вип}} = \frac{G}{C_{\text{вип}}}, \quad (8.4)$$

де: G – маса розливої НХР;

$C_{\text{вип}}$ – швидкість випаровування.

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

$$t_{\text{ур}} = t_{\text{ур.табл.}} \cdot K_{\text{шв.}} \quad (8.5)$$

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

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

Таблиця 8.3.

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

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

Якщо швидкість вітру відрізняється від 1 м/с, то отриманий з таблиці 8.3 результат треба помножити на поправочний коефіцієнт (табл. 8.4)

Таблиця 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

Задача 4. Визначити можливі утрати серед робітників цеху.

Утрати серед людей залежать від ступеню їх 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 утрати серед людей, які там знаходяться, будуть меншими. Протигazi значно підвищують захист людей, але не дають повної гарантії їх безпеки. Так, протигazi невірно підібраного розміру, старі (що втратили свої захисні властивості) знижують імовірність захисту людей від ураження.

Можливі втрати людей ($B_{\text{тр}} \%$) визначаються з таблиці 8.5.

Таблиця 8.5.

Можливі втрати людей в осередку хімічного ураження, %

Умови перебування людей	Забезпеченість проти газами									
	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

Загальні висновки по роботі, повинні давати відповіді на наступні питання:

1. Чи потрапляє цех у ЗХЗ (визначається порівнянням розрахункової глибини ЗХЗ і заданої відстані від цеху до місця аварії і при $\Gamma \geq R$ – потрапляє, при $\Gamma < R$ – не потрапляє)
2. Доцільний посіб захисту робітників цеху (евакуація, або укриття в сховищі – визначається шляхом розрахунків).
3. Які заходи доцільно вжити заздалегідь, до виникнення аварії (розробити план евакуації, підтримувати сховище у готовності до укриття людей; забезпечити усіх робітників проти газами).

Важливо пам'ятати! Доцільний спосіб захисту людей обирається з таких міркувань:

Використання проти газів є обов'язковим для всіх з моменту оповіщення про небезпеку і до тих пір, доки люди не вийдуть у безпечний район, або не укриються у сховищі.

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

$$t_{\text{пух}} = \frac{\text{Ш}}{V_{\text{пух}}}, \quad (8.6)$$

де Ш – ширина ЗХЗ (метрах);

$V_{\text{пух}}$ – швидкість руху людей (середня швидкість руху людей прискореним кроком є 80 м/хв).

Люди можуть встигнути евакуюватись, якщо час підходу зараженої хмари

$$t_{\text{нідох}} > t_{\text{пух}} + t_{\text{оп}}, \quad (8.7)$$

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

$$t_{\text{нідох}} \geq t_{\text{пух}} + 2\text{хв}. \quad (8.8)$$

Якщо люди не встигають евакуюватись (тобто $t_{\text{підх}} < t_{\text{рух}} + 2x\theta$), то доцільним вважається **укриття людей в сховищі**. При цьому треба пам'ятати, що не доцільно казати про евакуацію, якщо час підходу хмари зараженого повітря менше 45хв!

Приклад розв'язання задач

Оцінити хімічну обстановку в районі виробничого цеху, яка може скластися після аварії на ХНО і вітру в бік цеху.

Вихідні дані:

1. Відстань від цеху до хімічного об'єкта – 2,5 км.
2. Тип і маса НХР – фосген, 5 тонн.
3. Ємність з НХР обвалована.
4. Ступінь вертикальної стійкості повітря – інверсія.
5. Швидкість приземного вітру – 2 м/с.
6. Характер місцевості між цехом і ХНО – відкрита.
7. Забезпеченість робітників протигазами – 80%.

Розв'язання задач

1. Визначаємо розміри ЗХЗ

Глибина ЗХЗ розраховується за формою

$$\Gamma = \Gamma_{\text{табл}} \cdot \frac{K_{\theta}}{K_{\text{обв}} \cdot K_{\text{місц}}}$$

З додатку 8.1 знаходимо глибину ЗХЗ ($\Gamma_{\text{табл}}$): $\Gamma_{\text{табл}} = 23$

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

В результаті отримуємо

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

Ширина ЗХЗ для інверсії

$$\text{Ш} = 0,2 \cdot \Gamma = 0,2 \cdot 2,6 = 0,52 \text{ км}$$

Площа ЗХЗ

$$S = 0,5 \cdot \Gamma \cdot \text{Ш} = 0,5 \cdot 2,6 \cdot 0,52 = 0,68 \text{ км}^2$$

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 території цеху

Час підходу зараженої хмари до цеху розраховуємо за формулою

$$t_{nidx} = \frac{R}{W}.$$

Величину середньої швидкості руху переднього фронту хмари для заданих вихідних даних знаходимо з таблиці 8.2.

$$W = 10 \text{ км/год}$$

Тоді, при $R = 2,5$ км

$$t_{nidx} = \frac{2.5}{10} = 0,25 \text{ год} = 15 \text{ хвилин}$$

Висновок: Через 15 хвилин після розливу почнеться зараження території цеху.

3. Визначення тривалості зараження цеха (часу уражаючої дії НХР)

Як було розглянуто

$$t_{yp} = t_{yp.табл.} \cdot K_{ув}$$

З таблиці 8.3 знаходимо, що для фосгену в обвалованій ємності $t_{yp.табл.} = 23$ год, а для швидкості вітру – 2 м/с з таблиці 8.4 знаходимо $K_{ув} = 0,7$.

Таким чином, $t_{yp} = 23 \cdot 0,7 = 16,1$ год.

Висновок: Тривалість зараження території розташування цеху очікується на протязі 16,1 год.

4. Визначення можливих утрат людей, працюючих в цеху.

Для наведених вихідних даних з таблиці 8.5 знаходимо, що можливо ураження:

14% людей з тих, хто працює в будівлі;

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

Загальні висновки:

1. Визначено, що $\Gamma > R$, це означає, що цех потрапляє в ЗХЗ.

2. Час руху людей із ЗХЗ $t_{pyx} = \frac{III}{80} = \frac{520}{80} = 6,5$ хв

Враховуючі, що $t_{nidx} = 15$ хв, $t_{nidx} > t_{pyx} + 2$ хв = 6,5 + 2 = 8,5 хв

Доцільним способом захисту людей є евакуація їх у безпечний район.

3. Заздалегідь треба розробити план евакуації людей і забезпечити усіх (100 %) протигазами.

Проведення евакуаційних заходів при загрозі або під час НС дозволяє надійно захистити велику кількість населення. Недоліками цього способу захисту є велика потреба у часі (від декількох годин до доби) і великі матеріальні та людські витрати.

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

**Глибина ЗХЗ на відкритій місцевості для не обвалованій ємності
і швидкості вітру 1 м/с**

Тип НХР	Кількість НХР в ємності, тонн					100
	5	10	25	50	75	
П Р И І Н В Е Р С І Ї						
Хлор, фосген	23	40	80	Більш як 80		
Аміак	3,5	4,5	6,5	9,5	12	15
Сірчистий ангідрид	4	4,5	7	10	12,5	17,5
П Р И І З О Т Е Р М І Ї						
Хлор, фосген	4,6	7	4,5	16	19	21
Аміак	0,7	,09	1,3	1,9	2,4	3
Сірчистий ангідрид	0,8	0,9	1,4	2	2,5	3,5
П Р И К О Н В Е К Ц І Ї						
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

Варіанти завдань для студентів

Задані параметри	ВАРІАНТИ											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Найменування НХР	Фосген					Сірчистий ангідрид					Хлор	
Маса НХР (G), т	10	25	50	75	100	100	25	50	75	100	10	25
Наявність обвалування	Не обв.	Обвал.	Не обв.	Обвал.	Обвал.	Не обв.	Обвал.	Не обв.	Не обв.	Обвал.	Не обв.	Не обв.
Відстань до місця аварії (R), км	4	3	5	2	2	0,7	2,5	1,2	1	0,6	1,3	1,0
Характеристика місцевості	Закрит.	Закрит.	Відкрит.	Відкрит.	Відкрит.	Відкрит.	Відкрит.	Закрит.	Відкрит.	Відкрит.	Відкрит.	Відкрит.
Ступінь вертикальної стійкості повітря	Інверсія		Ізотермія		Конвекція		Інверсія		Ізотермія		Конвекція	
Швидкість вітру (V), м/с	1	2	3	3	1	1	2	3	2	1	1	2
Забезпеченість проти газами, %	50	60	70	80	90	100	50	60	70	80	90	100
Задані параметри	ВАРІАНТИ											
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Найменування НХР	Хлор			Аміак					Фосген			
Маса НХР (G), т	50	75	100	100	75	50	25	10	25	50	75	100
Наявність обвалування	Обвал.	Обвал.	Обвал.	Не обв.	Обвал.	Не обв.	Обвал.	Не обв.	Не обв.	Обвал.	Не обв.	Не обв.
Відстань до місця аварії (R), км	0,9	1,1	0,9	0,8	0,6	1,2	1,2	8	1	1,5	1,5	2
Характеристика місцевості	Відкрит.	Відкрит.	Закрит.	Відкрит.	Відкрит.	Закрит.	Закрит.	Відкрит.	Закрит.	Закрит.	Відкрит.	Відкрит.
Ступінь вертикальної стійкості повітря	Конвекція		Ізотермія			Інверсія			Ізотермія		Конвекція	
Швидкість вітру (V), м/с	1	1	2	1	2	3	1	1	1	3	1	2
Забезпеченість проти газами, %	50	60	70	80	90	100	50	60	70	80	90	100

Звіт**з практичної роботи №8. Прогнозування та оцінювання хімічної обстановки
під час аварії на хімічно небезпечних об'єктах**

Прізвище, ініціали _____ група _____
номер варіанту _____

Вихідні дані:

1. Найменування НХР -
2. Маса НХР (G), т -
3. Наявність обвалування -
4. Відстань до місця аварії (R), км -
5. Характеристика місцевості -
6. Ступінь вертикальної стійкості повітря -
7. Швидкість вітру (V), м/с -
8. Забезпеченість протигазами, % -

Розрахункова частина:**1. Визначення розмірів і площі ЗХЗ**

$\Gamma_{\text{табл.}} =$

коефіцієнт обвалування, $K_{\text{обв}} =$

коефіцієнт місцевості, $K_{\text{місц}} =$

коефіцієнт, що враховує швидкість вітру, $K_v =$

глибина $\Gamma =$

ширина $III =$

площа $S =$

Попередній висновок:**2. Час підходу хмари зараженого повітря до цеху**

швидкості переміщення хмари $W =$

час підходу хмари $t_{\text{підх}} =$

Висновок:

3. Тривалість зараження цеху

часу ураження $t_{yp.табл} =$

поправочний коефіцієнт $K_{шв} =$

часу дії ураження $t_{yp} =$

Висновок:

4. Можливі утрати серед робітників цеху

Утрати в будівлях $V_{тр_{буд}} =$

Утрати поза будівлями (на відкритій місцевості) $V_{тр_{місц}} =$

5. Загальні висновки

1. Чи потрапляє цех у ЗХЗ –

2. Час руху людей із ЗХЗ $t_{рух} =$

доцільний спосіб захисту робітників цеху (евакуація чи укриття в сховищі) –

ЗАКЛЮЧЕННЯ:

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 9. Прогнозування дій у разі виникнення радіаційного забруднення

Мета роботи – дослідити особливості прогнозування дій населення та персоналу у разі виникнення радіаційного забруднення, оцінювання радіаційної обстановки та можливих наслідків впливу іонізуючого випромінювання на людину і навколишнє середовище.

Цілі роботи:

- ознайомитися з основними джерелами радіаційної небезпеки та причинами виникнення радіаційних аварій;
- вивчити уражаючі фактори іонізуючого випромінювання та їх вплив на організм людини;
- розглянути методи прогнозування масштабів радіаційного забруднення територій;
- сформувати навички оцінювання радіаційної обстановки та вибору заходів захисту населення.

Завдання роботи: навчитись застосовувати методи прогнозування розвитку радіаційної ситуації у практичних умовах; виробити вміння аналізувати рівень радіаційної небезпеки та оцінювати можливі наслідки радіаційного забруднення для людей і довкілля; освоїти здатність визначати необхідні заходи радіаційного захисту, організовувати безпечні дії населення та мінімізувати наслідки надзвичайної ситуації.

Загальні відомості.

Превентивні заходи щодо зниження масштабів радіаційного впливу на ОГ та АТО. Визначення комплексу заходів захисту персоналу і матеріальних цінностей ОГ та АТО у разі виникнення аварії на радіаційно небезпечному об'єкті. Протирадіаційний захист (термінові, невідкладні, довгострокові контрзаходи) в умовах радіаційної аварії, критерії для прийняття рішення щодо їхнього запровадження. Типові режими радіаційного захисту і функціонування ОГ в умовах радіоактивного забруднення місцевості.

Перелік питань для самостійного опрацювання.

1. Що таке радіація?
2. Основні принципи забезпечення радіаційної безпеки від зовнішнього опромінення
3. Яке походження природнього зовнішнього земного опромінення?
4. Що таке радіаційна обстановка, чим вимірюється, одиниці виміру?
5. Які використовують методи прогнозування радіоактивної зараженості?

6. Чим характеризуються та як поділяються зони небезпечного зараження, як вони позначаються буквами та якими кольорами?
7. Що таке радіаційна обстановка, якими параметрами вона характеризується та що є вихідними даними для розрахунків?
8. Що є методом фактичної оцінки радіаційної обстановки?
9. Що є основним вражаючим фактором ядерного вибуху?
10. Які є засоби захисту від радіації?
11. Які є: дози опромінення людини; дози зараженості; проникаюча здатність випромінювань, потужність дози залежно від відстані та ін.?
12. Що таке радіоактивний слід, тривалість їх формування?
13. Що таке іонізуюче випромінювання, які ви знаєте різновиди променів та їх дія?
14. Що таке радіоактивне випромінювання, його властивості?
15. Корпускулярне та електромагнітне випромінювання, його проникаюча та іонізуюча здатність.
16. Радіонукліди, їх властивості?
17. Особливості проведення РНР в осередках радіаційних уражень.

Хід виконання роботи

Номери варіантів вихідних даних студенти отримують від викладача після роз'яснення ним методики виконання роботи. Кожен студент працює самостійно, виконуючи потрібні розрахунки за вихідними даними по своєму варіанту, вказаному викладачем. По результатах дослідження студенти формулюють висновки, в яких пропонують необхідні міри захисту.

Звіт про виконану роботу оформлюють за формою, наведеною в додатку 8.3.

Методичні матеріали.

Умова: На АЕС сталася аварія з руйнуванням реактора та викидом радіоактивних речовин у навколишнє середовище. Склад радіонуклідів близький до складу радіонуклідів під час ядерного вибуху. За допомогою автоматичної системи контролю отримали перші дані про рівні радіації на території АЕС.

Завдання: Оцінити радіаційну обстановку для групи по ліквідації наслідків аварії згідно з вихідними даними, які наведені в таблиці 9.1. Під час оцінки обстановки розв'язати такі задачі:

Отримавши завдання, кожний студент на основі знань, отриманих на лекції та під час самопідготовки, самостійно вирішує наступні задачі:

Задача 1. Визначити дозу випромінювання, яку може отримати група ліквідації наслідків аварії при роботі в зоні радіаційного зараження.

Задача 2. Визначити допустиму тривалість роботи в зоні радіаційного зараження при встановленій дозі випромінювання.

Задача 3. Визначити можливі радіаційні втрати за сумарною дозою випромінювання.

Проаналізувати результати рішення задач, тобто порівняти отримані відповіді з нормативними величинами. За результатами цього порівняння зробити необхідні висновки, в яких вирішити необхідні міри захисту.

Визначити можливі дози опромінення під час перебування в зоні РЗ, допустимий час перебування людей в зоні РЗ при установленій дозі радіації та можливі втрат людей під час перебування на зараженій місцевості можна аналітичним або графоаналітичним методом, а також за допомогою таблиць.

Задача 1. Визначення можливих доз радіації під час перебування в зоні РЗ.

Розв'язання цієї задачі дозволяє у подальшому оцінити ступінь небезпеки перебування людей на зараженій місцевості та своєчасно здійснити заходи щодо їх захисту.

Вихідні дані:

$P_{t_{\text{вим}}}$ – вимірний рівень радіації та час, коли його виміряли ($t_{\text{вим}}$), Р/год;

$t_{\text{п}}$ – час початку перебування людей на зараженій місцевості відносно часу аварії, год.;

t_p – задана тривалість роботи, год.;

$K_{\text{осл}}$ – коефіцієнт ослаблення радіації будинком або спорудою, де мають знаходитися люди.

Розв'язання задачі

Розрахунки базуються на законі спаду рівня радіації в даній точці місцевості, емпірична формула якого:

$$P_t = P_1 \cdot t^{-1,2} \quad (9.1)$$

де P_t – рівень радіації, перерахований на 1 годину після аварії. Р/год;

t – поточний час, що відраховується від моменту аварії, год;

В першу чергу розраховують рівень радіації на 1 годину після аварії:

$$P_1 = P_t \cdot t^{1,2} = P_t \cdot K_t \quad (9.2)$$

де K_t – коефіцієнт перерахунку рівня радіації з будь-якого часу (t) на 1 годину після аварії (Додаток 9.1).

Формулу для розрахунку дози опромінення можна отримати з графіків (рис. 9.1 та 9.2), де доза показана як заштрихована площа.

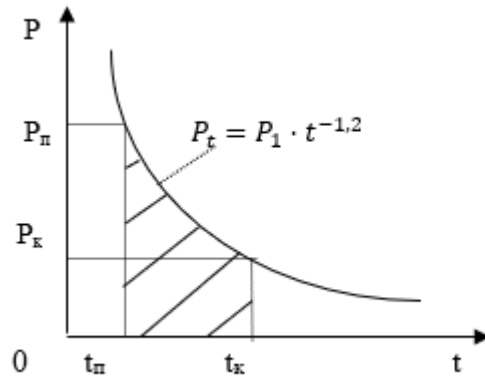


Рис. 9.1. Розрахунок дози опромінення

Точне значення площі, тобто дози, отримують інтегруванням (рис. 9.1):

$$D_{ТОЧ} = \left(\frac{1}{K_{ОСЛ}} \right) \cdot \int_{t_{П}}^{t_{К}} P_1 \cdot t^{-1,2} dt = \frac{5P_1 \cdot (t_{П}^{-0,2} - t_{К}^{-0,2})}{K_{ОСЛ}}, \quad (9.3)$$

де $t_{К}$ – час закінчення перебування в зоні РЗ ($t_{К} = t_{П} + t_{Р}$).

Цю формулу можна перетворити в інший вид, якщо замінити:

$$P_1 \cdot t^{-0,2} = P_1 \cdot t_{П}^{-1,2} \cdot t_{П} = P_{П} \cdot t_{П}; \quad (9.4)$$

$$P_1 \cdot t^{-0,2} = P_1 \cdot t_{К}^{-1,2} \cdot t_{К} = P_{К} \cdot t_{К} \quad (9.5)$$

тоді

$$D_{ТОЧ} = \frac{5(P_{П}t_{П} - P_{К}t_{К})}{K_{ОСЛ}}, \quad (9.6)$$

де $P_{П}$ – рівень радіації на початку перебування в зоні РЗ, Р/год;

$P_{К}$ – рівень радіації наприкінці перебування в зоні РЗ, Р/год.

В свою чергу

$$P_{П} = \frac{P_1}{K_{t_{П}}} \quad \text{і} \quad P_{К} = \frac{P_1}{K_{t_{К}}} \quad (9.7)$$

де $K_{t_{П}}$ і $K_{t_{К}}$ – коефіцієнти перерахунку рівня радіації з 1 години після аварії на час $t_{П}$ або $t_{К}$ (Додаток 9.1).

Дуже часто дозу опромінення розраховують по спрощеній формулі, як площу трапеції та отримують приблизний результат (рис. 9.2).

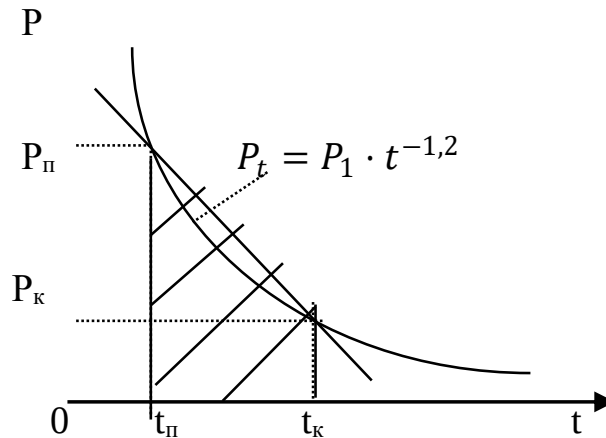


Рис. 9.2. Спрощений розрахунок дози опромінення

$$D_{ПР} = \frac{P_{СЕР} \cdot t_P}{K_{ОСЛ}}, \quad (9.8)$$

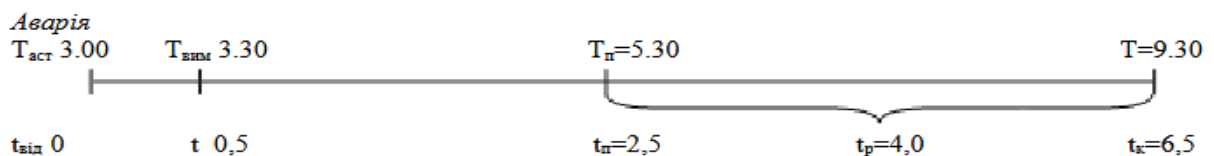
де $P_{СЕР}$ - середнє значення рівня радіації за час роботи (t_P) в зоні РЗ, Р/год

$$P_{СЕР} = \frac{(P_{П} + P_{К})}{2}; \quad (9.9)$$

Спрощена формула завжди дає завищений результат, похибка якого тим більша, чим більший інтервал t_P . Відносна похибка розрахунку по спрощеній формулі:

$$\beta = \frac{D_{ПР} - D_{ТОЧ}}{D_{ТОЧ}} \cdot 100\% \quad (9.10)$$

Примітка. Треба пам'ятати, що оцінка радіаційного стану здійснюється у відносному часі, тому переводимо астрономічний час у відносний. Якщо, наприклад, аварія сталася в 3 години, то всі розрахунки потрібно робити саме відносно цього часу.



$t_{п}$ – час початку роботи, год;

$t_{к}$ – час завершення роботи, год;

t_p – тривалість роботи, год.

Приклад:

Аварія на ядерному реакторі сталася в 7.00. Рівень радіації в районі цеху ($K_{ОСЛ} = 10$) в 8 год. 15 хв. становив 62 Р/год. Яку дозу радіації отримає аварійна бригада за 3 год роботи у приміщенні цеху, якщо вони почнуть роботу через 2 години після аварії?

Розв'язання:

1). Спочатку треба визначити значення часу у відносній системі (від моменту аварії – 7.00)

$$t_{ВИМ} = 8\text{год } 15\text{хв} - 7\text{год} = 1\text{год } 15\text{хв} = 1.25\text{год}$$

$$t_{II} = 2\text{год}$$

$$t_K = t_{II} + t_P = 2+3 = 5\text{год}$$

2). З Додатку 1 знайти значення коефіцієнтів перерахунку (K_t) для кожної з визначених величин часу

$$\text{для } t_{ВИМ} = 1.25\text{год} - K_t = 1,31;$$

$$\text{для } t_{II} = 2\text{год} - K_t = 2,3;$$

$$\text{для } t_K = 5\text{год} - K_t = 6,9.$$

3). Розрахувати значення рівня радіації на 1год після аварії

$$P_1 = P_{t_{ВИМ}} \cdot K_{t_{ВИМ}} = 62 \cdot 1,31 = 80 \text{ Р/год.}$$

4). Розрахувати значення рівня радіації на початку роботи бригади та при закінченні роботи

$$P_{II} = \frac{P_1}{K_{t_{II}}} = \frac{80}{2,3} = 34,8 \text{ Р/год.};$$

$$P_K = \frac{P_1}{K_{t_K}} = \frac{80}{6,9} = 11,6 \text{ Р/год.};$$

5). Розрахувати значення доз радіації:

По точній формулі:

$$D_{ТОЧ} = \frac{5(P_{II}t_{II} - P_K t_K)}{K_{ОСЛ}} = \frac{5(34,8 \cdot 2 - 11,6 \cdot 5)}{10} = 5,8, \text{ Р}$$

По спрощеній формулі

$$D_{ПР} = \frac{(P_{II} + P_K) \cdot t_P}{2 \cdot K_{ОСЛ}} = \frac{(34,8 + 11,6) \cdot 3}{2 \cdot 10} = 7, \text{ Р.}$$

6). Відносна похибка розрахунку дози радіації по спрощеній формулі становить

$$\beta = \frac{(D_{ПР} - D_{ТОЧ}) \cdot 100}{D_{ТОЧ}} = \frac{(7 - 5,8) \cdot 100}{5,8} = 20,6 \text{ \%}.$$

Висновок: Доза радіації, яку отримає бригада під час ліквідації аварії допустима, але потребує подальшого контролю за станом здоров'я людей.

Задача 2. Визначення допустимої тривалості перебування людей в зоні РЗ при установленій дозі радіації.

Посилаючи людей на заражену місцевість виконувати роботу, насамперед треба визначити, скільки часу люди можуть там перебувати. Для розв'язання цієї задачі потрібно знати, яку дозу радіації допустимо отримати людям. При плануванні робіт штаб ЦО установлює дозу радіації (D_v), яку можна отримати людям за одну зміну.

Вихідні дані:

P_1 – рівень радіації на 1 год після аварії, Р/год:

$D_{уст}$ – установлена доза радіації, Р:

$K_{осл}$ – коефіцієнт ослаблення радіації спорудою, де будуть працювати люди.

$t_{п}$ – початок роботи в зоні РЗ, год.

Розв'язання

1). Розрахувати допоміжний параметр

$$\alpha = \frac{P_1}{D_{уст} \cdot K_{осл.буд}}, 1/\text{год}$$

P_1 – рівень радіації на 1 годину після аварії, Р/год

$D_{уст}$ – величина установленної дози радіації, Р

$K_{осл.буд}$ – коефіцієнт ослаблення рівня радіації будівлею, спорудою та ін.

2) Користуючись графіком (рис. 9.3), по відомим α і $t_{п}$ знайти допустиму тривалість роботи.

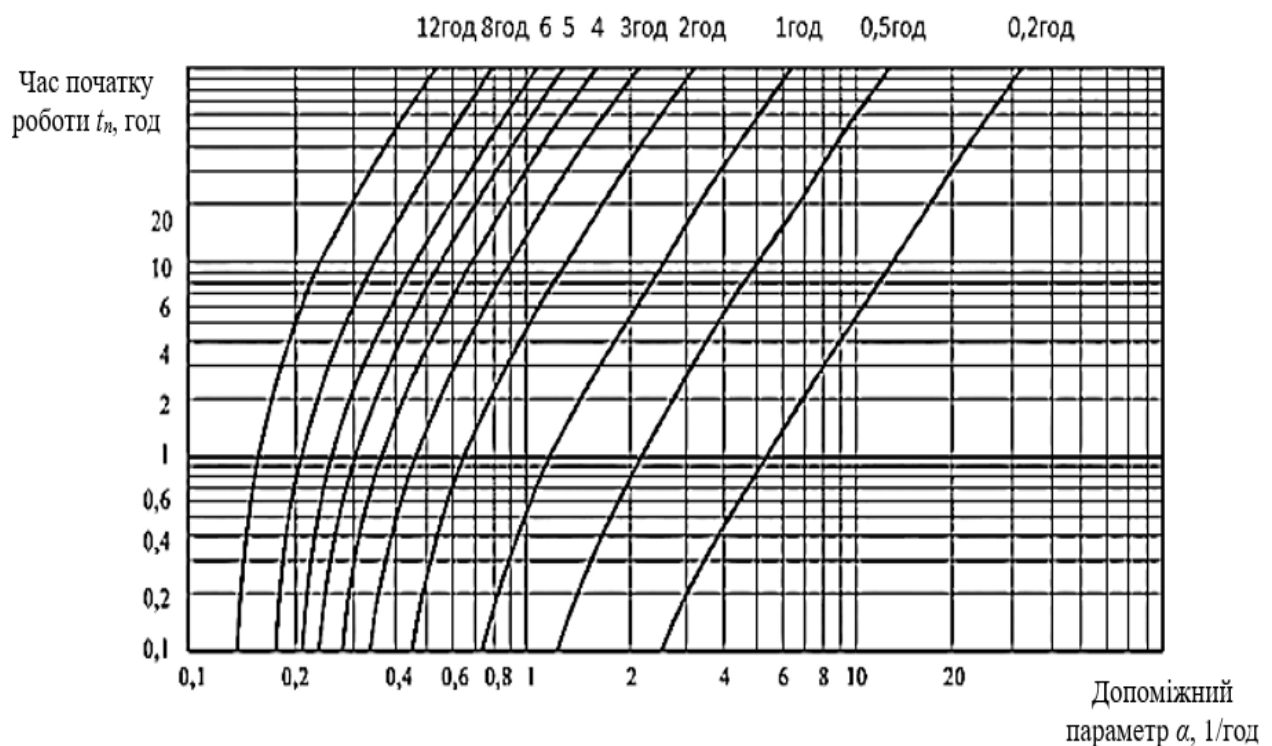


Рис. 9.3. Графік визначення тривалості перебування в зоні радіоактивного забруднення під час аварії на АЕС з реактором ВВЕР-1000

1) Перевірити себе скориставшись формулою:

$$t_P = \left(t_{II}^{0,6} + \frac{0,6}{a} \right)^{\frac{1}{0,6}} - t_{II}, \text{ год}$$

Приклад:

Визначити допустиму тривалість роботи аварійної бригади в будинку з $K_{осл} = 6$, якщо роботи розпочнуться через 2 години після аварії, а $P_1 = 60$ Р/год. На одну зміну роботи встановлена доза радіації $D_y = 10$ Р.

Розв'язання:

1). Розраховуємо значення параметру

$$\alpha = \frac{P_1}{D_{уст} \cdot K_{осл}} = \frac{60}{10 \cdot 6} = 1.$$

2). По графіках (рис. 9.3) для $\alpha = 1$ та $t_{II} = 2$ знаходимо допустиму тривалість роботи, яка дорівнює $t_P = 1,6$ год ≈ 1 год 36хв.

Висновок:

В заданих умовах аварійна бригада може працювати не більше 1 години 36 хвилин. При цьому вона отримає дозу радіації не більше 10 Р.

Задача 3. Визначення можливих втрат людей під час перебування на зараженій місцевості.

Можливі утрати людей розраховують, виходячи з отриманої дози радіації та часу, упродовж якого ця доза отримана. Якщо люди раніш вже отримали якусь дозу радіації, то треба враховувати ще і залишкову дозу радіації.

Якщо враховувати те, що організм людини через 4 доби після опромінювання починає виводити з організму ураженні клітини, то ті ураженні клітини, що залишилися в організмі умовно розглядати як залишкову дозу радіації ($D_{зал}$). Залишкова доза радіації залежить від часу, який минув після опромінювання і може бути виражена у відсотках від отриманої раніше дози таблиця 9.2.

Таблиця 9.2.

Значення залишкової дози опромінення

Час після опромінювання $T_{мин}$ тижні	1	2	3	4	5
Залишкова доза радіації d, %	90	75	60	50	42

При визначенні можливих втрат людей до розрахованої в задачі 1 дози додають залишкову і по таблиці 9.3 знаходять очікувані втрати.

Таблиця 9.3.

Імовірні втрати серед людей

Сумарна доза, Р	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325
Можливі утрати, %	0	5	15	30	50	70	85	95	100	100

Вихідні дані:

$D_{ТОЧ}$ – доза радіації, яку можуть отримати люди під час перебування в зоні РЗ;

D_{min} – доза радіації, яка була отримана людьми минулого разу;

T_{min} – час, який минув після попереднього опромінювання, тижні.

Розв'язання:

1). Визначити залишкову дозу радіації

$$D_{ЗАЛ} = D_{min} \cdot \frac{d}{100},$$

де d береться з таблиці 9.2 для відповідного значення $T_{МИН}$

2). Розрахувати сумарну дозу опромінювання

$$D_{\Sigma} = D_{ТОЧ} + D_{ЗАЛ}$$

3). Розрахувати очікувані утрати серед людей (Y_L) з таблиці 9.3 шляхом інтерполяції, якщо доза D_{Σ} потрапляє в середину інтервалу значень таблиці:

$$Y_L = Y_{min} + \frac{Y_{max} - Y_{min}}{D_{max} - D_{min}} \cdot (D_{\Sigma} - D_{min}),$$

де D_{max} – доза з таб.3 найближча до D_{Σ} , але більша за неї

D_{min} – доза з таб.3 найближча до D_{Σ} , але менша за неї

Y_{max} – утрати відповідні D_{max}

Y_{min} – утрати відповідні D_{min}

Приклад:

Визначити можливі утрати людей із складу аварійної бригади, яка з попередніх розрахунків може отримати під час роботи дозу радіації $D_{ТОЧ} = 100Р$. Відомо, що за два 2 тижні до цього бригада отримала дозу радіації 16 Р.

Розв'язання:

1). Визначити залишкову дозу радіації:

$$D_{ЗАЛ} = D_{min} \cdot \frac{d}{100} = 16 \cdot \frac{75}{100} = 12Р$$

2). Розрахувати сумарну дозу радіації

$$D_{\Sigma} = D_{ТОЧ} + D_{ЗАЛ} = 100 + 12 = 112Р$$

3). Розраховуючи можливі утрати людей з таблиці 9.3 шляхом інтерполяції знаходимо

$$Y_L = 0 + \frac{5 - 0}{125 - 100} (112 - 100) = \frac{5}{25} \cdot 12 = 2,4\%$$

Висновок: Виконання аварійних робіт в наведених умовах приведе до можливих утрат 2,4% від складу бригади, що є неприпустимим. Треба скоротити тривалість робіт або почати їх пізніше.

ЗАКЛЮЧЕННЯ

Знання сигналів оповіщення та як треба діяти під час НС дозволяють населенню і, зокрема, студентам не тільки зберегти своє життя та здоров'я, але й надати допомогу іншим людям, які її потребують.

Додаток 9.1.

Коефіцієнти перерахунку рівня радіації на будь-який час t після вибуху

t, год.	K_t
1,00	1,0
1,25	1,31
1,50	1,63
1,75	1,66
2,00	2,30
2,25	2,65
2,50	3,00
2,75	3,37
3,00	3,74
3,25	4,11
3,50	4,50
3,75	4,88
4,00	5,28
4,50	6,03
5,00	6,90
5,50	7,73
6,00	8,59
6,50	9,45
7,00	10,33
7,50	11,22
8	12,13
9	13,96
10	15,85
12	19,72
14	23,73
16	27,56
18	32,08
20	36,44
22	40,83
24	45,31

Додаток 9.2.

Коефіцієнти ослаблення будинків, захисних споруд і транспортних засобів

Будинки, захисні споруди, транспортні засоби	$K_{осл}$
Виробничі та адміністративні будівлі	6
Протирадіаційні укриття	100-500
Автомобілі, автобуси	2
Пасажирські вагони	3
Кабіни бульдозерів, екскаваторів	4

Додаток 9.3.

Вихідні дані

№ вар	Відстань до АЕС R , км	Швидкість вітру V_B , м/с	Перше вимірювання рівня радіації P_H , Р/ч	Коефіцієнт ослаблення захисних споруд $K_{осл.зс}$	Довжина маршруту в зоні РЗ L , км	Середня швидкість руху автоколони $V_{дв}$, км/ч	Встановлена доза радіації D_y , Р
1	10	1	9	100	5	40	3
2	12	2	8	120	7	50	2,5
3	14	3	7	140	9	60	2
4	16	4	6	160	11	70	1,5
5	18	1	2	180	13	40	1
6	20	2	1,5	100	15	50	0,5
7	22	3	10	120	5	60	3
8	24	4	8	140	7	70	2,5
9	10	1	6	160	9	40	2
10	12	2	4,5	180	11	50	1,5
11	14	3	3,5	100	13	60	1
12	16	4	9	120	15	70	3
13	18	1	8	140	5	40	3
14	20	2	7	160	7	50	2,5
15	22	3	6	180	9	60	2
16	24	4	4	100	11	70	1
17	10	1	10	120	13	40	3,5
18	12	2	9	140	15	50	2,5
19	14	3	8	160	5	60	2
20	16	4	6	180	7	70	1,5
21	18	1	3,5	100	9	40	1,5
22	20	2	9	120	11	50	3
23	22	3	8	140	13	60	2,5
24	24	4	7	160	15	70	2

Постійні значення: $K_{осл тр}=2$, $V_{дв п}=4$ км/ч – швидкість руху пішки.

Звіт
з практичної роботи №9
«Прогнозування дій у разі виникнення радіаційного забруднення»

Прізвище, ініціали _____ номер варіанту ____

Вихідні дані:

Реактор –

Рівень радіації підчас вимірювання, $P_{\text{вим}}$ –

Час початку роботи, $T_{\text{астроном}}$ –

Тривалість роботи, t_p –

Допустима доза, $D_{\text{доп}}$ –

Коефіцієнт ослаблення, $K_{\text{осл.}}$

Розрахункова частина:

1. Переводимо астрономічний час у відносний:

Час початку роботи $t_{\text{п}}$ –

Час кінця роботи $t_{\text{к}}$

2. Знаходимо рівень радіації на 1 годину після аварії:

$K_{\text{твим.}}$ =

P_1 =

3. Доза отриманого при роботі випромінювання

1) $K_{\text{твим.}}$ =

2) $K_{\text{ш}}$ =

3) $K_{\text{тк}}$ =

4) $P_{\text{п}}$ =

5) $P_{\text{к}}$ =

6) $P_{\text{ср}}$ =

7) $D_{\text{пр}}$ =

8) $D_{\text{точ}}$ =

9) Відносна похибка розрахунку дози радіації по спрощеній формулі становить

$$\beta = \frac{(D_{\text{пр}} - D_{\text{точ}}) \cdot 100\%}{D_{\text{точ}}} =$$

4. Допустимий час роботи, год

$\alpha =$

$t_{\text{доп}} =$

1. Сумарна допустима доза опромінення

$D_{\text{сум}} = D_{\text{точ}} + D_{\text{зал}} =$

2. Можливі втрати від опромінення (Y), %

$$Y_{\text{л}} = Y_{\text{min}} + \frac{Y_{\text{max}} - Y_{\text{min}}}{D_{\text{max}} - D_{\text{min}}} \cdot (D_{\Sigma} - D_{\text{min}}) =$$

Загальний висновки (дати відповіді на питання):

1. В яку зону радіаційного забруднення потратить об'єкт?
2. Перевищить отримана доза опромінення дозу встановлену?
3. Скільки часу працівники зможуть працювати безпечно ($t_{\text{доп}}$)?
4. Які втрати можливі серед працівників і як їх уникнути (дати конкретні рекомендації)?
5. Скільки складе похибка розрахунку дози опромінення по спрощеній формулі (β)?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 10. Оцінювання надійності захисту робітників з використанням захисних споруд

Мета роботи – дослідити ефективність та надійність захисту працівників із використанням захисних споруд цивільного захисту, а також сформувати навички оцінювання їх здатності забезпечувати безпеку людей в умовах надзвичайних ситуацій.

Цілі роботи:

- ознайомитися з видами захисних споруд та їх призначенням;
- вивчити основні вимоги до захисних споруд цивільного захисту;
- розглянути фактори, що впливають на надійність захисту працівників;
- сформувати навички оцінювання ефективності захисних споруд у разі виникнення надзвичайних ситуацій.

Завдання роботи: навчитись застосовувати методи оцінювання надійності захисту працівників у захисних спорудах; виробити вміння аналізувати відповідність захисних споруд встановленим вимогам безпеки та визначати рівень їх захисних властивостей; освоїти здатність оцінювати умови перебування людей у захисних спорудах і розробляти заходи щодо підвищення ефективності цивільного захисту персоналу.

Загальні відомості

Засоби індивідуального та колективного захисту є важливою складовою системи безпеки праці та цивільного захисту. Їх застосування спрямоване на запобігання або зменшення впливу небезпечних і шкідливих факторів на людину під час виконання робіт, аварій, пожеж чи надзвичайних ситуацій. Засоби індивідуального захисту забезпечують безпеку окремого працівника, тоді як засоби колективного захисту призначені для одночасного захисту групи людей. Правильний вибір і використання таких засобів є необхідною умовою збереження життя, здоров'я та працездатності людей.

Засоби індивідуального захисту

Класифікація:

А. Засоби захисту органів дихання.

Б. Засоби захисту шкіри. Ці засоби призначені для захисту шкірних покривів від токсичних, радіоактивних, хімічних речовин, біологічних агентів та механічних пошкоджень. До них належать захисний одяг, костюми, комбінезони, плащі, рукавиці, чоботи та інші елементи спецодягу.

В. Медичні засоби захисту. Це засоби, які використовуються для профілактики уражень та надання першої допомоги. Сюди входять аптечки, індивідуальні перев'язувальні пакети, засоби для часткової санітарної обробки, а також препарати для профілактики впливу небезпечних факторів.

Засоби захисту органів дихання

До цієї групи належать засоби, що запобігають потраплянню в організм шкідливих газів, парів, аерозолів і пилу через дихальні шляхи. Основними є респіратори, фільтруючі та ізолюючі протигази та спеціалізовані дихальні апарати (ПДФ та ін.), а також проти пильні тканинні маски і ватно-марлеві пов'язки.

Фільтруючі протигази

В Україні зараз у цивільному захисті та на підприємствах найчастіше використовують фільтруючі протигази сучасного та радянського/оновленого типу, які працюють разом із змінними фільтрами для очищення повітря від газів, пилу й аерозолів.

Найпоширеніші моделі:

1. ГП-7 (ГП-7В, ГП-7М) – це одна з наймасовіших моделей. Використовується для цивільного населення. Добре захищає від бойових отруйних речовин, диму та деяких хімічних сполук (рис. 10.1).



Рис. 10.1. Протигаз фільтруючий ГП-7

2. ГП-9 (ППМ-88 панорамний) – більш сучасний варіант із панорамним склом. Дає кращий огляд і комфорт. Часто використовується у промисловості та в системі цивільного захисту (рис. 10.2).



а

б

в

Рис. 10.2. Протигаз фільтруючий: а – ГП-9; б – ГП-9 з двома фільтруючими патронами; в – ППМ-88 панорамний.

3. Промислові панорамні протигази (тип ЗМ / 6800 та аналоги), що використовуються на підприємствах. Мають змінні картриджі під різні типи газів і парів, зручні для тривалого носіння (рис. 10.3).



Рис. 10.3. Модифікації промислового панорамного протигазу тип ЗМ / 6800.

4. Дитячі фільтруючі системи (ПДФ-типи), що призначені для дітей різного віку, використовуються у системі цивільного захисту (рис. 10.4).



Рисунок 10.4. Протигази дитячі фільтруючі.

Розмір шлем-маски визначається по довжині кола голови (через маківку і підборіддя):

- «0» – до 63см,
- «1» – 63,5-65,5см,
- «2» – 66-68см,
- «3» – 68,5-70,5см,
- «4» – 71см і більше.

ГП-7 має маску об'ємного типу з внутрішнім обтюратором і переговорним пристроєм (мембраною). Це створює менший опір диханню, обтюратор менш тисне на обличчя, що дозволяє перебувати в протигазі більш тривалий час. Маска у ГП-7, як правило, буває трьох розмірів: 1 – (малий), 2 – (середній), 3 – (великий).

В ГП-9 може зустрічатися як «0», так і «4».

Різниця між ГП-7 і ГП-9 доволі помітна, хоча обидва належать до фільтруючих протигазів і виконують схожі функції. ГП-7 – це класична цивільна модель, а ГП-9 – модернізований панорамний протигаз із покращеними умовами використання (табл. 10.1).

Таблиця 10.1.

Порівняльні характеристики ГП-7 і ГП-9

ГП-7	П-9 (ППМ-88)
▪ класична цивільна модель, яка масово використовувалась ще з радянських часів ▪ має круглу або трохи витягнуту лицьову частину з двома оглядовими скельцями ▪ фільтр кріпиться збоку через шланг або безпосередньо ▪ оглядовість обмежена через маленькі лінзи ▪ трохи менш зручний при тривалому носінні ▪ простіший за конструкцією і дешевший	▪ більш сучасна модель ▪ панорамна лицьова частина з великим одним склом ▪ значно кращий огляд (майже без «сліпих зон») ▪ щільніше прилягає до обличчя, зручніший при тривалому використанні ▪ менший опір диханню залежно від фільтра ▪ частіше використовується в промисловості та сучасних системах захисту

Промислові засоби захисту органів дихання.

Для захисту органів дихання та зору робітників різних галузей виробництва, сільського господарства від впливу шкідливих речовин (газу, пару, пилу, диму, туману), присутніх у повітрі застосовуються промислові протигazi. Промислові протигazi комплектуються лицьовими частинами від громадянських (цивільних) протигазів. В залежності від складу шкідливих речовин, протигазові коробки спеціалізуються за призначенням і можуть містити у собі один або декілька спеціальних поглиначів або поглинач та аерозольних фільтр. Існують фільтруючі протигазові коробки великого габариту, які з'єднуються з лицьовою частиною за допомогою

з'єднувальної трубки, і малого габариту, що з'єднані безпосередньо з маско-шоломом. Коробки різного призначення відрізняються за кольором та літерним позначенням, наведеним у таблиці 10.2.

Таблиця 10.2.

Характеристики промислових протигазів за сучасною системою стандарту EN 14387

Тип	Колір	Від чого захищає	Приклади речовин	Особливість
A	коричневий	Органічні гази та пари з температурою кипіння понад 65°C	бензол, толуол, ксилол, спирти, розчинники, газ	Стандартний захист від органічних парів
AX	помаранчевий	Органічні гази та пари з температурою кипіння нижче 65°C	ацетон, метанол, бензин легких фракцій, швидко летючі розчинники	Для дуже легких речовин, обмежений час використання
B	сірий	Неорганічні гази та пари	хлор, сірководень, синильна кислота	Не захищає від органічних розчинників
E	жовтий	Кислі гази та пари	сірчистий ангідрид, хлористий водень, оксиди азоту	Використовується у хімічній промисловості
K	зелений	Аміак та його сполуки	аміак, аміачні суміші	Часто застосовується в холодильних установках та агросекторі
CO	чорний	Окис вуглецю (чадний газ)	чадний газ	Має обмежений час захисної дії
Hg	червоний	Пари ртуті	ртуть, ртутні сполуки	Використовується у спеціальних умовах
ABEK (комбінації)	коричневий + сірий + жовтий + зелений	Комбінований захист від кількох груп газів	органічні, неорганічні, кислі гази та аміак	Найпоширеніший універсальний фільтр
P1 / P2 / P3	білий	Аерозолі, пил, дим, туман	пил, дим, бактерії, аерозолі	Використовується разом із газовими фільтрами

Ізолюючі протигази — це засоби індивідуального захисту органів дихання, які повністю ізолюють людину від навколишнього повітря та забезпечують дихання за рахунок запасу чистого повітря або кисню. На відміну від фільтруючих протигазів, вони не очищують забруднене повітря, а подають користувачу придатну для дихання газову суміш.

Такі протигази застосовують: при високій концентрації токсичних речовин; за нестачі кисню; у задимлених приміщеннях; під час аварій на хімічних об'єктах; у пожежно-рятувальних роботах. Основні види наведено в таблиці 10.3.

Таблиця 10.3.

Основні види сучасних ізолюючих протигазів

Вид	Характеристика	Де застосовується
Автономні дихальні апарати (SCBA)	Працюють від балона зі стисненим повітрям або киснем	пожежники, рятувальники, ДСНС
Шлангові ізолюючі протигази	Повітря подається через шланг із безпечної зони	промисловість, резервуари, колодязі
Киснево-ізолюючі протигази	Використовують регенерацію повітря та запас кисню	шахти, аварійно-рятувальні служби

В Україні зараз найчастіше використовують сучасні ізолюючі дихальні апарати рятувального, пожежного та промислового типу. Вони застосовуються підрозділами ДСНС України, аварійно-рятувальними службами, шахтами та хімічними підприємствами. Найпоширеніші моделі в Україні наведено в таблиці 10.5 та рисунку 10.5.

Таблиця 10.5.

Моделі ізолюючих протигазів

Тип апарата	Опис	Сфера застосування
Апарат на стисненому повітрі Dräger PSS	Німецькі апарати, які широко використовуються рятувальниками та пожежниками. Працюють від балона зі стисненим повітрям. Відомі моделі: Dräger PSS 4000; Dräger PSS 5000; Dräger PSS 7000)	ДСНС, пожежогасіння
MSA M1 SCBA	Сучасний американський ізолюючий апарат для пожежників та аварійних служб. Має модульну конструкцію та високий рівень ергономіки.	Аварійно-рятувальні роботи
Scott Safety / Scott Air-Pak	Використовується пожежно-рятувальними підрозділами та промисловими службами безпеки.	Пожежні та промислові об'єкти
КІП-8 та сучасні киснево-ізолюючі апарати	Відома модель киснево-ізолюючого протигаза, яка ще зустрічається в навчанні та на окремих об'єктах. Сучасні аналоги використовують у шахтах та спеціальних рятувальних роботах.	Шахти, спеціальні роботи



Рис. 10.5. Моделі ізолюючих протигазів: а – Dräger PSS; б – MSA M1; в – Scott Safety; г – КПП-8.

Час захисної дії в середньому становить:

при середніх навантаженнях – 1 год;

при легких навантаженнях – 3 год;

у спокійному стані – 5 год;

під водою – до 40 хв.

Переваги і недоліки ізолюючих протигазів наведено в таблиці 10.6.

Таблиця 10.6.

Переваги і недоліки найпоширеніших в Україні моделей ізолюючих протигазів

Переваги	Недоліки
■ забезпечують найвищий рівень захисту; ■ працюють навіть при повній відсутності кисню; ■ захищають від будь-яких токсичних речовин; ■ ефективні під час пожеж і хімічних аварій.	■ велика маса; ■ складність використання; ■ обмежений час роботи; ■ висока вартість.

Окрім протигазів застосовуються різні види респіраторів, які ділять на два типи:

- **Одноразові**, де фільтруючим елементом є лицева частина респіратора (FFP1 – грубий пил, аерозолі низької токсичності; FFP2 – пил, дим, аерозолі середньої небезпеки; FFP3 $t^0 \geq +10^0C$ токсичний пил, дрібнодисперсні аерозолі, біологічні агенти) всі вони є сучасними аналогами Р-2 та «Пелюсток»;

- **Багаторазові**, коли повітря очищується змінними картриджами чи універсальними комбінованими фільтрами АВЕК-РЗ, що під'єднанні до напівмаски (ЗМ 6200 / 7500; Dräger X-plore; Honeywell; Jeta Safety) та використовуються у промисловості; при роботі з фарбами; у хімічному виробництві; при роботі з пилом і газами.

Протипильні тканинні маски та ватномарлеві пов'язки грають допоміжну роль і можуть бути виготовлені населенням для захисту від радіоактивного пилу самостійно.

Засоби захисту шкіри

Призначені для захисту відкритих ділянок шкіри, одягу, взуття від забруднення радіоактивними та іншими шкідливими речовинами. До основних засобів захисту відносять сучасні захисні костюми різних рівнів захисту, що наведено в таблиці 10.7.

Таблиця 10.7.

Основні види засобів захисту шкіри

Вид засобу	Призначення	Приклади
Захисні костюми хімічного захисту	Захист від небезпечних хімічних речовин	Tychem, ChemMax, Lakeland
Біозахисні костюми	Захист від біологічних агентів та інфекцій	медичні біозахисні костюми
Вогнезахисний спецодяг	Захист від високих температур і полум'я	бойовий одяг пожежника
Водонепроникний захисний одяг	Захист від вологи та рідких хімічних речовин	плащі, герметичні комбінезони
Засоби захисту рук	Захист від механічних, хімічних і термічних впливів	нітрилові, гумові, термостійкі рукавиці
Засоби захисту ніг	Захист від хімічних речовин, струму, механічних пошкоджень	гумові та діелектричні чоботи
Комплекти хімічного захисту	Комплексний захист тіла, органів дихання та шкіри	сучасні комплекти NBC/CBRN

Допоміжними засобами захисту є: виробничий одяг з грубошерстого, або прогумованого матеріалу, гумове взуття та рукавиці.

Людина не може тривалий час знаходитись в захисному одязі тому, що порушується природний теплообмін організму людини з навколишнім середовищем. Тому для збереження працездатності захисний одяг треба одягати:

- при $t^0 \geq +10^0 C$ – зверху натільної білизни;
- при $t^0 = (0 \dots +10)^0 C$ – на білизну і легкий одяг;
- при $t^0 = (-10 \dots 0)^0 C$ – на білизну і зимовий одяг;
- при $t^0 < -10^0 C$ – на білизну, зимовий костюм і ватник.

Ізолюючі ЗЗШ виготовляються з повітронепроникних матеріалів, за звичай із спеціальної еластичної і морозостійкої прогумованої тканини. ЗЗШ залежно від того, для яких цілей його використовують, може бути застосований у вигляді накидки (при захисту від РР, ОР і БЗ), надітим в рукави (при виконанні робіт по знезараженню техніки і транспортна) і у вигляді комбінезону (при діях в осередках ураження, проведенні рятувальних робіт).

Фільтруючі засоби захисту шкіри являють собою бавовняним одягом (комбінезон), просочений спеціальними хімічними речовинами. При цьому повітропроникність матеріалу зберігається, а пари ОР при проходженні через тканину поглинаються спеціальним просоченням.

Медичні засоби індивідуального захисту

Табельні медичні засоби захисту – це спеціальні медичні препарати, перев'язувальні матеріали та засоби першої допомоги, які призначені для профілактики уражень і надання допомоги в умовах надзвичайних ситуацій, аварій, бойових дій або хімічного, радіаційного та біологічного зараження. До них відносять:

- аптечки першої допомоги;
- індивідуальні перев'язувальні пакети;
- кровоспинні засоби;
- джгути та турнікети;
- антисептичні засоби;
- протихімічні пакети для санітарної обробки;
- засоби знезараження води;
- радіозахисні препарати;
- антидоти при хімічних ураженнях;
- засоби захисту від біологічних агентів;
- медичні маски та рукавички.

Приклади табельних медичних засобів наведено в таблиці 10.8.

Таблиця 10.8.

Сучасні приклади табельних медичних засобів

Засіб	Призначення
Аптечка IFAK	надання першої допомоги
Турнікет САТ / СИЧ	зупинка критичної кровотечі
ППМ (перев'язочний пакет медичний)	перев'язка ран
ПП-11 (індивідуальний протихімічний пакет) / дегазаційні серветки	часткова санітарна обробка
Хлоргексидин, антисептики	знезараження
Таблетки для очищення води	знезараження води
Медичні рукавички	захист від інфекцій

ППМ – призначений для перев'язування ран і опіків. Складається з бинта шириною 10 см і довжиною 7м, на якому розміщені дві ватно-марлеві подушки (32x17,5см), одна з яких рухома, інша – нерухома. ППМ – стерильний, загорнутий у пергаментний папір і укладений в чохол з прогумованої тканини. При пораненнях подушечки накладають внутрішньою стороною на поранену поверхню (при крізному

пораненні - на вхідний і вихідний отвір). До внутрішньої поверхні подушечок руками не торкатися. Закінчивши бинтування, кінець бинта закріплюють шпилькою.

ППП-11 – призначений для знезараження відкритих ділянок шкіри людини та її одягу. Включає флакон з дегазуючим розчином і кількох марлевих серветок чи тампонів. Використовується під час часткової санітарної обробки після хімічного зараження.

Треба пам'ятати, що рідина ППП-11 отруйна і небезпечна при попаданні всередину та в очі! Тому шкіру навкруги очей після обробки слід промити чистою водою і обтерти сухим тампоном.

Табельні медичні засоби захисту орієнтовані насамперед на швидке надання домедичної допомоги, зупинку кровотеч, профілактику інфекцій та захист людини в умовах надзвичайних ситуацій.

1. Засоби колективного захисту

До захисних споруд (ЗС) відносяться:

- сховища;
- протирадіаційні укриття (ПРУ);
- найпростіші укриття.

Сховищем називається інженерна споруда, призначена для захисту людей від дії уражаючих факторів використання сучасної зброї, при аваріях, катастрофах та стихійних лихах. За захисними властивостями сховища поділяються на класи наведені в таблиці 10.9.

Таблиця 10.9.

Класи сховищ

Клас Параметр	I	II	III	IV
R_f , кПа	500	300	200	100
$K_{осл}$	3000	3000	2000	1000

Класифікація сховищ:

- а) Збудовані і розташовані окремо;
- б) Збудовані задалегідь і швидкоспоруджені.

Швидкоспоруджені будують з готових залізобетонних секцій і обсіпають ґрунтом.

Вимоги до сховищ:

1. Забезпечувати безперервне перебування людей не менше 2-х доби.
2. Розташовуються від місця роботи не далі 500м.
3. Вміщувати не менше як 150 людей одночасно.

4. Бути побудовано на ділянках, які не затоплюються.
5. Розташовуватися на віддаленні не менше 15 м від магістральних трубопроводів діаметром 25,0 см і більш.
6. Над вбудованими сховищами не повинні знаходитись машини і механізми, що викликають струс і вібрацію.
7. Окремо розташоване сховище повинно бути віддалено від найближчої будівлі не менше за висоту цієї будівлі.
8. Мати не менше двох входів (виходів), вбудоване сховище окрім того повинно мати аварійний вихід.

Сховище повинне мати телефонний зв'язок з пунктом управління підприємства і гучномовець, підключений до міської чи місцевої (об'єктової) радіотрансляційної мережі.

У сховищі передбачається опалення від загальної опалювальної системи будинку (теплоцентралі об'єкту). При розрахунку системи опалення температуру приміщень сховищ у холодний час приймають $+10^{\circ}\text{C}$, якщо за умовами експлуатації їх у мирний час не потрібно вищих температур.

Трубопроводи різних систем життєзабезпечення усередині сховища забарвлюють у відповідні кольори: білий – повітрязабірні труби режиму чистої вентиляції; жовтий – повітрязабірні труби режиму фільтровентиляції; червоний – трубопроводи режиму вентиляції по замкнутому циклу; чорний – труби електропроводки; зелені – водопровідні труби; коричневі – труби системи опалення.

Підприємства, установи і організації, незалежно від форм власності, на балансі яких є захисті споруди цивільного захисту, забезпечують охорону конструкцій і обладнання, а також утримання їх в стані, який забезпечує приведення в готовність до використання за призначенням в термін до 12 годин. Захисні споруди на атомних електричних станціях, інших потенційно небезпечних об'єктах утримуються в постійній готовності до використання за прямим призначенням. Для повного забезпечення населення міст спорудами їх виникненням загрози надзвичайної ситуації.

Планувальні та конструктивні рішення сховищ

Приміщення сховищ поділяються на **основні** та **допоміжні**.

Основні: приміщення для людей, медичний пункт, пункт управління ЦО.

Допоміжні: для фільтровентиляційного обладнання (ФВО), для дизель-електростанції (ДЕС), сан вузлів, для зберігання продуктів, електрощитової, захищені входи і виходи.

У сховищі повинно бути не менш двох входів і аварійний вихід. Аварійний вихід – це підземна горизонтальна галерея з виходом за межами можливого завалу.

Оголів'я аварійного виходу повинне бути віддалене від оточуючих будинків на відстань, що становить не менше половини висоти будинку плюс 3 м, виступати над поверхнею землі на 1,2 – 1,5 м; в кожній його стіні повинен бути отвір розміром 0,6 x 0,8 м; обладнаний жалюзійними ґратами, які відчиняються всередину.

висота (Н), м – 2,15 ... 3,5;

об'єм (V), м³/особу – не менш 1,5 м³ (рахуючи всі приміщення в зоні герметизації ша).

Системи життєзабезпечення:

- Основою є система повітропостачання.** Вона забезпечує такі режими роботи:

- 108

Режим I – чистої вентиляції – вмикається після заповнення і закриття сховища. Зовнішнє повітря очищується на проти пильних фільтрах. Захищає від проникнення радіаційного пилу під час радіаційного зараження місцевості.

Норма подання повітря – (8 ... 13) /год. на 1 особу в залежності від кліматичної зони.

Примітка. Кліматична зона визначається середньою температурою повітря в найжаркіший місяць року.

I. зона - 8 на 1 особу

II. зона = (20 ... 25) – 10 на 1 особу

III. зона = (25 ... 30) - 11 на 1 особу

IV. зона 30 - 13 на 1 особу

Режим II– фільтровентиляції – вмикається під час загрози хімічного зараження місцевості. Зовнішнє повітря очищується на проти пильних фільтрах і фільтрах – поглиначах отруйних речовин. Захищає від радіаційного пилу і отруйних речовин.

Норма подання повітря – 2 м³ на 1 особу. В III і IV кліматичній зоні в сховищах передбачено встановлювати охолоджувальні пристрої; якщо таких пристроїв немає, то норма збільшується до 10 м³ на 1 особу.

Примітка. Стандартні фільтри-поглиначі отруйних речовин не здатні затримувати чадний газ, аміак та ще деякі СДОР.

Режим III – повної ізоляції з регенерацією внутрішнього повітря – вмикається при наявності в зовнішньому повітрі чадного газу, аміаку а також інших СДОР у великих концентраціях. Повітря з приміщення очищується від вуглекислого газу, збагачується киснем, охолоджується і знову подається у приміщення.

Норма регенерації повітря:

– поглинається вуглекислого газу – 25 л/год. на 1 людину;

– постачається кисню – 20 л/год. на одну 1 людину.

Для реалізації цих режимів промисловість випускає фільтровентиляційні комплекти: ФВК-1 і ФВК-2.

До складу ФВК-1 входять:

– два проти пильних фільтри, продуктивністю по 1000 м³/год кожний (ППФ-1000);

– три фільтри-поглиначі, продуктивністю по 100 м³/год кожний (ППФ-100);

– два електро-ручних вентилятори, продуктивністю 300 чи 600 м³/год. В I режимі роботи – 300, в II режимі – 600, та інші елементи.

Комплект ФВК-2 має такі ж саме елементи, як і ФВК-1, але додатково є:

- регенеративна установка РУ-150/6 (на 150 чоловік складається із шести регенеративних блоків);
- фільтр-поглинач чадного газу, продуктивністю 70 (ФГ-70).

Таким чином, ФВК-1 забезпечує тільки І і ІІ режими повітропостачання, а ФВК-2 – усі три режими. Один комплект ФВК-1 (ФВК-2) розрахований на забезпечення повітрям 150 чоловік (для І кліматичної зони). При місткості більш 600 чол. Установлюють промислові фільтри і вентилятори.

Система водопостачання використовує воду з водопровідної мережі. Крім того в сховищі створюється аварійний запас води з розрахунку 3 л/добу на 1 особу, а в сховищах місткістю 600 чол і більше додатково для цілей пожежогасіння 4,5 м³.

Система електропостачання живиться із зовнішньої електромережі. Крім того, в сховищі установлюється аварійне джерело електроенергії:

- дизель-електростанція (ДЕС) при місткості сховища більш 600 чоловік;
- акумуляторна батарея (при місткості сховища 600 чоловік і менше).

ПРУ призначені для захисту людей від РЗ та послаблення дії інших уражуючи факторів. Характеризуються ПРУ коефіцієнтом ослаблення радіації ($K_{ОСЛ}$), залежно від якого поділяються на групи:

$K_{ОСЛ} \geq 200$ – І група

$K_{ОСЛ} = 100 \dots 200$ – ІІ група

$K_{ОСЛ} = 50 \dots 100$ – ІІІ група

ПРУ будуються не менш як на 50 чоловік в зоні можливих слабких руйнувань і в заміський зоні. Найчастіше під **ПРУ** пристосовують господарські споруди, підвали, погребі та ін.

В ПРУ можуть бути приміщення:

- для укриваємих;
- для фільтро-вентиляційного обладнання;
- для зберігання забрудненого одягу;
- сан. вузол та ін.

Норми приміщень на одну особу такі ж як і в сховищі. Тільки висота приміщень 1,9 м.

Системи життєзабезпечення – найпростіші: система повітропостачання з гравій-піщаним фільтром, з вентилятором або приточно-витяжна. Запас води у бачку. Аварійне освітлення – від свічок або ліхтариків.

Найпростіші укриття грають допоміжну роль. До них відносять необладнані підвали і погребі та щілини, що риють у землі. Щілина – це вузька і глибока траншея

(ширина зверху 1-1,2м, знизу – 0,8м, глибина 2-2,2м), яка має на кінцях виходи. Місткість: 0,5 погонних метри на 1 особу. Для підвищення захисних властивостей щілину зверху перекривають і обсіпають ґрунтом. Будують щілини під час загрози війни, коли не вистачає місць для людей в сховищах, ПРУ і підвалах.

До основних відносять: приміщення для тих, хто ховається, пункт управління та медичний пункт.

До допоміжних – фільтровентиляційне приміщення, приміщення для дизельної електростанції (ДЕС), приміщення для зберігання продуктів, тамбур, тамбур-шлюз, санітарний вузол та інші.

Приміщення для тих, хто ховається, будується з розрахунку, щоб на одну людину було 0,5м² площі підлоги при двоярусному та 0,4м² – при трьохярусному розміщення нар. Внутрішній об'єм приміщень (герметичних) повинен бути не менший 1,5м³ на одну людину.

Висота приміщень повинна бути не менша 2,15м при двоярусному та не менша 2,9м при трьохярусному розташуванні нар.

Пункт керування (ПК) передбачається тільки на підприємствах з числом робітників в найбільшій зміні 600 людей і більше. Норма площі на одного працюючого на ПК – 2 м².

В сховищах на кожні 500 людей необхідно мати один санітарний пост 2м², але не менше одного поста на сховище. В сховищах місткістю 900-1200 людей крім сан поста повинен бути медичний пункт площею 9м².

Тамбур-шлюз обладнується в сховищах місткістю 300 людей і більше. В сховищах місткістю 600 людей ставлять двокамерний тамбур-шлюз.

Приміщення для збереження продуктів площею 5м² оснащується на 150 людей. На кожні наступні – 150 людей – збільшується на 3м². Входи (виходи) в сховища розташовуються з протилежних сторін сховища.

У вбудованих сховищах, на випадок завалу входів, обладнується аварійний вихід. Оголовок аварійного виходу повинен бути віддалений від будівлі не ближче за відстань: $L = 0.5N + 3$, м

Швидкозбудовані сховища

У цих сховищах, як і в завчасно побудованих, повинні побути приміщення для тих, хто укриваються, місця для розміщення фільтровентиляційного устаткування простого або промислового виготовлення, санвузол, аварійний запас води, входи і виходи, аварійний вихід.

Для будівництва швидкоспоруджених сховищ використовується збірний залізобетон, елементи колекторів міського підземного господарства, а також спеціально виготовлені плити для будівництва типу «фара».

Швидкоспоруджені сховища типу «фара» виготовляється з порожнистих бетонних плит з вирізкою і надломом її частин (крил), які потім спираються на ґрунт. Ці ШПС мають високу міцність при обмеженому часі зведення (1-2 суток).

При ширині споруди 1-1,3 м місця для тих, хто укриваються розташовуються в один ряд, а при ширині 1,5-2 м – в два ряди.

Будівництво швидкоспоруджених сховищ планується на вільних ділянках між виробничими будівлями на віддаленні 20-25 м від будівель та один від одного.

Економічно вигідно для захисту населення використовувати гірничі виробки (шахти), підземні простори міст (катакомби), ділянки колекторів, підземні переходи та галереї. Підземні станції метрополітенів, після невеликого дообладнання, можуть служити в якості сховищ, а підземні переходи в якості ПРУ.

Порядок використання сховищ.

У мирний час сховища використовуються під приміщення культурно-побутового і спортивного призначення, складські приміщення торгівлі і громадського харчування, гаражі та ін.

Для обслуговування сховищ, залежно від місткості, створюються групи або ланки обслуговування. Підготовка сховищ до прийому людей включає:

- звільнення сховища від нештатного устаткування і майна, що зберігається;
- розконсервування штатного устаткування;
- перевірку систем життєзабезпечення;
- перевірку герметичності;
- підключення телефону і радіо транслятора;
- установку нар;
- закладку продуктів, медикаментів, поповнення запасів води.

Найпростіші укриття

У системі забезпечення безпеки населення, зокрема при озброєних конфліктах із застосуванням звичної зброї, важливе значення набуває використання простих укриттів типу щілин. Щілина є простою по конструкції масовою захисною спорудою, будівництво якої може бути виконано населенням за короткий строк. Щілина може бути відкритою або перекритою. Перекрита щілина по своїх захисних властивостях не поступається ПРУ групи П-5.

Щілина являє собою рів глибиною 200 см, шириною угорі 120 см і знизу – 80 см. Щілина на 10 чол. має довжину 8-10 м. В ній рекомендується обладнати 7 місць для сидіння і 3 – для лежання.

Щілина на 20-30 чол. відривається у вигляді декількох прямолінійних ділянок, що розміщені під прямим кутом один до одного. Довжина кожної ділянки не більше 10 м визначається із розрахунку не менше 0,5-0,6 м на одного чоловіка. Нормальна ємність щілини – 10-15 чол.

Входи в щілину влаштовують під прямим кутом до першої прямолінійної ділянки, при цьому у щілинах ємністю до 20 чол. роблять один вхід, а більше 20 – два на протилежних кінцях. Уздовж однієї і стін влаштовує лаву для сидіння, а в стінах – ніші для зберігання продуктів харчування і води.

Оцінювання надійності захисту працівників об'єкта господарювання з використанням захисних споруд

Оцінка інженерного захисту робітників та службовців об'єкту

Оцінка інженерного захисту робітників і службовців об'єкта починається з вивчення усіх характеристик захисних споруд, параметрів можливих уражаючих факторів на території об'єкта.

Перш за все виявляється наявність і відповідність основних і допоміжних приміщень в кожній захисній споруді нормам об'ємно – планових рішень.

Якщо, наприклад, виявиться, що в сховищі відсутнє приміщення для продуктів харчування, то для його обладнання виділяється необхідна площа від приміщення для людей, що зменшує місткість сховища.

Хід виконання роботи

1. Оцінка захисних споруд за місткістю

Місткість захисних споруд визначають відповідно до прийнятих норм за площею і об'ємом приміщень на одну людину. Розрахунок роблять окремо по кожній захисній споруді, а потім визначають загальну кількість місць в усіх сховищах на об'єкті і показник інженерного захисту за місткістю K_m .

1.1. Розраховують кількість місць $M_{\text{пр}}$ за площею приміщення для укриття людей, $S_{\text{пр}}$, виходячи з норми на одну людину: $S_1 = 0,5 \text{ м}^2$, якщо висота h становить 2,15–2,9 м, що дозволяє встановити двох'ярусні нари, S_1 становить $0,4 \text{ м}^2$, якщо висота h становить 2,9–3,5 м, що дозволяє встановити трьох'ярусні нари:

$$M_{\text{пр}} = \frac{S_{\text{пр}}}{S_1} . \quad (10.1)$$

1.2. Розраховують кількість місць за об'ємом приміщень M_o (перевіряють відповідність об'єму повітря приміщень на одну людину – не менше $1,5 \text{ м}^3$. Ця кількість повітря передбачена для забезпечення життєдіяльності людей протягом 3–4 год на випадок, коли буде порушено повітропостачання):

$$M_o = \frac{(S_{\text{пр}} + S_{\text{д}}) h}{1,5}, \quad (10.2)$$

де $S_{\text{пр}}$ – площа приміщень для людей, м^2 ; $S_{\text{д}}$ – загальна площа допоміжних приміщень (окрім ДЕС, тамбурів, розширювальних камер), м^2 ; h – висота приміщень, м .

1.3. Порівнюють $M_{\text{пр}}$ та M_o (кількість місць за площею і за об'ємом) і визначають фактичну місткість сховища M_1 (менша за значенням).

1.4. Розраховують загальну місткість усіх захисних споруд об'єкта:

$$M_3 = M_1 + M_2 + \dots + M_{\text{пр}}. \quad (10.3)$$

1.5. Визначають коефіцієнт місткості захисних споруд об'єкта:

$$K_m = \frac{M_3}{N}, \quad (10.4)$$

де N – кількість працівників найбільшої зміни.

1.6. Визначають потрібну кількість нар у кожній захисній споруді: двох'ярусних $H = M/5$ (одні нари завдовжки 180 см забезпечують 4 місця для сидіння, 1 для лежання) трьох'ярусних $H = M/6$ (4 місця для сидіння, 2 для лежання).

1.7. Роблять висновок щодо можливості укриття: якщо $K_m > 1$, захисні споруди дозволяють розмістити всіх працівників найбільшої зміни.

2. Оцінка захисних споруд за захисними властивостями

Виявляють захисні властивості споруди з документів їх технічних характеристик (вихідних даних):

$\Delta P_{\text{ф. зах}}$ – від УХ (граничний надмірний тиск УХ, який може витримати споруда);

$K_{\text{осл. зах}}$ – від радіоактивного забруднення (коефіцієнт ослаблення радіації спорудою). Якщо невідомий – див. за табл. 4.2, 4.6.

2.1. Визначають потрібні захисні властивості споруди:

а) потрібні захисні властивості споруди від дії УХ визначають значенням максимального надмірного УХ, що очікується на об'єкті ($\Delta P_{\text{ф. потр}} = \Delta P_{\text{ф. max}}$). Для визначення $\Delta P_{\text{ф. max}}$ розраховують мінімально можливу відстань до центру вибуху:

$$R_{\text{min}} = R_r - r_{\text{відх}}, \quad (10.5)$$

де R_r – відстань об'єкта від точки прицілювання (центру міста); $r_{\text{відх}}$ – ймовірне максимальне відхилення центру вибуху від точки прицілювання.

За таблицею (дод. 4.1) знаходять $\Delta P_{\text{ф max}}$ для очікуваної потужності ядерного вибуху q , виду вибуху і R_{min} ;

б) для захисту від радіоактивного зараження визначають $K_{\text{осл. потр}}$ – потрібний коефіцієнт ослаблення радіації, який розраховують за формулою:

$$K_{\text{осл. потр}} = \frac{D_{\text{рз}}}{D_{\text{доп}}} = 5P_{1\text{max}} \frac{(t_{\text{п}}^{-0,2} - t_{\text{к}}^{-0,2})}{D_{\text{доп}}} \quad (10.6)$$

де $P_{1\text{max}}$ – максимальний рівень радіації, очікуваний на об'єкті (визначають з дод. 4.1 на відстані R_{min} для заданої потужності вибуху q та швидкості середнього вітру $V_{\text{сер}}$);

$t_{\text{п}}$ – початок опромінювання (зараження об'єкта) відносно вибуху, год:

$$t_{\text{п}} = \frac{R_{\text{min}}}{V_{\text{сер}}} + 1 \quad (10.7)$$

$t_{\text{к}}$ – кінець опромінювання (через 4 доби після зараження), год, $t_{\text{к}} = t_{\text{п}} + 96$;

$D_{\text{доп}}$ – допустима доза радіації за 4 доби (96 год) становить 50 Р (гранично допустима доза опромінення, що не викликає променевої хвороби).

2.2. Визначають наявні захисні властивості захисних споруд від ударної хвилі, та радіоактивного зараження.

2.3. Порівнюють захисні властивості споруди з потрібними і роблять висновки: якщо $\Delta P_{\text{ф. зах}} < \Delta P_{\text{ф. потр}}$, або $K_{\text{осл}} < K_{\text{осл. потр}}$, то захисна споруда не забезпечує потрібного захисту і з подальшого оцінювання виключається (вважається резервною).

2.4. Визначають показник, який характеризує інженерний захист робітників і службовців за захисними властивостями:

$$K_{\text{з}} = \frac{M_1 + M_2 + \dots + M_n}{N}, \quad (10.8)$$

де $M_1, M_2, \dots, M_n$ – місткість споруд 1, 2, 3, ..., n , захисні властивості яких відповідають потрібним, тобто забезпечують надійний захист людей від уражаючих факторів (УХ і радіоактивного зараження).

3. Оцінка систем життєзабезпечення захисних споруд

Найбільш важливими є системи повітро- і водопостачання. Суть оцінки систем зводиться до визначення їх можливості (яка кількість людей, що укриваються, може бути забезпечена повітрям і водою за існуючими нормами на протязі встановленого строку) і потім порівнюється з потрібними.

3.1. Оцінка системи повітропостачання

Визначаються режими роботи, які повинна забезпечити система. Якщо на об'єкті очікується зараження атмосфери чадним газом (СО), в разі великих пожеж, то система повітропостачання повинна забезпечити роботу в 3^х режимах; (див. п.2.2).

Робота системи в 3-х режимах забезпечується фільтровентиляційними комплектами типу ФВК-2 (в сховищах до 600 місць). Роботу в 2-х режимах може забезпечити ФВК-1.

Визначають можливості наявного обладнання системи повітропостачання:

а) у режимі I (чиста вентиляція) можливості системи із забезпечення повітрям людей розраховують за формулою

$$N_I = \frac{nV_I}{W_I}, \quad (10.9)$$

де n – кількість комплектів ФВК, установлених у сховищі; V_I – продуктивність одного комплекту ФВК у режимі I (1200 м³/год); W_I – норма подавання повітря за годину на одну людину в режимі I (залежно від кліматичної зони, п. 3.2).

Ця кількість повітря забезпечує життєдіяльність, охолодження і зменшення вологості повітря у сховищі;

б) у режимі II (фільтровентиляція) можливості системи розраховують за формулою

$$N_{II} = \frac{nV_{II}}{W_{II}}, \quad (10.10)$$

де n – кількість комплектів ФВК; V_{II} – продуктивність одного комплекту ФВК у режимі II – (300 м³/год); W_{II} – норма подавання повітря за годину на одну людину в режимі II (2 м³/год), потрібна для життя;

в) у режимі III (повна ізоляція з регенерацією) можливості ФВК-2 такі ж, як і в режимі II.

Визначають показник, який характеризує захисні споруди за повітря забезпеченням людей (за найменшими можливостями):

$$K_{ж.пов} = \frac{N_1 + N_2 + \dots + N_n}{N} \quad (10.11)$$

де $N_1, N_2, \dots, N_n$ – кількість людей, які забезпечуються повітрям в режимах I та II (III) в сховищах 1, 2, ..., n ; N – кількість робітників найбільшої зміни.

Якщо $K_{ж.пов} < 1$, то визначають необхідні заходи з підвищення можливостей системи до потрібного рівня – забезпечення усіх людей, які можуть розміститися у сховищах.

3.2. Оцінювання системи водопостачання відбувається за такою схемою

Визначають можливості системи із забезпечення водою в аварійній ситуації (яка кількість людей у сховищі може буде забезпечена наявним аварійним запасом води) за формулою

$$N_{\text{вод}} = \frac{W_0}{W_1 T}, \quad (10.12)$$

де W_0 – місткість баків аварійного запасу води у сховищі, л; W_1 – норма запасу питної води на одну людину за добу (3 л); T – тривалість укриття людей (задається), діб.

Визначають показник життєзабезпечення водою:

$$K_{\text{жз вод}} = \frac{N_1 + N_2 + \dots + N_n}{N}, \quad (10.13)$$

де $N_1, N_2, \dots, N_n$ – кількість людей, що можуть бути забезпечені водою у сховищах 1, 2, ..., n .

Визначають додаткові баки запасу води (за $K_{\text{жз вод}} < 1$), необхідні для нормального забезпечення людей водою:

$$W_{\text{доп}} = (N - N_{\text{од}})W_1T \quad (10.14)$$

Загальний показник життєзабезпечення $K_{\text{жз}}$ визначають за меншим значенням показників щодо забезпеченню повітрям і водою.

4. Оцінювання захисних споруд за своєчасним укриттям робітників і службовців об'єкта

Оцінювання зводиться до визначення потрібного часу на укриття працівників об'єкта за сигналами ЦЗ ($t_{\text{укр}}$) і порівнюють його із установленим часом укриття людей ($t_{\text{вст}}$), який визначають часом наближення уражаючої дії від застосування зброї.

Вихідні дані для визначення потрібного часу на укриття ($t_{\text{укр}}$) такі:

- відстань від місця роботи до сховища l , м;
- час на безаварійну зупинку виробництва $t_{\text{зуп}}$ залежить від характеру виробництва, хв;
- час для заповнення сховища t_3 (в середньому 2 хв);
- швидкість руху людей в укриття $V_{\text{руху}}$ (в середньому 80 м/хв).

Розв'язок:

4.1. Розподіляють робітників і службовців за захисними спорудами на об'єкті.

4.2. Визначають відстані від місця роботи до закріплених за виробничими дільницями (цехами) захисних споруд – $l_1, l_2, \dots, l_n$.

4.3. Визначають час руху людей до захисної споруди:

$$t_{\text{руху}} = \frac{l_1}{V_{\text{руху}}} = \frac{l_1}{80}. \quad (10.15)$$

4.4. Визначають потрібний час на укриття ($t_{\text{укр}}$) для працівників кожної дільниці (цеху):

$$t_{\text{укр.1}} = t_{\text{зуп}} + t_{\text{руху1}} + t_3 \quad (10.16)$$

4.5. Порівнюють потрібний час на укриття людей кожного цеху ($t_{\text{укр}}$) з установленим часом ($t_{\text{вст}}$). Якщо для даного цеху $t_{\text{укр}} > t_{\text{вст}}$, то його працівники не встигають укритися у сховищі. Вони інженерним захистом не забезпечуються.

4.6. Визначають показник за своєчасним укриттям людей:

$$K_{\text{св.у}} = \frac{N_1 + N_2 + \dots + N_n}{N} \quad (10.17)$$

де $N_1, N_2, \dots, N_n$ – кількість робітників і службовців 1, 2, ..., n цехів, які можуть своєчасно укритись у сховищах за сигналами ЦЗ, тобто для яких $t_{\text{укр}} \leq t_{\text{вст}}$.

На заключному етапі аналізують результати оцінювання інженерного захисту об'єкта, роблять висновки та висувають пропозиції, в яких зазначають:

- надійність інженерного захисту (коефіцієнт надійного захисту $K_{\text{н.з}}$ – за мінімальним значенням з окремих показників: $K_{\text{м}}, K_{\text{зв}}, K_{\text{жз}}, K_{\text{св.у}}$);
- визначають слабкі місця в інженерному захисті;
- намічають заходи із вдосконалення інженерного захисту робітників і службовців об'єкта.

Результати проведеного оцінювання інженерного захисту об'єкта записують у звіт по роботі за формою (Додаток 10.3), в якому від руки детально виписують всі розрахунки та висновки (підсумковий висновок має бути розгорнутий, тобто містити в собі поряд з результатами підрахунків по наданому варіанту загальні вимоги щодо сховищ, а також дії керівника підприємства та перелічують рятувальні та невідкладні роботи при настанні НС). Також креслять план заводу з позначенням сховищ та їх вмісту, напрямків евакуації з довжиною шляхів і т. ін. за наведеним на рисунку 10.6. прикладом відповідно до вихідних даних (Додаток 10.4)

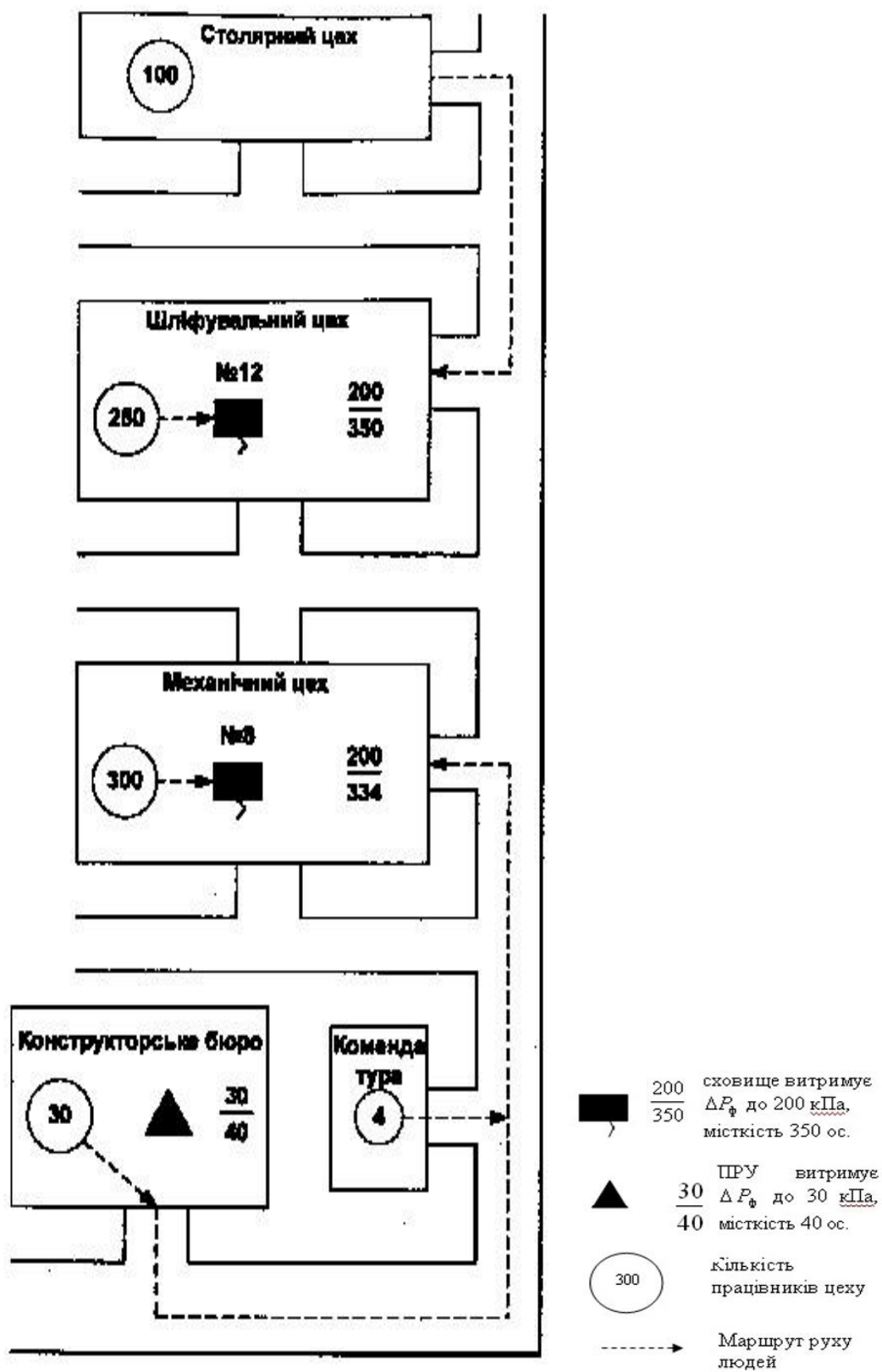


Рис. 10.6. Схематичний план заводу

Приклад розв'язання завдання з оцінювання інженерного захисту робітників і службовців об'єкта

Умова. Оцінити надійність інженерного захисту працівників машинобудівного заводу, маючи необхідні вихідні дані і характеристики.

1. Оцінювання захисних споруд за місткістю

Вихідні дані: На машинобудівному заводі кількість працівників найбільшої зміни $N = 684$ ос., (КБ – 30 ос., комендатура – 4 ос., механічний цех – 300 ос., шліфувальний цех – 250 ос., столярний цех – 100 ос.).

Характеристики захисних споруд машинобудівного заводу

Тип, номер захисної споруди	Площа приміщень, м ²				Висота приміщень	Аварійний вихід
	Для людей з санітарним постом	Допоміжних				
		ФВП, санвузли	Для продуктів	Тамбур шлюз		
ПРУ 1	22	5	—	—	2,4	є
Сховище 8	177	43	—	10	2,4	є
Сховище 12	177	43	8	10	2,4	є

1.1. Виявляємо наявність основних і допоміжних приміщень, відповідність їх розмірів нормам об'ємно-планових рішень і визначаємо потрібні площі, яких не вистачає:

- ПРУ №1 відповідає нормам;
- у сховищі № 8 немає приміщення для продуктів орієнтовно на 300 людей:
- площа такого приміщення має становити 8 м² (норма 5 м на 150 ос. плюс 3 м² на кожних наступних 150 ос.);
- сховище № 12 відповідає нормам.

1.2. Визначаємо розрахункову місткість захисних споруд за площею до і після дообладнання їх:

– ПРУ № 1:
$$M_{\text{ПРУ}} = \frac{S_{\text{пр}}}{S_1} = \frac{20}{0,5} = 40$$

– сховище № 8: після обладнання приміщення для продуктів за рахунок площі приміщення для людей:

$$M_8 = \frac{177 - 2 - 8}{0,5} = 334$$

– сховище № 12:

$$M_{12} = \frac{177 - 2}{0,5} = 350$$

тут виділено 2 м² на санпост, 8 м² на приміщення для продуктів.

1.3. Визначаємо розрахункову місткість за об'ємом приміщень:

– сховище № 8:
$$M_8 = \frac{S_{\text{зар}} \cdot h}{V_1} = \frac{(177 + 43 + 10) \cdot 2,4}{1,5} = \frac{552}{1,5} = 368$$

де $S_{\text{заг}}$ – загальна площа, що складається з основних $S_{\text{пр}}$ і допоміжних $S_{\text{д}}$ приміщень та знаходять по формулі:

$$S_{\text{заг}} = S_{\text{пр}} + S_{\text{д}}$$

$$\text{– сховище № 12: } M_{12} = \frac{S_{\text{заг}} h}{V_1} = \frac{(177+43+8+10) \cdot 2,4}{1,5} = \frac{571}{1,5} = 380$$

Фактичну розрахункову місткість беруть за площею приміщень (менше за значенням), тобто ПРУ №1 – $M_{\text{пру}} = 40$ ос.; сховище № 8 – $M_8 = 334$ ос.; сховище № 12 – $M_{12} = 350$ ос.

1.4. Визначаємо загальну розрахункову місткість (всіх захисних споруд на заводі):

$$M_3 = M_{\text{пру}} + M_8 + M_{12} = 40 + 334 + 350 = 724$$

1.5. Визначаємо коефіцієнт місткості:

$$K_{\text{м}} = \frac{M_3}{N} = \frac{724}{684} = 1,06$$

1.6. Визначаємо потрібну кількість нар у приміщеннях для людей (H).

Висота приміщень ($h = 2,4$ м) дозволяє встановити двох'ярусні нари (одні нари на 5 осіб):

$$\text{– у ПРУ } H_{\text{пру}} = \frac{M_{\text{пру}}}{5} = \frac{40}{5} = 8 \text{ нар;}$$

$$\text{– у сховищі №8 } H_8 = \frac{334}{5} = 67 \text{ нар;}$$

$$\text{– у сховищі № 12 } H_{12} = \frac{350}{5} = 70 \text{ нар.}$$

1.7. Висновки:

1) $K_{\text{м}} > 1$, тобто захисні споруди, що є на заводі у разі дообладнання їх відповідно до вимог, дозволяють укрити всіх працівників найбільшої зміни (з наявністю резервних місць на 40 осіб).

2) У сховищі № 8 потрібно дообладнати приміщення для зберігання продуктів площею 8 м², зменшивши площу приміщень для людей.

3) Слід придбати 145 двох'ярусних нар для всіх захисних споруд.

2. Оцінювання захисних споруд за захисними властивостями

Вихідні дані:

- віддаленість об'єкта від точки прицілювання $R_r = 2,5$ км;
- очікувана потужність ядерного боєприпаси $q = 200$ кт;
- вид вибуху – наземний;
- ймовірне максимальне відхилення центру вибуху боєприпаси від точки прицілювання $r_{\text{відх}} = 0,5$ км;
- швидкість середнього вітру $V_{\text{св}} = 100$ км/год;

- напрям середнього вітру – у бік об’єкта;
- конструкції захисних споруд розраховані на надмірний тиск: ПРУ – 30 кПа; сховище № 8 $\Delta P_{\text{ф. зах}} = 200$ кПа; сховище № 12 $\Delta P_{\text{ф. зах}} = 200$ кПа;
- коефіцієнт ослаблення радіації ПРУ $K_{\text{осл. зах}} = 200$; сховище № 8 і сховища № 12 $K_{\text{осл. зах}} = 1000$.

2.1. Визначаємо потрібні захисні властивості споруд:

а) для захисту від ударної хвилі: враховуючи, що $\Delta P_{\text{ф. потр}} = \Delta P_{\text{ф. max}}$, розраховуємо $\Delta P_{\text{ф}}$ на мінімальній відстані від об’єкта до ймовірного центру вибуху (рис. 4.1):

$$R_{\min} = R_{\Gamma} - r_{\text{вдх}} = 2,5 - 0,5 = 2 \text{ км.}$$

За значенням $R_{\min} = 2$ км, потужністю боєприпасу $q = 200$ км при наземному вибуху визначаємо $\Delta P_{\text{ф. max}}$ (дод. 4.1):

$$\Delta P_{\text{ф. max}} = \Delta P_{\text{ф. потр}} = 60 \text{ кПа;}$$

б) для захисту від радіоактивного зараження $K_{\text{осл. потр}}$ розраховуємо за формулою:

$$K_{\text{осл. потр.}} = \frac{D_{1\text{max}}}{D_{\text{доп}}} = \frac{5P_{\text{ф. max}}(t_{\text{п}}^{-0,2} - t_{\text{к}}^{-0,2})}{50}$$

для чого визначаємо

$$t_{\text{п}} = \frac{R_{\min}}{V_{\text{с.в}}} + 1 = \frac{2}{100} + 1 = 1, \text{ год}$$

$$t_{\text{к}} = t_{\text{п}} + 96 = 1 + 96 = 97, \text{ год}$$

$P_{1\text{max}}$ – максимальний рівень радіації, очікуваний на об’єкті на 1 год після вибуху (дод. 4.2), якщо $q = 200$ кт $R_{\min} = 2$ км, $V_{\text{с. в}} = 100$ км/год, $P_{1\text{max}} = 10880$ Р/год, тоді

$$K_{\text{осл. потр.}} = \frac{5 \cdot 10880 \cdot (1^{-0,2} - 97^{-0,2})}{50} = 652,2$$

2.2. Визначаємо наявні захисні властивості захисних споруд:

а) від ударної хвилі відповідно до вихідних даних:

для ПРУ $\Delta P_{\text{ф. зах.}} = 30$ кПа, для сховищ № 8 і 12 $\Delta P_{\text{ф. зах.}} = 200$ кПа

б) від радіоактивного зараження: відповідно до вихідних даних для ПРУ

$K_{\text{осл. зах}} = 200$, а для сховищ № 8 і 12 $K_{\text{осл. зах}} = 1000$

2.3. Порівнюємо захисні властивості захисних споруд з потрібними:

а) за ударною хвилею: для ПРУ $\Delta P_{\text{ф. зах.}} < \Delta P_{\text{ф. потр.}}$ для сховищ №8 і №12

$\Delta P_{\text{ф. зах.}} > \Delta P_{\text{ф. потр.}}$;

б) за іонізуючим випромінюванням: для ПРУ $K_{\text{осл. зах.}} < K_{\text{осл. потр.}}$ для сховищ № 8 і №12 $K_{\text{осл. зах.}} > K_{\text{осл. потр.}}$.

2.4. Визначаємо показник, який характеризує інженерний захист робітників і службовців за захисними властивостями:

$$K_{\text{з}} = \frac{M_8 + M_{12}}{N} = \frac{334 + 350}{684} = 1,0.$$

2.5. Висновки:

З порівняння видно, що захисні властивості ПРУ не відповідають потрібним, тому виключаємо їх з подальшого розгляду відносимо в резерв.

Сховища №8 і №12 забезпечують захист людей, що в них перебувають, у максимальній кількості 354 і 350 осіб.; захисні властивості сховищ №8 і №12 відповідають вимогам і забезпечують захист всіх робітників.

3. Оцінювання систем життєзабезпечення захисних споруд

3.1. Оцінювання системи повітропостачання

Вихідні дані:

- об'єкт розташований в II кліматичній зоні (середня температура найспекотнішого місяця $20-25 >C$);
- система повітрязабезпечення включає: у сховищі № 8–2 комплекти ФВК-1; сховищі № 12–2 комплекти ФВК-1;
- можливості одного комплексу V за режимом I – $1200 \text{ м}^3/\text{год}$; за режимом II – $300 \text{ м}^3/\text{год}$;
- зараження атмосфери чадним газом на об'єкті не очікується.

Визначаємо, які режими роботи має забезпечувати система повітропостачання. Через те, що на об'єкті не очікується зараження атмосфери чадним газом, система повітрязабезпечення повинна забезпечити роботу в двох режимах: «Чистої вентиляції» (режим I) і «Фільтровентиляції» (режим II).

Норма подавання повітря (W_1) на одну людину становить: у режимі I – $10 \text{ м}^3/\text{год}$ (II зона), у режимі II – $2 \text{ м}^3/\text{год}$.

Визначаємо можливості системи:

а) у режимі I («Чистої вентиляції») за наявною кількістю ФВК (n):

$$\begin{aligned} \text{– у сховищі № 8 } N_{\text{пов}} &= \frac{nV_I}{W_I} = \frac{2 \cdot 1200}{10} = 240 \text{ ос.}; \\ \text{– у сховищі № 12 } N_{\text{пов}} &= \frac{nV_I}{W_I} = \frac{2 \cdot 1200}{10} = 240 \text{ ос.} \end{aligned}$$

б) у режимі II («Фільтровентиляції»):

$$\begin{aligned} \text{– у сховищі № 8 } N_{\text{пов II}} &= \frac{nV_{II}}{W_{II}} = \frac{300 \cdot 2}{2} = 300 \text{ ос.}; \\ \text{– у сховищі № 12 } N_{\text{пов II}} &= \frac{nV_{II}}{W_{II}} = \frac{300 \cdot 2}{2} = 300 \text{ ос.} \end{aligned}$$

Визначаємо показник, який характеризує захисні споруди за повітрязабезпеченням людей у режимі І (за найменшими можливостями):

$$K_{\text{ж.з. пові}} = \frac{N_8 + N_{12}}{N} = \frac{240 + 240}{684} = 0,7$$

де N_8 , N_{12} – кількість людей, що можуть бути забезпечені в межах розрахункової місткості сховищ №№ 8 та 12 (але не більше).

Висновки:

1) Система повітрязабезпечення сховищ не забезпечує потреб у подаванні повітря в обох режимах.

2) Потрібно додатково встановити у сховищах №№ 8 та 12 по одному комплекту ФВК-1.

3.2. Оцінювання системи водопостачання

Вихідні дані:

– аварійний запас води в проточних баках місткістю 2 100 л у сховищах №№ 8 і 12 становить $W_{\text{о. вод}} = 2\,100$ л;

– тривалість укриття людей $T = 3$ доби;

– норма запасу питної води на одну людину за добу $W_1 = 3$ л.

Визначаємо можливості системи із забезпечення водою в аварійній ситуації:

– у сховище № 8 $N_{\text{вод 8}} = \frac{W_{\text{вод}}}{W_1 T} = \frac{2100}{3 \cdot 3} = 233$ ос.;

– у сховище № 12 $N_{\text{вод 8}} = \frac{W_{\text{вод}}}{W_1 T} = \frac{2100}{3 \cdot 3} = 233$ ос.

Визначаємо показник життєзабезпечення водою:

$$K_{\text{ж.з. вод}} = \frac{N_8 + N_{12}}{N} = \frac{233 + 233}{684} = 0,68$$

Слід установити додаткові баки запасу води:

– у сховищі № 8 – $(334 - 233) \cdot 3 \cdot 3 = 909$ л;

– у сховищі № 12 – $(350 - 233) \cdot 3 \cdot 3 = 1053$ л.

3.3.3. Загальний показник життєзабезпечення $K_{\text{ж.з}} = 0,68$ (із розрахованих показників $K_{\text{ж.з. пов}}$ і $K_{\text{ж.з. вод}}$ беруть менший за значенням).

3.3.Висновок:

Водою з аварійного запасу можна забезпечити 68 % людей, що укриваються у сховищах. Слід установити додаткові баки запасу води:

– у сховищі № 8 – $(334 - 233) \cdot 3 \cdot 3 = 909$ л;

– у сховищі № 12 – $(350 - 233) \cdot 3 \cdot 3 = 1053$ л.

4. Оцінювання захисних споруд за своєчасним укриттям робітників і службовців

Вихідні дані:

- відстань від місця роботи до сховищ (l);
- час на безаварійну зупинку виробництва $t_{зуп} = 3$ хв;
- час для заповнення сховища $t_3 = 2$ хв;
- установлений час на укриття $t_{вст} = 9$ хв;
- швидкість руху людей $V = 80$ м/хв.

4.1. Розподіляємо робітників і службовців за захисними спорудами (за схемою розміщення захисних споруд (рис. 4.2). Критерій – мінімальна відстань до сховища:

– у сховище № 8: механічний цех – 300 ос.; КБ – 30 ос.; комендатура – 4 ос.
Всього: 334 ос.;

– у сховище № 12: шліфувальний цех – 250 ос.; столярний цех – 100 ос. Всього: 350 ос.

4.2. Визначаємо відстань від місця роботи до закріплених захисних споруд:

– до сховище № 8: $l = 0$ м (механічний цех), сховище розміщене у підвалі будинку цеху; $l = 440$ м (КБ); $l = 280$ м (комендатура);

– до сховище № 12: $l = 280$ м (шліфувальний цех); $l = 280$ м (столярний цех).

4.3. Визначаємо час на рух людей до захисних споруд:

– до сховища № 8 $t_{руху\ КБ} = \frac{440}{80} = 5,5$ хв (КБ); $t_{руху\ КМ} = \frac{280}{80} = 3,5$ хв (комендатура);

– до сховища №12 $t_{руху\ СЦ} = \frac{280}{80} = 3,5$ хв (столярний цех);

– для робітників механічного і столярного цеху $t_{руху} = 0$ (сховище в будівлі).

4.4. Визначаємо потрібний час на укриття людей в захисних спорудах,

$$t_{укр} = t_{зуп} + t_{руху} + t_3;$$

$t_{укр} = 3 + 0 + 2 = 5$ хв (механічний цех);

$t_{укр} = 0 + 5,5 + 2 = 7,5$ хв (КБ);

$t_{укр} = 0 + 3,5 + 2 = 5,5$ хв (комендатура);

$t_{укр} = 3 + 0 + 2 = 5$ хв (шліфувальний цех);

$t_{укр} = 3 + 3,5 + 2 = 8,5$ хв (столярний цех).

4.5. Порівнюємо потрібний час на укриття зі встановленим ($t_{укр} = 9$ хв). Для всіх людей, що укриваються у сховищах $t_{укр} < t_{вст}$.

$$K_{с.у} = \frac{N_{с.у}}{N} = \frac{334 + 350}{684} = 1,0$$

4.6. Показник своєчасного укриття:

4.7. Висновок -розташування сховищ дозволяє своєчасно укрити усіх робітників і службовців.

5. Загальні висновки

1. На машинобудівному заводі показник надійності інженерного захисту $K_{н.з} = 0,68$. Надійним інженерним захистом можуть бути забезпечені 68 % робітників та службовців – 465 ос.

2. Можливості інженерного захисту обмежені недостатньою продуктивністю систем повітропостачання і малою ємністю аварійного запасу води.

3. Для забезпечення надійного інженерного захисту всіх робітників і службовців потрібно:

– обладнати кімнату для зберігання продуктів у сховищі № 8 площею 8 м², зменшивши приміщення для людей;

– встановити додатково по одному комплекту ФВК-1 в системах повітропостачання сховищ №8 і №12;

– встановити додаткові ємності для аварійного запасу води: у сховищі № 8 – 950 л, у сховищі № 12 – 1100 л.

Також перевірити цілісність і роботоспроможність систем зв'язку, трубопроводів, ущільнень та ін.

Перевірити наявність попереджувальних написів (далі прописуються дії керівника підприємства та перелічують рятувальні та невідкладні роботи при настанні НС). План сховища рисунок 10.7.

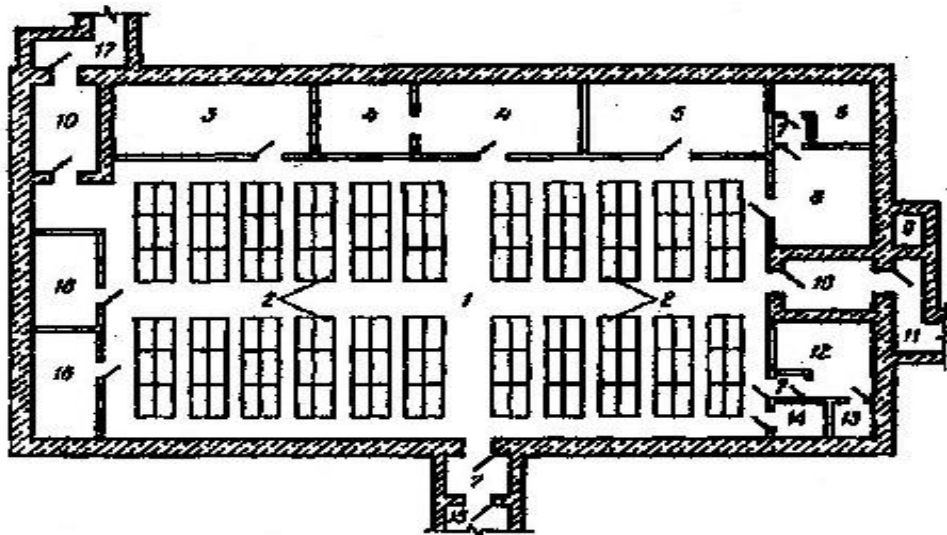


Рис.10.7. План сховища: 1 – приміщення для людей; 2 – нари; 3 – медпункт; 4 – пункт управління ЦО; 5 – приміщення для продуктів; 6 – для балонів з киснем (регенерації повітря); 7 – тамбур; 8 – фільтровентиляційна; 9 – розширювальна камера; 10 – тамбур-шлюз; 11 – вхід 1; 12 – ДЕС; 13 – склад паливно-мастильних матеріалів; 14 – електрощитова; 15 – вхід 3 (аварійний вихід); 16 – санвузли (жіночий, чоловічий); 17 – вхід

Надмірний тиск ударної хвилі за різних потужностей ядерного боєзапасу і відстаней до центру вибуху

Потужність боєзапасу, кт	Надмірний тиск $\Delta P_{\text{ф}}$, кПа													
	250	200	150	100	90	80	70	60	50	40	30	20	15	10
	Відстань до епіцентру вибуху, км													
50	0,47	0,54	0,61	0,8	0,9	1	1,1	1,2	1,3	1,4	2	2,7	3,5	4,5
	0,66	0,75	0,84	1	1,1	1,2	1,25	1,3	1,4	1,5	2	2,6	3,1	4,2
100	0,59	0,68	0,77	1	1,2	1,3	1,4	1,6	1,7	2,1	2,6	3,8	4,4	6,5
	0,83	0,92	1,05	1,2	1,3	1,4	1,5	1,7	1,9	2,2	2,5	3,2	3,9	5,2
200	0,74	0,86	0,97	1,2	1,4	1,5	1,6	1,8	1,9	2,5	2,9	4,4	5,5	7,9
	1,05	1,15	1,35	1,5	1,6	1,7	1,8	2	2,2	2,6	3	3,8	4,9	6,4
300	0,85	0,98	1,1	1,37	1,57	1,67	1,85	2,07	2,27	2,8	3,35	4,95	6,35	9,1
	1,2	1,35	1,5	1,7	1,83	1,93	2,1	2,3	2,55	2,93	3,6	4,4	5,65	7,3
500	1	1,15	1,3	1,7	1,9	2	2,3	2,6	3	3,4	4,2	6	7,55	11,5
	1,45	1,6	1,8	2,1	2,3	2,4	2,6	2,8	3,2	3,6	4,4	5,5	6,7	9
1000	1,3	1,5	1,7	2,2	2,4	2,7	3	3,3	3,6	4,3	5	7,5	9,5	14,3
	1,8	2	2,3	2,9	3	3,4	3,5	3,6	4	4,5	5,4	7	8,4	11,2

Примітка. Для кожного показника потужності боєзапасу верхній рядок – для повітряного вибуху, нижній – для наземного

Рівні радіації на осі сліду наземного ядерного вибуху на 1 год після вибуху, Р/год

Відстань від центру вибуху, км	Потужність боєприпасу, кт					
	50	100	200	300	500	1000
Швидкість вітру 25 км/год						
2	8500	14000	25000	35700	57000	100000
4	3200	5700	10000	14300	23000	44000
6	2000	3600	6800	9200	14000	28000
8	1200	2400	4700	6800	11000	19000
10	830	1500	3200	4800	8000	15000
12	620	1200	2500	3600	5600	11000
14	500	960	2000	2900	4600	9700
16	400	800	1700	2400	3600	8100
20	300	590	1200	1600	2300	5500
Швидкість вітру 50 км/год						
2	5000	9350	17100	26800	381	69200
4	2200	4000	7500	10700	17000	31000
6	1400	2610	4750	6700	10500	20800
8	910	1740	3010	4800	6900	13000
10	730	1260	2400	3500	5300	9900
12	560	1030	1900	2880	4300	8800
14	470	880	1580	3400	3680	6500
16	370	680	1350	1920	3000	5900
20	250	440	960	1440	2400	4500

Швидкість вітру 100 км/год						
2	3300	6100	10880	16000	23680	41600
4	1430	2160	7000	10200	15400	34000
6	1200	1760	3200	4500	7200	12800
8	620	1200	2240	3360	5120	9440
10	480	960	1680	2700	3840	7200
12	400	800	1440	2100	3200	5900
14	300	590	1120	1680	2400	3840
16	280	530	960	1440	2240	4300
20	210	400	700	1120	1600	2880

Звіт по практичній роботі №10

Оцінювання надійності захисту робітників з використанням захисних споруд

Прізвище, ініціали _____ група _____

номер варіанту _____

Характеристики захисних споруд машинобудівного заводу

Тип, номер захисної споруди	Площа приміщень, м ²				Висота приміщень	Аварійний вихід
	Для людей з санітарним постом	Допоміжних				
		ФВП, санвузли	Для продуктів	Тамбур шлюз		
ПРУ 1						є
Сховище 8						є
Сховище 12						є

1.1. Наявність основних і допоміжних приміщень:

1.2. Розрахункова місткість захисних споруд за площею:

 $M_{\text{ПРУ}} =$ $M_8 =$ $M_{12} =$

1.3. розрахункову місткість за об'ємом приміщень:

 $M_{\text{ПРУ}} =$ $M_8 =$ $M_{12} =$

1.4. Загальна розрахункова місткість (всіх захисних споруд на заводі):.

 $M_{\text{заг}} =$ 1.5. Коефіцієнт місткості: $K_M =$

1.6. Визначаємо потрібну кількість нар у приміщеннях для людей

ПРУ: $N =$

Сховище №8: $N =$

Сховище №8: $N =$

1.7. Висновки.

2. Оцінювання захисних споруд за захисними властивостями

2.1. Визначаємо потрібні захисні властивості споруд:

2.1.а) для захисту від ударної хвилі:

$R_{\min} =$

$\Delta P_{\text{ф. max}} = \Delta P_{\text{ф. потр}} =$

2.1.б) для захисту від радіоактивного зараження

$K_{\text{осл. потр}} =$

$P_{1\text{max}} =$

$t_{\text{поч}} =$

$t_{\text{кінця}} =$

2.2. Наявні захисні властивості захисних споруд:

а) від ударної хвилі відповідно до вихідних даних:

для ПРУ :

для сх. № 8 і 12 :

б) від радіоактивного зараження:

для ПРУ :

для сх. № 8 і 12 :

2.3. Порівняння захисних властивостей захисних споруд з потрібними:

а) за ударною хвилею:

для ПРУ :

для сх. № 8 і 12:

б) за іонізуючим випромінюванням:

для ПРУ :

для сх. № 8 і 12:

2.4. Показник, який характеризує інженерний захист робітників і службовців за захисними властивостями : $K_{із} =$

2.5. Висновок:

3. Оцінювання систем життєзабезпечення захисних споруд

3.1. Оцінювання системи повітропостачання

3.1.1. Режим роботи, які має забезпечувати система повітропостачання:

3.1.2. Можливості системи:

а) у режимі I («Чистої вентиляції») за наявною кількістю ФВК (n):

V_I для I –

W_I для I -

– у сховищі № 8: $n =$, $N_{пов} =$

– у сховищі № 12: $n =$, $N_{пов} =$

б) у режимі II («Фільтровентиляції»):

V_{II} для II –

W_{II} для II -

– у сховищі № 8: $n =$, $N_{пов} =$

– у сховищі № 12: $n =$, $N_{пов} =$

в) у режимі III («Повної ізоляції з регенерацією внутрішнього повітря»):

V_{III} для III –

W_{III} для III -

– у сховищі № 8: $n =$, $N_{пов} =$

– у сховищі № 12: $n =$, $N_{пов} =$

3.1.3. Показник, який характеризує захисні споруди за повітрязабезпеченням людей у режимі ____

$K_{ж.з.пов.} =$

в т.ч. для №8: $K_{ж.з.пов.} =$

для №12: $K_{ж.з.пов.} =$

Розрахунок необхідної кількості комплектів ФВК для всіх режимів роботи системи повітропостачання.

для чистої вентиляції :

схов. №8 $n =$

схов. №12 $n =$

для фільтровентиляції:

схов. №8 $n=$

схов. №12 $n=$

для повної ізоляції:

схов. №8 $n=$

схов. №12 $n=$

потрібна кількість ФВК:

3.1.4.Висновки.

3.2. Оцінювання системи водопостачання

3.2.1. Можливості системи із забезпечення водою в аварійній ситуації:

– у сх. № 8 $N_{\text{вод}} =$

– у сх. № 12 $N_{\text{вод}} =$

3.2.2. Показник життєзабезпечення водою:

$K_{\text{жз.вод.}} =$

3.2.3. Слід установити додаткові баки запасу води:

– у сховищі № 8 –

– у сховищі № 12 –

3.3.3. Загальний показник життєзабезпечення

3.3.Висновки.

4. Оцінювання захисних споруд за своєчасним укриттям робітників і службовців

4.1. Розподіл робітників і службовців за захисними спорудами:

– у сх. № 8:

– у сх. № 12:

4.2. Відстань від місця роботи до закріплених захисних споруд:

– до сх. № 8:

– до сх. № 12:

4.3. Час на рух людей до захисних споруд:

– до сх. № 8

– до сх. №12

4.4. Потрібний час на укриття людей в захисних спорудах:

механічний цех: $t_{\text{укр}} =$

шліфувальний цех: $t_{\text{укр}} =$

столярний цех: $t_{\text{укр}} =$

КБ: $t_{\text{укр}} =$

комендатура: $t_{\text{укр}} =$

4.5. Порівнюємо потрібний час на укриття зі встановленим для всіх людей, що укриваються у сховищах:

4.6. Показник своєчасного укриття:

$K_{\text{св.у.}} =$

4.7. Висновок:

5. Загальні висновки та детальний план евакуації заводу:

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 11. Натовп: небезпеки, правила поведінки та шляхи евакуації

Мета роботи – дослідити особливості поведінки людей у натовпі, основні небезпеки масового скупчення людей та сформувати практичні навички безпечної поведінки й евакуації в умовах виникнення загрозливих ситуацій.

Цілі роботи:

- ознайомитися з причинами виникнення небезпечних ситуацій у натовпі;
- вивчити психологічні особливості поведінки людей під час паніки та масового руху;
- розглянути основні правила безпечної поведінки у місцях масового перебування людей;
- сформувати навички організації безпечної евакуації та дій у надзвичайних ситуаціях.

Завдання роботи: навчитись застосовувати правила безпечної поведінки у натовпі та під час евакуації; виробити вміння оцінювати можливі небезпеки масового скупчення людей і визначати безпечні шляхи виходу із небезпечної зони; освоїти здатність діяти в умовах паніки, запобігати травмуванню та забезпечувати особисту й

Загальні відомості

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, що утворюють натовп. Люди у натовпі являють собою небезпеку як для окремої особи, що знаходиться поза натовпом, так і для людей, що знаходяться у 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 із традиційними ритуалами та нормами (звідси і походить назва «конвенційний», тобто такий, що передбачає угоду).
4. Діючий – група людей, що виконує фізичні дії. Діючий 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, відчуючи при цьому реакції одне одного на зовнішні стимули. Взаємний вплив людей у натовпі сприяє створенню єдиного настрою («колективної душі»). Відчуючи свою єдність і силу, натовп може швидко ставати радикальним, змінюючи характер й спрямованість своїх дій.

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

Особливості мислення натовпу полягають у простоті, лаконічності й 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 у натовпі має неглибокі власні переконання, то вона може «розчинитися» у натовпі.

Небезпека виникає тоді, коли щільний натовп починає рухатися. Особливо небезпечним у даному випадку є панічний натовп. Якщо людина падає у щільному натовпі, що рухається, то самостійно підвестись на ноги для неї майже неможливо: інші люди буквально йдуть по ній. Наприклад, 22 листопада 2010 року у Камбоджі панічний натовп роздавив 378 людей: натовп знаходився на мосту, що хитався, і деякі люди подумали, що міст може обвалитись, що спричинило паніку.

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

- не намагайтесь 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 у кишенях;
- якщо натиск натовпу набрав загрозливого характеру, негайно покиньте будь-яку ношу та позбавтесь від сумок на довгому ремні і шарфу;
- якщо ви упали, намагайтесь одразу встати на ноги, не опираючись на руки, а

якщо це неможливо, потрібно згорнутись клубком і захистити голову передпліччями, поклавши долоні на потилицю.

Дослідженнями встановлено, що щільність розміщення людей в натовпі може змінюватися в широких межах: від величини, близької до нуля і до 1,14-1,15 м²/ м² (11-12 осіб/ м²). В теорії руху людського потоку щільність виступає критерієм комфортності руху.

Установлено, що при щільності $D=0,05$ м²/ м² (0,5 люд/м²) і менше, людина має повну свободу руху як за напрямком, так і з бажаною швидкістю.

При щільності $D=0,05-0,15$ м²/ м² (0,5-1,5 люд/ м²) людина не може вільно змінювати напрямок свого руху і вимушена рахуватися зі швидкістю руху оточуючих її людей.

При щільності вище за $D=0,15$ м²/ м² людина починає відчувати, що її заважають люди, які йдуть поруч. При подальшому збільшенні щільності зіткнення людей одне з одним частішають настільки, що практично люди починають рухатися суцільно, одним потоком.

При щільності, що наближаються до $D=1$ м²/ м² (10 люд/ м²) з'являється постійний силовий тиск людей один на одного, внаслідок чого змінюється форма горизонтальної проекції людини і вільний простір між людьми зникає.

При щільності вище за $D=1$ м²/ м² люди так сильно стискають одне одного, що змінюється не лише їх форма, а й зменшується площа їхньої горизонтальної проекції (наприклад, у переповнених тролейбусах, автобусах). При такій щільності силовий вплив людей один на одного настільки великий, що частина людей (переважно, малої маси) може не торкатися ногами землі і їх зносить загальним потоком людей, які рухаються.

Щільності порядку 1,15 м²/ м² (11-12 дорослих людей у легкому одязі на 1 м² площі) вважають фізично граничними. При такій щільності силовий вплив може досягати величин, які викликають серйозні фізичні пошкодження людського організму і закінчуються смертельними наслідками.

При плануванні евакуаційних заходів і 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, при якій людина може рухатися в натовпі, витримуючи тиск з боку оточуючих, 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. Далі наведено приклад плану евакуації та спеціальних знаків.

Всі евакуаційні шляхи поділяються на евакуаційні ділянки довжиною a та шириною b . Довжина та ширина кожної ділянки шляху евакуації для будівель, які проектується, приймаються за проектом, а для побудованих – за фактичним значенням. Довжина шляху по сходовим маршам вимірюється за довжиною маршу. Довжина шляху в дверному прорізі приймається рівній нулю. Евакуаційні ділянки можуть бути горизонтальні та похилі (сходи вниз, сходи вгору і пандус).

Під час розрахунку весь шлях руху людського потоку поділяється на ділянки (прохід, коридор, дверний проріз, сходовий марш, тамбур) довжиною l_i і шириною b_i .

Початковими ділянками є проходи між робочими місцями, обладнанням, рядами крісел і т.п.

План евакуації на випадок виникнення пожежі



Спеціальні знаки: Шляхи евакуації

Евакуаційний вихід	Евакуаційний вихід	Зсунути, щоб відкрити	Штовхнути, щоб відчинити	Потягнути, щоб відчинити	Розбити, щоб отримати доступ

Обладнання для пожежогасіння

Засоби оповіщення про пожежу та засоби ручного керування

Вогнегасник	Пожежний кран-комплект	Пожежна драбина	Телефон, що його використовують у разі надзвичайної ситуації	Комплект обладнання для пожежогасіння	Звуковий сповіщувач	Пристрі ручного вмикання

Додаткові знаки

Стрілки напрямку на шлях евакуації:



Напряом до місця розташування обладнання для пожежогашіння або пристрою оповіщення



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

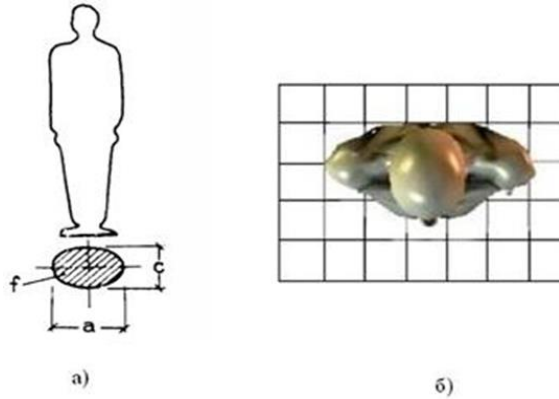


Рис. 11.1 . Площа горизонтальної проекції людини: а) розрахункова; б) дійсна

Під час визначення розрахункового часу евакуації людей дотримуються таких правил:

- довжину і ширину кожної ділянки шляху евакуації для будівель, які проектується, приймають по проекту, а для побудованих – по фактичному значенню;
- довжину шляху по сходових маршах, а також по пандусах вимірюють по довжині маршу;
- довжину шляху в дверному прорізі приймають рівній нулю;
- проріз, розташований у стіні товщиною більше 0,7 м, а також 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 по окремих ділянках шляху t_i за формулою:

$$t_p = t_1 + t_2 + t_3 + \dots t_i, \quad (11.1)$$

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 по першій ділянці шляху t_1 , хв, розраховують за формулою:

$$t_1 = \frac{l_1}{V_1}, \text{ хв} \quad (11.2)$$

де: l_1 – довжина першої ділянки шляху, м;

V_1 – швидкість руху людського потоку по горизонтальному шляху на першій ділянці, м/хв (визначається за таблицею 11.1 у залежності від щільності D).

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

$$D_1 = \frac{N_1 \cdot f}{l_1 \cdot b_1}, \text{ м}^2/\text{м}^2 \quad (11.3)$$

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

f – середня площа горизонтальної проекції людини, $\text{м}^2/\text{люд.}$, що приймається відповідно до рис.11.2, або табл. 11.2

b_1 – ширина першої ділянки шляху, м.

Таблиця 11.1.

Інтенсивність і швидкість руху людського потоку на різних ділянках шляхів евакуації в залежності від щільності для груп мобільності M1

Щільність потоку D , $\text{м}^2/\text{м}^2$	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

Щільність потоку $D, \text{м}^2/\text{м}^2$	Горизонтальний шлях		Дверний отвір, інтенсивність $q, \text{м/хв}$	Сходи вниз		Сходи вгору	
	Швидкість $V, \text{м/хв}$	Інтенсивність $q, \text{м/хв}$		Швидкість $V, \text{м/хв}$	Інтенсивність $V, \text{м/хв}$	Швидкість $V, \text{м/хв}$	Інтенсивність $q, \text{м/хв}$
0,22	56,88	12,51	14,09	63,82	14,04	38,24	8,41
0,3	47	14,1	16,5	52	15,6	32	9,6
0,4	40	16	18,4	40	16	26	10,4
0,5	33	16,5	19,6	31	15,6	22	11
0,6	27	16,2	19	24	14,4	18	10,6
0,7	23	16,1	18,5	18	12,6	15	10,5
0,8	19	15,2	17,3	13	10,4	13	10,4
0,90 і більш	15	13,5	8,5	8	7,2	11	9,9

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

М2 – немічні люди, мобільність яких знижена через старіння організму; інваліди на протезах; інваліди з вадами зору, що користуються білою тростиною; люди з психічними відхиленнями;

М3 – інваліди, що використовують при русі додаткові опори (милиці, ціпки);

М4 – інваліди, що пересуваються на кріслах-колясках, які приводяться в рух вручну.

Примітка2: інтенсивність руху в дверному прорізі при щільності потоку 0,9 і більше, рівна 8,5 м/хв, встановлена для дверного прорізу шириною 1,6 м і більше, а при дверному прорізі меншої ширини b інтенсивність руху слід визначати за формулою

$$q = 2,5 + 3,75 \cdot b. \quad (11.4)$$

Час просування крізь двері визначається за формулою:

$$t_{\text{дв}} = \frac{N_1 \cdot f}{q_{\text{дв}} \cdot b_{\text{дв}}}, \text{ хв} \quad (11.5)$$

Швидкість V_1 руху людського потоку на ділянках шляху, наступних після першого, приймають за таблицею 11.1 у залежності від інтенсивності руху людського потоку по кожній із цих ділянок шляху, яку обчислюють для всіх ділянок шляху, у тому числі і для дверних прорізів, за формулою:

$$q_i = \frac{q_{i-1} b_{i-1}}{b_i}, \quad (11.6)$$

де: q_i – інтенсивність руху по поточній ділянці, м/хв,

q_{i-1} – інтенсивність руху по ділянці, що передуює поточній, м/хв,

b_i – ширина поточної ділянки, м

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

Таблиця 11.2.

Площа горизонтальної проекції дорослих людей

Категорія людей	Площа горизонтальної проекції, м ²
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

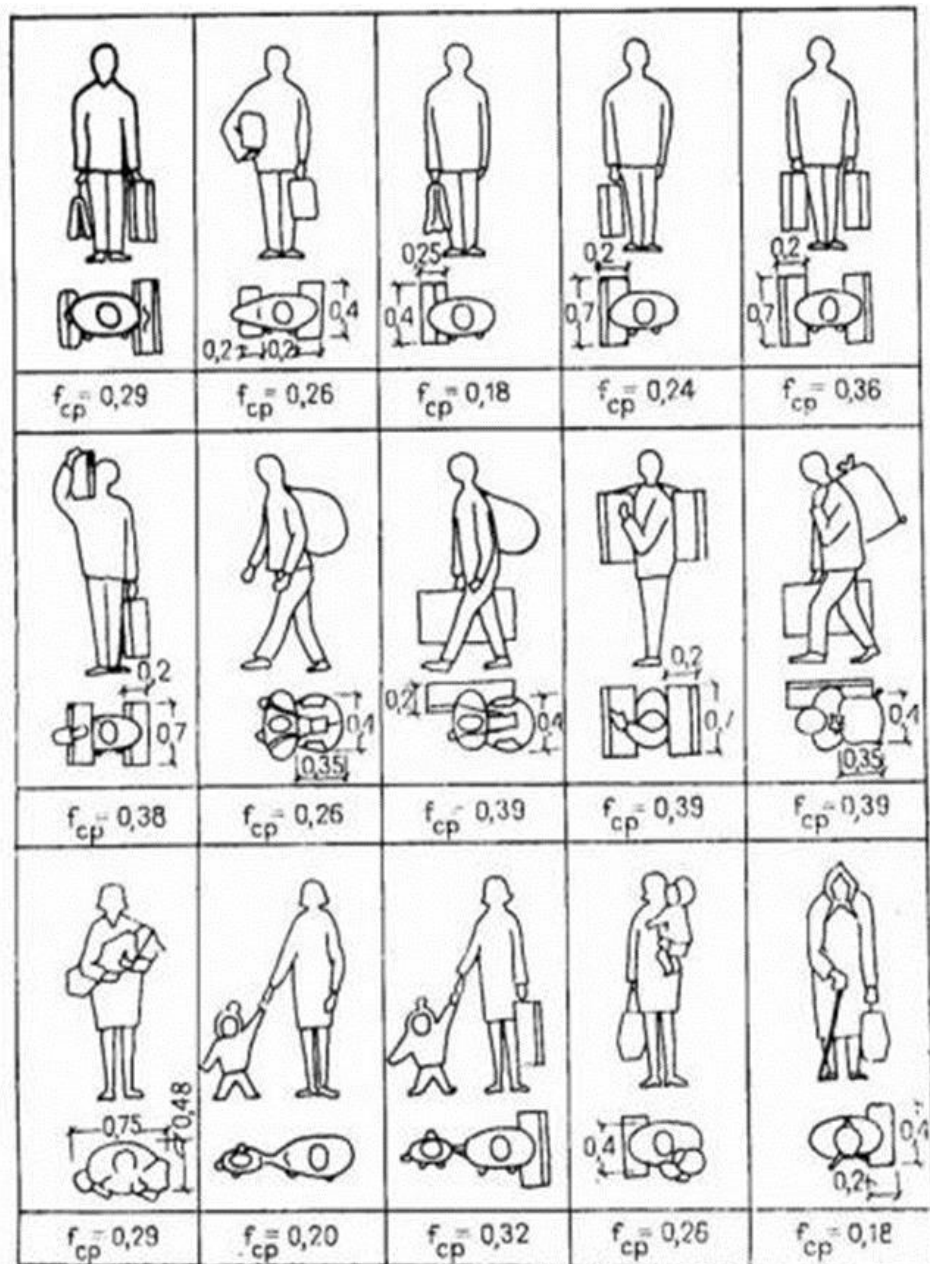


Рисунок 11.2. Площа горизонтальної проекції людей з різним вантажем

Інтенсивність руху людського потоку на першій ділянці шляху q_1 визначається за таблицею 11.1 за значенням D_1 , визначеному за формулою (11.3).

Якщо значення q_i , визначене за формулою (11.6), менше чи дорівнює q_{max} , то час руху по ділянці шляху t_i , хв, дорівнює:

$$t_i = \frac{l_i}{V_i}, \text{ хв} \quad (11.7)$$

при цьому значення q_{max} , м/хв слід приймати рівними:

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

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

$q_{max}=16,0$ – для сходів униз;

$q_{max}=11,0$ – для сходів вверх.

Якщо значення q_i , визначене за формулою (11.6), більше q_{max} , то ширину b_i даної ділянки шляху слід збільшувати на таке значення, за якого дотримується умова:

$$q_i \leq q_{max} \quad (11.8).$$

За неможливості виконання умови (11.8) інтенсивність і швидкість руху людського потоку по ділянці i визначають за таблицею 11.1 за значення $D=0,9$ і більше. При цьому 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:

$$t_{ne} = 5 + 0,01F, \quad (11.9)$$

де: F – площа приміщення, m^2 .

Для решти приміщень значення часу початку евакуації t_{ne} слід визначати за таблицею 11.3.

Для розрахунку часу евакуації приймається **найгірший** результат розрахункової схеми.

Визначення ширини шляху викликає ускладнення тільки під час виходу людей на ділянку “необмеженої” ширини, наприклад у вестибюль. У такому випадку ширина потоку ($b_{пот}$) залежить від кількості людей (N) і довжини (l) ділянки: $b_{пот}=4$ м при $N<100$ люд. та $l \leq 6$ м; $b_{пот}=6$ м – в інших випадках.

За даними натурних спостережень встановлено, що повороти шляху не впливають на параметри руху людського потоку (табл.11.3).

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, $t_{пе}$, 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 закладів, навчальних закладів, лікувальних закладів. Особи, які перебувають у будівлі можуть знаходитися в стані сну, бути обмеженими у пересуванні та не достатньо знайомі 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 не достатньо знайомі зі структурою евакуаційних шляхів і виходів	180	120	360
3	Будівлі видовищних і культурно-освітніх установ; будівлі організацій по обслуговуванню населення. Відвідувачі знаходяться в безсонному стані, але можуть бути не знайомі зі структурою евакуаційних шляхів і виходів	180	60	360
4	Будівлі наукових та освітніх установ, наукових і проєктних організацій, органів управління установ. Відвідувачі знаходяться в активному стані та добре знайомі зі структурою евакуаційних шляхів і виходів	180	90	360

* *Примітка. Типи систем оповіщення та евакуація людей при пожежі залежить від її характеристик, можна виділити п'ять типів.*

I тип – характерний звуковим оповіщенням: дзвінок, тонований сигнал, сирена та інше застосовується на малих і середніх об'єктах. У якості приладів управління застосовуються контрольні панелі, або приймально-контрольні прилади ОПС в 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 світлові таблички «ВИХІД». Оповіщення проводиться у всіх приміщеннях об'єкта одночасно. Застосовується аналогічно системі першого типу.

III тип – характерний мовним методом оповіщення та наявністю світлових табличок. У системі встановлена черговість: спочатку оповіщається обслуговуючий персонал, а потім всі інші за черговістю.

IV тип – має мовний метод передачі інформації, наявність світлової таблички з напрямком евакуації «ВИХІД», здійснюється зв'язок диспетчерської з зонами оповіщення. Також регламентована черговість оповіщення – спочатку персонал компанії, а потім інші присутні.

V тип – як і четвертий володіє всіма зазначеними вище способами оповіщення, але в системі 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 виключити людський фактор. Такі системи встановлюються в офісах великих компаній, банках, торгових центрах, у вокзалах та аеропортах, на великих підприємствах. Будь-яка з цих систем повинна бути повністю працездатною за будь-яких обставин, мати резервне електроживлення та бути у змозі провести своєчасне оповіщення та евакуацію людей із приміщень при виникненні аварійної ситуації.

Приклади й 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 чемодани.

РОЗВ'ЯЗАННЯ.

1. Визначаємо кількість дітей: $N_1 = 250 \cdot 0.1 = 25$. З зображення на рис.11.2 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 сумками: $N_2 = 225 \cdot 0.75 = 168$. З таблиці обираємо значення $f_2 = 0.24$.
4. Визначаємо кількість дорослих без сумок. Для цього від загальної кількості дорослих віднімаємо кількість дорослих із сумками. $N_3 = 225 - 168 = 57$. З зображення на рис.11.2 обираємо значення $f_3 = 0.10$.
5. Визначаємо площу перону: $F = L \cdot b = 40 \cdot 3 = 120$.
6. Визначаємо щільність натовпу:

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

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 зображення на рис.3.2 обираємо значення $f_1 = 0.26$.
2. Визначаємо кількість людей з сумками. $N_2 = 1000 \cdot 0.4 = 400$. З зображення на рис.3.2 обираємо 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 зображення на рис.11.2 обираємо значення $f_3 = 0.26$.
4. Визначаємо площу: $F = L \cdot b = 300 \cdot 100 = 30000$.
5. Визначаємо щільність натовпу

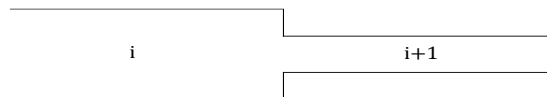
$$D = \frac{N_1 f_1 + N_2 f_2 + N_3 f_3}{F} = \frac{100 \cdot 0.26 + 400 \cdot 0.18 + 500 \cdot 0.26}{30000} = 0.0076 \left(\frac{\text{м}^2}{\text{м}^2} \right)$$

ПРИКЛАД 3. Підземний перехід від однієї станції метрополітену до іншої в часи пік щент заповнений людьми. Скільки потрібно часу, щоб подолати цей перехід в час пік, якщо рух людей організований в одному напрямку, горизонтальна частина переходу має довжину 125 метрів та перехід має двоє сходів – вниз і вгору, кожен довжиною 10 метрів?

РОЗВ'ЯЗАННЯ. Будемо вважати, що фраза «вщент 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 є сума часів на подолання горизонтальної частини та сходів. Відомо, що час подолання шляху дорівнює частці від ділення довжини шляху на швидкість руху. Беручи це до уваги та підставляючи значення швидкості з таблиці 3.1, обчислимо час подолання переходу:

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

ПРИКЛАД 4. Люди рухаються шляхом, який має наступний вигляд:



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

Інтенсивність руху людського потоку по ділянці визначається наступною

формулою (11.4)

РОЗВ'ЯЗАННЯ. Для першої ділянки знаходимо значення з таблиці для щільності потоку 0.3: $g_0 = 14.1, v_0 = 47$. Розраховуємо інтенсивність потоку для другої ділянки:

$$g_1 = \frac{g_0 \cdot 6}{3} = 2g_0 = 2 \cdot 14.1 = 28.2 > g_{max}$$

Оскільки інтенсивність на другій ділянці більша g_{max} , то швидкість руху по 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 по ній була не менше 60 метрів на хвилину?

РОЗВ'ЯЗАННЯ. Позначимо невідому нам ширину буквою x . Щоб швидкість руху через другу ділянку була не меншою 60 метрів на хвилину, потрібно, щоб інтенсивність руху по другій ділянці була не більшою за 12. Складемо нерівність відносно x .

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

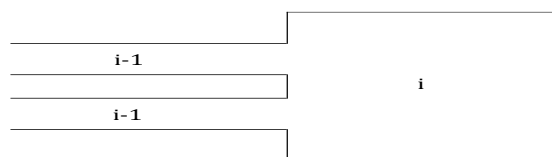
$$\frac{84.6}{x} \leq 12$$

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

$$x = 7.05$$

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

Тепер припустимо наступну ситуацію: декілька ділянок зливаються в одну наступним чином:



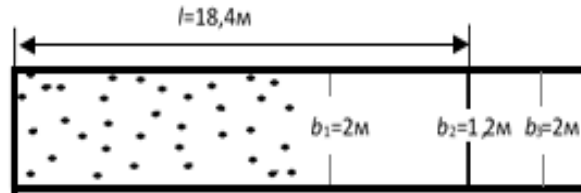
В цьому випадку інтенсивність руху в злитій ділянці визначається формулою:

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

де $\sum g_{i-1} b_{i-1}$ – сума добутків інтенсивностей руху по попередніх ділянках та їх ширини,

b_i – ширина поточної ділянки.

ПРИКЛАД 6. Людський потік кількістю $N=50$ чол., має середню площу горизонтальної проекції $f=0,125$ м²/люд., щільність $D=0,24$ м²/м² та розташований в кінці першої горизонтальної ділянки довжиною $l=18,4$ м й шириною $b_1=2$ м. Друга ділянка - дверний отвір шириною $b_2=1,2$ 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.



РОЗВ'ЯЗАННЯ. Оскільки $D=0,24$ м²/м², то довжина потоку

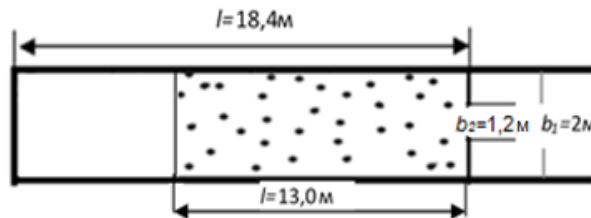
$$l_{\text{пот}} = Nf/D_1 b_1 = 50 \cdot 0,125 / 0,24 \cdot 2 = 13 \text{ м},$$

тобто передня його частина віддалена від дверного отвору на відстань

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

Швидкість людського потоку щільністю $D=0,24$ м²/м² по горизонтальному шляху складає $V_1=54,31$ м/хв, інтенсивність руху – $q_1=13,03$ м/хв. Отже час руху до дверного отвору передньої частини людського потоку

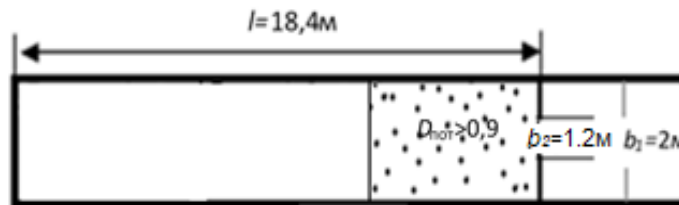
$$t_1 = l_1 / V_1 = 5,4 / 54,31 = 0,1 \text{ хв}.$$



Далі рахуємо інтенсивність руху через дверний отвір:

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

тобто рівняння пропускних здібностей сусідніх ділянок шляху не дотримується: $q_1 b_1 \neq q_2 b_2$ й перед отвором створиться скупчення людей, через який люди рухатимуться з інтенсивністю $q_{2D\text{max}} = 2,5 + 3,75 \cdot b = 2,5 + 3,75 \cdot 1,2 = 7 \text{ м/хв}$.



Це означає, що величина потоку, що підходить до отвору, більше його пропускної здатності й час виходу потоку з 1 ділянки визначається його рухом крізь отвір

$$t_2 = t_{\text{дв}} = \frac{N_f}{q_2 b_2} = \frac{50 \cdot 1,125}{7 \cdot 12} = 0,744 \text{ хв},$$

де $q_2 = q_{2\text{Dmax}}$.

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

На третій ділянці:

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

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

ПРИКЛАД 7. Візьмемо ті ж самі умови, що і в задачі 6, тільки з шириною дверного отвору $b_2 = 1,6 \text{ м}$.

РОЗВ'ЯЗАННЯ. Рух до дверного отвору й розрахунки такі ж, як в прикладі 6.

Визначимо інтенсивність руху людського потоку крізь отвір ($q_{\text{дв}}$):

$$q_2 = q_{\text{дв}} = \frac{q_1 b_1}{b_{\text{дв}}} = \frac{13,03 \cdot 2}{1,6} = 16,28 < q_{2\text{max}} = 19,6 \text{ м/хв},$$

тобто дотримується рівність суміжних ділянок шляху: $q_1 b_1 = q_2 b_2$ й рух крізь отвір відбувається безперешкодно, без утворення скупчення людей перед ним. Отже, час руху людського потоку по 1 ділянці складається з часу підходу фронтальної межі потоку до отвору (t_1) та часу руху останньої людини потоку (тобто, кінцевої межі потоку) до межі отвору $t_{\text{дв}} = \frac{l_{\text{дв1}}}{V_1}$; час руху крізь отвір t_2 у даному випадку дорівнює 0.

Таким чином, сумарний час руху по першій ділянці

$$t_1 + t_{\text{пот}} = t_1 + \frac{l_{\text{пот}}}{V_{\text{пот}}} = 0,1 + \frac{13}{54,31} = 0,34 \text{ хв}.$$

Час руху останньої людини в потоці по ділянці шляху, який зайнятий потоком, може бути порахований також по формулі

$$t_1 + \frac{N_f}{q_1 b_1} = t_1 + \frac{N_f}{q_2 b_2} = 0,1 + \frac{6,25}{13,03 \cdot 2} = 0,1 + \frac{6,25}{16,28 \cdot 1,6} = 0,34 \text{ хв}$$

Але в даному випадку, оскільки людський потік проходить всю ділянку евакуаційного шляху довжиною l з постійною швидкістю V_1 , час його руху можна розрахувати простіше:

$$t = \frac{l}{V_1}$$

ПРИКЛАД 8. П'ять горизонтальних ділянок шириною 2 метри зливаються в одну ділянку шириною 15 метрів. Початкова щільність потоку на всіх п'яти ділянках однакова и дорівнює 0,1. Визначити швидкість руху потоку по 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 по злитій ділянці:

$$q_i = \frac{\sum q_{i-1} b_{i-1}}{b_i} = \frac{8 \cdot 2 \cdot 5}{15} = 5.33 < q_{max}$$

Отже, інтенсивність руху по злитій ділянці буде рівна 5.33 м/хв. Тоді з таблиці дізнаємося, що швидкість руху по злитій ділянці буде приблизно дорівнювати 100 м/хв.

Хід виконання роботи

1. Ознайомитись з вихідними даними за своїм варіантом (таблиця 11.4), приміщення знаходиться в будівлі видовищних і культурно-освітніх установ.

2. Занести вихідні дані у додаток-протокол (Додаток 11.1).

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

4. Визначити час початку евакуації, та розрахувати загальний час, який потрібен для виходу останньої людини з будівлі від початку пожежі або отримання сигналу оповіщення про пожежу, маючи на увазі, що будівля оснащена системою оповіщення І типу.

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

Увага! Формули мають бути розгорнутими з розшифровками складових (спочатку підставити значення, а потім написати результат і дати пояснення обраним значенням, яких немає у вихідних даних).

Таблиця 11.4

Вихідні дані

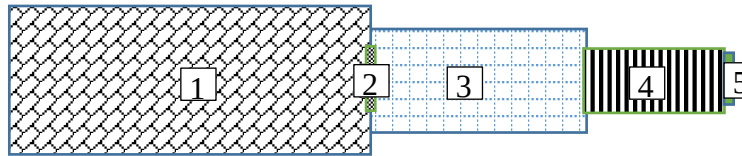
№ варіанту	Розмір приміщення, м		Ширина дверного отвору приміщення, $b_{дв}$, м	Розміри коридора, ШхД, м	розмір сходів ШхД, м	Ширина виходу в небезпечне місце, м	Кількість людей в приміщенні N^* , чол.	Одяг, в який одягнуті люди	«+» - евакуація з осередку пожежі, «-» - з іншої частини будівлі
	a	b							
1	10	6	1	3х10	2х6	0,9	60	зимовий	-
2	10	5	1	3х10	2х6	0,9	50	зимовий	+
3	5	4	1	3х10	2х6	0,9	15	зимовий	-
4	8	5	1	3х10	2х6	0,9	30	зимовий	+
5	5	3	0,9	3х10	2х6	0,9	10	зимовий	-
6	10	6	0,9	3х20	2х5	1	50	літній	+
7	10	5	0,9	3х20	2х5	1	45	літній	-
8	5	4	0,9	3х20	2х5	1	10	літній	+
9	8	5	0,9	3х20	2х5	1	20	літній	-
10	5	3	0,8	3х20	2х5	1	5	літній	+

*1/5 людей мають рюкзак, 3/5 – невелику сумку (не більше 0,25х0,4м) в руках, решта – без багажу.

Розрахунок часу евакуації людей

Студента _____ групи _____ Варіант _____

План приміщень та виходів:



- 1 – перша ділянка - приміщення довжиною a , м шириною b , м, в якій знаходиться N людей;
 2 – друга ділянка - дверний отвір шириною $b_{\text{дв}}$, м;
 3 – третя ділянка - коридор довжиною $l_{\text{кор}}$, м, шириною $b_{\text{кор}}$, м;
 4 – четверта ділянка – сходи вниз довжиною $l_{\text{сх}}$, м, шириною $b_{\text{сх}}$, м;
 5 – п'ята ділянка – вихід шириною $b_{\text{вих}}$

Вихідні дані для розрахунків:

одяг людей (зимовий чи літній) -

людей без багажу

 $N_{\text{без баг}} =$

людей з рюкзаком

 $N_{\text{рюкз}} =$

людей з сумкою в руках

 $N_{\text{сумк}} =$ 1 ділянка: $a_1 = l =$ $b_1 =$ 2 ділянка: $b_{\text{дв}} =$ 3 ділянка: $l_{\text{кор}} =$ $b_{\text{кор}} =$ 4 ділянка: $l_{\text{сх}} =$ $b_{\text{сх}} =$ 5 ділянка: $b_{\text{вих}} =$

Люди знаходяться в осередку пожежі («так» чи «ні») -

Розрахунки* для визначення загального часу евакуації з будівлі:

*Примітка. Розрахунки з точністю до тисячних

1. Перша ділянка

1.1. $l_{\text{пот}} =$

=

1.2. Щільність натовпу (розгорнута формула)

=

 $D_1 = \text{_____} =$

1.3. Інтенсивність натовпу** -

1.4. Швидкість натовпу -**

** значення параметру для $D = \text{ОКРУГЛВВЕРХ}(D_1)$

1.5. Довжина шляху просування
натовпу до дверей $l_1 =$

=

1.6. Час проходження першої ділянки

$t_1 =$

=

2. Друга ділянка

2.1. Інтенсивність на другій ділянці

2.2. $t_2 = t_{06} =$

=

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. $t_5 = t_{\text{вих}} =$

=

6. Розрахунковий час від початку пожежі до виходу з будівлі останньої людини

$t^* =$

**складові формули мають бути розписані!*

7. Висновки:

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 12. Методика оцінки і забезпечення пожежної безпеки об'єкту господарювання

Мета роботи – дослідити методику оцінки пожежної безпеки об'єкта господарювання та сформувані практичні навички щодо визначення рівня пожежної небезпеки і розроблення заходів із забезпечення пожежного захисту.

Цілі роботи:

- ознайомитися з основними вимогами пожежної безпеки для об'єктів господарювання;
- вивчити чинники, що впливають на виникнення та розвиток пожеж;
- розглянути методи оцінювання пожежної небезпеки виробничих і громадських приміщень;
- сформувані навички аналізу стану пожежної безпеки та вибору ефективних засобів протипожежного захисту.

Завдання роботи: навчитись застосовувати методи оцінювання пожежної безпеки об'єкта господарювання у практичних ситуаціях; виробити вміння аналізувати пожежонебезпечні фактори та визначати рівень ризику виникнення пожежі; освоїти здатність розробляти заходи щодо попередження пожеж, забезпечення безпечної евакуації людей та підвищення ефективності систем протипожежного захисту.

Загальні відомості

ПОЖЕЖА — це неконтрольоване горіння поза спеціальним вогнищем, що розповсюджується в часі та просторі.

Наслідки пожеж визначаються сукупністю видів збитків від них.

ПРЯМІ ЗБИТКИ — це втрати, пов'язані зі знищенням або пошкодженням вогнем, водою, димом і внаслідок високої температури основних фондів та іншого майна підприємства, установи і організації, а також громадян, якщо ці втрати мають прямий причинний зв'язок з пожежею.

ПОБІЧНІ ЗБИТКИ — це втрати, пов'язані з ліквідацією пожежі, а також зумовлені простоєм виробництва, перервою у роботі, зміною графіка руху транспортних засобів та іншою втраченою внаслідок пожежі вигодою

СОЦІАЛЬНІ ЗБИТКИ — це втрати через невикористані можливості внаслідок виключення трудових ресурсів з виробничої діяльності та витрат на проведення заходів внаслідок загибелі та травмування людей на пожежах.

ЕКОЛОГІЧНІ ЗБИТКИ — це втрати, пов'язані із забрудненням продуктами горіння та виробництва, а також засобами гасіння пожеж атмосфери, води, ґрунту,

живих організмів та рослинності.

Поняття про пожежну безпеку

СИСТЕМА ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ — це комплекс організаційних заходів і технічних засобів, спрямованих на запобігання пожежі та збиткам від неї.

ПОЖЕЖОБЕЗПЕКА ОБ'ЄКТА — стан об'єкта, за якого з регламентованою ймовірністю виключається можливість виникнення і розвитку пожежі та впливу на людей небезпечних факторів пожежі, а також забезпечується захист матеріальних цінностей.

РІВЕНЬ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ — кількісна оцінка попереджених збитків у разі можливої пожежі.

Теоретичні основи процесів горіння та вибуху

ГОРІННЯ — це екзотермічна реакція окислення речовини, яка супроводжується виділенням диму та/або виникненням полум'я та/або світінням.

Горіння є з'єднання кисню або іншого окисника з горючою речовиною.

ПОЛУМ'Я — це зона горіння в газовій фазі з видимим випромінюванням світла.

СВІТІННЯ — безполуменеве горіння матеріалу/речовини в твердій фазі з видимим випромінюванням світла із зони горіння.

ДИМ — видимі тверді та/або рідкі частинки в газах, що утворюються в результаті горіння або піролізу матеріалів.

Для того щоб мало місце спалахування, тобто займання, що супроводжується появою полум'я, речовина повинна розпочати виділяти горючі гази або пари в результаті випаровування, розкладу або хімічної реакції. У протилежному випадку горіння буде безполуменевим.

Горіння виникає за одночасної наявності трьох основних та деяких додаткових умов, наведених на рис. 12.1. Розглянемо їх.

ДЖЕРЕЛО ЗАПАЛЮВАННЯ — це теплова енергія, що призводить до займання. Це джерело повинно мати певний запас енергії та температуру, достатню для початку реакції. Горюча речовина (пальне) та окисник повинні знаходитися в необхідному співвідношенні один з одним.

Горючі речовини разом з окисником утворюють горючу систему (горючу суміш).

Горючі суміші, залежно від співвідношення пального та окисника, поділяються на: *бідні*, що вміщують у достатку, в порівнянні зі стехіометричним співвідношенням компонентів, окисник; *багаті*, що вміщують у достатку пальне (рис.12.1).



Рисунок 12.1. Умови виникнення горіння

Для повного згоряння необхідна наявність достатньої кількості кисню, щоб забезпечити повне перетворення пального в його насичені оксиди. При недостатній подачі повітря окислюється тільки частина речовини. Залишок розкладається з виділенням великої кількості диму.

Для горіння характерні три типові стадії: виникнення, поширення та згасання полум'я. Найбільш загальними властивостями горіння є здатність осередку полум'я, яке виникло, пересуватися по всій горючій суміші шляхом передачі тепла або дифузії активних частинок із зони горіння в свіжу суміш. Звідси виникає й механізм поширення полум'я, відповідно ТЕПЛОВИЙ та ДИФУЗІЙНИЙ.

Існує два режими проходження горіння:

САМОСПАЛАХУВАННЯ — полягає в різкому збільшенні швидкості екзотермічних об'ємних реакцій, що супроводжується горінням з полум'ям, тобто — це самочинне виникнення полум'я в процесі горіння попередньо нагрітої до певної критичної температури горючої суміші. Така температура має назву **ТЕМПЕРАТУРИ САМОСПАЛАХУВАННЯ**.

ПОШИРЕННЯ ФРОНТУ ПОЛУМ'Я (МЕЖІ ЗОНИ ГОРІННЯ В ГАЗОВІЙ ФАЗІ) здійснюється по холодній суміші під час її локального займання від зовнішнього джерела.

Надзвичайно швидке хімічне перетворення речовини, що супроводжується виділенням енергії та утворенням стиснених газів, здатних виконувати механічну роботу, називається **ВИБУХОМ**.

Види горіння. Зони й класи пожеж

Залежно від агрегатного стану пального та окисника розрізняють три види горіння:

- **ГОМОГЕННЕ ГОРІННЯ** газів і пароподібних горючих речовин в середовищі газоподібного окисника;

- ГЕТЕРОГЕННЕ ГОРІННЯ твердих горючих речовин в середовищі газоподібного окисника;

- ГОРІННЯ ВИБУХОВИХ РЕЧОВИН ТА ПОРОХІВ.

Горіння рідких горючих речовин в рідких окисниках є різновидом гетерогенного горіння.

За швидкістю поширення полум'я горіння поділяється на:

ДЕФЛАГРАЦІЙНЕ — швидкість полум'я в межах декількох м/с;

ВИБУХОВЕ — швидкість полум'я до сотень м/с;

ДЕТОНАЦІЙНЕ — поширюється із надзвуковими швидкостями порядку тисяч м/с.

Дозвукове горіння поділяється на ламінарне та турбулентне.

ЛАМІНАРНЕ горіння характеризується пошаровим поширенням фронту полум'я по свіжій горючій суміші, ТУРБУЛЕНТНЕ — змішування шарів потоку.

Етапи розвитку пожежі:

I етап пожежі — перетворення загоряння в пожежу, тривалість — 1-3 хв.

II етап пожежі — зростання зони горіння — 5-6 хв.

III етап пожежі — бурхливий процес горіння, температура всередині приміщення досягає 250-300 С, починається об'ємний розвиток пожежі, коли полум'я заповнює весь об'єм приміщення і поширення полум'я проходить вже не по поверхні, а дистанційно — через розриви. Руйнування засклення. Тривалість — 6-9 хв.

IV етап — як результат руйнування засклення, приплив свіжого повітря різко сприяє розвитку пожежі. Температура всередині приміщення підвищується з 500-600 С до 800-900 С. швидкість вигорання максимальна. Тривалість — 9-12 хв.

V етап — стабілізація пожежі на 20-25 хв від початку горіння.

VI етап — зниження інтенсивності горіння.

Активна ділянка пожежі включає в себе чотири зони:

ЗОНА ГОРІННЯ — частина простору, в якій безпосередньо відбувається горіння.

ЗОНА ТЕПЛОВОГО ВПЛИВУ — прилеглий до зони горіння простір, в якому проходить тепловий обмін між зоною горіння та навколишнім середовищем, конструкціями та матеріалами.

ЗОНА ЗАДИМЛЕННЯ — простір, суміжний з зоною горіння, в якому можливе розповсюдження продуктів горіння.

ЗОНА ТОКСИЧНОСТІ — об'єм простору, заповнений димовими газами, що вміщують токсичні продукти горіння в концентраціях, небезпечних для життя та здоров'я людей.

Залежно від агрегатного стану й особливостей горіння різних горючих речовин і матеріалів, класифікація пожеж згідно з ДСТУ EN 2:2014 базується на типі горючих матеріалів і поділяє їх на класи **A**(тверді речовини), **B** (рідини), **C** (гази), **D** (метали) та **F** (кухонні жири), а також може включати підкласи (A1, A2, B1, B2, D1-D3) та інші класифікації за місцем виникнення (внутрішні, зовнішні, лісові) чи характером поширення (відкриті, приховані).

Горіння твердих речовин та матеріалів

Коли тверда речовина піддається впливу полум'я, його температура підвищується, що може викликати пожежу. Ймовірність виникнення пожежі залежить від таких факторів:

- *характеру твердої речовини*, яка може бути горючою або негорючою;
- *маси твердої речовини* — зрозуміло, що невелика кількість матеріалу не здатна виділити достатню кількість теплоти згорання для розповсюдження пожежі;
- *стану твердої речовини* — легко запалити за допомогою сірника деревну стружку або окремі листки паперу, оскільки у цих матеріалів більша площа поверхні, відкритої для доступу повітря, і, отже, висока швидкість окиснення, тоді як для займання колоди або щільної пачки паперу треба потужніше джерело запалювання;
- *спосіб, за допомогою якого запалюється тверда горюча речовина*; якщо предмет з цієї речовини знаходиться над вогнем вертикально, він загориться швидше, ніж при горизонтальному розташуванні.

Горіння рідин

РІДИНИ — речовини, тиск насичених парів яких при температурі 25 °С та тиску 101,3 кПа (1 атм) менше 101,3 кПа. До рідин належать також тверді плавкі речовини, температура плавлення або краплепадіння яких менше 50 °С.

Рідини, які горять, поділяються на **ГОРЮЧІ** та **ЛЕГКОЗАЙМИСТІ**. До легкозаймистих належать всі горючі рідини, що мають температуру спалаху нижче 61 °С (при визначенні в лабораторних умовах у закритому тиглі) або 66 °С (у відкритому тиглі).

Горіння рідин відбувається у газовій фазі та являє собою складний фізико-хімічний процес. Як результат випаровування, над поверхнею рідини утворюється паровий потік, змішування та хімічна взаємодія якого з киснем повітря забезпечує формування зони горіння, тобто тонкого шару газів, що світиться. Стехіометрична суміш, що виникає, згоряє за частку секунди. Оскільки швидкість хімічного перетворення в зоні горіння залежить від швидкості надходження реагуючих компонентів до поверхні полум'я шляхом молекулярної та конвективної дифузії, процес горіння рідин називається дифузійним горінням.

Розміри та форма полум'я рідин суттєво залежать від діаметра резервуара, в якому відбувається горіння. Зі збільшенням діаметра резервуара висота полум'я збільшується. Полум'я рідин у пальниках малого діаметра буде ламінарним, у резервуарах — турбулентним.

Стійкість полум'я над поверхнею рідини, що горить, забезпечується надходженням до нього з певною швидкістю горючих парів та кисню. Швидкість надходження пального, в свою чергу, залежить від тиску його парів над поверхнею рідини і отже, від її температури.

Горіння газів

ГАЗИ — речовини, тиск насичених парів яких при температурі 25 °С та тиску 101,3 кПа перевищує 101,3 кПа.

Будь-яка суміш горючого газу з повітрям спалахує при контакті з розжареним тілом, та полум'я, що виникає, поширюється, якщо концентрація газу знаходиться в інтервалі між нижньою та верхньою концентраційними межами поширення полум'я. Швидкість поширення вогню залежить від природи горючого газу, температури навколишнього середовища і тиску та змінюється від 1 до 2000 м/с.

Ініціювання горіння газової суміші в одній точці приводить до нагрівання ближче розташованих шарів, де починаються хімічні перетворення. Згорання таких шарів викликає за собою горіння наступних — і так до повного вигорання горючої суміші, яка таким чином згоряє пошарово.

Межа зони горіння в газовій фазі, де здійснюється хімічне перетворення та проходить інтенсивний розігрів газу, є фронтом полум'я. Якщо свіжа суміш рухається назустріч фронту полум'я зі швидкістю, яка дорівнює швидкості поширення полум'я, полум'я буде нерухомим (наприклад, у газовому пальнику).

У процесі поширення полум'я тепло, що виділяється під час реакції, витрачається на нагрівання свіжої суміші та частково витрачається в навколишнє середовище. Якщо втрати тепла перевищують певне критичне значення, то виникне прогресивне зниження температури полум'я, а потім його загасання.

Горіння пилу

ПИЛ – диспергуванні тверді речовини та матеріали з розміром частинок менше 850 мкм.

Пил з горючих речовин, зважених у повітрі (газозавись), поводить себе значною мірою як газоповітряна суміш і теж здатний вибухати.

Вибухи газозависей твердих палив належать до типових теплових вибухів. Фронт полум'я поширюється по зависі як результат передачі тепла від продуктів горіння в свіжу суміш.

Характерною особливістю горіння пилоповітряних сумішей в реальних умовах є те, що первісно об'єм газозависі, що утворився, може викликати переведення до стану зависі (взмучування) відкладеного пилу та їх наступне вигорання.

Самозаймання

САМОЗАЙМАННЯ — це початок горіння у результаті самоініційованих екзотермічних процесів.

Залежно від первісної причини самозаймання розрізняють три його види: теплове, хімічне та мікробіологічне.

ТЕПЛОВЕ САМОЗАЙМАННЯ виникає в масі матеріалів при їх помірному нагріванні ззовні. Найбільш інтенсивне самонагрівання виникає в місці, де досягаються найкращі умови акумуляції тепла. Таким умовам відповідають глибинні шари матеріалів, найбільш віддалені від зовнішньої поверхні.

До типових прикладів теплового самозаймання належать випадки самозаймання теплової ізоляції опалювальних комунікацій та теплообмінних апаратів, яка виконана з мінераловатних плит, тирси тощо.

До ХІМІЧНОГО САМОЗАЙМАННЯ належать випадки, зумовлені екзотермічною взаємодією речовин. Наприклад, самозаймання може виникнути у разі розливання концентрованої азотної кислоти на стружку або тирсу.

Широко відомі випадки самозаймання промащених матеріалів. Більшість мастил, в особливості рослинних, легко окислюються.

До того ж класу самозаймистих хімічним способом речовин належать й так звані ПРОФОРНІ РЕЧОВИНИ, що загоряються у контакті з повітрям, наприклад: тонкоподрібнений алюміній, тетрагідрид кремнію, сульфід заліза, деякі металоорганічні з'єднання тощо.

До МІКРОБІОЛОГІЧНОГО САМОЗАЙМАННЯ належать випадки самозаймання матеріалів, які є живильним середовищем для так званих термофільних мікроорганізмів, що виділяють теплову енергію в процесі своєї життєдіяльності. За таким механізмом проходить самозаймання сіна, торфу та інших органічних матеріалів.

Суттєвий вплив на процес самозаймання органічних речовин має їх зволоження, волога стимулює дію термофільних мікроорганізмів.

Показники пожежовибухонебезпеки речовин і матеріалів

Пожежовибухонебезпека речовин і матеріалів — це сукупність властивостей, які характеризують їх здатність до виникнення й поширення горіння.

ГРУПА ГОРЮЧОСТІ — класифікаційна характеристика речовин (матеріалів) за горючістю, що визначається встановленими умовами випробувань.

За горючістю речовини та матеріали поділяються на три групи (будівельні матеріали – на дві):

- *негорючі (неспалимі)* – під впливом вогню або високої температури не спалахують, не тліють і не обвуглюються;

- *важкогорючі (важкоспалимі)* – під впливом вогню або високої температури спалахують, чи тліють, чи обвуглюються та продовжують горіти, чи тліти, чи обвуглюватись при наявності джерела запалювання, а після його видалення горіння чи тління припиняється;

- *горючі (спалимі)* – під впливом вогню або високої температури спалахують, чи тліють, чи обвуглюються та продовжують горіти, чи тліти, чи обвуглюватись після видалення джерела запалювання.

ТЕМПЕРАТУРА СПАЛАХУ – це найменша температура речовини, за якої згідно з встановленими умовами випробування над її поверхнею утворюється пара, що здатна викликати спалах у повітрі під впливом джерела запалювання, але швидкість утворення пари недостатня для підтримання стійкого горіння.

СПАЛАХ – короткочасне інтенсивне згорання обмеженого об'єму газоповітряної суміші над поверхнею горючої речовини або пилоповітряної суміші, що супроводжується короткочасним видимим випромінюванням, але без ударної хвилі та стійкого горіння.

Приклади значень показників температури спалаху: ацетон – мінус 17,8 °С, бензол – мінус 11 °С, метанол – +11 °С, газойль – 40 °С.

ТЕМПЕРАТУРА СПАЛАХУВАННЯ – найменша температура матеріалу (речовини), за якої згідно з встановленими умовами випробування матеріал (речовина) виділяє горючі пару та гази з такою швидкістю, що під час впливу на них джерела запалювання спостерігається спалахування.

СПАЛАХУВАННЯ – це початок горіння з полум'ям під впливом джерела запалювання.

ТЕМПЕРАТУРА САМОСПАЛАХУВАННЯ – найменша температура навколишнього середовища, за якої за встановленими умовами випробування спостерігається самоспалахування матеріалу (речовини).

Приклади стандартних температур самоспалахування: метан +537 °С; ацетон +465 °С, дизельне паливо +250 °С.

Гранично допустима температура безпечного нагрівання поверхонь технологічного та іншого устаткування й трубопроводів не повинна перевищувати 80% величини стандартної температури самоспалахування речовин, які можуть потрапити

на нагріту поверхню при нормальній роботі або у разі аварії.

Згідно ДСТУ 8829:2019 «Пожежовибухонебезпечність речовин і матеріалів. Номенклатура показників і методи їхнього визначення. Класифікація» за температурою самоспалахування вибухонебезпечні суміші газів і парів поділяють на такі групи:

T1 > 450 °C (наприклад, метан, аміак, бензол, етан, пропан);

T2 300-450 °C (наприклад, бутан, бензин, ацетилен);

T3 200-300 °C (наприклад, гексан, гептан, нафта, газойль);

T4 135-200 °C (наприклад, діоксан);

T5 100-135 °C (наприклад, сірковуглець);

T6 85-100 °C.

НИЖНЯ (ВЕРХНЯ) КОНЦЕНТРАЦІЙНА МЕЖА ПОШИРЕННЯ ПОЛУМ'Я (відповідно НКМП та ВКМП) – мінімальний (максимальний) вміст горючої речовини в однорідній суміші з окиснювальним середовищем, за якого можливе поширення полум'я по суміші на будь-яку відстань від джерела запалювання.

Прийнято вважати, що горючі пари й гази з нижньою концентраційною межею поширення полум'я до 10% по об'єму повітря й зависі з НКМП до 15 г/м³ являють особливу вибухову небезпеку.

Приклади концентраційних меж поширення полум'я (в % по об'єму в повітрі): ацетон – 2,6 та 12,8; ацетилен – 2,5 та 81,1; водень – 4,1 та 74,2; бутан – 1,9 та 8,5; бензин – 0,96 та 4,96; метан – 5,3 та 14.

ТЕМПЕРАТУРНІ МЕЖІ ПОШИРЕННЯ ПОЛУМ'Я – температури матеріалу (речовини), за яких його (її) насичена пара утворює в окиснювальному середовищі концентрації, що дорівнюють нижній та верхній концентраційним межам поширення полум'я.

Безпечною з точки зору ймовірності самоспалахування газоподібної суміші прийнято вважати температуру на 10 °C меншу за нижню або на 15 °C вищу за верхню температурну межу поширення полум'я для даної речовини.

Приклади температурних меж поширення полум'я:

Дизельне паливо – + 27 °C та + 69 °C, легка нафта — – 21 °C та – 8 °C.

ТЕМПЕРАТУРА ТЛІННЯ – температура матеріалу (речовини), за якої відбувається різке збільшення швидкості екзотермічних реакцій окиснення матеріалу (речовини), що приводить до його (її) тління.

ТЛІННЯ – це безполуменеве горіння твердого матеріалу (речовини) при відносно низьких температурах (400-600 °C), яке часто супроводжується виділенням диму.

УМОВИ ТЕПЛОВОГО САМОЗАЙМАННЯ – експериментально встановлена сукупність факторів, які визначають залежність між температурою навколишнього середовища, масою матеріалу (речовини) та часом до моменту його (її) самозаймання за встановленими умовами випробування.

МІНІМАЛЬНА ЕНЕРГІЯ ЗАПАЛЮВАННЯ – найменше значення енергії джерела запалювання, за якого можливе спалахування суміші горючої речовини в повітрі за встановленими умовами випробування.

КИСНЕВИЙ ІНДЕКС – мінімальний вміст кисню в киснево азотній суміші, за якого можливе горіння з полум'ям матеріалу (речовини) за встановленими умовами випробування.

ШВИДКІСТЬ ВИГОРЯННЯ – кількість рідини, що згоряє в одиницю часу з одиниці площі.

КОЕФІЦІЄНТ ДИМОУТВОРЕННЯ – показник, що характеризує оптичну густину диму, який утворюється під час горіння певної кількості матеріалу (речовини) за встановленими умовами випробування.

ОПТИЧНА ГУСТИНА ДИМУ – десятковий логарифм відношення світлового потоку, що падає до світлового потоку, який пройшов крізь дим, віднесений до шляху проходження світла.

ПОКАЗНИК ТОКСИЧНОСТІ ПРОДУКТІВ ГОРІННЯ – відношення кількості матеріалу (речовини) до одиниці об'єму замкненого простору, в якому газоподібні продукти горіння матеріалу (речовини) спричиняють до загибелі 50% піддослідних тварин.

МІНІМАЛЬНИЙ ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИЙ ВМІСТ КИСНЮ – така концентрація кисню в горючій суміші, що складається з горючої речовини (матеріалу), повітря і флегматизатора, менше за якої поширення полум'я в суміші стає неможливим за будь-якої концентрації горючого матеріалу (речовини) в суміші, що розбавлена даним флегматизатором.

Приклади мінімальних концентрацій кисню, що являє небезпеку з точки зору утворення вибуху, в сумішах пожежонебезпечних речовин з інертними газами (флегматизаторами):

ацетилен з діоксидом вуглецю – 14,9%;

ацетилен з азотом – 11,9%;

метан з діоксидом вуглецю – 15,6%;

метан з азотом – 12,8%;

бензол з діоксидом вуглецю – 14,4%;

бензол з азотом – 11,5%;

МАКСИМАЛЬНИЙ ТИСК ВИБУХУ – найбільший надлишковий тиск, що виникає при дефлаграційному згоранні газо-, паро- або пилоповітряної суміші в замкненій посудині при початковому тиску суміші 101,3 кПа.

Класифікація об'єктів за їх вибухопожежонебезпекою

Категорії приміщень за вибухопожежною і пожежною небезпекою

КАТЕГОРІЯ ПОЖЕЖНОЇ НЕБЕЗПЕКИ приміщення – це класифікаційна характеристика пожежної небезпеки об'єкта, що визначається кількістю й пожежонебезпечними властивостями речовин і матеріалів, які знаходяться (обертаються) в них з урахуванням особливостей технологічних процесів розміщених в них виробництв. Категорії вибухопожежної та пожежної небезпеки приміщень та будівель визначаються для найбільш несприятливого у відношенні можливості виникнення пожежі або вибуху періоду (табл. 12.1).

Таблиця 12.1.

Категорії приміщень за вибухопожежною і пожежною небезпекою

Категорія Приміщення	Характеристика речовин та матеріалів, які знаходяться (обертаються) у приміщенні
А Вибухопожежонебезпечна	Горючі гази, легкозаймисті рідини з температурою спалаху не більше 28 °С, у такій кількості, що можуть утворювати вибухонебезпечні парогазоповітряні суміші, при займанні яких розвивається розрахунковий надмірний тиск вибуху в приміщенні, який перевищує 5 кПа. Речовини і матеріали, які здатні до вибуху і горіння в разі взаємодії з водою, киснем повітря або один з одним, у такій кількості, що розрахунковий надмірний тиск вибуху у приміщенні перевищує 5 кПа.
Б Вибухопожежонебезпечна	Горючі пил або волокна, легкозаймисті рідини з температурою спалаху понад 28°С, горючі рідини у такій кількості, що здатні утворювати вибухонебезпечні пилоповітряні або пароповітряні суміші, при займанні яких розвивається надлишковий тиск вибуху у приміщенні, що перевищує 5 кПа
В Пожежонебезпечна	Горючі та важкогорючі рідини, тверді горючі та важкогорючі речовини і матеріали (у тому числі пил і волокна), речовини і матеріали, здатні тільки горіти при взаємодії з водою, киснем повітря або один з одним, при умові, що приміщення, в яких вони містяться або обертаються, не належать до категорій А і Б.
Г	Негорючі речовини і матеріали в гарячому, розжареному та розплавленому стані, процес обробки яких супроводжується виділенням променистого тепла, іскор і полум'я; горючі гази, рідини і тверді речовини, що спалюються або утилізуються як паливо.
Д	Негорючі рідини і матеріали у холодному стані. Допускається відносити до категорії Д приміщення, в яких знаходяться горючі рідини в системах змащення, охолодження та гідروприводу обладнання, в кількості не більше 60 кг на одиницю обладнання у разі тиску не більше 0,2 МПа; кабельні електропроводки до обладнання, окремі предмети меблів на місцях

Категорії будівель за вибухопожежною і пожежною безпекою

БУДІВЛЯ (БУДИНОК) належить до категорії **А**, якщо у ньому сумарна площа приміщень категорії **А** перевищує 5% площі всіх приміщень, або 200м².

Допускається не відносити будівлю до категорії **А**, якщо сумарна площа приміщень категорії **А** в будівлі не перевищує 25% сумарної площі усіх розташованих у ній приміщень (але не більше 1000 м²) і ці приміщення обладнані устаткуванням автоматичного пожежогасіння.

БУДІВЛЯ (БУДИНОК) НАЛЕЖИТЬ ДО КАТЕГОРІЇ **Б**, якщо одночасно виконуються дві умови:

- а) будівля не відноситься до категорії **А**;
- б) сумарна площа приміщень категорій **А** і **Б** перевищує 5% сумарної площі всіх приміщень, або 200 м².

Допускається не відносити будівлю до категорії **Б**, якщо сумарна площа приміщень категорій **А** і **Б** в будівлі не перевищує 25% сумарної площі всіх розміщених в ній приміщень (але не більше 1000 м²) і ці приміщення обладнані установками автоматичного пожежогасіння.

БУДІВЛЯ (БУДИНОК) НАЛЕЖИТЬ ДО КАТЕГОРІЇ **В**, якщо одночасно дотримані дві умови:

- а) будівля не відноситься до категорій **А** і **Б**;
- б) сумарна площа приміщень категорій **А**, **Б** і **В** перевищує 5% (10%, якщо в будівлі немає приміщень категорій **А** і **Б**) сумарної площі всіх приміщень.

Допускається не відносити будівлю до категорії **В**, якщо сумарна площа приміщень категорій **А**, **Б** і **В** в будівлі не перевищує 25% сумарної площі всіх розміщених в ній приміщень (але не більше 3500 м²) і ці приміщення обладнані установками автоматичного пожежогасіння.

БУДІВЛЯ (БУДИНОК) НАЛЕЖИТЬ ДО КАТЕГОРІЇ **Г**, якщо одночасно дотримані дві умови:

- а) будівля не відноситься до категорій **А**, **Б** або **В**;
- б) сумарна площа приміщень категорій **А**, **Б**, **В** і **Г** в будівлі перевищує 5% сумарної площі всіх приміщень.

Допускається не відносити будівлі до категорії **Г**, якщо сумарна площа приміщень категорій **А**, **Б**, **В** і **Г** в будівлі не перевищує 25% сумарної площі всіх розміщених в ній приміщень (але не більше 5000 м²) і приміщення категорій **А**, **Б** і **В**, обладнані установками автоматичного пожежогасіння.

БУДІВЛЯ (БУДИНОК) НАЛЕЖИТЬ ДО КАТЕГОРІЇ **Д**, якщо вона не відноситься до категорій **А**, **Б**, **В** або **Г**.

Класифікація пожежонебезпечних та вибухонебезпечних зон

Класифікація пожежонебезпечних та вибухонебезпечних зон виконується відповідно до *Правил улаштування електроустановок (ПУЕ)*.

Характеристика пожежо- та вибухонебезпеки може бути загальною для усього приміщення або неоднаковою в окремих його частинах (ділянках). Це стосується також надвірних установок і ділянок території. Залежно від класу зони здійснюється вибір виконання електроустановок таким чином, щоб під час їх нормальної експлуатації виключити можливість виникнення пожежі від теплового прояву електричного струму.

ПОЖЕЖОНЕБЕЗПЕЧНОЮ ЗОНОЮ називається простір усередині і навколо приміщення (зовнішньої установки або навколо неї), в межах якого постійно або періодично обертаються горючі речовини. У такому приміщенні вони можуть перебувати як при нормальному технологічному процесі, так і в разі його порушення. Ці зони в разі використання в них електроустаткування поділяються на чотири класи: П-I, П-II, П-IIIа, П-III.

До **ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ ЗОН** належать приміщення або обмежений простір у приміщенні (зовнішній установці чи навколо неї), в яких є в наявності чи здатні утворюватися вибухонебезпечні суміші. Ці зони поділяються на шість класів: 0, 1, 2, 20, 21, 22 (табл. 12.2).

Класифікація будівель і споруд за ступенем вогнестійкості

Потенційна пожежна небезпека будівель та споруд залежить як від кількості та властивостей матеріалів, що знаходиться усередині, так і від горючості та здатності чинити опір дії пожежі будівельних конструкцій, яка характеризується їх вогнестійкістю.

СТУПЕНЬ ВОГНЕСТІЙКОСТІ – це нормована характеристика вогнестійкості будинків і споруд, що визначається межею вогнестійкості основних будівельних конструкцій.

ВОГНЕСТІЙКІСТЬ (ВОГНЕТРИВКІСТЬ) КОНСТРУКЦІЙ – здатність конструкції зберігати несучі та (або) огорожувальні функції в умовах пожежі.

МЕЖА ВОГНЕСТІЙКОСТІ КОНСТРУКЦІЇ – показник вогнестійкості конструкції, який визначається часом від початку вогневого випробування за стандартного температурного режиму до настання одного з нормованих для даної конструкції граничних станів з вогнестійкості:

- втрата несучої здатності;
- втрата цілісності;
- втрата теплоізолюючої здатності.

Таблиця 12.2.

Класифікація приміщень і зовнішніх установок згідно з ПУЕ

Зони класу	Загальна характеристика середовища у приміщеннях і зовнішніх установках	Приклади виробництв
Пожежонебезпечні зони		
П-I	розташовані у приміщеннях, в яких обертаються горючі рідини з температурою спалаху понад 61 °С	Склади мінеральних мастил
П-II	розташовані у приміщеннях, в яких виділяються горючий пил або волокна з нижнім концентраційним граничним рівнем спалаху, перевищуючим 65 г/м ³ до об'єму повітря.	Деревообробні, прядильні цехи
П-Па	розташовані у приміщеннях, в яких обертаються тверді горючі речовини	Склади паперу, меблів
П-ПІІІ	розташовані поза приміщеннями, в яких обертаються горючі рідини з температурою спалаху 61 °С або тверді горючі речовини	Відкриті склади вугілля, деревини
Вибухонебезпечні зони		
0	простір, у якому вибухонебезпечне середовище присутнє постійно, або протягом тривалого часу.	Вибухонебезпечні зони класу 0 можуть мати місце переважно в межах корпусів технологічного обладнання і, у меншій мірі, в робочому просторі (вугільна, хімічна, нафтопереробна промисловість).
1	простір, у якому вибухонебезпечне середовище, може утворитися під час нормальної роботи (тут і далі нормальна робота – ситуація, коли установка працює відповідно до своїх розрахункових параметрів).	
2	простір, у якому вибухонебезпечне середовище за нормальних умов експлуатації відсутнє, а якщо воно виникає, то рідко і триває недовго.	
20	простір, у якому під час нормальної експлуатації вибухонебезпечний пил у вигляді хмари присутній постійно або часто у кількості, достатній для утворення небезпечної концентрації суміші з повітрям, і простір, де можуть утворюватися пилові шари непередбаченої або надмірної товщини.	
21	простір, у якому під час нормальної експлуатації ймовірна поява пилу у вигляді хмари в кількості, достатній для утворення суміші з повітрям вибухонебезпечної концентрації.	
22	простір, у якому вибухонебезпечний пил у завислому стані може з'являтися не часто і існувати недовго, або в якому шари вибухонебезпечного пилу можуть існувати і утворювати вибухонебезпечні суміші в разі аварії.	

Втрата несучої здатності визначається заваленням конструкції або виникненням граничних деформацій.

Втрата цілісності – це вид граничного стану конструкції за вогнестійкістю, що характеризується утворенням в конструкціях наскрізних тріщин або наскрізних

отворів, через які проникають продукти горіння або полум'я.

Втрата теплоізолюючої здатності – вид граничного стану конструкції за вогнестійкістю, що характеризується підвищенням температури на поверхні, що не обігрівается, до встановлених граничних значень. Вона визначається підвищенням температури на поверхні конструкції, що не обігрівается, в середньому більше ніж на 140 °С або в будь-якій точці цієї поверхні – більше ніж на 180 ° у порівнянні з температурою конструкцій до випробування.

МЕЖА ПОШИРЕННЯ ВОГНЮ ПО БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЯХ – це розмір пошкодження зони зразка в площині конструкції від межі зони нагрівання перпендикулярно їй до найбільш віддаленої точки пошкодження (для вертикальних конструкцій – уверх, для горизонтальних – в кожний бік). Відповідно до чинних санітарних норм і правил за вогнестійкістю всі будівлі та споруди підрозділяються на вісім ступенів (табл. 12.3).

Таблиця 12.3.

Ступені вогнестійкості будівель

Ступень вогнестійкості	Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій, год (над ризикою), і максимальні межі поширення вогню по них, см (під ризикою)								
	Стіни				колони	Площадки сходів, косоури, сходи, балки і марші сходових кліток	Плити, настили (у тому числі з утеплювачем) та інші несучі конструкції перекриттів	Елементи покриттів	
	Несучі і сходових	самонесучі	Зовнішні не несучі (у тому числі з навісних панелей)	Внутрішні не несучі (перегородки)				Плити, настили (у тому числі з утеплювачем) та прогони	Балки, ферми, арки, рами
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I	$\frac{2,5}{0}$	$\frac{1,25}{0}$	$\frac{0,5}{0}$	$\frac{0,5}{0}$	$\frac{2,5}{0}$	$\frac{1}{0}$	$\frac{1}{0}$	$\frac{0,5}{0}$	$\frac{0,5}{0}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
II	$\frac{2}{0}$	$\frac{1}{0}$	$\frac{0,25}{0}$	$\frac{0,25}{0}$	$\frac{2}{0}$	$\frac{1}{0}$	$\frac{0,75}{0}$	$\frac{0,25}{0}$	$\frac{0,25}{0}$
III	$\frac{2}{0}$	$\frac{1}{0}$	$\frac{0,25; 0,5}{0 \quad 40}$	$\frac{0,25}{40}$	$\frac{2}{0}$	$\frac{1}{0}$	$\frac{0,75}{25}$	$\frac{H.. n}{H.. n}$	$\frac{H.. n}{H.. n}$
III a	$\frac{1}{0}$	$\frac{0,5}{0}$	$\frac{0,25}{40}$	$\frac{0,25}{40}$	$\frac{0,25}{0}$	$\frac{1}{0}$	$\frac{0,25}{0}$	$\frac{0,25}{25}$	$\frac{0,25}{0}$
III б	$\frac{1}{40}$	$\frac{0,5}{40}$	$\frac{0,25; 0,5}{0 \quad 40}$	$\frac{0,25}{40}$	$\frac{1}{40}$	$\frac{0,75}{0}$	$\frac{0,75}{25}$	$\frac{0,25}{0}; \frac{0,5}{25(40)}$	$\frac{0,75}{25(40)}$
IV	$\frac{0,5}{40}$	$\frac{0,25}{40}$	$\frac{0,25}{40}$	$\frac{0,25}{40}$	$\frac{0,5}{40}$	$\frac{0,25}{25}$	$\frac{0,25}{25}$	$\frac{H.. n}{H.. n}$	$\frac{H.. n}{H.. n}$
IV a	$\frac{0,5}{40}$	$\frac{0,25}{40}$	$\frac{0,25}{n. n}$	$\frac{0,25}{40}$	$\frac{0,25}{0}$	$\frac{0,25}{0}$	$\frac{0,25}{0}$	$\frac{0,25}{n. n}$	$\frac{0,25}{0}$
V	Не нормуються								

Ступінь вогнестійкості	Конструктивні характеристики
I	Будівлі з несучими та огорожувальними конструкціями з природних або штучних кам'яних матеріалів, бетону або залізобетону з використанням листових і плитних негорючих матеріалів
II	Теж саме. В покриттях будівель допускається використовувати незахищені сталеві конструкції
III	Будівлі з несучими та огорожувальними конструкціями з природних або штучних кам'яних матеріалів, бетону або залізобетону з використанням листових і плитних негорючих матеріалів. Для перекриттів допускається використання дерев'яних конструкцій, захищених штукатуркою або важко горючими листовими, а також плитними матеріалами. До елементів покриттів не встановлюються вимоги щодо межі вогнестійкості та меж поширення вогню, при цьому елементи горищних покриттів з деревини піддаються вогнезахисній обробці.
III а	Будівлі переважно з каркасною конструктивною схемою. Елементи каркасу – зі сталевих незахищених конструкцій. Огорожувальні конструкції – зі сталевих профільованих листів або інших негорючих листових матеріалів з важко горючим утеплювачем
III б	Будівлі переважно одноповерхові з каркасною конструктивною схемою. Елементи каркаса — з цільної або клеєної деревини, піддані вогнезахисній обробці, яка забезпечує потрібну межу поширення вогню. Огорожувальні конструкції — з панелей або по елементного складання, що зроблені з використанням деревини або матеріалів на її основі. Деревина й інші горючі матеріали огорожувальних конструкцій повинні бути піддані вогнезахисному обробленню або бути захищені від впливу вогню та високих температур таким чином, щоб забезпечити потрібну межу поширення вогню.
IV	Будівлі з несучими та огорожувальними конструкціями з цільної або клеєної деревини та інших горючих та важкогорючих матеріалів, захищених від вогню та високих температур штукатуркою та іншими листовими та плитними матеріалами. До елементів покриттів не ставляться вимоги щодо меж вогнестійкості та меж поширення полум'я, при цьому елементи горищних перекриттів з деревини піддаються вогнезахисній обробці.
IV а	Будівлі переважно одноповерхові з каркасною конструктивною схемою. Елементи каркаса — зі сталевих незахищених конструкцій — зі сталевих профільованих листів або інших негорючих матеріалів з горючими утеплювачем.
V	Будівлі, до несучих та огорожувальних конструкцій яких не встановлюються вимоги щодо меж вогнестійкості та меж поширення вогню.

Загальна характеристика систем забезпечення пожежної безпеки, призначення та концептуальні основи

СИСТЕМА ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ — це комплекс організаційних заходів і технічних засобів, спрямованих на запобігання пожежі та збиткам від неї.

Пожежна безпека забезпечується системами запобігання пожежі та протипожежного захисту, а також організаційно-технічними заходами.

Системи пожежного захисту мають виконувати такі завдання:

- виключати виникнення пожежі;
- забезпечити безпеку людей у разі пожежі;

- забезпечити пожежну безпеку матеріальних цінностей;
- забезпечити пожежну безпеку людей і матеріальних цінностей одночасно.

Потрібний рівень пожежної безпеки за допомогою вказаних систем повинен бути не менше за 0,999999 відвернення впливу небезпечних факторів на рік із розрахунку на кожну людину, а допустимий рівень пожежної небезпеки для людей має бути не більше 10^{-6} впливу небезпечних факторів пожежі, що перевищують гранично допустимі значення на рік із розрахунку на кожну людину.

РІВЕНЬ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ являє собою кількісну оцінку запобігання збиткам при можливій пожежі.

ЗАПОБІГАННЯ ПОЖЕЖІ досягається попередженням утворювання горючого середовища та (або) попередженням утворення в горючому середовищі (або внесення до нього) джерел запалювання (рис.12.2).

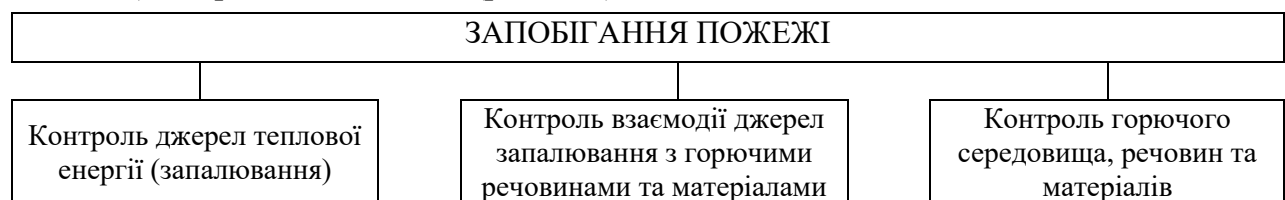


Рис. 12.2 . Схематичне зображення системи запобігання пожежі

Попередження утворювання горючого середовища

Попередження утворення горючого середовища всередині технологічного устаткування при його нормальній роботі, а також у випадках виникнення позаштатних ситуацій забезпечується спеціальними технічними рішеннями.

Найбільш поширеним способом попередження утворювання (обмеження) горючого середовища є його МІНІМІЗАЦІЯ, найбільш радикальним способом — ЗАМІНА горючих речовин і матеріалів, що використовуються, на негорючі.

Попередження утворювання джерел запалювання зображені на рис.12.3.,12.4 та 12.5.

Характеристика системи протипожежного захисту

Оскільки повністю виключити імовірність виникнення пожежі неможливо, то необхідно використовувати стратегію обмеження її наслідків, яка досягається системою забезпечення протипожежного захисту (рис. 12.6) з такими заходами:

- забезпеченням потрібної вогнестійкості будівель та споруд;
- забезпеченням своєчасної евакуації людей та відповідності чинним нормам шляхів евакуації;
- створенням умов для ефективного гасіння пожежі;
- обмеженням поширення пожежі;
- своєчасною ліквідацією горіння. (рис. 12.3; 12.4; 12.5; 12.6.).



Рис. 12.3 . Схема забезпечення попередження утворення горючого середовища

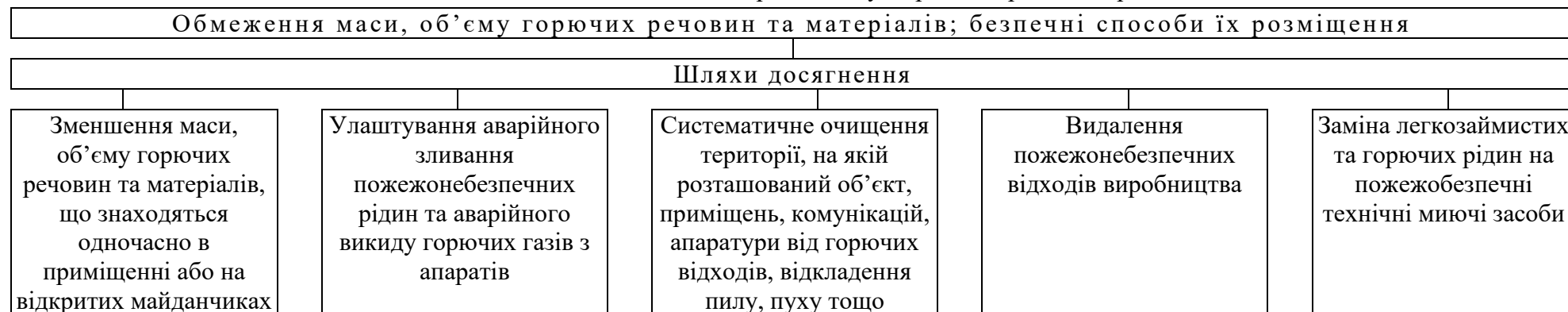


Рис. 12. 4 . Способи обмеження маси, об'єму горючих речовин та матеріалів

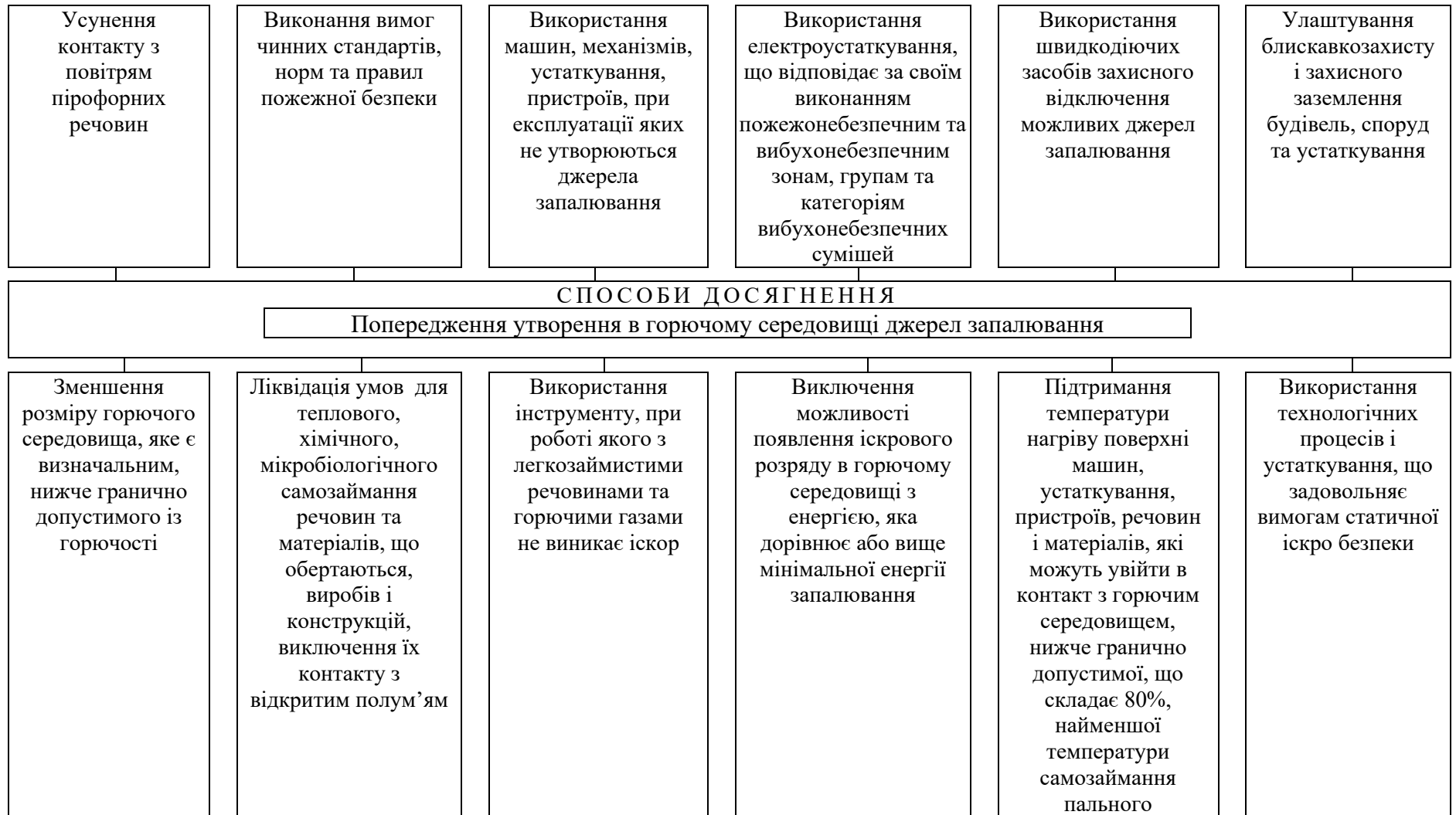


Рис. 12.5 . Схема забезпечення попередження утворення в горючому середовищі джерел запалювання

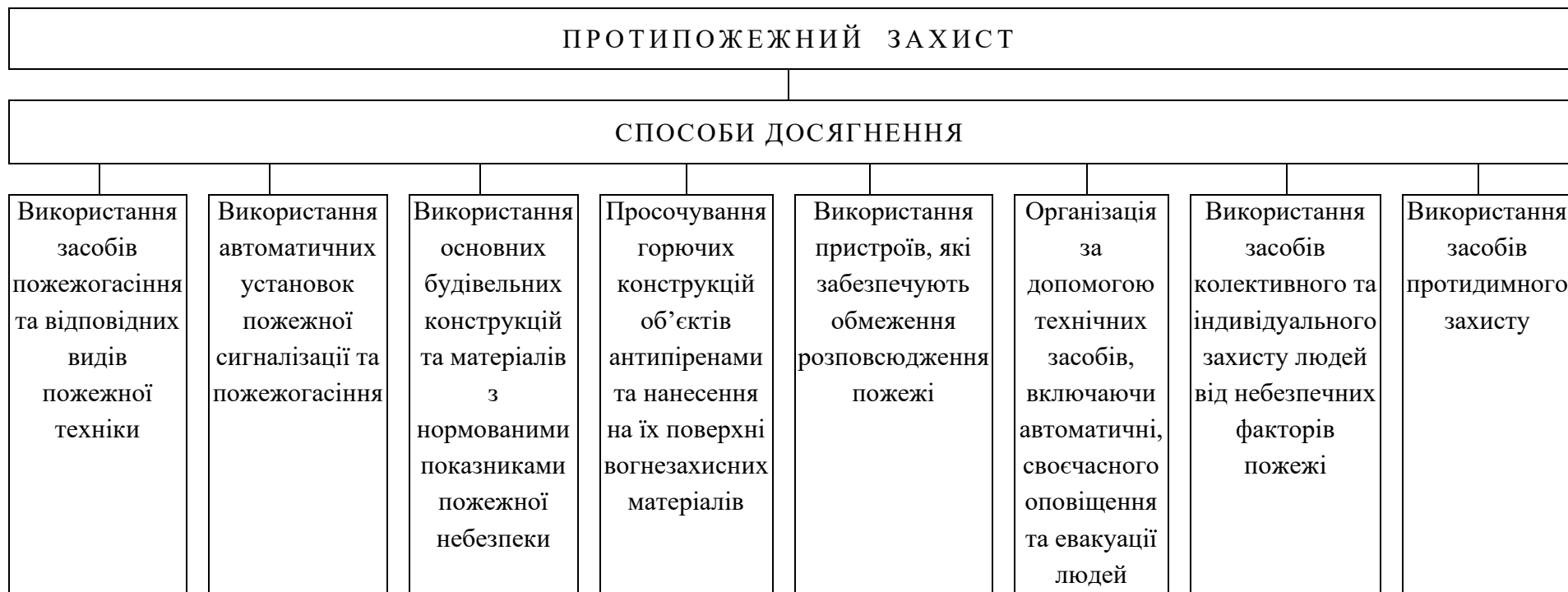


Рис. 12.6 . Схема забезпечення протипожежного захисту

Характеристика комплексу організаційно-технічних заходів щодо забезпечення пожежної безпеки

Всі протипожежні заходи можна розподілити на такі основні класи: КАПІТАЛЬНІ, ОРГАНІЗАЦІЙНІ та РЕЖИМНІ.

НЕ МОЖНА розподіляти протипожежні заходи на більш важливі та менш важливі, оскільки невиконання будь-яких з них може призвести до аналогічних наслідків.

Всі протипожежні заходи однакового ступеня важливості!

Протипожежний та противибуховий захист будівель та споруд

Класифікація будівельних матеріалів

Будівельні матеріали залежно від значень параметрів горючості поділяють на НЕГОРЮЧІ та ГОРЮЧІ.

До негорючих відносять будівельні матеріали при таких значеннях параметрів горючості:

- приріст температури в печі не більше 50 °С;
- втрата маси зразка не більше 50%;
- тривалість стійкого горіння з полум'ям не більше 10 с.

Будівельні матеріали, що не відповідають хоча б одному з вказаних значень параметрів, відносяться до горючих.

Під СТІЙКИМ ПОЛУМЕНЕВИМ ГОРІННЯМ слід розуміти безперервне горіння з полум'ям матеріалів протягом 5 с.

Горючі будівельні матеріали залежно від значень параметрів горючості поділяють на чотири групи: Г1, Г2, Г3, Г4 (табл. 12.4).

Таблиця 12.4.

Параметри горючості

Група горючості матеріалу	ПАРАМЕТРИ ГОРЮЧОСТІ			
	Температура димових газів T , °С	Ступінь пошкодження за довжиною, S_L , %	Ступінь пошкодження за масою, S_M , %	Тривалість самостійного горіння, $t_{c,г}$, с
Г1	≤ 135	≤ 65	≤ 20	0
Г2	≤ 235	≤ 85	≤ 50	≤ 30
Г3	≤ 450	> 85	≤ 50	≤ 300
Г4	> 450	> 85	> 50	> 300

ПОВЕРХНЕВА ГУСТИНА ТЕПЛОВОГО ПОТОКУ (ПГТП) – променистий тепловий потік, що діє на одиницю поверхні, визначає інтенсивність теплообміну та дорівнює кількості теплової енергії, яка проходить через одиницю площі поверхні, перпендикулярної до напрямку поширення тепла, за одиницю часу.

КРИТИЧНА ПОВЕРХНЕВА ГУСТИНА ТЕПЛОВОГО ПОТОКУ (КПГТП) – мінімальне значення поверхневої густини теплового потоку, при якій виникає стійке горіння з полум'ям.

Горючі будівельні матеріали, залежно від величини КПГТП поділяють на три групи займистості:

V1 – величина КПГТП, рівна або більша за 35 кВт/м²;

V2 – величина КПГТП, рівна або більша за 20 кВт/м², але менша за 35 кВт/м²;

V3 – величина КПГТП, менша за 20 кВт/м²;

Методи захисту несучих металевих конструкцій

Використовують два методи захисту металевих конструкцій: тепловідвід та теплоізоляцію.

Тепловідвід здійснюється охолодженням порожнистих сталевих конструкцій рідиною, що циркулює, та заповненням порожнистих колон бетоном. Межа вогнестійкості захищених таким чином конструкцій, залежно від їх товщини та швидкості руху води, може досягати 2 годин.

Для вогнезахисту методом теплоізоляції, в основному, використовують три способи:

- збільшення товщини захисного шару шляхом обкладення цеглою, бетонуванням, штукатуренням;
- встановленням теплоізолюючих облицювань (екранів);
- нанесення вогнезахисних покриттів.

Шар штукатурки завтовшки 25 мм, нанесений по сталевій сітці, підвищує межу вогнестійкості сталевих колон до 50 хв, а шар товщиною 50 мм – до 2 год.

Для захисту металевих конструкцій широко використовують різні теплоізоляційні плити, виконані з керамзиту, вермикуліту, мінеральної вати, керамічного волокна, азбоцементу. Межа вогнестійкості сталевих колон, захищеної гіпсовими плитами завтовшки 30 мм та шаром штукатурки 20 мм, досягає 2 год.

Азбоцементні плити завтовшки 40 мм з шаром штукатурки 20 мм забезпечують захист сталевих колон також протягом 2 год. Керамзитові плити завтовшки 40 мм зі штукатуркою завтовшки 20 мм забезпечують двогодинний захист сталевих колон, а плити завтовшки 65 мм при тому ж шарі штукатурки збільшують межу вогнестійкості до 3,5 год.

Одним з найперспективніших напрямів у галузі захисту сталевих елементів та конструкцій від вогню є використання спучуваних складів (фарб, обмазок), вогнезахисні властивості яких проявляються за рахунок збільшення товщини їх шарів та змінювання теплофізичних характеристик при інтенсивному тепловому впливі.

Для зменшення швидкості поширення вогню по горючій покрівлі її покривають шаром гравію завтовшки 20 мм по шару бітумної мастики завтовшки не більше 2 мм.

Вогнезахист деревини та конструкцій, що виконані з неї

До традиційних способів вогнезахисту дерев'яних конструкцій відносять штукатурення. Шар штукатурки завтовшки 20 мм збільшує межу вогнестійкості дерев'яної колони до 1 год, дерев'яної перегородки до 0,75 год.

Ефективним способом зменшення пожежної небезпеки деревини є вогнезахисне просочування. За просочуваністю породи деревини поділяють на три групи:

- 1 – легкопросочуванні;
- 2 – помірно просочуванні;
- 3 – важкопросочуванні.

Протипожежні відстані

Протипожежні відстані призначені для запобігання можливості розповсюдження пожежі на сусідні будівлі та споруди, а також для забезпечення маневрування, встановлення, розгортання пожежної техніки та підрозділів пожежної охорони.

Потрібні величини протипожежних відстаней наведені у ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування та забудова територій.»

Протипожежні відстані між житловими, громадськими і допоміжними будинками промислових підприємств треба приймати за табличні (чисельник). Протипожежні відстані від житлових, громадських, адміністративно-побутових будівель до виробничих будинків промислових підприємств, сільськогосподарських будівель і споруд треба приймати за табличні (знаменник) у таблиці 12.5.

Таблиця 12.5.

Протипожежні відстані

Ступінь вогнестійкості будинку	Відстані, м, при ступені вогнестійкості будинків		
	I, II	III	III а, III б, IV, IV а, V
I, II	6/9	8/9	10/12
III	8/9	8/12	10/15
III а, III б, IV, IV а, V	10/12	10/15	15/18

Відстані від краю проїзду до стін будинку, як правило, слід приймати 5-8 м для будинків до 9 поверхів і 8-10 м – для будинків 9 поверхів і вище. Ширина проїзду повинна бути не менше 3,5 м в зоні між будинком і проїздом, а також на відстані 1,5 м від проїзду з протилежного боку будинку не допускається розміщення огорож, повітряних ліній електропередач і рядкова посадка дерев.

Згідно з Правилами пожежної безпеки в Україні, тимчасові споруди, кіоски,

ларьки тощо повинні розміщатися на відстані не менше 10м від інших будівель та споруд.

Інвентарні будівлі мобільного типу, кіоски, інші подібні будівлі допускається розміщувати групами, але не більше 10 в одній групі, при цьому площа групи не повинна перевищувати 800 м². Відстань між групами цих будівель та від них до інших будівель слід приймати не менше 15 м.

Протипожежні відстані не дозволяється захаращувати, використовувати для складування матеріалів та устаткування, стоянок транспорту, будівництва та встановлення тимчасових будівель, споруд, індивідуальних гаражів.

Протипожежні перешкоди

ПРОТИПОЖЕЖНА ПЕРЕШКОДА – це будівельна конструкція, інженерна споруда чи технічний засіб, що має нормовану межу вогнестійкості, яка перешкоджає поширенню вогню з одного місця в інше.

Вогнестійкість протипожежної перешкоди визначається вогнестійкістю її елементів, а саме:

- огорожувальної частини;
- конструкцій, що забезпечують стійкість перешкоди;
- конструкцій, на які вона опирається;
- вузлів кріплення між ними.

До протипожежних перешкод належать: протипожежні стіни, перегородки, перекриття, зони, тамбури-шлюзи, двері, вікна, люки, клапани.

Противибуховий захист будівель та споруд

Головною ознакою вибуху є миттєва зміна тиску, що залежить від температури та об'єму продуктів горіння. Навантаження, яке виникає при вибуху, на огорожувальні будівельні конструкції може досягати сотень тисяч паскалей, що значно перевищує допустимий тиск, при якому такі конструкції зберігають несучу здатність й цілісність (табл. 12.6).

Таблиця 12.6.

Залежність ступенів руйнування від значення надмірного тиску

Надлишковий тиск на конструкції, Па	Ступінь руйнування конструкцій
$\Delta P_n \leq 5 \cdot 10^3$	Руйнування застосування, легких перегородок, розкриття легко скинутих конструкцій, дверей, воріт
$5 \cdot 10^3 < \Delta P_n \leq 5 \cdot 10^4$	Руйнування плит покриття, перекриттів, покрівлі, цегляних стін завтовшки до 51 см, бетонних стін завтовшки до 26 см
$5 \cdot 10^4 < \Delta P_n \leq 10^5$	Руйнування будівель зі сталевим каркасом, цегляних стін завтовшки до 64 см, бетонних стін завтовшки до 36 см
$\Delta P_n > 10^5$	Повне руйнування цегляних та залізобетонних будівель

Для забезпечення вибухозахисту будівель слід прагнути того, щоб тиск вибуху не перевищував допустимого для будівельних конструкцій. У цих цілях

використовуються легко скидані конструкції.

До легко скиданих конструкцій належать стінові та покрівельні панелі, вікна, двостулкові двері та ворота, а також інші огорожувальні конструктивні елементи, руйнування та розкриття, яких у разі вибуху має при надлишковому тиску, що не перевищує допустимого для основних несучих та огорожувальних конструкцій будівлі.

Евакуація людей у разі пожежі

Найсуттєвішими факторами, які створюють загрозу для життя та здоров'я людини, яка перебуває в зоні пожежі, є:

- токсичні продукти горіння;
- вогонь та променисті потоки;
- підвищена температура середовища;
- дим;
- недостатність (знижена концентрація) кисню;
- вибухи, та витікання небезпечних речовин, що відбуваються внаслідок пожежі;
- руйнування будівельних конструкцій;
- ураження електричним струмом;
- паніка.

Більшість людей гине на пожежах внаслідок отруєння токсичними продуктами горіння.

Основними з них є оксиди вуглецю та сірки, аміак, газоподібні соляна (хлористоводнева) і синильна (ціанистоводнева) кислоти, ароматичні та аліфатичні вуглеводні, аліфатичні альдегіди.

Вимушений рух людей із зони, де можливий вплив на них небезпечних факторів пожежі, називається ЕВАКУАЦІЄЮ.

Евакуація людей із будівель та споруд здійснюється по шляхах евакуації через евакуаційні виходи.

ШЛЯХ ЕВАКУАЦІЇ – безпечний для руху людей шлях, що веде до евакуаційного виходу.

Виходи вважаються евакуаційними, якщо вони ведуть із приміщення:

- першого поверху безпосередньо назовні або через коридор, вестибюль, сходову клітку;
- будь-якого поверху, окрім першого, до коридору, що веде на сходову клітку або безпосередньо у сходову клітку (в тому числі через хол). При цьому сходові клітки

повинні мати вихід назовні безпосередньо або крізь вестибюль, що відокремлений від прилеглих коридорів перегородками з дверима;

- до сусіднього приміщення на тому ж поверсі, яке забезпечене вже згаданими виходами.

- Ширина шляхів евакуації в світлі повинна бути не менше 1 м, дверей – не менше за 0,8 м, висота проходу на шляхах евакуації повинна бути не менше 2 м.

Улаштування розсувних та підйомних дверей та воріт, а також дверей та турнікетів, що обертаються, на шляхах евакуації людей не дозволяється.

Двері на шляхах евакуації повинні відчинятися в напрямку виходу з будівель (приміщень).

ДОПУСКАЄТЬСЯ влаштування дверей з відчиненням усередину приміщення:

- на балкони та лоджії;
- на площадки зовнішніх евакуаційних сходів;
- у разі одночасного перебування в ньому не більше 15 чоловік;
- у комори площею не більше 200 м²; у санвузли.

Зовнішні евакуаційні сходи треба виготовляти з негорючих матеріалів. Вони повинні сполучатися з приміщеннями через площадки або балкони, улаштовані на рівні евакуаційних виходів. Уквіт таких сходів повинен бути не більше 45°, а їх ширина – не менше за 0,7 м. Зовнішні сходи повинні досягати рівня землі та мати огорожу.

Для забезпечення організованого руху під час евакуації та попередження паніки розробляють плани евакуації з будівель та місць з масовим перебуванням людей.

План евакуації складається з двох частин: графічної та текстової. Графічна частина являє собою план поверху або приміщення, який можна спрощувати. Однак всі евакуаційні виходи та шляхи мають бути позначені.

Під час складання таких планів евакуаційні виходи розділяють на основні (надійні й найближчі) та **запасні**, або **резервні** (менш надійні та більш віддалені).

Маршрути руху до основних евакуаційних виходів зображують суцільними лініями зі стрілками зеленого кольору, а маршрути до запасних – пунктирними лініями зеленого кольору зі стрілками.

Окрім маршрутів руху, на плані позначаються місця розташування засобів оповіщення та пожежогасіння.

Текстова частина плану евакуації затверджується керівником об'єкта і являє собою таблицю, яка містить перелік та послідовність дій у разі пожежі для конкретних посадових осіб і працівників.

Вогнегасні речовини та технічні засоби протипожежного захисту

Основні способи пожежогашіння

Для боротьби з пожежами використовують такі способи:

- 1) ізолюють осередок горіння від повітря чи подають до нього негорючі гази у такій кількості, щоб відносна кількість кисню була недостатньою для процесу горіння;
- 2) охолоджують осередок горіння до температури нижче точок займання матеріалів, що знаходяться в небезпечній зоні;
- 3) гальмують (інгібують) швидкість хімічної реакції в полум'ї;
- 4) механічно зривають полум'я, діючи на нього сильними струменями газу, води чи порошку;
- 5) створюють умови, при яких полум'я може поширитися крізь вузькі канали, цим зменшується сила полум'я та площа осередків пожежі.

Вогнегасні речовини та сполуки

До вогнегасних належать речовини, що мають фізико-хімічні властивості, які дозволяють створити умови для припинення горіння.

Використовуються такі види вогнегасних речовин:

- вода;
- вода з добавками, які підвищують її вогнегасну здатність;
- піна;
- газові вогнегасні склади;
- вогнегасні порошки;
- комбіновані вогнегасні склади.
- Кожному способу припинення горіння відповідає конкретний вид вогнегасних засобів, які можна поділити на:
 - охолоджувальні (вода, водні розчини, снігоподібна вуглекислота та ін.);
 - розбавляючі (діоксид вуглецю, водяна пара, інертні гази та ін.);
 - ізолювальні (хімічна та повітряно-механічна піна, пісок та ін.);
 - засоби *хімічного гальмування горіння* (вогнегасні порошки, брометил, хладон..).

ВОДА – це найбільш поширений вогнегасний засіб. Вогнегасна здатність води проявляється в її охолоджуючій дії завдяки значній теплоємності ($4,19 \cdot 10^3$ Дж/(кг·К)) та теплоті пароутворення (близько 2260 Дж/кг), в розведенні горючого середовища утворюваними при випарюванні парами (з 1 л води утворюється близько 1700 л пари), що викликає зниження кількості кисню у навколишньому середовищі, справляє механічну дію на осередок горіння (зрив полум'я за допомогою струменя води).

Вода має високу термічну стійкість. Розкладення її на водень та кисень

відбувається при температурах понад 1700°C.

Воду використовують у вигляді компактних струменів та в розпиленому стані. У вигляді струменів воду використовують для гасіння більшості твердих горючих речовин та матеріалів, важких нафтопродуктів, для створення водяних завіс та охолодження об'єктів, що знаходяться поблизу осередків пожежі. Проте нафтопродукти та інші горючі рідини можуть спливати і продовжувати горіти на поверхні, тому вогнегасний ефект води у цих випадках підвищують шляхом подання її в розпиленому стані.

Воду не можна використовувати:

- для гасіння електрооб'єктів, тому що вода містить різноманітні солі і має електричну провідність;
- для гасіння речовин та матеріалів, що взаємодіють із нею (наприклад, лужних та лужно-земельних металів тощо).

При гасінні полум'я інтенсивність подачі води повинна дорівнювати $0,06-0,45 \text{ л/м}^3 \cdot \text{с}$.

ПІНА – це колоїдна дисперсна система, яка складається з комірок – пузирчиків газу. Стінки пузирчиків утворюються із розчинів поверхнево-активних речовин і стабілізаторів.

Піни розподіляють на *хімічні* та *повітряно-механічні*.

Хімічну піну отримують двома шляхами: із порошку, який складається з лужної та кислотної частин, змішуванням його з водою у піногенераторах, а також з водних розчинів лугів та кислот, змішуваних у вогнегасниках перед поданням піни у осередок горіння. Лужна частина цих реагентів складається з карбонату чи гідрокарбонату натрію та піноутворюючої речовини. Хімічна піна містить (за об'ємом): 80% вуглекислого газу; 19,7 % води; 0,3 % піноутворюючої речовини. Піна має густину біля 200 кг/м^3 , кратність (відношення об'єму піни до об'єму продуктів, з яких вона утворена) біля 5-ти та стійкість (час з моменту утворення піни до її повного розпаду) близько 10 хв.

При гасінні пожежі піна, покриваюча поверхні, ізолює їх від повітря, а вуглекислий газ, звільнюючись завдяки руйнуванню бульбашок піни, знижує концентрацію кисню у навколишньому середовищі.

Проте зараз у зв'язку а високою вартістю та складністю організації пожежогасіння хімічна піна використовується дуже рідко.

Повітряно-механічну піну отримують при змішуванні водного розчину піноутворювача з повітрям. Кратність піни буває низькою (до 20), середньою (до 300)

та високою (до 1000).

Піна кратністю 100 містить 99 % повітря, 0,94-0,96 % води та 0,04-0,06 % піноутворювача, має густину біля 10 кг/м^3 , стійкість 5-20 хв. Вогнегасна дія повітряно-механічної піни полягає в ізоляції та охолодженні горючих речовин та матеріалів. Обмеження у використанні пін є такими ж, як і для води. Крім того, повітряно-механічну піну не використовують для гасіння гідрофільних рідин (спирту, ацетону та ін.).

Водяна пара використовується здебільшого для гасіння пожеж у замкнених об'єктах до 500 м^3 . Гасіння вогню водяною парою ґрунтується на зменшенні концентрації кисню. Вогнегасна концентрація водяної пари у повітрі при гасінні дорівнює близько 35% об'єму. Інтенсивність подання пари повинна бути не меншою $0,002-0,005 \text{ кг/м}^3 \cdot \text{с}$.

Такі гази, як *діоксид вуглецю (вуглекислота), азот, аргон, гелій та інші*, не підтримують горіння. Вогнегасна дія цих агентів полягає у розчиненні повітря та зниженні у ньому концентрації кисню до межі, при якій горіння припиняється. Вуглекислота використовується в стані газу та снігу.

Її вогнегасний ефект ґрунтується на зниженні концентрації кисню в осередку горіння до такого ступеню, що горіння не можливе. Крім того, вуглекислота, що викидається у вигляді снігу при температурі мінус 78°C , має різку охолоджуючу дію. Вогнегасна концентрація повинна бути не меншою 30% (за об'ємом), з 1 л рідкої вуглекислоти утворюється 506 л. газу і 280 г снігу. Вуглекислота не справляє додаткової руйнуючої дії на об'єкт, що захищається, та використовується для гасіння пожеж при займанні різних речовин, матеріалів та об'єктів, включаючи електроустаткування під напругою.

Галоїдовані вуглеводні сполуки, до яких відносять *бромистий етил, фреон, хладон 114B2* (тетрафторброметан), використовуються у пожежогасінні завдяки інгібуючій (гальмуючій) дії на реакцію горіння. Мінімальна вогнегасна концентрація фреону 114B2 - 1,9% за об'ємом), питома витрата - $0,202 \text{ кг/м}^3$ для приміщень з виробництвами категорії В і $0,215 \text{ кг/м}^3$ - для приміщень категорій А і Б. Фреон 114B2 майже у 12 разів ефективніший за вуглекислоту, з 1 л рідини утворюється 245 л пари.

Галоїдовані вуглеводні сполуки, як і вуглекислота, не чинять додаткової руйнуючої дії на об'єкти, що захищаються, і використовуються для гасіння пожеж різних речовин, матеріалів та об'єктів, включаючи електроустаткування під напругою. Головний недолік фреону 114B2 – це висока вартість та екологічна шкідливість.

Порошки відрізняються високою вогнегасною здатністю та універсальністю,

вони здатні гасити будь-які матеріали, в тому числі й ті, що не гасяться іншими засобами. Порошкові сполуки є єдиним засобом гасіння лужних металів, алюмінієорганічних та інших металоорганічних сполучень. Вони швидко ліквідують горіння при відносно малому витрачанні, не замерзають, не викликають корозії металів, у зоні горіння не є електропровідними, не псують речовину та матеріали. Сутність гасіння порошками полягає у сповільненні реакції горіння, у розведенні пару матеріалів, що горять, і кисню у зоні горіння порошковою хмарою та газоподібними продуктами їх розкладу. Крім того, розплавляючись, порошки можуть утворювати на поверхнях, що горять, плівку, яка ізолює матеріал від доступу кисню.

Широко використовують порошкові сполуки на основі карбонатів та бікарбонатів натрію та калію (порошок ПСБ-3). Для отримання порошків використовують фосфорно-амонійні солі (порошки ПР і П-ІА), що відносяться до порошків загального призначення. Вони призначаються для гасіння твердих горючих матеріалів, які містять вуглець, а також ЛВК та ГЖ.

Спеціальні порошки: ПС - на основі бікарбонату натрію з добавками стеаратів ситалів та графіту (для гасіння лужних металів); МП - на основі графіту (для гасіння металів); СІ - являють собою комбінацію твердого сорбенту та фреону 114В2 (для гасіння пірофорних – самозаймистих на повітрі сполучень, наприклад, алюмінієорганічних); ПХ - на основі хлоридів натрію та калію (для гасіння практично будь-яких матеріалів, що горять).

Недоліки порошків - висока гігроскопічність, здатність до злежування та утворення грудок.

Первинні засоби пожежогасіння

Первинні засоби пожежогасіння призначені для ліквідації невеликих осередків пожеж, а також для гасіння пожеж у початковій стадії їх розвитку.

Використовуються такі види первинних засобів пожежогасіння:

- вогнегасники;
- пожежний інвентар (покривала з негорючого теплоізоляційного полотна, грубововняної тканини або повсті, ящики з піском, бочки з водою, пожежні відра, совкові лопати);
- пожежний інструмент (гаки, ломи, сокири тощо).

Пожежне обладнання

Пожежне обладнання встановлюється на водопровідній мережі і служить для забору та подачі води до осередку пожежі. Це пожежні гідранти, пожежні крани. Пожежні крани комплектують напірним пожежним рукавом з приєднуваним до нього пожежним стволом та розміщують у пожежній шафі.

Пожежний ручний інструмент та інвентар

Пожежний інструмент та інвентар використовується при гасінні пожежі, в основному на початковій її стадії при ліквідації осередків пожежі. Пожежний ручний інструмент буває механізований і немеханізований (пожежний лом, сокири, багри та ін.). Пожежний інвентар: пожежні шафи, щити, стенди, відра, бочки для води, ящики для піску, тумби для розміщення вогнегасників, азбестове полотно тощо.

Вогнегасники

Залежно від способу транспортування до місця пожежі вогнегасники поділяють на:

- переносні, конструктивне виконання та маса яких забезпечують зручність їхнього перенесення людиною (можуть бути ручними та ранцевими);
- пересувні, змонтовані на колесах чи візку.

За видом вогнегасної речовини вогнегасники поділяються на:

- водні (із зарядом води чи води з добавками);
- пінні (із зарядом піноутворювачів різноманітних видів);
- повітряно-пінні (із зарядом водяного розчину піноутворюючих добавок);
- хімічно-пінні (із зарядом хімічних речовин, які на момент приведення вогнегасника до дії вступають у реакцію з утворенням піни та надмірного тиску);
- порошкові (із зарядом вогнегасного порошку);
- вуглекислотні (із зарядом діоксиду вуглецю);
- хладонові (із зарядом вогнегасної речовини на основі галогенізованих вуглеводнів);
- комбіновані (із зарядом двох і більше вогнегасних речовин).

Викидання (подавання) вогнегасної речовини в різних типах вогнегасників здійснюється:

- під тиском газу-витискувачу, який міститься в окремому малолітражному балоні;
- під тиском газу-витискувачу, який постійно знаходиться в корпусі (такі вогнегасники називають закачними);
- під тиском газів, що утворюються у результаті хімічної реакції.

Найширше використовують такі марки вогнегасників: вуглекислотні – ВВ-2, ВВ-5, ВВ-8; вуглекислотно-брометилові ВВБ-3, ВВБ-7; хімічно-пінні – ВХП-10; повітряно-пінні - ВПП-10; хімічно-повітряно-пінні - ВХПП-10; порошкові – ВП-1, ВП-2, ВП-6, ВП-10; аерозольні – ВВПА -400.

Вогнегасники маркують літерами (характеризують тип вогнегасника за

вогнегасною речовиною чи складом) та цифрами (визначають об'єм заряду – для водних, пінних, повітряно-пінних, або масу заряду – для порошкових, газових, комбінованих).

Час дії ручних вогнегасників обмежений десятками секунд, довжина струменю агенту, що гасить не перебільшує кількох метрів, тому в дію їх треба приводити біля осередку горіння.

Повітряно-пінні вогнегасники використовують для гасіння пожеж класів А і В (горіння твердих та рідких речовин), за виключенням лужних металів, речовин, які горять без доступу повітря, та електроустановок під напругою.

Для приведення до дії необхідно:

1. Видалити пристрій, який запобігає випадковому приведенню до дії;
2. Натиснути та відпустити кнопку, в результаті чого голка руйнує мембрану балону та газ-витискувач подається в корпус вогнегасника і утворює надлишковий тиск;
3. Підняти вогнегасник за ручку;
4. Направити піногенератор в напрямку осередку пожежі;
5. Натиснути на важіль керування клапаном і розпочати гасіння.

Хімічно-пінні вогнегасники призначені для гасіння твердих горючих матеріалів, горючих рідин, за виключенням речовин, які здатні при взаємодії з хімічною піною вибухати або горіти. Ці вогнегасники не можна також використовувати для гасіння пожеж в електроустановках під напругою.

Порядок приведення у дію:

1. Прочистити сприск від бруду та пилу за допомогою спеціальної голки, що прив'язана до ручки (в останніх моделях використовується пластмасова заглушка, яку необхідно відкрутити);
2. Повернути важіль запуску на 180° вверх до кінця (при цьому підіймається шток та клапан відкриває отвір у стакані, в якому знаходиться кислотна частина – весь об'єм корпусу заповнений лужною частиною);
3. Перевернути вогнегасник до гори дном. Декілька разів потрясти вогнегасник для того, щоб прискорити змішування кислоти з лугом, за перебігом реакції виділяється діоксид вуглецю, який створює необхідний робочий тиск усередині корпусу, та утворюється хімічна піна.

Вуглекислотні вогнегасники застосовуються, як правило, для гасіння пожежі класу В горіння рідких речовин, крім тих, що можуть горіти без доступу повітря) та електроустаткування під напругою до 1000В за умови обмеження наближення до струмопровідних частин на відстань не ближче 1 м. *Вуглекисотно-брометилові*

вогнегасники непридатні для гасіння електроустаткування та електромереж, що знаходяться під напругою більш 380 В, а також лужних та лужноземельних металів. Заряд зазначених вогнегасників токсичний, тому гасити загоряння у закритих приміщеннях об'ємом менш 50 м³ пропонується крізь віконні та дверні прорізи. Після гасіння треба старанно провітрити приміщення.

Для приведення до дії потрібно:

1. Розтруб вогнегасника спрямувати на осередок пожежі;
2. Видалити запобіжну чеку;
3. Натиснути на важіль керування клапаном, одночасно тримаючись за ручку.

Не можна братися за розтруб вогнегасника, тому що температура снігоподібної вуглекислоти, що викидається, становить мінус 78 °.

Порошкові вогнегасники використовуються для гасіння пожеж класів А (крім вогнегасника з порошком ПСБ-3), В і С та електроустановок під напругою до 1000В.

Для приведення до дії вогнегасника ВП-9 потрібно: видалити запобіжну чеку; натиснути та відпустити кнопку, в результаті чого голка руйнує мембрану балона та газ-витискувач надходить в корпус вогнегасника, створюючи в ньому надлишковий тиск та виконуючи спущення порошку; натиснути на важіль керування, при цьому відкривається клапан, та вогнегасна речовина крізь сифонну трубку, рукав та насадок-розпилювач подається на вогнище пожежі.

Для припинення викидання вогнегасної речовини необхідно відпустити важіль.

Для приведення закачного вогнегасника ВП-10з до дії необхідно висмикнути запобіжну чеку; взяти вогнегасник за ручку, спрямувати насадок на полум'я та натиснути важіль. При цьому опускається клапан і газопорошкова суміш надходить під дією тиску через сифонну трубку, шланг і через насадок подається у вигляді струменя на вогнище пожежі. Для припинення викидання порошку необхідно важіль відпустити.

Хладонові вогнегасники не можна використовувати при гасінні електроустаткування та електромереж, що знаходяться під напругою більш 1000 В.

Вогнегасники слід розміщувати у легкодоступних та помітних місцях, в яких виключається пряме попадання сонячних променів і безпосередній вплив опалювальних та нагрівальних приладів.

Максимально допустима відстань від можливого осередку пожежі до місця розташування вогнегасника має бути:

- 20 м – для громадських будівель;
- 30 м – для приміщень категорій А, Б, В (горючі гази та рідини);
- 40 м – для приміщень категорій В і Г;
- 70 м - для приміщень категорії Д.

Виробничі приміщення категорії Д, а також такі, що містять негорючі речовини й матеріали, можуть не оснащуватися вогнегасниками, якщо їх площа не перевищує 100 м².

Приміщення, обладнані стаціонарними установками автоматичного пожежогасіння, оснащуються вогнегасниками на 50% їхньої розрахункової кількості.

Пожежна сигналізація

Функціональним призначенням системи пожежної сигналізації є виявлення осередку пожежі на початковій стадії її виникнення, щоб здійснити відповідні заходи: евакуацію людей, виклик пожежників, включення установок пожежогасіння тощо.

Запуск системи пожежної сигналізації може здійснюватися як автоматично, так і вручну.

Система пожежної сигналізації **повинна**:

1. Швидко виявляти місце виникнення пожежі;
2. Надійно передавати сигнал про пожежу на приймально-контрольний прилад, а також до пункту прийому сигналів про пожежу;
3. Перетворювати сигнал про пожежу у форму, зручну для сприймання персоналом захищуваного об'єкта;
4. Залишатися нечутливою до впливу зовнішніх факторів, що відміні від факторів пожежі;
5. Швидко виявляти та передавати сповіщення про несправності, що перешкоджають нормальному функціонуванню системи.

Система пожежної сигналізації **не повинна** (рис. 12.7):

1. Піддаватися впливу інших систем, з'єднаних або не з'єднаних з нею;
2. Повністю або частково пошкоджуватися під впливом факторів пожежі до їх виявлення.

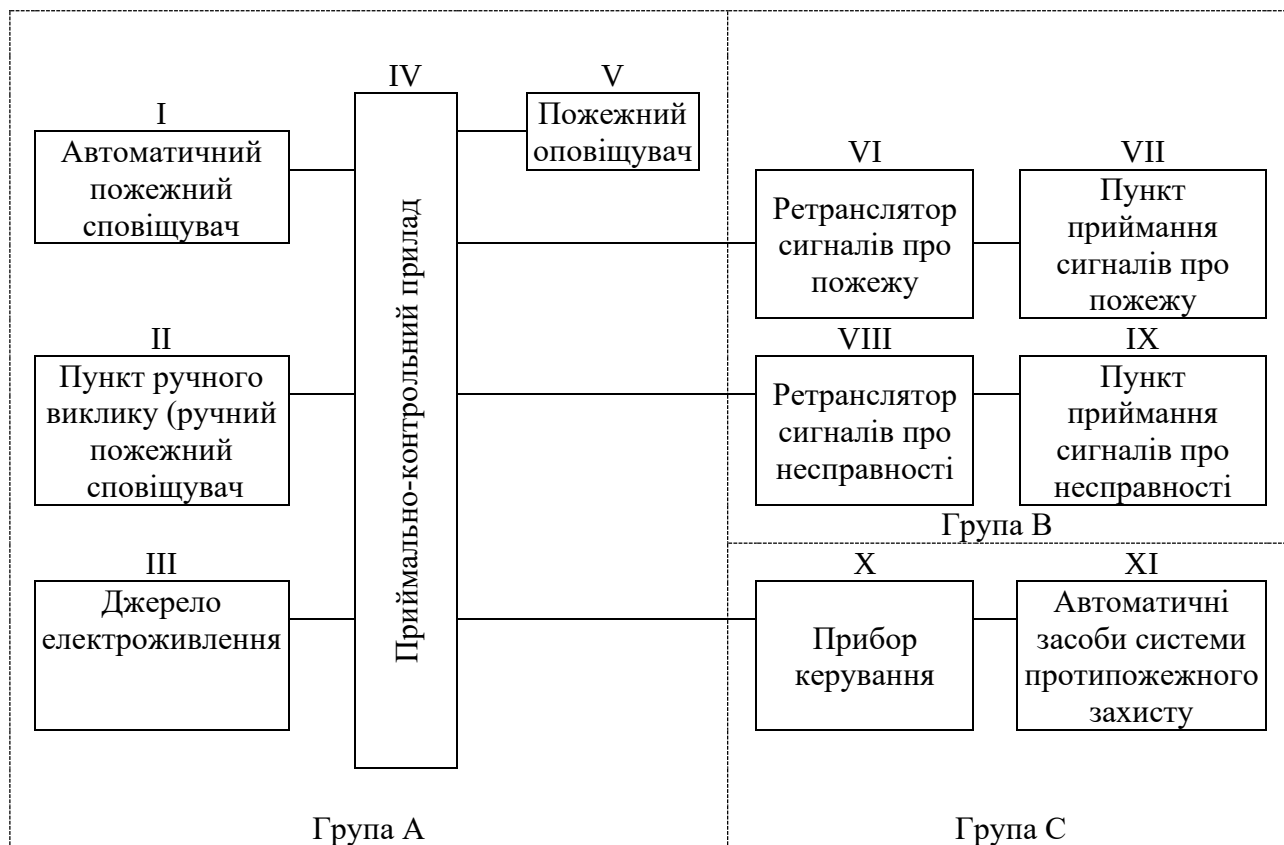


Рисунок 12.7. Схема системи пожежної сигналізації

Блоки I, III, IV присутні у складі системи пожежної сигналізації, інші є необов'язковими складовими частинами системи.

Передавання та приймання сигналів про пожежу та несправності засобів пожежної сигналізації на захищених об'єктах може здійснюватися по загальному каналу зв'язку, тобто блоки VI, VII, VIII, IX можуть бути суміщені.

Обладнання та з'єднувальні елементи скомпоновані по трьох групах:

- група А – обладнання для забезпечення місцевої сигналізації;
- група В – додаткове обладнання для забезпечення зовнішнього контролю системи пожежної сигналізації;
- група С – додаткове обладнання для включення автоматичних засобів протипожежного захисту.

Для виявлення початкової стадії пожежі, для повідомлення про місце її виникнення і включення установок пожежогасіння використовують такі установки пожежної сигналізації: на базі автоматичних пожежних сповіщувачів; на базі ручних пожежних сповіщувачів; на базі автоматичних і ручних пожежних сповіщувачів. Такі системи в залежності від типу, призначення і особливостей навколишнього середовища встановлюють у приміщеннях виробництв, які відносяться за пожежною безпекою до категорій А, Б, В, а також у приміщеннях обчислювальних центрів та на інших об'єктах.

Установки електричної пожежної сигналізації незалежно від їх типів складаються із сповіщувачів-датчиків, які встановлюються у приміщеннях, що захищаються, і приймальної станції, джерел живлення і ліній зв'язку. Автоматичні сповіщувачі перетворюють неелектричні фізичні величини (наприклад, теплове, світлове випромінювання та ін.) в електричні сигнали, які передаються по проводових лініях зв'язку на приймальну станцію. Пожежні сповіщувачі в залежності від того, який параметр середовища викликає їх спрацювання, поділяються на теплові (Артон ТПТ-2, СПТТА (ИПТТА), Омега СПТТА-В, POLON-ALFA, Тірас-4П, ВАРТА CV212-12-01), димові (База Р-96 ИДФ, Артон СПД 3,10, СПД2 ТирасЕх, Омега СПДОТА 2, 61-10а), світлові (СОЛО М-06, Сержант У-07, ИОП 409-1 «Фотон -1»), комбіновані (Тірас ДЕТЕСТО MLT10), світлозвукові (Джміль (24V), ОСЗ-2 ЕХ «Пожежа») та ін.

Принцип дії та форма виконання пожежних сповіщувачів залежать від їх основних характеристик: інерційності, зони дії, конструктивного виконання. При виборі сповіщувачів враховують необхідну швидкість дії системи пожежного захисту, їх кількість, середовище, в якому буде працювати сповіщувач. До лінії зв'язку сповіщувачі можна вмикати паралельно (променева схема) або послідовно (шлейфна схема).

Схеми електричної пожежної сигналізації по забезпеченню надійності електроживлення відносяться до електроспоживачів І категорії, тобто повинні мати резервне незалежне джерело живлення з автоматичним увімкненням у випадку відмови основного джерела живлення.

Призначення радіоізотопної установки охоронно-пожежної сигналізації РУОП-1:

- виявлення місць займистості за появою диму;
- подача звукового і світлового сигналів тривоги;
- увімкнення системи пожежогасіння;
- охорона об'єктів за допомогою контролю цілісності шлейфів блокування.

Призначення ультразвукового пристрою ДУЗ-4, Р117-Р30: виявлення займистості в приміщеннях і проникнення в них сторонніх осіб. При виборі станцій слід мати на увазі, що вони комплектуються пожежними оповіщувачами певних типів.

ПОЖЕЖНИЙ СПОВІЩУВАЧ (ПОВІДОМЛЮВАЧ) – це пристрій для формування сигналу про пожежу. Його можна розглядати як перетворювач неелектричних параметрів, які характеризують ознаки пожежі, в електричний сигнал.

Пожежні сповіщувачі класифікуються за цілим рядом ознак залежно від виду контрольованого параметра (явища), за способом реагування на контрольовані параметри, за конфігурацією чутливого елемента тощо (табл. 12.7).

Види пожежних сповіщувачів

Види пожежних сповіщувачів (ПС)		
теплові	точкові	максимальні, диференціальні, максимально-диференціальні
	лінійні	максимальні, диференціальні, максимально-диференціальні
димові	точкові	радіоізотопні оптичні
	лінійні	оптичні
полум'я (світлові)		ІЧ-діапазону, УФ-діапазону, двох та більше спектральні видимого спектра випромінювання
комбіновані ручні автоматичні		

ТЕПЛОВИЙ ПОЖЕЖНИЙ СПОВІЩУВАЧ – автоматичний пожежний сповіщувач, який реагує на певне значення температури та (чи) швидкість її наростання.

ДИМОВИЙ ПОЖЕЖНИЙ СПОВІЩУВАЧ – автоматичний пожежний сповіщувач, який реагує на аерозольні продукти горіння.

РАДІОІЗОТОПНИЙ ПОЖЕЖНИЙ СПОВІЩУВАЧ – димовий пожежний сповіщувач, який спрацьовує внаслідок впливу продуктів горіння на іонізаційний струм робочої камери сповіщувача.

ОПТИЧНИЙ ПОЖЕЖНИЙ СПОВІЩУВАЧ – димовий пожежний сповіщувач, який спрацьовує внаслідок впливу продуктів горіння на поглинання або розсіювання електромагнітного випромінювання сповіщувача.

ПОЖЕЖНИЙ СПОВІЩУВАЧ ПОЛУМ'Я реагує на електромагнітне випромінювання полум'я.

КОМБІНОВАНИЙ ПОЖЕЖНИЙ СПОВІЩУВАЧ реагує на два (та більше) фактора пожежі.

ПОЖЕЖНИЙ СПОВІЩУВАЧ МАКСИМАЛЬНОГО ТИПУ формує сповіщення про пожежу у разі перевищення за певний період часу встановленого значення контрольованого параметра.

ПОЖЕЖНИЙ СПОВІЩУВАЧ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНОГО ТИПУ формує сповіщення про пожежу у разі перевищення за певний період часу встановленого значення зміни швидкості контролюваного параметра.

ТОЧКОВИЙ СПОВІЩУВАЧ реагує на параметр (явище), що контролюється поблизу його компактного чутливого елемента.

ЛІНІЙНИЙ СПОВІЩУВАЧ реагує на виникнення фактора пожежі уздовж певної безперервної лінії.

Стаціонарні автоматичні установки (системи) пожежогасіння

АВТОМАТИЧНА УСТАНОВКА ПОЖЕЖОГАСІННЯ – це сукупність стаціонарних технічних засобів для гасіння пожежі за рахунок випуску вогнегасної речовини з автоматичним способом приведення до дії.

Установки автоматичного пожежогасіння повинні забезпечувати:

- час спрацьовування менший гранично допустимого часу вільного розвитку пожежі;
- тривалість дії в режимі гасіння, необхідну для ліквідації пожежі;
- інтенсивність подавання (концентрацію) вогнегасних речовин;
- надійність функціонування.

Існують такі типи устаткування для пожежогасіння: спринклерні та дренчерні, газового пожежогасіння типу БАЕ та ін.

Спринклерні та дренчерні установки відносяться до автоматичних засобів пожежогасіння і використовуються найширше. Вони призначаються для гасіння пожеж розпиленою водою. Спринклерні установки використовуються для локального гасіння пожеж та загорянь, охолодження будівельних споруд та подання сигналу про пожежу, дренчерні – для гасіння пожеж по всій розрахунковій площі, а також для утворення водяних завіс.

Виходячи з того, що площа, яка захищається одним зрошувачем, не повинна перевищувати 12 м^2 для промислових, громадських і адміністративних приміщень та 9 м^2 – для складських приміщень, визначають кількість зрошувачів.

Подальший розвиток спринклерних та дренчерних систем привів до утворення автоматичних установок пінного пожежогасіння. Для утворення повітряно-механічної піни та подання її на захисний об'єкт використовують спринклерні та дренчерні пінні зрошувачі (рис. 12.8).

Класифікаційна ознака	Стаціонарні установки (системи) пожежогасіння						
Призначення	Ліквідація пожежі			Локалізація пожежі			
Ступінь автоматизації	Автоматизовані		Автоматичні		Роботизовані		
Конструктивне виконання	Агрегатні			Модульні			
Вид вогнегасної речовини	Водні	Пінні	Газові	Порошкові	Парові	Аерозольні	Комбіновані
Характер дії	По площі		Об'ємні		Локальні (по площі або об'єму)		
Інерційність	Малоінерційні		Інерційні		Підвищеної інерційності		
Тривалість подавання вогнегасної речовини	Короткочасна		Середньої тривалості		Довготривала		

Рис. 12.8. Класифікаційна схема стаціонарних установок (систем) пожежогасіння

Треба пам'ятати, що вода і піна при гасінні пожежі можуть справляти додаткову руйнуючу дію на захисний об'єкт, особливо на радіоелектронну апаратуру.

Для гасіння пожеж на об'єктах, що мають значну матеріальну цінність, таких, наприклад, як обчислювальні центри, які не повинні зазнавати додаткової руйнуючої дії гасячого агента, використовують газові установки - батареї з ручним пуском ЧБР-2МА; батареї автоматичні з електричним пуском БАЕ (гасячий агент-хладон).

Автоматичними засобами пожежогасіння обладнують виробництва категорій А, Б, В і приміщення обчислювальних центрів та інших об'єктів.

У виборі установок газового пожежогасіння кількість балонів з гасячим агентом визначають з урахуванням об'єкта та питомих витрат агента.

Методика вибору ручних вогнегасників, пожежного інструмента та інвентаря

Умовами, що визначають вибір, є категорія приміщення за вибухопожежонебезпекою, площа яка підлягає захисту, і призначення об'єкта. При цьому необхідно звернути увагу на ознаки категорій і на те, що останні визначаються пожежонебезпечними властивостями речовин і матеріалів, які використовуються у виробництві, їх агрегатним станом і кількістю.

Окрім того, категорія виробництва враховується при оцінці придатності будівельної частини об'єкта, виборі його конструкції, систем вентиляції і кондиціонування, водо- і газопостачання, установок пожежної сигналізації, пожежогасіння тощо.

При розрахунковому обґрунтуванні категорії виробництва необхідно виходити з можливості аварійної ситуації, коли виникає пошкодження обладнання і трубопроводів, пов'язане з попаданням пожежонебезпечних речовин у повітря приміщення. Необхідно розглядати гірший варіант, при якому у приміщення може потрапити найбільша кількість небезпечної речовини (аварія апарата, трубопроводу, випаровування з непофарбованої поверхні, перевертання або зруйнування ємностей тощо).

При наявності кількох апаратів, що відрізняються за кількістю і властивостями речовин, які знаходяться в них, розрахунок слід виконувати за найсприятливішим варіантом, за яким об'єм вибухонебезпечної суміші буде невеликим. Розрахунковий час відключення трубопроводів приймають: рівним часу спрацювання систем автоматики відключення трубопроводів, згідно з паспортними даними установки, якщо ймовірність відмови систем автоматики не перевищує 0,000001 на рік, або забезпечено резервування її елементів (але не більше 3); 120 с, якщо ймовірність відмови систем автоматики перевищує 0,000001 на рік і не забезпечене резервування її елементів; 300 с - за умов ручного відключення. Не допускається використання технічних засобів відключення трубопроводів, для яких час відключення перевищує ці показники. При роботі з горючими рідинами або скрапленими газами враховується час випаровування. При вільному розлитті рідини на підлогу площу випаровування визначають (за відсутністю довідкових даних), виходячи із розрахунків 1л суміші і розчинів, що містять до 70% (по масі) розчинників, що розливається на $0,5 \text{ м}^2$, а 1л решти рідин - на 1 м^2 підлоги приміщення.

Вільний об'єм приміщення є різницею між об'ємом приміщення і об'ємом, який займає технологічне обладнання. Якщо вільний об'єм приміщення визначити неможливо, то його допускається приймати умовно рівним 80% об'єму приміщення (ДСТУ Б. В.1.1-36:2016, п. 3.4 Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною безпекою).

Допускається враховувати роботу аварійної вентиляції, якщо вона забезпечена резервними вентиляторами, автоматичним пуском при підвищенні максимально допустимої вибухобезпечної концентрації та електрозабезпеченням по першій категорії надійності, за умови розташування повітряно-огороджувальних пристроїв у безпосередній близькості від місця можливої розраховуваної аварії.

Знаки пожежної безпеки

Знаки пожежної безпеки - це частина знаків безпеки, які застосовуються в усіх галузях народного господарства. При їх вивченні потрібно звернути увагу на 4 групи

знаків: забороняючі, попереджувальні, вказівні, а також на сигнальні кольори: червоний, жовтий, зелений і синій.

Сигнальний колір – **червоний**: смислове значення – заборона, безпосередня небезпека, засіб пожежогасіння; контрастний колір – білий.

Сигнальний колір – **жовтий**: смислове значення – попередження, можлива небезпека; контрастний колір – чорний.

Сигнальний колір – **зелений**: смислове значення – наказ, безпечно; контрастний колір - білий.

Сигнальний колір – **синій**: смислове значення – вказівка, інформація; контрастний колір – білий.

Хід виконання роботи

Після ознайомлення з теоретичними відомостями скласти протокол практичної роботи з таким змістом:

1. Особливості основ процесів та видів горіння. Класи пожеж.
2. Короткі відомості, про основні принципи пожежогасіння, а також про речовини і сполуки, які застосовуються з цією метою.
3. Перелік типів і марок вогнегасників з зазначенням їх конструктивних особливостей, порядку приведення в дію (увімкнення) і області застосування.
4. Призначення, особливості й область застосування обладнання пожежогасіння, про яке йдеться в даних методичних рекомендаціях.
5. Склад, принцип дії та область застосування пожежної сигналізації.
6. Перелік категорій виробництв, їх основні ознаки і формули для розрахункового обґрунтування.
7. Класи вибухонебезпечних зон.
8. Класи пожежонебезпечних зон.
9. Перелік типів і марок вогнегасників, пожежного інструмента та інвентарю.
10. Найменування груп знаків пожежної безпеки, а також знаків, що входять до цих груп. Приклади зображення знаків (по одному з кожної групи знаків).

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 13. Ергономічна оцінка робочого місця

Мета роботи – дослідити основні принципи ергономічної оцінки робочого місця та сформувати практичні навички визначення відповідності умов праці фізіологічним, психологічним і антропометричним особливостям людини.

Цілі роботи:

- ознайомитися з основними вимогами ергономіки до організації робочого місця;
- вивчити фактори, що впливають на комфорт, безпеку та працездатність працівника;
- розглянути методи оцінювання ергономічних параметрів робочого місця;
- сформувати навички аналізу умов праці та визначення їх відповідності ергономічним нормам.

Завдання роботи: навчитись застосовувати методи ергономічної оцінки робочого місця у практичних ситуаціях; виробити вміння аналізувати умови праці, виявляти фактори, що негативно впливають на здоров'я та працездатність працівника; освоїти здатність розробляти рекомендації щодо оптимізації робочого місця, підвищення безпеки праці та зниження рівня професійного навантаження.

Загальні відомості

По мірі переходу до комплексної автоматизації виробництва зростає роль людини як суб'єкта праці й керування. Людина несе відповідальність за ефективну роботу всієї технічної системи і допущена нею помилка може призвести в деяких випадках до дуже тяжких наслідків. При цьому максимальної ефективності при використанні технічних пристроїв можна досягти лише при дотриманні оптимальних співвідношень між технічними характеристиками машин і психофізіологічними можливостями людини. Вирішенням даних питань займається ергономіка.

Ергономіка (грецьк. *ergon* – робота + *nomos* – закон) – наука, що займається комплексним вивченням і проектуванням трудової діяльності з метою оптимізації знарядь, умов і процесу праці, а також професійної майстерності працівника.

Особлива увага в ергономіці приділяється розробці та аналізу робочих місць, бо саме від якості їх улаштування залежить безпечність, надійність і ефективність роботи людини. Найчастіше для оцінки робочого місця використовують показник ергономічності.

Ергономічність – це сукупність властивостей системи, які забезпечують можливість динамічної взаємодії людини з технічними засобами з метою виконання поставленої мети в заданих умовах роботи.

Таким чином, показник ергономічності враховує анатомічні, біомеханічні, фізіологічні і психологічні можливості й закономірності діяльності людини.

Ергономічність у кількісному вигляді визначає ступінь відмінності між тим, що реалізується, і потенційно можливими рівнями ефективності (якості) улаштування робочого місця. Наприклад, значення показника ергономічності робочого місця, який дорівнює 0,8, означає, що через недоліки в урахуванні можливостей людини, 20% потенційно можливої ефективності не можуть бути реалізовані людиною в процесі діяльності на даному робочому місці.

Як правило, ергономічна оцінка системи проводиться за наступною узагальненою схемою (табл.13.1).

Таблиця 13.1

Схема ергономічної оцінки робочого місця

№ з/п	Характеристика
Основні дані	
1	Опис характеру діяльності працівника
2	Характер дій працівника: особливості прийому і обробки інформації, виконання керуючих дій, послідовність і тривалість операцій
Характеристика засобів відображення інформації (ЗВІ)	
I. Засоби зорової інформації	
1	Форма інформаційних моделей (сферична, прямокутна, кут нахилу до зорової осі оператора)
2	Відстань від працівника до панелі
3	Поле зору працівника (кутові розміри), кількість умовних одиниць огляду
4	Рациональність розташування індикаторів на панелях (дотримання принципів функціональної значущості, частоти і послідовності використання), відповідність зонам видимості
5	Тип індикаторів і відповідність їх характеру читання
6	Форма й кутові розміри шкал
7	Контрастність шкал, рівень
8	Кількість відміток на шкалах
9	Розміри відміток і позначень шкал, відповідність їх розміру шкал й дистанції прочитування
10	Форма, розміри і забарвлення стрілок
11	Розміщення колірних індикаторів
12	Освітлення індикаторів: загальне, місцеве (тип, обґрунтованість)
13	Розміщення показників, їх характер (написи, символічні позначення), спосіб виконання
II. Засоби звукової інформації	
1	Типи індикатора (сирена, дзвін, зумер), гучність
2	Для селекторного зв'язку: кількість джерел, розбірливість мови
Характеристика органів керування (ОК)	

№ з/п	Характеристика
1	Тип ОК (ручні, ножні), обґрунтованість вибору
2	Відповідність руху ОК переміщенням стрілок індикаторів
3	Відповідність ОК характеру дій працівника (точність, швидкість, тривалість)
4	Опір ОК і відповідність оптимальним величинам
5	Наявність фіксації ОК у певних положеннях
6	Зручність захоплення і фіксації ОК кистю руки, стопою
7	Помітність ОК (способи кодування)
8	Наявність показчиків, їх характер, спосіб виконання
9	Розташування ОК: відповідність принципам функціонального зв'язку, частоти і послідовності використання
Характеристика робочого місця оператора	
1	Поза працівника, її обґрунтованість
2	Положення корпусу працівника при роботі (пряме, похиле - кут нахилу)
3	Наявність крісла і відповідність його розмірів антропометричним даним
4	Можливість регулювання параметрів крісла
5	Наявність простору для ніг і відповідність його антропометричним даним
6	Розміри робочих зон рук (по фронту, в глибину, висоту), відповідність їх рекомендованим розмірам
7	Розміри робочих зон ніг, відповідність їх рекомендованим розмірам
Характеристика виробничого середовища	
1	Шкідливі чинники, що виникають при роботі, їх інтенсивність
2	Засоби захисту працівника від дії шкідливих виробничих чинників, їх ефективність
4	Освітленість місця роботи працівника
5	Естетичне оформлення (фарбування, форми і т. ін) об'єкта дослідження
6	Естетичне оформлення виробничого приміщення
7	Оцінка розмірів кабіни (при її наявності) згідно з антропометричними даними, можливість огляду з робочого місця працівника
Характеристика режиму роботи працівника	
1	Фізична напруга в роботі (постійно, періодично), оцінка її тяжкості (легка, середньої важкості, важка)
2	Монотонність у роботі (категорія)
3	Психічна напруга (постійно, періодично)
4	Емоційна напруга
5	Регламентовані перерви для відпочинку, їх обґрунтованість

Для того щоб виконати оцінку робочого місця за даною схемою, необхідно знати нормативні значення наведених характеристик. У табл.13.2 наведені нормативні значення окремих характеристик робочого місця, які використовуватимуться в рамках даної роботи, а на рис. 13.1. зони в полі зорового спостереження та в моторному полі при виконанні ручних операцій

Таблиця 13.2.

Нормативні значення окремих характеристик робочого місця

№ з/п	Характеристика
Характеристики пульта	
1	Загальна висота пульта при робочому положенні "сидячи" - 1650 мм, "стоячи" - не більше 1800 мм; висота стільниці пульта при робочому положенні "сидячи" - від 530 до 760 мм, "стоячи" - близько 1100 мм
2	Ширина пульта (обслуговується тільки в робочому положенні "сидячи") - від 380 до 660 мм; відстань від рівня сидіння крісла оператора до нижнього краю стільниці пульта (обслуговується тільки в робочих положеннях "сидячи" і "сидячи або стоячи") - від 150 до 250 мм; висота розміщення ОК для робочого положення "стоячи" - від 1000 до 1600 мм, "сидячи" - від 530 до 1040 мм
3	Висота розміщення ЗВІ для робочого положення "стоячи" - від 1100 до 1800 мм, "сидячи" - від 850 до 1650 мм
4	Розміри вільного місця для ніг працівника: висота - не менше 600 мм, ширина - не менше 500 мм, глибина - не менше 400 мм.
Характеристики робочого крісла	
1	Форма сидіння – квадратна
2	Форма спинки - прямокутна увігнута
3	Радіус вигину спинки - від 300 до 400 мм
4	Розмір сидіння - 400х400 мм
5	Розмір спинки - приблизно 300х120 мм
6	Кут нахилу сидіння назад - 5-6°
7	Кут нахилу спинки - від 5 до 10°
8	Висота підлокітника - має знаходитися на одному рівні з поверхнею столу
Характеристики зорового аналізатора	
1	Освітленість на робочому місці працівника - 400 лк
2	Яскравість світіння індикатора на чорно-білій електронно-променевої трубі (ЕПТ) - не менше 0,5 кд/м ² , мінімальна яскравість світіння індикатора на кольоровій ЕПТ-17, оптимальна - 170 кд/м ² ; контраст прямий оптимальний - 80-90%, допустимий - 60-90%, контраст зворотний для самосвітних індикаторів - не менше 20%
3	Розміри знаків на екрані залежно від складності - від 15 до 40'
4	Частота кадрів для інтегральних візуальних індикаторів - не менше 50 Гц; ширина лінії на екрані індикаторної ЕПТ знакографічного дисплея - не менше 1 мм при дистанції спостереження 0,3 - 0,7м.
Характеристики слухового аналізатора	
1	Частота для аварійних немовних повідомлень - 800 - 5000 Гц, застережень - 200 - 800 Гц, повідомлень - 200 - 400 Гц, відповідно гранично допустимий рівень звукового тиску сигналів - 120, 115 і 110 дБ
2	Тривалість окремих сигналів і інтервалів між ними - не менше 0,2 с, тривалість інтенсивних сигналів - не більше 10 с
Характеристики органів керування	
1	Опір ОК: кнопки натискання - 0,3 кг; головки, що обертаються, - 2,5 кг; тумблер - 1,3кг; важіль з кулястою ручкою - 2,5 кг

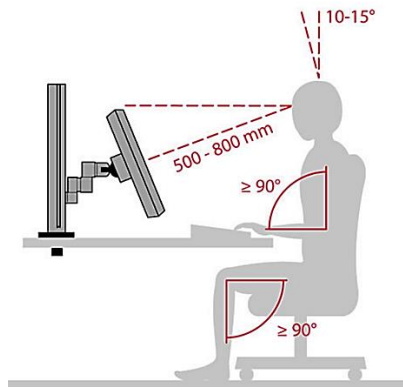
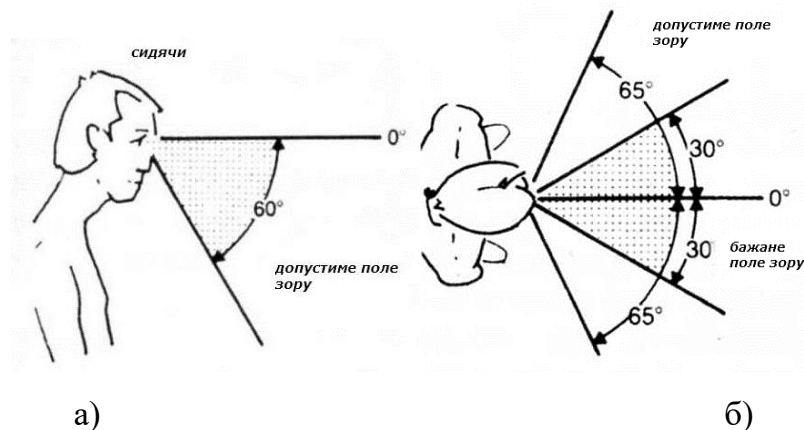
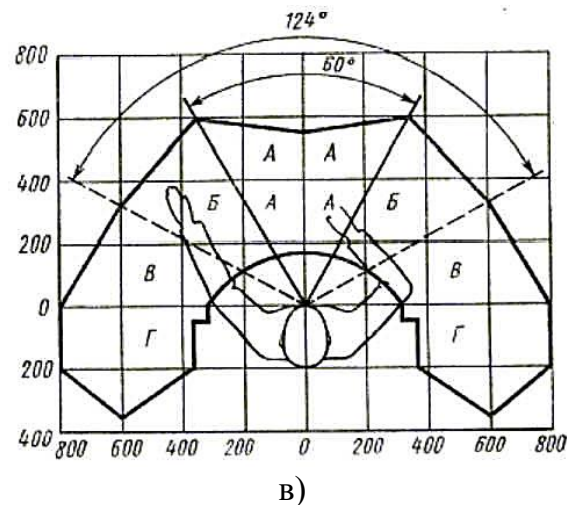


Рис. 13.1. Правильне положення тулуба при роботі сидячи.



а)

б)



в)

Рис. 13.2. Зони в полі зорового спостереження: а – горизонтальній, б – вертикальній, в – зона в моторному полі при виконанні ручних операцій та розміщення органів керування при робочій позі «сидячи», де А – зона для розташування найбільш важливих і часто використовуваних органів управління та засобів відображення інформації; Б – зона для розташування нечасто використовуваних органів управління та засобів відображення інформації (в межах досяжності та огляду); В – зона для розташування рідко використовуваних органів управління (в межах максимальної досяжності, огляду тільки при русі очей і голови); Г – зона для розміщення допоміжних органів керування (за межами досяжності і огляду з початкового робочого положення)

Завдання. Провести оцінку робочого місця оператора та надати рекомендації щодо поліпшення ергономічних показників.

Хід виконання роботи

1. Провести ергономічну оцінку робочого місця працівника, наведеного на рис.13.3. Необхідно описати й оцінити робоче місце працівника, вписавши в протокол (табл. 13.3) у стовпчик «якісна оцінка» всі винайдені характеристики робочого місця з рис. 13.3.

2. Порівняти з нормованими значеннями (табл.13.2 та рис.13.2), закінчуючи якісною характеристикою: «відповідає», «не відповідає», «частково відповідає», «майже відповідає», «відсутнє» і т.і., після чого кожний показник описати кількісно за допомогою двох параметрів α та β , де

α – оцінка показника (має відповідати якісній характеристиці), вимірюється в балах від 0 до 5;

β – питома вага показника, встановлюється залежно від значущості даного показника для оцінюваної системи й приймається у відсотках.

Параметр α надається характеристиці на основі того, що 0 - самий негативний, 5 – найбажаніший. Наприклад, якщо для оцінюваної системи освітленість дуже низька, то надається дуже погана оцінка $\alpha = 1$, або погана – $\alpha = 2$. Якщо освітленість задовільна – $\alpha = 3$, хороша – $\alpha = 4$, відмінна (повністю відповідає нормі) – $\alpha = 5$. Якщо якийсь з наведених показників відсутній, але його наявність суттєво впливає на працездатність оператора, то $\alpha = 0$.

Параметр β надається так, щоб сумарна питома вага всіх оцінюваних показників дорівнювала 100%. При цьому найбільший відсоток призначається тому показнику, який є найбільш важливим для даного виду діяльності. Наприклад, для якісного виконання роботи оператором важливим показником є розміри робочої зони, а менш важливим - використання кругових концентричних шкал, у такому разі $\beta_1 = 10\%$, а $\beta_2 = 1\%$ відповідно.

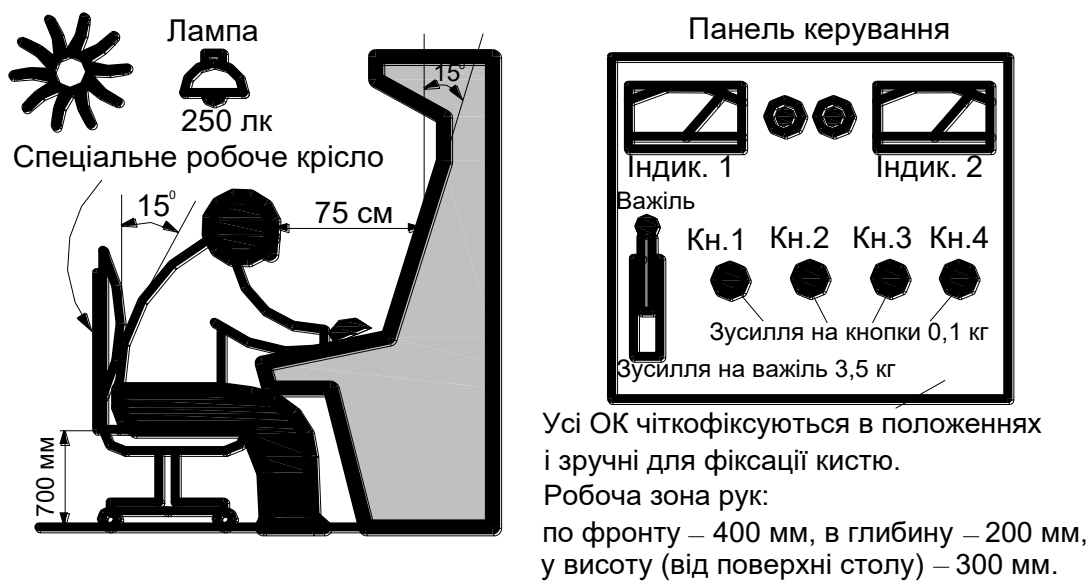
3. Загальну ергономічну оцінку робочого місця визначити за формулою

$$y = \sum \frac{\alpha_n \cdot \beta_n}{100} \quad (13.1)$$

При цьому y повинна бути в межах $[0...5]$.

4. Якщо ергономічна оцінка y має низьке значення, оптимізувати систему так, щоб поліпшити ергономічні показники й тим самим отримати необхідну ергономічну оцінку. Для цього виписати у відповідну таблицю (додаток 13.2) ті показники, які підлягають оптимізації, вказавши прогнозований бал α_n , який буде надано після вжитих заходів для поліпшення ергономічних показників.

5. Зробити висновок за результатами ергономічної експертизи.



Характеристики робочого місця

1. Поле зору: в горизонтальній площині – 90° , у вертикальній площині – 50° .
2. Розташування індикаторів: індикатори розташовані за межами ефективної видимості в порядку значимості послідовності використання.
3. Тип індикаторів: прилади з нерухомою шкалою і рухомою стрілкою.
4. Характеристика шкал: кругові концентричні шкали діаметром 300 мм.
5. Контрастність шкал: пряма, 80%.
6. Позначки на шкалах: необхідний клас точності перевищено.
7. Форма стрілок: клиноподібні стрілки, забарвлення відповідає кольору позначок.
8. Кольорові індикатори: відсутні.
9. Освітлення індикаторів: відсутнє.
10. Розміщення покажчиків: покажчики призначення приладів відсутні.
11. Тип ОК: ручні ОК.
12. Відповідність руху ОК переміщенню стрілок індикаторів: відповідає.
13. Відповідність ОК характеру дій працівника: окремі ОК відповідають характеру дій.
14. Розрізнення ОК: ОК кодуються формою, положенням, частково – розміром і кольором, розрізнення слабке.
15. Наявність покажчиків: відсутні.
16. Розташування ОК: відповідає принципам функціонального зв'язку.
17. Шкідливі фактори: при роботі виникають підвищений шум і вібрація.
18. Засоби захисту: відсутні.
19. Освітленість місця роботи: природнє і штучне, рівномірне.
20. Психічна напруга: періодична.
21. Емоційна напруга: постійна.
22. Регламентовані перерви: робочий день ненормований.

Рис. 13.3. Робоче місце оператора

Оцінку робочого місця оператора виконав студент _____

групи _____

Ергономічна оцінка робочого місця				
Найменування показника		Якісна оцінка	α , бали	β , %
Основні дані				
1	Опис характеру діяльності працівника			
2	Характер дій працівника: особливості прийому і обробки інформації, виконання керуючих дій, послідовність і тривалість операцій			
Характеристика засобів відображення інформації (ЗВІ)				
<i>I. Засоби зорової інформації</i>				
1	Форма інформаційних моделей (сферична, прямокутна, кут нахилу до зорової осі оператора)			
2	Відстань від працівника до панелі			
3	Поле зору працівника (кутові розміри), кількість умовних одиниць огляду			
4	Раціональність розташування індикаторів на панелях (дотримання принципів функціональної значущості, частоти і послідовності використання), відповідність зонам видимості			
5	Тип індикаторів і відповідність їх характеру читання			
6	Форма й кутові розміри шкал			
7	Контрастність шкал, рівень			
8	Кількість відміток на шкалах			
9	Розміри відміток і позначень шкал, відповідність їх розміру шкал й дистанції причитування			
10	Форма, розміри і забарвлення стрілок			
11	Розміщення колірних індикаторів			
12	Освітлення індикаторів: загальне, місцеве (тип, обґрунтованість)			
13	Розміщення показників, їх характер (написи, символічні позначення), спосіб виконання			
<i>II. Засоби звукової інформації</i>				
1	Типи індикатора (сирена, дзвін, зумер), гучність			
2	Для селекторного зв'язку: кількість джерел, розбірливість мови			
Характеристика органів керування (ОК)				
1	Тип ОК (ручні, ножні), обґрунтованість вибору			
2	Відповідність руху ОК переміщенням стрілок індикаторів			
3	Відповідність ОК характеру дій працівника (точність, швидкість, тривалість)			
4	Опір ОК і відповідність оптимальним величинам			
5	Наявність фіксації ОК у певних положеннях			
6	Зручність захоплення і фіксації ОК кистю, стопою			

7	Помітність ОК (способи кодування)			
8	Наявність показників, їх характер, спосіб виконання			
9	Розташування ОК: відповідність принципам функціонального зв'язку, частоти і послідовності використання			
Характеристика робочого місця оператора				
1	Поза працівника, її обґрунтованість			
2	Положення корпусу працівника при роботі (пряме, похиле - кут нахилу)			
3	Наявність крісла і відповідність його розмірів антропометричним даним			
4	Можливість регулювання параметрів крісла			
5	Наявність простору для ніг і відповідність його антропометричним даним			
6	Розміри робочих зон рук (по фронту, в глибину, висоту), відповідність їх рекомендованим розмірам			
7	Розміри робочих зон ніг, відповідність їх рекомендованим розмірам			
Характеристика виробничого середовища				
1	Шкідливі чинники, що виникають при роботі, їх інтенсивність			
2	Засоби захисту працівника від дії шкідливих виробничих чинників, їх ефективність			
4	Освітленість місця роботи працівника			
5	Естетичне оформлення (фарбування, форми і т. ін) об'єкта дослідження			
6	Естетичне оформлення виробничого приміщення			
7	Оцінка розмірів кабіни (при її наявності) згідно з антропометричними даними, можливість огляду з робочого місця працівника			
Характеристика режиму роботи працівника				
1	Фізична напруга в роботі (постійно, періодично), оцінка її тяжкості (легка, середньої тяжкості, важка)			
2	Монотонність у роботі (категорія)			
3	Психічна напруга (постійно, періодично)			
4	Емоційна напруга			
5	Регламентовані перерви для відпочинку, їх обґрунтованість			

$$\sum \frac{\alpha_n + \beta_n}{100} =$$

202

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 14. Оцінка і способи забезпечення відповідності вимогам охорони праці параметрів шуму, ультра-, інфразвуку на робочих місцях

Мета роботи – дослідити вплив шуму, ультра- та інфразвуку на організм людини, а також сформувати практичні навички оцінювання параметрів акустичних факторів і забезпечення відповідності умов праці вимогам охорони праці.

Цілі роботи:

- ознайомитися з основними характеристиками шуму, ультра- та інфразвуку;
- вивчити вплив акустичних факторів на здоров'я та працездатність людини;
- розглянути нормативні вимоги щодо допустимих рівнів шуму на робочих місцях;
- сформувати навички оцінювання акустичної обстановки та вибору засобів захисту працівників.

Завдання роботи: навчитись застосовувати методи оцінювання параметрів шуму, ультра- та інфразвуку на робочих місцях; виробити вміння аналізувати рівень впливу акустичних факторів на працівників та визначати відповідність умов праці нормативним вимогам; освоїти здатність обирати й обґрунтовувати заходи та засоби захисту для зниження шкідливого впливу шуму й забезпечення безпечних умов праці.

Загальні відомості

Витяги з ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку:

Примітка. нумерація підрозділів подана як в першоджерелі, нумерацію таблиць і формул замінено на поточну.

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 1 хв. 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:

$$L = 20 \lg P/P_0 \quad (14.1)$$

де: P – середньоквадратичне значення звукового тиску у кожній октавній смузі, Па;
 P_0 – вихідне значення звукового тиску у повітрі, що дорівнює 2×10^{-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:

$$LA = 20 \lg PA / P_0 \quad (14.2)$$

де: PA – ефективне значення звукового тиску з урахуванням корекції "А" шумоміра, Па.

3.1.3. Середній рівень звуку або октавних рівнів звукового тиску визначається...»

Визначення середнього рівня шуму або октавних рівнів звукового тиску

Середній рівень шуму $L_{\text{Асер. дБА}}$ та середні октавні рівні звукового тиску $L_{\text{сер. дБ}}$ обчислюють за допомогою таблиці 14.1.

Таблиця 14.1.

Таблиця обчислення середнього рівню шуму

Різниця двох рівнів, що додаються, дБА або 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 виміряними рівнями не перевищує 5 дБ, то середнє значення $L_{\text{Асер. дБА}}$ $L_{\text{сер. дБ}}$ дорівнює середньому арифметичному значенню всіх вимірянних рівнів...».

«...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 дБА екв. 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.

Обчислення еквівалентного рівня переривчастого шуму

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

1. Визначають поправки L_{Ai} , дБА, L_i , дБ до значень вимірних рівнів шуму L_{Ai} , або октавних рівнів звукового тиску L_i в залежності від тривалості ступенів шуму відповідно до таблиці 14.2.

Таблиця 14.2.

Поправки до значень вимірних рівнів шуму

Тривалість ступенів переривчастого шуму, хв./	480	420	360	300	240	150	120	60	30	15	6
/ % за зміну	100	88	75	65	50	38	25	12	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 $L_{Ai} - L_{Ai}$, $L_i - L_i$ 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 Д.2.1 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 $L_{Ai} - L_{Ai}$ для кожного рівня.

$110 \text{ дБА} - 12,0 \text{ дБА} = 98,0 \text{ дБА}$

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

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

Визначаємо енергетичну суму рівнів за таблицею Д.1.1.

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

При різниці рівнів 6,0 дБА додаток $LA = 1 \text{ дБА}$, 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:

$$99,0 \text{ дБА} - 73,0 \text{ дБА} = 26,0 \text{ дБА}$$

При 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....»

«...3.1.5. Допускається для характеристики виробничого шуму на робочих місцях застосовувати дозу шуму або відносну дозу шуму. Метод розрахунку дози...».

«...Методи розрахунку доз шуму

З фізичної точки зору, еквівалентний рівень та доза є аналогами і можливий їх взаємний перерахунок, але у фізіолого-гігієнічному відношенні ці два параметри відрізняються принципово: еквівалентний рівень визначається по логарифмічній шкалі у децибелах від порога сприйняття, а доза - у частках від допустимої дози, яка є порогом шкідливого впливу, та оцінюється у лінійних величинах. Еквівалентний рівень відображає середнє значення рівня шуму за зміну, а доза характеризує сумарну енергію шуму за зміну.

При гігієнічній оцінці за допомогою дози одержане фактичне значення порівнюємо з допустимим, а результат виражаємо у її кратності. Для логарифмічних рівнів фактичне їх значення порівнюємо з допустимим, а одержану різницю за таблицею 14.3 переводимо у рази.

Таблиця 14.3

Співвідношення різниць рівнів шуму до відношень доз

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 числове значення отриманої різниці рівнів у таблиці відсутнє, то по стрічці «Різниця рівнів» знаходимо значення, які у 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 $10 + 2$; $9 + 3$ і т.д. По стрічці «Різниця рівнів» знаходимо, що 10 дБА відповідає дозам 10; 2дБА – 1,6; 9дБА – 8; 3дБА - 2. Отримані дози перемножуємо $10 \times 1,6 = 16$; $8 \times 2 = 16...$ »

«...3.2. Параметри інфразвуку, що нормуються.

3.2.1. 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.

3.2.2. Для непостійного інфразвуку параметром, що нормується, є загальний еквівалентний рівень звукового тиску по шкалі «Лінійна» шумоміра у дБ лін. Еквівалентний рівень визначають відповідно до додатків 2 та 3.

3.2.3. 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 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, утворюваного 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:

$$L_v = 20 \lg V/V_o \quad (14.3)$$

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

V_o – опорне значення віброшвидкості, що дорівнює 5×10 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.

Вимірювання еквівалентних рівнів шуму слід проводити інтегруючими шумомірами та шумоінтеграторами.

Допускається використовувати індивідуальні дозиметри шуму з параметром еквівалентності $q = 3$ – число децибел, що додаються до рівня шуму, при зменшенні часу його дії у 2 рази для збереження тієї ж дози шуму.

Прилади повинні бути перевірені в органах Держстандарту.

4.1.4. До та після вимірювань проводять акустичну або електричну калібровку вимірювальних приладів. Різниця в калібровці не повинна перевищувати 1 дБ.

4.1.5. При проведенні вимірювань мікрофон слід розташовувати на висоті 1,5 м над рівнем підлоги чи робочого майданчика (якщо робота виконується стоячи) чи на висоті та відстані 15 см від вуха людини, на яку діє шум (якщо робота виконується сидячи чи лежачи). Мікрофон повинен бути зорієнтований у напрямку максимального рівня шуму та віддалений не менш ніж на 0,5 м від оператора, який проводить вимірювання.

4.1.6. При швидкості руху повітря більш ніж 1 м/с на місці, де проводяться виміри, мікрофон захищений протиповітряним пристроєм.

4.1.7. При проведенні вимірювань октавних рівнів звукового тиску перемикач частотної характеристики пристрою встановлюють в положенні «фільтр». Октавні рівні звукового тиску вимірюють у смугах з середньгеометричними частотами 31,5 – 8000 Гц.

При проведенні вимірювань рівнів звуку та еквівалентних рівнів звуку, дБА, дБА екв. перемикач частотної характеристики пристрою встановлюють у положенні «А» чи «А екв».

4.1.8. При проведенні вимірювань рівнів шуму та октавних рівнів звукового тиску постійного шуму перемикач часової характеристики пристрою встановлюють в положення «повільно». Значення рівнів приймають за середніми показниками при коливанні стрілки пристрою.

4.1.9. Значення рівнів шуму та октавних рівнів звукового тиску зчитують зі шкали пристрою з точністю до 1 дБА, дБ.

4.1.10. Вимірювання рівнів шуму та октавних рівнів звукового тиску постійного шуму повинні бути проведені у кожній точці не менше трьох разів.

4.1.11. При проведенні вимірювань еквівалентних рівнів шуму, що коливаються в часі, для визначення еквівалентного (за енергією) рівня шуму перемикач часової характеристики пристрою встановлюють в положенні «повільно». Значення рівнів шуму приймають за показниками стрілки пристрою у момент відліку.

4.1.12. При проведенні вимірювань максимальних рівнів імпульсного шуму перемикач часової характеристики пристрою встановлюють в положенні «імпульс». Значення рівнів приймають за максимальним показником пристрою.

4.1.13. Інтервали відліку рівнів шуму, що коливається в часі, при вимірюваннях еквівалентного рівня тривалістю 30 хвилин становлять 5-6 с при загальній кількості відліків 360.

4.1.14. Для наочного графічного зображення розподілу рівнів шуму у виробничих приміщеннях рекомендується складати карти шуму.

4.2. Вимірювання інфразвуку проводять на постійних робочих місцях (біля органів керування машин, пультів, в кабінах і т. п.), або в робочих зонах обслуговування при роботі обладнання у характерному режимі.

В кабінах самохідних та транспортно-технологічних машин вимірювання проводять при відчинених та зачинених вікнах, при цьому, мікрофон розміщують на відстані 15 см від вуха працюючого.

4.2.1. Вимірювання інфразвуку проводиться шумомірами 1 класу з частотною характеристикою від 1 Гц і октавними або третиною октавними фільтрами, а мікрофон повинен мати нижньочастотну межу 2-3 Гц. Дозволяється використання магнітографа з частотною характеристикою не менш ніж 2 Гц.

4.2.2. Для постійного інфразвуку вимірюють рівні звукового тиску у дБЛін (лінійні без частотної корекції, що дозволяє точно оцінити низькочастотне навантаження) та рівні шуму у дБА (кориговані – для оцінки загального впливу на слуховий апарат), а також спектр у октавних смугах з відліком показників за середнім положенням стрілки шумовимірювача на характеристиці «повільно», або проводять магнітний запис інфразвуку, а для непостійного – визначають їх відповідні еквівалентні рівні.

Для непостійного інфразвуку у вигляді піків, що повторюються, або імпульсів проводять додатково відлік за характеристикою «швидко» шумоміра по максимуму показника

4.2.3. Час спостереження при вимірюванні октавних рівнів звукового тиску повинен відповідати величинам...»

«...Мінімальний та рекомендований час вимірювання при частотному аналізі інфразвуку (табл 14.4).

Таблиця 14.4.

Мінімальний та рекомендований час вимірювання при частотному аналізі інфразвуку

Час вимірювання	Помилка оцінки рівнів, дБ	Час вимірювання (с) в октавних полосах середньо геометричних частот, Гц			
		2	4	8	16
Мінімальний	+3	30	15	8	4
Рекомендований	+1	300	150	80	40

4.3. Вимірювання ультразвуку у повітряному середовищі проводиться згідно з пунктом 4.1.6 на відстані 0,5 м від контуру устаткування та не менш ніж 2 м від оточуючих поверхонь. Вимірювання потрібно проводити не менш ніж у 4 контрольних точках по контуру устаткування; при цьому, відстань між точками вимірювання не повинна перевищувати 1 м.

4.4. Вимірювання ультразвуку, який поширюється контактним шляхом, проводиться шляхом визначення пікового значення віброшвидкості на поверхнях, призначених для контакту з руками оператора.

4.4.1. Вимірювання повинно проводитися інтерферометром у точці максимального випромінювання. Рекомендований вимірювальний тракт повинен складатися з датчика з чутливістю, яка дозволяє реєструвати ультразвукові коливання з рівнем коливальної швидкості на поверхні не нижче 80 дБ, лазерного інтерферометра, схеми обробки сигналів, яка включає фільтри низької та високої частоти, мілівольтметра ВЗ-40, підсилювача частоти диференціального ланцюга та імпульсного мілівольтметра ВЧ-12.

4.4.2. Вимірювання рівнів ультразвуку слід проводити не менше трьох разів у кожній октавній смузі у кожній точці.

При вимірюванні непостійних рівнів звукового тиску відлік проводять при максимальних значеннях.

5. Нормативи виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку

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

Нормовані значення рівнів шуму по октавних смугах

N п/п	Вид трудової діяльності, робоче місце	Рівні звукового тиску в дБ в октавних смугах з середньо геометричними частотами, Гц									Рівні шуму та еквіва- лентні рівні шуму, ДБА, дБАекв.
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
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
3.	Робота, що виконується з вказівками та	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65

N п/п	Вид трудової діяльності, робоче місце	Рівні звукового тиску в дБ в октавних смугах з середньо геометричними частотами, Гц									Рівні шуму та еквіва- лентні рівні шуму, ДБА, дБАекв.
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
	акустичними сигналами, які часто знаходять, робота, що потребує постійного слухового контролю, операторська робота за точним графіком з інструкцією, диспетчерська робота: робочі місця у приміщеннях диспетчерської служби, кабінетах та приміщеннях спостереження та дистанційного керування з мовним зв'язком по телефону, друкарських бюро, на дільницях точного складання, на телефонних та телеграфних станціях, у приміщеннях майстрів, у залах обробки інформації на обчислювальних машинах без дисплея та у приміщеннях операторів-акустиків										

...»

Примітка. Таблиця 14.5 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 14.5.

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 14.5. 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.

Таблиця 14.6

Ступені шкідливості праці в залежності від небезпечності та напруженості

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:

Таблиця 14.7

Допустимі рівні ультразвукового тиску в третинооктавних смугах

Середньо геометричні 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».

Таблиця 14.8

Допустимі рівні ультразвукового тиску в октавних смугах

Середньо геометричні 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

Таблиця 14.9

Максимальна величина ультразвуку у зонах контакту рук оператора з устаткуванням

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

Таблиця 14.10

Допустимі рівні інфразвуку на робочих місцях

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

Хід виконання роботи

Знайти сумарний вплив шуму на робочих місцях, порівняти з нормативним значенням, зробити висновки та дати рекомендації

Задача.

Умова. На підприємстві, де встановлено нормоване значення 75дБА, працюють джерела переривчастого шуму, характеристики яких наведено у вихідних

1. За таблицею 14.2. визначити LA для кожного найближчого значення рівня

Примітка: див. приклад у теоретичних відомостях

2. Визначити величини LA_{ip} = LA_i - LA_i для кожного рівня.

3. Визначити енергетичну суму рівнів за таблицею 14.1. (див. вище в теоретичних відомостях) за вихідними даними (додаток 14.1) визначити еквівалентний рівень шуму, якщо відомо час дії (t_i, хв..) та відповідно виміряні значення рівнів шуму (LA_i, дБА);

4. Перевірити отримане значення можна за допомогою формули

$$LA_{\text{сум}} = 10 \lg (10^{0,1LA_{1p}} + 10^{0,1LA_{2p}} + 10^{0,1LA_{3p}} + 10^{0,1LA_{4p}})$$

Примітка: похибка в значеннях має бути менше, ніж 1дБА

5. Зробити висновок щодо відповідності виміряних значень нормі та дати рекомендації

6. Отримані результати записати у звіт за формою (Додаток 14.2).

Примітка: рахувати необхідно послідовно від найбільшого значення рівня шуму до найменшого

Вихідні дані

№ варіанту	Фактичні значення							
	Перший вимір		Другий вимір		Третій вимір		Четвертий вимір	
	t1, хв..	LA1, дБА	t2, хв..	LA2, дБА	t3, хв..	LA3, дБА	t4, хв..	LA4, дБА
1	60	81	300	70	60	74	60	79
2	300	72	120	72	30	77	30	80
3	240	83	120	82	60	69	60	87
4	240	81	60	83	120	73	60	85
5	300	78	60	81	60	77	60	83
6	300	76	120	76	30	82	30	84
7	240	86	120	85	60	81	60	90
8	60	94	240	84	120	81	60	92
9	30	97	300	83	120	86	30	95
10	240	86	60	88	120	74	60	90
11	120	79	240	72	60	77	60	80
12	240	83	120	82	60	79	60	87
13	120	89	240	82	60	74	60	90
14	120	76	30	78	300	68	30	80
15	240	79	60	81	120	69	60	83
16	60	94	60	90	300	75	60	92
17	240	86	60	88	60	85	120	87
18	300	67	30	73	120	66	30	75
19	300	70	30	76	30	75	120	72
20	120	86	240	79	60	82	60	87
21	240	76	60	78	120	71	60	80
22	240	78	60	80	60	69	120	79
23	240	75	120	74	60	74	60	79
24	120	86	30	88	30	79	300	80
25	300	66	30	72	120	61	30	74
26	120	76	30	78	300	57	30	80
27	240	78	60	80	120	68	60	82
28	120	84	30	86	300	70	30	88
29	120	74	60	73	240	61	60	75
30	300	74	30	80	120	66	30	82

Звіт по практичній роботі № 14 «Оцінка і способи забезпечення відповідності вимогам охорони праці параметрів шуму, ультра-, інфразвуку на робочих місцях»
студента _____ групи _____ Варіант _____

Вихідні дані:

LA1 = _____ дБА протягом _____ хв.

LA2 = _____ дБА протягом _____ хв.

LA3 = _____ дБА протягом _____ хв.

LA4 = _____ дБА протягом _____ хв.

LAдоп _____

1. За таблицею Д.2.1 визначаємо LA для кожного найближчого значення рівня.

1.1 LA1 = _____ дБА

1.2 LA2 = _____ дБА

1.3 LA3 = _____ дБА

1.4 LA3 = _____ дБА

2. Визначаємо величини LAi - LAi для кожного рівня.

2.1 LA1p = _____ - _____ = _____

2.2 LA2p = _____ - _____ = _____

2.3 LA3p = _____ - _____ = _____

2.4 LA4p = _____ - _____ = _____

3.1. Визначаємо енергетичну суму рівнів за таблицею Д.1.1.

3.1.1. _____ - _____ = _____

3.1.2. _____ + _____ = _____

3.1.3. _____ - _____ = _____

3.1.4. _____ + _____ = _____

3.1.5. _____ - _____ = _____

3.1.6. _____ + _____ =

3.2. Розрахуємо енергетичну суму рівнів за формулою (з точністю до двох знаків після коми)

$$LA_{\text{сум}} = 10 \lg (10^{0,1LA1p} + 10^{0,1LA2p} + 10^{0,1LA3p} + 10^{0,1LA4p}) =$$

= **6. Висновки:**

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Основна література

1. Охорона праці та цивільний захист: підручник / О. Г. Левченко, О. І. Полукаров, Ю. О. Полукаров, О. В. Землянська, С. Ф. Каштанов, за ред. О. Г. Левченка; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т України «КПІ ім. Ігоря Сікорського». – Київ: Вид-во «Каравела», 2026. – 460 с.
2. Безпека життєдіяльності та цивільний захист: підручник / О. Г. Левченко, О. В. Землянська, Н. А. Праховнік, В. В. Зацарний. – Київ: Каравела, 2021. – 268 с. (друге видання). URL: <https://ela.kpi.ua/items/91e452e3-2b20-4989-94ba-9d636b77d34a>
3. Безпека життєдіяльності та цивільний захист: додатки до підручника / О. Г. Левченко, О. В. Землянська, Н. А. Праховнік, В. В. Зацарний. – Київ: Каравела, 2021. – 312 с. (друге видання). URL: <https://ela.kpi.ua/items/b7a487b0-7646-42bf-9481-7bc31caba0af>
4. Безпека життєдіяльності та цивільний захист. Практикум [Електронний ресурс] / О. В. Землянська, Н. Ф. Качинська, Н. А. Праховнік, М. О. Мітюк. – Електронне видання (1 файл: 2,55 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 113 с. – URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/42305>.
5. Labour Protection and Civil Defense [Electronic resource] textbook for undergraduate students / O. Levchenko, O. Polukarov, O. Arlamov, Y. Polukarov, O. Zemlyanska; edited by O. Levchenko. – Electronic text data (1 file: 3,28 Mb). – Kyiv: Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, 2021. – 352 p. URL: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/80d12e83-f5bd-44a1-b138-9adc1aa2aa55/content>
6. Інструкції з безпеки життєдіяльності під час дії воєнного стану для студентів КПІ ім. Ігоря Сікорського [Електронний ресурс] / О. В. Землянська; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові данні (1 файл: 1,25 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 56 с. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/48192>
7. Виробнича санітарія: навч. посіб. / К. Н. Ткачук, В. Л. Филипчук, С. Ф. Каштанов та ін. – Рівне, 2012. – 443 с.
8. Охорона праці та цивільний захист. Лабораторний практикум [Електронний ресурс]: навч. посіб. / Н. Ф. Качинська, О. В. Землянська, О. Ю. Арламов, А. І. Ковтун, Г. В. Демчук. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 113 с. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/45082>.

Основні законодавчі та нормативно-правові акти

1. Конституція України. Основний закон України № 254к/96-ВР від 28.06.1996 р. (поточна редакція – 01.01.2020 р.) – <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/254%D0%BA/96-%D0%B2%D1%80#Text>
2. Кодекс цивільного захисту України № 5403-VI від 02.10.2012 р. (поточна редакція – 01.01.2025 р.) – <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17#Text>
3. Закон України «Про національну безпеку України» № 2469-VIII від 21.06.2018 р. (поточна редакція – 24.01.2026 р.) – <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2469-19#Text>
4. Закон України «Основи законодавства України про охорону здоров'я» від 19.11.1992 р. № 2801-XII (поточна редакція – 11.02.2026 р.) – <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2801-12#Text>
5. Закон України «Про систему громадського здоров'я» від 06.09.2022 р. № 2573-IX (поточна редакція – 01.01.2026 р.) – <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2573-20#Text>
6. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97). – Київ: Відділ поліграфії Українського центру Держсанепіднагляду МОЗ України, 1998. – 125 с.
7. Закон України «Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку» від 08.02.1995 р. № 39/95-ВР (поточна редакція – 01.01.2026 р.) – <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/39/95-%D0%B2%D1%80#Text>
8. Закон України «Про поводження з радіоактивними відходами» від 30.06.1995 р. № 255/95-ВР (поточна редакція – від 01.01.2024 р.) – <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/255/95-%D0%B2%D1%80#Text>
9. Закон України «Про приєднання України до Віденської конвенції про цивільну відповідальність за ядерну шкоду» від 12.07.1996 р. № 334/96-ВР – <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/334/96-%D0%B2%D1%80#Text>
10. Закон України «Про захист людини від впливу іонізуючих випромінювань» від 14.01.1998 р. № 15/98-ВР (поточна редакція – 17.09.2023 р.) – <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/15/98-%D0%B2%D1%80#Text>
11. Закон України «Про об'єкти підвищеної небезпеки» від 18.01.2001 р. №2245-III (поточна редакція – 01.01.2024 р.) – <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2245-14#Text>
12. Закон України «Про правовий режим надзвичайного стану» від 16.03.2000 р. № 1550-III (поточна редакція – 18.05.2024 р.) – <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1550-14#Text>
13. Закон України «Про національну безпеку України» № 2469-VIII від

- 21.06.2018 р. (поточна редакція від 24.01.2026 р.) – <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2469-19#Text>
14. Закон України «Про оборону України» № 1932-ХІІ від 06.12.1991 р. (поточна редакція від 12.04.2026 р.) – <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1932-12#Text>
15. Закон України «Про зону надзвичайної екологічної ситуації» від 13.07.2000 р. № 1908-ІІІ (поточна редакція – 31.03.2023 р.) – <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1908-14#Text>
16. Постанова Кабінету Міністрів України «Порядок класифікації надзвичайних ситуацій за їх рівнями» від 24.03.2004 р. № 368 (поточна редакція – 05.05.2026 р.) – <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/368-2004-%D0%BF#Text>
17. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку здійснення навчання населення діям у надзвичайних ситуаціях» від 26.06.2013 р. № 444 (поточна редакція – 01.01.2026 р.) – <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/444-2013-%D0%BF#Text>
18. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Положення про єдину державну систему цивільного захисту» від 09.01.2014 р. № 11 (поточна редакція – 05.05.2026 р.) – <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/11-2014-%D0%BF#Text>
19. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження типових положень про функціональну і територіальну підсистеми єдиної державної системи цивільного захисту» від 11.03.2015 р. № 101 (поточна редакція – 05.05.2026) – <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/101-2015-%D0%BF#Text>
20. Розпорядження Кабінету Міністрів України «Про затвердження плану основних заходів цивільного захисту на 2026 рік» від 05.02.2026 р. № 116-р. – <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/116-2026-%D1%80#Text>
21. Наказ Міністерства енергетики та вугільної промисловості України «Про затвердження Правил безпеки під час поводження з вибуховими матеріалами промислового призначення» від 12.06.2013 р. № 355 (поточна редакція від 16.02.2024 р.) – <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1127-13#Text>
22. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку створення та використання матеріальних резервів (крім державних) для запобігання виникненню надзвичайних ситуацій і ліквідації їх наслідків» від 30.09.2015 р. № 775 (поточна редакція – 28.11.2025 р.) – <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/775-2015-%D0%BF#Text>
23. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку забезпечення населення і працівників формувань та спеціалізованих служб цивільного

захисту засобами індивідуального захисту, приладами радіаційної та хімічної розвідки, дозиметричного і хімічного контролю» від 19.09.2002 р. № 1200 (поточна редакція – 26.08.2025 р.) – <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1200-2002-%D0%BF#Text>

24. ДБН В.2.2.5:2023 «Захисні споруди цивільного захисту» – https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=104666

25. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку проведення евакуації у разі загрози виникнення або виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру»: від 30.10.2013 р. № 841 (поточна редакція – 22.05.2026 р.) – <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/841-2013-%D0%BF#Text>

26. Постанова Кабінету Міністрів України «Про деякі питання використання захисних споруд цивільного захисту» від 10.03.2017 р. № 138 (поточна редакція – 02.01.2025 р.) – <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/138-2017-п#Text>

27. Лист Міністерства освіти і науки України та Державної служби України з надзвичайних ситуацій «Про заходи безпеки на можливі ризики виникнення надзвичайних ситуацій, терористичних актів, диверсій, мінування» № 1/9-55/02-1645/12 від 05.02.2015 р. – https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v5_12729-15#Text