

Міністерство освіти і науки України  
Донбаська державна машинобудівна академія (ДДМА)

# **БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ**

## **Методичні вказівки**

**до організації самостійної роботи  
студентів усіх спеціальностей  
денної та заочної форм навчання**

Затверджено  
на засіданні  
методичної ради  
Протокол № 8 від 18.06.2015

Краматорськ  
ДДМА  
2015

Безпека життєдіяльності : методичні вказівки до організації самостійної роботи студентів усіх спеціальностей денної та заочної форм навчання / уклад. Г. О. Санталова. – Краматорськ : ДДМА, 2014. – 48 с.

Наведено основні положення щодо організації самостійної роботи студентів з дисципліни «Безпека життєдіяльності», програму курсу, методичні вказівки до вивчення дисципліни, розв'язання задач з тем дисципліни, перелік питань і завдань для підготовки до складання заліку з дисципліни, термінологію безпеки життєдіяльності, перелік літератури тощо.

Подано рекомендації для оцінки негативного впливу промислового об'єкту на навколишнє середовище, розрахунку та аналізу ступеня ризику небезпечної події або технічної системи, критерій діяльності оператора та необхідний довідковий матеріал. Данні методичні вказівки складено з метою зменшення непродуктивних витрат часу студента на вивчення дисципліни, що сприяє більш раціональному плануванню часу.

Укладач

Г. О. Санталова, доц.

Відп. за випуск

А. П. Авдєєнко, проф.

*Навчальне видання*

## **БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ**

### **Методичні вказівки**

**до організації самостійної роботи студентів усіх спеціальностей  
денної та заочної форми навчання**

Укладач **САНТАЛОВА Ганна Олександрівна**

За авторським редагуванням

Комп'ютерне верстання С. П. Шнурік

30/2014. Формат 60 × 84/16. Ум. друк. арк. 2,79.

Обл.-вид. арк. 2,26. Тираж пр. Зам. №

Видавець і виготівник

Донбаська державна машинобудівна академія

84313, м. Краматорськ, вул. Шкадінова, 72.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи

ДК №1633 від 24.12.2003

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	4
1 ПРОГРАМА КУРСУ «БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ» .....	6
2 МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ .....	7
2.1 Методичні вказівки для студентів денної форми навчання .....	7
2.2 Методичні вказівки для студентів заочної форми навчання.....	8
3 ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ.....	9
3.1 Оцінка негативного впливу промислового об'єкту на навколишнє середовище .....	9
3.2 Розрахунок ступеня ризику небезпечної події .....	13
3.3 Аналіз ступеня ризику технічної системи .....	14
3.4 Критерії оцінки діяльності оператора .....	21
3.5 Гранично припустимі норми діяльності оператора .....	25
3.6 Задачі для самостійного рішення .....	29
4 ПИТАННЯ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ДО КОНТРОЛЬНИХ РОБІТ ТА ЗАЛІКУ .....	31
4.1 Питання для підготовки до контрольних робіт для студентів денної форми навчання .....	31
4.2 Питання для підготовки до заліку.....	32
5 ТЕСТИ ДЛЯ ПЕРЕВІРКИ РІВНЯ ЗАСВОЄННЯ МАТЕРІАЛУ .....	33
ЛІТЕРАТУРА .....	38
Додаток А. Термінологія безпеки життєдіяльності .....	39
Додаток Б. Таблиці для практичних завдань .....	45

## ВСТУП

Дисципліна «Безпека життєдіяльності» (БЖД) вивчається відповідно до навчальних планів підготовки студентів з усіх спеціальностей машинобудівного профілю.

«Безпека життєдіяльності» – нормативна дисципліна, яка вивчається в вищих закладах з метою формування у майбутніх фахівців знань щодо стану і проблем безпеки людини в умовах впливу негативних факторів оточуючого середовища, охорони праці, методів і засобів забезпечення умов виробничого середовища і безпеки праці згідно з чинними законодавчими та іншими нормативно-правовими актами, знань щодо стану і проблем захисту населення в умовах надзвичайних ситуацій.

Метою вивчення дисципліни «БЖД» є набуття студентом компетенцій, знань, умінь і навичок для здійснення професійної діяльності за спеціальністю з урахуванням ризику виникнення техногенних аварій й природних небезпек, які можуть спричинити надзвичайні ситуації та привести до несприятливих наслідків на об'єктах господарювання, а також формування у студентів відповідальності за особисту та колективну безпеку.

Завдання вивчення дисципліни передбачає опанування знаннями, вміннями та навичками вирішувати професійні завдання з обов'язковим урахуванням галузевих вимог щодо забезпечення безпеки персоналу та захисту населення в небезпечних та надзвичайних ситуаціях і формування мотивації щодо посилення особистої відповідальності за забезпечення гарантованого рівня безпеки функціонування об'єктів галузі, матеріальних та культурних цінностей в межах науково-обґрунтованих критеріїв прийнятного ризику.

В результаті вивчення дисципліни студент повинен:

### **уміти:**

- практично здійснювати засоби підвищення безпеки і екологічності технічних засобів і технологічних процесів,
- здійснювати засоби щодо самозахисту і захисту виробничого персоналу, населення від наслідків аварій, катастроф, стихійного лиха,
- оцінювати радіаційну, хімічну, біологічну обстановку та обстановку, яка може виникнути внаслідок стихійного лиха чи аварії, приймати відповідні рішення.

### **знати:**

- небезпечні і шкідливі чинники середовища і наслідки їхніх негативних дій,
- засоби і методи підвищення безпеки і екологічності технічних засобів і технологічних процесів,
- роль і завдання інженерно-технічних робітників у їхній реалізації,
- характеристики осередків ураження, які виникають у надзвичайних ситуаціях мирного і воєнного часу,

- засоби захисту населення від уражаючих факторів аварій, катастроф, стихійного лиха і застосування сучасної зброї,
- основи стійкої роботи промислових об'єктів у надзвичайних ситуаціях,
- основи організації і проведення рятувальних та інших невідкладних робіт.

**опанувати навиками:**

- роботи з довідкової та іншою технічною літературою;
- планування, проведення досліджень та експериментів і математичної обробки отриманих результатів;
- формулювання загальних і часткових висновків за результатами досліджень;
- орієнтування в основних нормативно-правових актах в області забезпечення безпеки.

Навчальна дисципліна «БЖД» використовує досягнення та методи фундаментальних та прикладних наук з філософії, біології, фізики, хімії, соціології, психології, екології, економіки, менеджменту.

# 1 ПРОГРАМА КУРСУ «БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ»

## **Предмет БЖД, його мета. Середовище існування людини.**

Актуальність проблем безпеки життєдіяльності. Проблеми безпеки в системі «людина–середовище проживання» основа виникнення науки БЖД. Аксиома про потенціальну небезпеку. Предмет БЖД, його мета. Теорія, методологія і засоби БЖД.

Середовище існування людини, види. Біосфера, характеристика, учення про біосферу. Розвиток біосфери. Природні і антропогенні чинники середовища проживання. Взаємодія людини з середовищем проживання. Енергетичне забруднення біосфери: теплові викиди, шум, вібрація, ультразвук, інфразвук, іонізація, електромагнітні випромінювання, електромагнітні поля. Екологічна криза. Засоби охорони та оптимізації навколишнього середовища (різноманітні засоби очищення компонентів біосфери, раціональне природокористування, маловідходні та безвідходні технології, екологічна і природоохоронна освіта і виховання, міжнародне співробітництво та інші).

Література: [1, с. 6–30; 2, с. 6–25; 3, с. 3–24; 4; 5; 7].

## **Основні положення теорії ризику**

Безпека життєдіяльності – наука про небезпеку. Небезпека, класифікація небезпеки. Номенклатура небезпеки. Відкриття небезпеки. Причини і наслідки небезпеки. Кількісна оцінка небезпеки. Ризик. Класифікація ризику. Оцінка міри ризику. Концепція прийняттого ризику. Системний аналіз безпеки, методика вивчення ризику: система, системний аналіз, принцип системності; методологія системного аналізу, його мета, послідовність вивчення небезпеки, засіб аналізу ризику системи за допомогою дерева відмов.

Література: [2, с. 26–38; 3, с. 25–38; 6; 7].

## **Характеристика людини як елемента системи «людина–середовище існування»**

Людина як елемент системи «людина–середовище існування», психологічні чинники в питаннях безпеки .

Психологія безпеки діяльності: психічні процеси, властивості і стани, запредельні форми психічного стану, особливі психічні стани, виробничі психічні стани (стан стомлення, монотонності, емоційна напруга), психологічні причини утворення небезпечних ситуацій і виробничих травм, поведіння людини в аварійних ситуаціях, стимулювання безпеки діяльності.

Психологічні та психофізичні характеристики людини: характеристика аналізаторів, антропометричні характеристики, психічні функції і процеси. Працездатність людини і: динаміка: стрес і адаптація, фази працездатності, заходи для підтримки оптимальної працездатності.

Література: [2, с. 40–64; 3, с. 42–71; 6; 7].

## Основи забезпечення БЖД

Принципи, засоби, методи забезпечення безпеки діяльності людини. Ергономіка, предмет, завдання, основні визначення. Взаємозв'язок «людина–машина». Функції людини в системах «людина–машина». Збігання характеристик людини і виробничого середовища: інформаційна, біофізична, енергетична, просторово-антропометрична, техніко-естетична. Надійність людини як ланки складної технічної системи. Критерії оцінки діяльності оператора. Гранично допустимі норми діяльності оператора. Оцінка надійності системи «людина–машина». Виробниче середовище і безпека діяльності людини: шкідливі чинники виробничого середовища і вимоги до навколишнього середовища з позицій БЖД.

Питання безпеки життєдіяльності в законодавчих і нормативно-технічних документах.

Література: [1, с. 47–82; 2, с. 64–75; 3, с. 72–91; 4; 6; 7].

## 2 МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

### 2.1 Методичні вказівки для студентів денної форми навчання

Навчальна дисципліна «Безпека життєдіяльності» вивчається згідно навчальних планів підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня «спеціаліст» усіх напрямків підготовки.

Загальний обсяг часу для вивчення дисципліни складає 72 години, тобто 2 кредити ECTS.

Розподіл навчальних годин за видами навчальних занять для студентів денної форми навчання здійснюється відповідно до навчального плану і наведено у таблиці 2.1.

*Таблиця 2.1 – Розподіл навчальних годин за видами навчальних занять для студентів денної форми навчання*

Триместр	Кредити ECTS	Модулі	Всього годин	Розподіл за видами занять				Підсумковий контроль
				Лекції	Практичні роботи	Контроль знань	СРС	
1–4	2	1	72	16 (18)*	7 (9)*	4	45 (48)*	залік

Примітка. \* В першому триместрі.

На протязі триместру з метою перевірки якості знань та ступені засвоєння матеріалу здійснюються контрольні роботи. Перша контрольна робота виконується за темами розділу «Предмет БЖД, його мета. Середовище існування людини», «Основні положення теорії ризику», друга контрольна робота – за темами «Характеристика людини як елемента системи «людина–середовище існування», «Основи забезпечення БЖД». З метою закріплення знань, які одержали студенти при вивченні дисципліни, та формування навичок критичної оцінки умов праці на робочих місцях виконується індивідуальна розрахункова робота [1]. Приклад рішення розрахункового завдання наведено у розділі 3. Вихідні данні для розрахунків наведено у табл. Б.1. Рекомендації щодо застосування рейтингової оцінки рівня підготовки студентів з дисципліни наведено у табл. 2.2.

*Таблиця 2.2 – Застосування рейтингової оцінки рівня підготовки студентів*

Кількість модулів	Кількість кредитів	Контрольна точка	Кількість балів мін/макс
1	2	К.Р. № 1	22/40
		К.Р. № 2	21/40
		РГР	12/20
Всього за модуль			55/100

Питання для підготовки до заліку наведено у розділі 4. Приклади тестів для перевірки рівня засвоєння матеріалу наведено у розділі 5.

Для груп прискореної форми навчання вивчення дисципліни «БЖД» навчальним планом не передбачено.

## **2.2 Методичні вказівки для студентів заочної форми навчання**

Розподіл навчальних годин за видами навчальних занять для студентів заочної форми навчання здійснюється відповідно до навчального плану і наведено у таблиці 2.3.

Білет для заліку складається з тестових та розрахункових завдань.

Питання для підготовки до заліку наведено у розділі 4. Приклади тестів для перевірки рівня засвоєння матеріалу наведено у розділі 5.

Рекомендації щодо застосування рейтингової оцінки рівня підготовки студентів з дисципліни наведено у таблиці 2.4.



Таблиця 2.3 – Розподіл навчальних годин за видами навчальних занять для студентів заочної форми навчання

Триместр	Кредити ECTS	Модулі	Всього годин	Розподіл за видами занять			Підсумковий контроль
				Лекції	Контроль знань	СРС	
1, 2, 3	2	1	72	4	4	64	залік

Таблиця 2.4 – Рейтингові оцінки рівня підготовки студентів

Кількість модулів	Кількість кредитів	Контрольна точка	Кількість балів min/max
1	2	Складання заліку	55/100

### 3 ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ

#### 3.1 Оцінка негативного впливу промислового об'єкту на навколишнє середовище

Основними забруднювачами навколишнього середовища є газоподібні речовини, аерозолі та тверді речовини. Найбільш розповсюдженими газами, що забруднюють повітря, є сірчистий і сірчаний ангідриди, оксиди азоту, аміак, сполуки фтору, хлору, сірководень, оксид вуглецю, ненасичені вуглеводні.

Маса токсичних речовин, що викидаються котлом чи іншим пристроєм, який працює на паливі, залежить від складу палива, виду, стану і режиму устаткування і безлічі інших факторів. При виявленні забруднення атмосферного повітря недостатньо знати, які це речовини і які їхні концентрації, необхідно ще оцінити, наскільки виявлені концентрації перевищують припустиму межу.

Для оцінки впливу роботи промислового об'єкта на навколишнє середовище необхідно порівняти концентрації токсичних речовин із гранично припустимими концентраціями цих речовин, середньодобовими, регламентовані ГОСТ 17.2.3.02-78 «Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями» (табл. Б.2). У загальному випадку концентрація кожної забру-

днюючої речовини повинна бути меншою від гранично припустимої, середньодобової.

При спільній наявності в атмосферному повітрі декількох речовин, що мають односпрямовану дію, необхідно враховувати ефект підсумовування. Так, при роботі з використанням твердого і рідкого палив необхідним є виконання такої умови:

$$\frac{C_{SO_2}}{ГПК_{SO_{2\text{м.р.}}}} + \frac{C_{NO_2}}{ГПК_{NO_{2\text{м.р.}}}} \leq 1, \quad (3.1)$$

де  $C_{SO_2}$ ,  $C_{NO_2}$  – концентрації, мг/м<sup>3</sup>;

$ГПК_{SO_2}$ ,  $ГПК_{NO_2}$  – максимальноразові гранично припустимі концентрації, мг/м<sup>3</sup>, (табл. Б.2).

Усі види гранично припустимих концентрацій відносяться до окремих речовин. Тим часом у повітрі може бути присутнім від однієї до сотні токсичних речовин. Для оцінки результуючого забруднення атмосфери розраховують комплексний показник Р, що враховує характер комбінованого впливу речовин і їхній клас небезпеки за формулою:

$$P = \sqrt{K_{\text{ТВ}}^2 + K_{SO_2}^2 + K_{NO_2}^2 + K_{CO}^2 + K_{V_2O_5}^2}, \quad (3.2)$$

де  $K_i$  – фактичне середньорічне забруднення атмосфери конкретною речовиною і у частках середньодобової гранично припустимої концентрації, наведене до біологічного еквіваленту 3-го класу небезпеки.

Для одержання цього значення спочатку визначають кратність перевищення для кожної речовини:

$$K_i = \frac{C_i}{ГПК_{\text{сд}}}.$$

Якщо коефіцієнт перевищення для речовини менший від одиниці, то ця сполука не враховується при розрахунку показника забруднення.

Наведення коефіцієнтів перевищення до біологічного еквіваленту 3-го класу небезпеки здійснюється за формулами, або за табл. Б.3:

– для речовин першого класу небезпеки:

$$K_{1-3} = K_i \cdot 3^{2,89 \cdot \lg K_i};$$

– для речовин 2-го класу небезпеки:

$$K_{2-3} = K_i \cdot \left(\frac{3}{2}\right)^{1,55 \cdot \lg K_i};$$

– для речовин 3-го класу небезпеки:

$$K_{3-3} = K_i;$$

– для речовин 4-го класу небезпеки:

$$K_{4-3} = K_i \cdot \left(\frac{3}{4}\right)^{1,05 \cdot \lg K_i}.$$

У залежності від величини комплексного показника забруднення Р і кількості забруднювачів (визначається за числом речовин, для яких перевищення гранично припустимої концентрації більше чи дорівнює одиниці) визначається рівень забруднення атмосферного повітря (табл. Б.4).

У випадку сильного і дуже сильного забруднення атмосферного повітря необхідно визначити шляхи і методи зниження цього забруднення, тобто методи зниження викидів токсичних речовин в атмосферу.

Визначення шляхів зниження і попередження негативного впливу промислового об'єкту на навколишнє середовище здійснюється на основі літературних джерел і показників роботи існуючих промислових об'єктів аналогічного профілю.

При цьому знаходження шляхів розв'язання задачі проводиться за такими напрямками:

- зниження токсичних викидів при існуючій технології;
- удосконалювання освоєних процесів і установок;
- освоєння більш удосконалених процесів і установок;
- перехід на використання відновлюваних природних ресурсів.

Усі методи щодо зниження забруднення навколишнього середовища можна розподілити на 3 групи:

- очищення сировини від шкідливих домішок до його використання;
- очищення димових газів від токсичних домішок;
- зміна самої технології використання сировини.

Вибір методу залежить від хімічного складу використовуюваного палива та характеристики технологічної схеми переробки цього палива.

Характеристика відомих у даний час методів очищення газоподібних викидів промислових об'єктів від твердих часток, оксидів азоту і сірки наведені у таблицях Б.5–8.

У залежності від типу забруднюючої речовини, типу палива, виду існуючого очищення від твердих домішок і ступеня перевищення концентрацій шкідливих речовин над гранично припустимою концентрацією сере-

дньодобовою вибираємо метод зниження негативного впливу промислового об'єкта на навколишнє середовище.

Таким чином, аналіз процесу взаємодії промислового об'єкта й атмосфери дозволяє не тільки оцінити кількісно негативний вплив об'єкта, але й допомагає знайти найбільш раціональні шляхи зниження цього негативного впливу.

**Приклад 1.** Оцінити негативний вплив викидів шкідливих речовин теплоелектростанції на навколишнє середовище, якщо приземні концентрації пилу, оксидів сірки, азоту й вуглецю, відповідно дорівнюють  $0,039 \text{ мг/м}^3$ ,  $0,86 \text{ мг/м}^3$ ,  $0,057 \text{ мг/м}^3$  і  $0,78 \text{ мг/м}^3$ .

**Розв'язання.** Для оцінки впливу роботи промислового об'єкта на навколишнє середовище необхідно порівняти обчислені концентрації токсичних речовин із гранично припустимими концентраціями цих речовин, середньодобовими (табл. Б.2):

$$\begin{aligned}C_{\text{ТВ}} &= 0,039 < \text{ГПК}_{\text{ТВ}} = 0,05; \\C_{\text{SO}_2} &= 0,86 > \text{ГПК}_{\text{SO}_2} = 0,05; \\C_{\text{NO}_2} &= 0,057 > \text{ГПК}_{\text{NO}_2} = 0,04; \\C_{\text{CO}} &= 0,78 < \text{ГПК}_{\text{CO}} = 3.\end{aligned}$$

При спільній наявності в атмосферному повітрі декількох речовин, що мають односпрямовану дію, за формулою (3.1) врахуємо ефект підсумовування:

$$\frac{0,86}{0,5} + \frac{0,057}{0,085} = 2,41.$$

Отже, забруднення атмосфери перевищує гігієнічні нормативи.

Для оцінки результуючого забруднення атмосфери розраховують комплексний показник Р за формулою (3.2).

Для одержання цього значення спочатку визначають кратність перевищення для кожної речовини:

$$K_i = \frac{C_i}{\text{ГПК}_{\text{сд}}}.$$

$$\text{Пил} \quad \frac{0,039}{0,05} = 0,78 \text{ (3-й клас небезпеки).}$$

$$\text{Оксид сірки} \quad \frac{0,86}{0,05} = 17,21 \text{ (3-й клас небезпеки).}$$

$$\begin{aligned} \text{Оксид азоту} & \quad \frac{0,057}{0,04} = 1,43 \text{ (2-ий клас небезпеки).} \\ \text{Оксид вуглецю} & \quad \frac{0,78}{3} = 0,26 \text{ (4-ий клас небезпеки).} \end{aligned}$$

Якщо коефіцієнт перевищення для речовини менший від одиниці, то ця сполука не враховується при розрахунку показника забруднення.

Коефіцієнт перевищення оксиду азоту, який перераховано на 3-ій клас небезпеки, складає:

$$K_{2-3} = K_i \cdot \left(\frac{3}{2}\right)^{1,55 \cdot \lg K_i} = 1,43 \cdot (3/2)^{1,55 \lg 1,43} = 1,57.$$

Комплексний показник забруднення визначається за формулою (3.2):

$$P = \sqrt{K_{\text{SO}_2}^2 + K_{\text{NO}_2}^2} = \sqrt{17,21^2 + 1,57^2} = 17,28.$$

Це значення комплексного показника при кількості забруднювачів, що дорівнює 2, відповідає дуже сильному рівню забруднення (табл. Б.4).

Визначимо шляхи зниження і запобігання негативному впливу промислового об'єкта на навколишнє середовище (табл. Б.5–Б.8):

- для зниження вмісту оксидів сірки можна запропонувати магнезитовий або вапняний засіб очищення, міра очистки складає 90...92 %;
- для зниження вмісту окислів азоту можна запропонувати двохстадійне спалювання палива і рециркуляцію димових газів, вміст окислів азоту при цьому знижується на 25...35 %.

### 3.2 Розрахунок ступеня ризику небезпечної події

Ризик – це частота реалізації небезпеки, її кількісна оцінка. За статистичним методом ризик обчислюється за формулою:

$$R = \frac{n}{N}, \quad (3.3)$$

де  $R$  – ризик за певний період часу;  
 $n$  – кількість фактичних проявів небезпеки (травм, аварій, катастроф);

N – теоретично можлива кількість небезпек для даного виду діяльності чи об'єкта.

Прийнятний ризик – це певний компроміс між рівнем безпеки та можливістю його досягнення, це нормований ризик у світовій практиці ( $10^{-6}$ ).

**Приклад 2.** Визначити ступінь ризику загибелі людини на виробництві та порівняти з припустимим ризиком, якщо протягом року гине 14 тисяч чоловік, працює взагалі 138 млн. чоловік.

**Розв'язання.** Ризик розраховується за формулою (3.3):

$$R = \frac{14000}{138000000} = 0,0001.$$

Ступінь ризику загибелі людини – прийнятний.

**Приклад 3.** Визначити ступінь ризику дорожньо-транспортних пригод (у розрахунку за рік) та порівняти з припустимим ризиком, якщо кількість пригод за три роки становить 60 тисяч, кількість населення – 300 млн. чоловік.

**Розв'язання.** Спочатку визначимо кількість дорожньо-транспортних пригод за один рік:

$$60\ 000 : 3 = 20\ 000.$$

Тепер розрахуємо ступінь ризику за формулою (3.3) та порівняємо з припустимим ризиком, що є прийнятним на сьогодні:

$$R = \frac{20000}{300000000} = 0,000067.$$

Ступінь ризику загибелі людини перевищує прийнятний. Визначаємо ступінь ризику за табл. Б.4 – середній.

### 3.3 Аналіз ступеня ризику технічної системи

Основною метою аналізу безпеки є зменшення ймовірності аварій і пов'язаних з ними людських жертв, економічних втрат і порушень у навколишньому середовищі.

Людські втрати включають: загибель, травми чи хвороби, втрату працездатності. Економічними втратами є: припинення виробництва чи обслуговування, виготовлення некондиційної продукції, неякісне обслуговування, втрати устаткування і капітальних споруд. До порушень

у навколишньому середовищі відносяться: забруднення повітря, води і інші порушення – поява шуму, вібрації і т. д.

Головною метою при вивченні небезпек, властивих системі, є визначення причинних взаємозв'язків між вихідними аварійними подіями, що відносяться до устаткування, персоналу і навколишнього середовища і які приводять до аварій у системі, а також відшукування способів усунення шкідливих впливів шляхом перепроєктування системи чи її удосконалення.

Послідовність дослідження небезпек технічних систем можна визначити такими стадіями:

1. Попередній аналіз небезпеки.
2. Виявлення послідовності небезпечних ситуацій.
3. Аналіз наслідків.

Попередній аналіз небезпеки складається з:

- виявлення джерела небезпеки (можливі витoki отруйних речовин, вибухи, пожежі і т. д.);
- визначення елементів системи, що можуть викликати ці небезпеки (реактори, ємності і сховища, енергетичні установки та ін.);
- введення обмеження на аналіз, тобто виключення небезпек, що не будуть вивчатися.

Метою першої стадії аналізу є опис системи і виявлення загалом потенційних небезпек.

Засобами досягнення розуміння небезпек у системі є інженерний аналіз і детальний розгляд навколишнього середовища, процесу роботи і самого устаткування. При цьому дуже важливим є знання ступеня токсичності, правил безпеки, вибухонебезпечних умов, проходження реакцій, корозійних процесів і умов займистості і т. д.

У цілому попередній аналіз небезпек являє собою першу спробу виявити устаткування технічної системи й окремі події, що можуть привести до виникнення небезпек.

На другій стадії визначається послідовність небезпечних ситуацій. Будь-яка небезпека реалізується, приносячи збиток, через якісь причини. Без причин немає реальних небезпек. Між реалізованими небезпеками і причинами існує причинно-наслідковий зв'язок. Небезпека є наслідком деякої причини, що, у свою чергу, є наслідком іншої причини і т. д. У такий спосіб причини і небезпеки утворюють ієрархічні структури чи системи. Графічне зображення таких залежностей чимось нагадує гіллясте дерево. Побудова дерев є винятково ефективною процедурою виявлення причин різних небажаних подій – травм, простоїв устаткування і т. д. Багатоступінчатий процес побудови дерева вимагає введення обмежень з метою визначення його меж. Ці обмеження цілком залежать від мети дослідження.

Існує кілька прийомів виявлення послідовностей небезпечних ситуацій. Одним із найбільш розповсюджених і забезпечених керівними матеріалами є аналіз за допомогою дерева відмов. Аналіз починається з простежування послідовності можливих подій з моменту так званої ініціюючої події, що визначається на етапі попереднього аналізу системи.

Основна структура дерева відмов:

- відмова системи чи подія (кінцева подія);
- послідовність подій, що ведуть до відмов системи чи події, будується за допомогою логічних символів і символів подій, при цьому події, що мають більш елементарні причини відмов, містяться в прямокутнику;
- послідовності в остаточному підсумку ведуть до вихідних причин, для яких є дані по частоті відмов. Ці вихідні причини позначають колом. Вони представляють вирішальну здатність даного дерева відмов.

Головна перевага дерева відмов у порівнянні з іншими методами – аналіз обмежується виявленням тільки тих елементів системи і подій, що приводять до даної конкретної відмови системи чи аварії.

Щоб відшукати і наочно представити причинний взаємозв'язок за допомогою дерева відмов, необхідні елементарні блоки, що підрозділяють і пов'язують велике число подій. Є два типи блоків: логічні знаки і символи подій.

Логічні знаки пов'язують події відповідно до їхніх причинних взаємозв'язків. Знак може мати один чи кілька входів, але тільки один вихід (вихідна подія). Наприклад: знак «І» вказує, що для одержання даної вихідної події необхідно дотриматися всіх умов на вході; знак «АБО» – для одержання даної вихідної події повинна бути дотримана хоча б одна умова на вході.

Можна ввести нові логічні знаки для представлення спеціальних типів причинних зв'язків. Однак більшість спеціальних логічних знаків можна замінити комбінацією логічних «І» та «АБО».

Символи подій: прямокутний блок позначає подію, що виникає в результаті більш елементарних вихідних відмов, з'єднаних за допомогою логічних знаків; круглий блок позначає вихідну відмову окремого елемента (у межах даної системи чи навколишнього середовища), що визначає вирішальну здатність даного дерева відмов. Події в круглих блоках називаються вихідними подіями. Для того, щоб одержати кількісні результати за допомогою дерева відмов, круглі блоки повинні представляти події, для яких є дані по імовірності безвідмовної роботи.

Інформація, що необхідна для побудови дерева відмов, складається з відомостей про взаємозв'язок елементів і топографію системи, а також дані по відмовам елементів і інших детальних характеристик системи. Система складається з таких елементів, як одиниці устаткування, матеріали, персонал підприємства, що знаходяться у визначеному навколишньому і соціальному середовищі і підлягають старінню. Небезпечні стани викликаються одним чи декількома елементами, що приводять до відмов у системі. Навколишнє середовище, персонал і старіння можуть впливати на систему. Зв'язки між елементами щонайкраще можна представити у вигляді різних схем системи.

Відмови елементів є основними даними при аналізі причинних зв'язків. Відмови можуть виникати в результаті:

- первинних відмов (елементи знаходяться в заданих режимах роботи, причина відмов – природне старіння);



– вторинних відмов (елементи є під впливом надлишкової напруги, причини відмов: сусідні елементи, навколишнє середовище, персонал підприємства);

– помилкові команди (мимовільні сигнали керування і перешкоди, причини: сусідні елементи, навколишнє середовище, персонал підприємства).

На кінцевій стадії вивчення ризику здійснюється:

– підрахунок кількостей витоків токсичного матеріалу і виділеної енергії для кожного варіанта розвитку аварії;

– простеження поширення токсичних продуктів, ударної хвилі чи фронту пожежі, що веде до летальних наслідків;

– оцінка впливу на здоров'я людей і ушкоджень матеріальних цінностей;

– складання експертної оцінки про даний виробничий процес на основі порівняння з іншими видами ризику для суспільства в цілому.

При аналізі будь-яких систем необхідно виходити з того, що будь-яка система може відмовити, тому головна задача фахівця – зменшення частоти відмов до економічно і соціально прийняттого рівня.

Дерево відмов є графічним представленням причинних взаємозв'язків, отриманих у результаті простежування небезпечних ситуацій у системі у зворотному порядку для того, щоб відшукати можливі причини їхнього виникнення. Небезпечна ситуація в цьому випадку є кінцевою подією в дереві відмов.

Причинні взаємозв'язки, установлені за допомогою дерева відмов, піддаються якісному і кількісному аналізу. Маючи ймовірність і частоту виникнення первинних подій, можна, рухаючись знизу нагору, визначити ймовірність небажаної події. Для зменшення можливості відмови системи усувають відмови елементів системи, які найчастіше відбуваються чи найбільш ймовірні.

До заходів щодо зниження безпеки і ризику відносяться:

– резервування устаткування;

– установка захисних систем (запобіжні клапани, системи аварійного охолодження й ін.);

– аварійна сигналізація;

– інспекція і профілактика.

Існує два способи побудови дерева відмов: за евристичними правилами і за допомогою таблиць рішень. Спосіб побудови дерева відмов за допомогою таблиць рішень більш універсальний, має широку область застосування і легко програмується на ЕОМ. Цей метод при наявності достатньої інформації про систему і моделі окремих елементів системи дозволяє швидко і систематично побудувати дерево відмов, що виявляється настільки повним і деталізованим, наскільки деталізовані вихідні моделі елементів і опис системи.

Етапи побудови дерева відмов:

1. Складається перелік подій для кожного елемента на його виході (події на виході), детально визначають стан цього виходу.

2. Подібним чином визначають набір подій на вході кожного елемента для характеристики стану на вході. Внутрішні режими роботи чи стану елемента розглядають у вигляді входів з боку інших елементів чи з боку навколишнього середовища. Якщо стан елемента не залежить від інших елементів, він вважається вхідною подією з боку навколишніх умов. Повний набір вхідних і вихідних подій складає всі можливі події, що відносяться до даної системи.

3. Кожен елемент моделюють за допомогою таблиці рішень, яка описує кожне сполучення вхідних подій, визначає вихідні події. Елемент може мати кілька входів, але повинен мати тільки один вихід. Якщо елемент має кілька входів (наприклад: теплообмінник – витрата і температура), штучно вводять додаткові елементи для кожного виходу (у принциповій схемі розглядають два теплообмінники, будують дві таблиці рішень). Для побудови таблиць рішень необхідно знати функції всіх елементів і їх взаємозв'язки.

4. Спрощення отриманих таблиць рішень, що зводиться до відшукування рядків з ідентичними вихідними подіями. Якщо в цих рядках вхідні події ідентичні, за винятком одного, то з'являється ситуація типу «не має значення» і ці рядки замінюються одним, а вхідну подію в цьому стовпчику замінюють на символ «-».

5. Побудову дерева починають з пошуку рядків, що містять у колонці виходів кінцеву подію; далі розробляють знайдені рядки за допомогою таблиць рішень елементів і логічних знаків – у результаті одержуємо дерево відмов.

Побудоване дерево відмов дозволяє проаналізувати всі можливі варіанти виникнення небезпечного стану системи. Маючи імовірність і частоту виникнення первинних (вихідних) подій, можна, рухаючись знизу нагору по дереву відмов, визначити ймовірність небажаної події за кожним варіантом виникнення аварії.

При цьому необхідно враховувати таке:

– сумарна ймовірність двох станів системи (функціонування, відмова) дорівнює одиниці;

– для незалежних вихідних подій імовірність одночасного існування цих подій визначається за формулою:

$$P(1,2,3) = P(1) P(2) P(3),$$

де  $P(1)$ ,  $P(2)$ ,  $P(3)$  – імовірність незалежних вихідних подій 1, 2 і 3.

**Приклад 4.** Побудувати дерево відмов для системи охолодження різця мастильно-охолоджувальною рідиною (МОР). Кінцева (небажана) подія в даній системі – «немає охолодження різця». Розрахувати ймовірність виникнення небезпечної ситуації «немає охолодження різця» для різних варіантів протікання аварії, якщо ймовірність безвідмовної роботи насоса дорівнює 0,98; клапана – 0,95 та ймовірність відсутності потоку МОР дорівнює 0,20.

**Розв'язання.** Система складається з таких елементів: різець, насос, клапан. Взаємозв'язок вхідних і вихідних потоків елементів цієї системи представлений на рисунку 3.1.

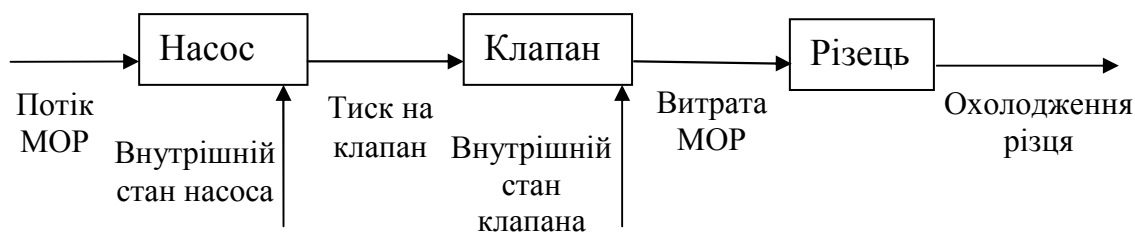


Рисунок 3.1 – Взаємозв'язок вхід / вихід для системи охолодження

Внутрішній стан насоса вважається залежним від вхідного параметра з боку навколишнього середовища. Вхідний параметр має два стани: «нормальне функціонування» і «насос не працює». Тиск МОР є виходом для насоса і входом у клапан. Тиск може бути нормальним чи нульовим. Внутрішній стан клапана є другим його входом. Витрата МОР є виходом для клапана. Витрата може бути нормальною чи нульовою. Різець має один вхід – витрата МОР. Охолодження різця є виходом для різця.

Розглянемо таблиці рішень для всіх елементів системи. Рішення для насоса наведено у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Співвідношення вхід / вихід для насоса

Вхід		Вихід
Внутрішній стан насоса	Потік МОР	Тиск МОР на клапан
Норма	Є	Нормальний
Норма	Немає	Нульовий
Відмова	Є	Нульовий
Відмова	Немає	Нульовий

У насоса є два стовпчики входів. Як видно з таблиці 3.1, її можна спростити, тому що рядки 3 і 4 мають ідентичні події, за винятком однієї – потік МОР. Ці рядки заміняємо одним і вхідна подія в цьому стовпчику заміняється на символ «–» («не має значення»). Спрощена таблиця рішень для насоса – таблиця 3.2, для клапана – таблиця 3.3, для різця – таблиця 3.4.

Таблиця 3.2 – Співвідношення вхід / вихід для насоса

Вхід		Вихід
Внутрішній стан насоса	Потік МОР	Тиск МОР на клапан
Норма	Є	Нормальний
Норма	Немає	Нульовий
Відмова	–	Нульовий

Таблиця 3.3 – Співвідношення вхід / вихід для клапана

Вхід		Вихід
Внутрішній стан клапана	Тиск МОР на клапан	Витрата МОР
Норма	Нормальний	Нормальна
Норма	Нульовий	Нульова
Відмова	–	Нульова

Таблиця 3.4 – Співвідношення вхід / вихід для різця

Вхід	Вихід
Витрата МОР	Охолодження різця
Нормальна	Є
Нульова	Немає

На основі складених таблиць рішень для кожного елемента системи легко побудувати дерево відмов для небажаної події – «немає охолодження різця» (рис. 3.2).

Побудоване дерево відмов показує всі можливі варіанти виникнення небезпечної ситуації. Маючи дані по імовірності виникнення вихідних подій, можна, рухаючись по дереву, визначити ймовірність кінцевої події – «немає охолодження різця» для різних варіантів перебігу аварії.

Імовірність виникнення аварії за першим варіантом (небезпечна ситуація викликана відмовою клапана) дорівнює імовірності події 5:

$$P_1 = P(5) = 1 - 0,95 = 0,05,$$

тому що сумарна імовірність двох станів клапана (нормальне функціонування і відмова) дорівнює 1.

Імовірність виникнення аварії за другим варіантом (небезпечна ситуація викликана відсутністю потоку МОР) дорівнює добутку ймовірностей подій 1, 2 і 3:

$$P_2 = P(1) \cdot P(2) \cdot P(3) = 0,95 \cdot 0,98 \cdot 0,2 = 0,186.$$

Імовірність третього варіанту аварії, пов'язаного з відмовою насоса, дорівнює добутку ймовірностей подій 1 і 4:

$$P_3 = 0,95 \cdot (1 - 0,98) = 0,019.$$

Отримані дані дозволяють визначити шляхи удосконалення даної системи:

– необхідно забезпечити постійну наявність потоку мастильно-охолоджувальної рідини;

– необхідно ввести схему елементи, що забезпечують автоматичне припинення роботи інструмента при відсутності потоку МОР (імовірність аварії буде визначатися імовірністю відмовлення насоса).

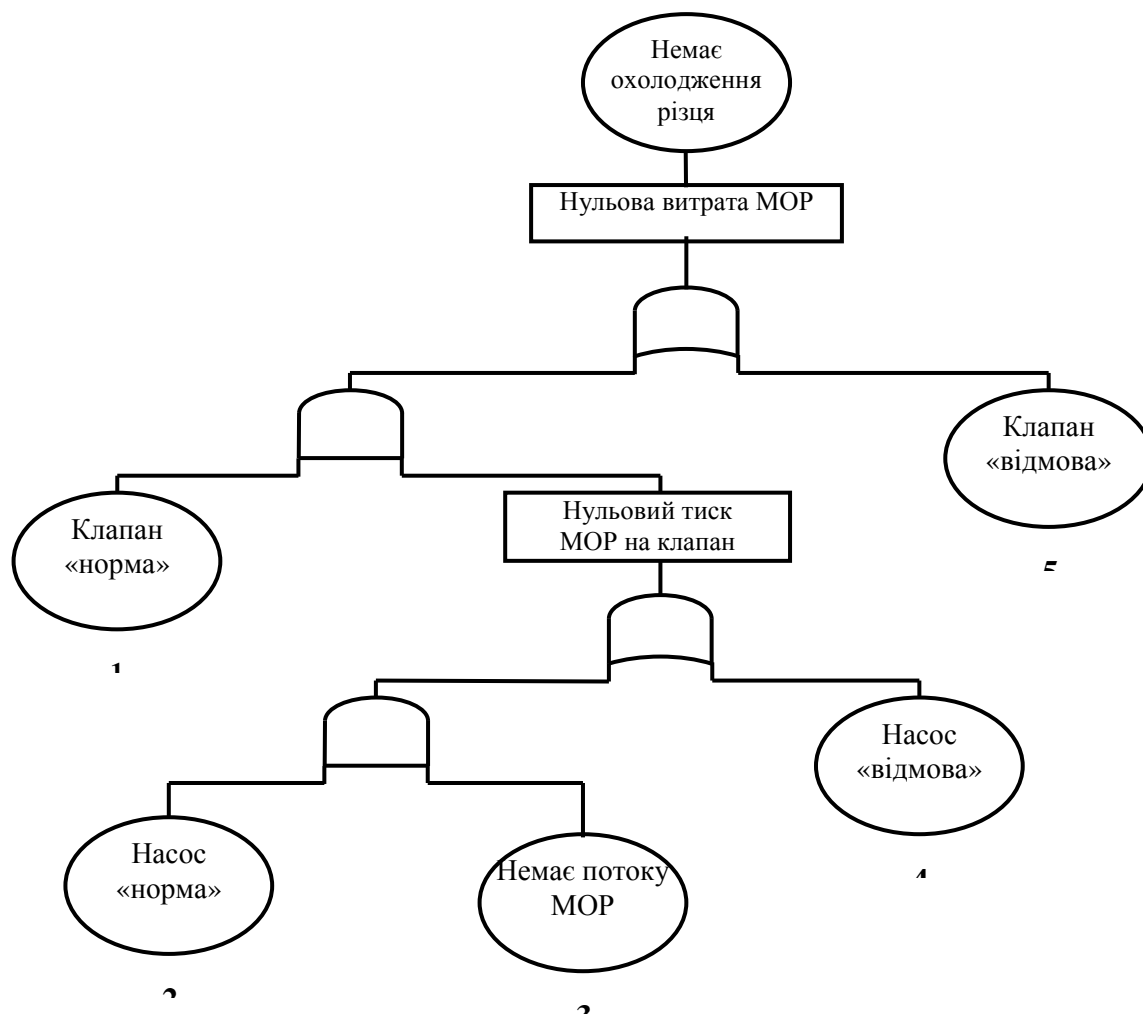


Рисунок 3.2 – Дерево відмов для системи охолодження різця

### 3.4 Критерії оцінки діяльності оператора

Одним з основних понять, що характеризують керування в системі «людина–машина» (СЛМ), є цикл регулювання, під яким розуміється проміжок часу від моменту зміни стану керованого об'єкта до моменту повернення його в новий (необхідний) стан.

Людина, як ланка СЛМ, характеризується швидкодією, надійністю, точністю роботи, напруженістю своєї діяльності.

Показник швидкодії – це час розв'язання задачі, тобто час від моменту реагування оператора на сигнал, що надійшов, до моменту закінчення керуючих впливів.

Надійність діяльності оператора характеризується звичайно ймовірністю правильного рішення.

Важлива характеристика діяльності оператора – точність його роботи. Надійність і точність являють собою різні характеристики, що оцінюють різні сторони діяльності оператора. Під точністю роботи оператора варто розуміти ступінь відхилення деякого параметра, який вимірюється, встановлюється чи регулюється оператором, від свого дійсного, заданого чи номінального значення. Кількісно точність роботи оператора оцінюється величиною похибки, з якою оператор вимірює, встановлює чи регулює даний параметр. Поняття похибки і помилки не тотожні між собою. Доки похибка не виходить за припустимі межі, вона не є помилкою в роботі оператора, і тільки в протилежному випадку її варто вважати помилкою і враховувати при оцінці надійності.

У роботі оператора варто розрізняти постійну і перемінну похибки. Боротьба з постійними похибками не викликає особливих труднощів. Її вплив можна нейтралізувати відповідним калібруванням, застосуванням методів компенсації, усуненням причин, що викликають похибку. Боротьба з перемінними похибками являє собою складнішу задачу. Основним способом тут є підвищення стабільності діяльності оператора і роботи машин.

Специфічною характеристикою оператора, що не має аналогів для машинних ланок, є напруженість його діяльності, яка може бути двох видів – емоційна й операційна.

Причиною операційної напруженості є інформаційне перевантаження, тому ступінь цієї напруженості доцільно оцінювати загальною ймовірністю виникнення перевантаження, а також ймовірностями перевантаження за рахунок кожного з факторів окремо.

Час розв'язання задачі оператором прямо пропорційний кількості переданої інформації визначається за формулою:

$$t_{оп} = a + b \cdot H,$$

де  $H$  – кількість інформації, що переробляється;

$a$ ,  $b$  – деякі константи ( $a = 0,2$  с – прихований час реакції, тобто час від моменту появи сигналу до реакції на нього оператора,  $b = 0,25 \dots 0,50$  с/од. – величина, що є зворотною до швидкості переробки інформації оператором).

При наявності черги сигналів оператор не відразу приступає до обробки сигналу, на чекання сигналом обслуговування витрачається якийсь час –  $t_{чек}$ , а швидкодія оператора характеризується величиною:

$$t_{ін} = t_{оп} + t_{чек},$$

де  $t_{ін}$  – час перебування інформації на обслуговуванні;

$t_{оп}$  – час обслуговування (обробки) сигналу оператором;

$t_{чек}$  – час чекання початку обслуговування.

Необхідна швидкодія оператора визначається тривалістю циклу регулювання  $T_{ц}$ , що звичайно буває задана.

При заданій тривалості циклу регулювання  $T_{ц}$  і відомих величинах затримки сигналів у всіх ланках машини  $t_i$  (вони відомі з паспортних даних технічних пристроїв) від оператора потрібна швидкодія визначається за формулою:

$$t_{ин} \leq T_{ц} - (t_1 + t_2 + \dots + t_i), \quad (3.4)$$

де  $i$  – кількість машинних ланок.

Надійність оператора визначається за формулою:

$$P_{оп} = \frac{m}{N},$$

де  $m$  – кількість правильно розв'язаних задач;

$N$  – загальна кількість розв'язуваних задач.

Необхідна надійність оператора визначається надійністю проведення циклу регулювання за формулою:

$$P_{ц} = P_{оп} \cdot P_1(T_{ц}) \cdot P_2(T_{ц}) \dots P_i(T_{ц}),$$

де  $P_{ц}$  – надійність проведення циклу регулювання;

$P_i(T_{ц})$  – надійність роботи  $i$ -ланцюга машини протягом часу  $T_{ц}$ .

При заданому  $P_{ц}$  і відомих  $P_i$  (їхні значення бувають відомі в результаті розрахунків, методи цих розрахунків добре розроблені в теорії надійності) необхідна надійність оператора визначається за формулою:

$$P_{оп} \geq \frac{P_{ц}}{P_1(T_{ц}) \cdot P_2(T_{ц}) \cdot \dots \cdot P_i(T_{ц})}. \quad (3.5)$$

Величина похибки, з якою оператор вимірює, встановлює чи регулює даний параметр визначається за формулою:

$$X = Y_{н} - Y_{оп},$$

де  $Y_{н}$  – дійсне чи номінальне значення параметра;

$Y_{оп}$  – фактично вимірюване чи регульоване оператором значення цього параметра.

При відомій похибці циклу регулювання, що звичайно визначається технічними умовами СЛМ, і відомих похибках машинних ланок припускається постійна похибка оператора визначається за формулою:

$$X_{\text{оп.пос}} \leq X_{\text{ц.пос}} - (X_{m1} + X_{m2} + \dots + X_{mi}),$$

де  $X_{mi}$  – постійна похибка  $i$ -ланки машини;

$X_{\text{ц.пос}}$  – похибка циклу регулювання.

Змінна похибка циклу регулювання визначається за формулою:

$$X_{\text{ц.пер.}} = \sqrt{X_{\text{оп.пер.}}^2 + X_{n1}^2 + X_{n2}^2 + \dots + X_{ni}^2}, \quad (3.6)$$

де  $X_{\text{оп.пер.}}$  – змінна похибка оператора;

$X_{ni}$  – змінна похибка  $i$ -ланки машини.

За статистичними даними імовірність виникнення перевантаження  $g$  кожного фактора окремо  $g_i$  визначаються за формулами:

$$g = \frac{n_{\text{заг}}}{N}, \quad g_i = \frac{n_i}{N},$$

де  $N$  – загальна кількість спостережень;

$n_i$  – кількість випадків перевантаження за рахунок  $i$ -го фактора;

$n_{\text{заг}}$  – загальна кількість випадків перевантаження за рахунок будь-якого фактора.

**Приклад 5.** Система керування виробничим процесом містить оператора і три технічні пристрої, з'єднані послідовно.

Характеристики технічних пристроїв такі:

– час затримки сигналу:  $t_1 = 1,5$  с;  $t_2 = 2,0$  с;  $t_3 = 0,8$  с;

– надійність роботи:  $P_1 = 0,99$ ;  $P_2 = 0,97$ ;  $P_3 = 1,0$ ;

– змінна похибка:  $X_{n1} = 2$ ;  $X_{n2} = 5$ ;  $X_{n3} = 7$ .

Кількість інформації в межах одного циклу складає 20 одиниць. Середній час чекання інформації в черзі на обслуговування складає 2 с. Змінна похибка в роботі оператора дорівнює 3. Вимоги до системи керування: час циклу регулювання не повинен перевищувати 15 с, надійність його проведення не менша ніж 0,95, а змінна похибка не більша ніж 9.

Визначити:

1. Чи забезпечить оператор при заданих умовах необхідну швидкодію СЛМ?

2. Які вимоги повинні бути пред'явлені до надійності роботи оператора?

3. Чи буде забезпечена необхідна похибка проведення циклу регулювання?

**Розв'язання.** Визначаємо швидкодію оператора за даних умов:

$$t_{\text{ін}} = t_{\text{оч}} + a + b \cdot N = 2 + 0,2 + 0,5 \cdot 20 = 12,2 \text{ с.}$$

Розрахуємо необхідну швидкодію оператора за формулою (3.4):

$$t_{\text{оп.тр}} \leq 15 - (1,5 + 2,0 + 0,8) = 10,7 \text{ с.}$$



Розрахунки показали, що швидкодія оператора не забезпечить припустиму тривалість циклу регулювання. Щоб забезпечити цю умову, необхідно застосувати більш швидкодіючі технічні пристрої (зменшити  $t_1$ ) чи провести перерозподіл функцій між оператором і технічними пристроями (зменшити  $H$ ).

Необхідна надійність роботи оператора розраховується за формулою (3.5):

$$P_{оп} \geq \frac{0,95}{0,99 \cdot 0,97 \cdot 1,0} = 0,99.$$

Отже, оператора необхідно навчати і тренувати так, щоб він робив в середньому не більше однієї помилки при проведенні ста циклів регулювання. Визначимо результуючу змінну помилку системи «людина-машина» за формулою (3.6):

$$X_{ц.пер.} = \sqrt{3^2 + 2^2 + 5^2 + 7^2} = 9,4.$$

Як видно, точність проведення циклу регулювання не задовольняє пред'явленим вимогам. Для досягнення похибки, що не перевищує припустиму, необхідно зменшити похибку, внесену третьою машинною ланкою.

### **3.5 Гранично припустимі норми діяльності оператора**

Під гранично допустимими нормами діяльності оператора розуміються максимальні значення деяких параметрів, перевищення яких може привести до небажаних наслідків у роботі оператора. Найбільше значення для інженерної психології мають гранично допустимі норми, що характеризують значення інформаційного навантаження оператора:

- коефіцієнт завантаженості;
- період зайнятості (час беззупинної, без пауз, роботи);
- коефіцієнт черги в обробці інформації;
- довжина черги на обслуговування;
- допустимий час перебування інформації на обслуговуванні (визначається особливостями протікання виробничого процесу);
- швидкість надходження інформації.

Для діяльності оператора рекомендуються такі гранично допустимі норми:

- коефіцієнт завантаженості повинний бути не вищим ніж 0,75 (25 % робочого часу надається оператору для відпочинку);
- період зайнятості не повинен перевищувати 15...20 хвилин;
- коефіцієнт черги не повинен бути більшим ніж 0,4;

- значення довжини черги повинне бути трохи меншим від обсягу пам'яті людини (5...9 сигналів) і не повинне перевищувати 3 сигналів;
- швидкість надходження інформації не повинна перевищувати пропускну здатність оператора, що у середньому дорівнює 2...4 рухових одиниць у секунду;
- допустимий час чекання інформації в черзі визначається різницею між допустимим часом перебування інформації на обслуговуванні і допустимою тривалістю циклу керування.

Фактичні характеристики роботи оператора не повинні перевищувати відповідні гранично допустимі норми.

Коефіцієнт завантаженості оператора розраховується за формулою:

$$G = 1 - \frac{t_{\text{раб}}}{T},$$

де  $t_{\text{раб}}$  – загальний час, протягом якого оператор не займається обробкою інформації, що надходить;

$T$  – загальний час перебування оператора на робочому місці.

Розглянемо показники інформаційного навантаження для систем з чеканням. Діяльність оператора організована таким чином, що вимоги не можуть залишити систему не обслугованою. Імовірність того, що оператор не зайнятий обслуговуванням інформації, що надійшла (тобто кількість вимог, що знаходяться на обслуговуванні, дорівнює нулю), розраховується за формулою:

$$P_0 = 1 - \frac{I_{\text{вх}}}{I_{\text{обс}}} = 1 - b,$$

де  $I_{\text{вх}}$  – інтенсивність вхідного потоку;

$I_{\text{обс}}$  – інтенсивність обслуговування;

$b$  – приведена щільність вхідного потоку.

Коефіцієнт завантаженості для таких систем розраховується за формулою:

$$G = 1 - P_0 = 1 - (1 - b) = \frac{I_{\text{вх}}}{I_{\text{обс}}}.$$

Математичне чекання періоду зайнятості розраховується за формулою:

$$T_{\text{зан}} = \frac{1}{I_{\text{обс}} - I_{\text{вх}}}.$$

Коефіцієнт черги являє собою імовірність того, що на обробці одночасно знаходиться більше одного повідомлення (є черга повідомлень) і знаходиться за формулою:

$$R = b^2.$$

Середнє значення довжини черги повідомлень  $K$  і середнє значення часу чекання  $t_{\text{чек}}$  визначається за загальними правилами перебування математичного чекання дискретної випадкової величини за формулами:

$$K = \frac{b}{1-b}, \quad t_{\text{чек}} = \frac{b}{I_{\text{обс}} - I_{\text{вх}}}.$$

Допустимий час чекання інформації в черзі розраховуємо за формулою:

$$t_{\text{чек.доп}} = t_{\text{ін.доп}} - t_{\text{оп}},$$

де  $t_{\text{оп}}$  – час обробки інформації оператором;

$t_{\text{ін.доп}}$  – допустимий час перебування інформації на обслуговуванні.

**Приклад 6.** Визначити кількість об'єктів, якими може керувати оператор за умови, що при цьому будуть забезпечені нормальні умови для діяльності оператора. Вихідні дані – автоматизована система, у якій задача оператора – прийом, обробка і подальша передача повідомлень. Щільність потоку повідомлень від одного об'єкта – 5 повідомлень у годину. На обробку одного повідомлення оператор витрачає в середньому 1,5 хвилини. Інформація втрачає вміст («старіє») через 5,5 хвилин після надходження її до оператора.

**Розв'язання.** Для розв'язання задачі необхідно задати ряд значень інтенсивності вхідного потоку інформації, що залежить від кількості керуваних об'єктів, і вибрати з них той, при якому гранично допустимі норми виконуються.

Задамо інтенсивність вхідного потоку, що дорівнює 30 повідомленням у годину, що відповідає обслуговуванню п'яти об'єктів. Знайдемо інтенсивність обслуговування:

$$I_{\text{обс}} = \frac{1}{t_{\text{оп}}} = \frac{1}{1,5/60} = 40 \text{ повідомлень у годину.}$$

Приведена щільність вхідного потоку розраховується за формулою:

$$b = \frac{I_{\text{вх}}}{I_{\text{обс}}} = \frac{30}{40} = 0,75.$$

Коефіцієнт завантаженості являє собою імовірність того, що оператор зайнятий обробкою інформації і розраховується за формулою:

$$G = 1 - P_0 = b = 0,75.$$

Аналіз отриманого значення показує, що значення коефіцієнта завантаженості знаходиться на граничному рівні.

Визначимо математичне чекання періоду зайнятості:

$$T_{\text{зан}} = \frac{1}{I_{\text{обс}} - I_{\text{вх}}} = \frac{1}{(40 - 30)/60} = 6 \text{ хв.}$$

Величина періоду зайнятості задовольняє нормальним умовам діяльності оператора.

Обчислимо значення коефіцієнта черги і довжини черги повідомлень:

$$R = b^2 = 0,75^2 = 0,56, \quad K = \frac{b}{1 - b} = \frac{0,75}{1 - 0,75} = 3.$$

Аналіз отриманих значень показує, що коефіцієнт черги перевищує граничне значення, а довжина черги знаходиться на межі.

Визначимо значення середнього часу чекання і допустимого часу чекання:

$$t_{\text{чек}} = \frac{b}{I_{\text{обс}} - I_{\text{вх}}} = \frac{0,75}{(40 - 30)/60} = 4,5 \text{ хв};$$
$$t_{\text{чек, доп}} = t_{\text{ін, доп}} - t_{\text{оп}} = 5,5 - 1,5 = 4 \text{ хв.}$$

Аналіз отриманих величин показує, що час чекання інформації в черзі не відповідає припустимому значенню.

Отже, при заданих умовах не будуть забезпечені нормальні умови діяльності оператора. Щоб забезпечити нормальні умови, необхідно зменшити кількість керованих об'єктів.

Перевіримо виконання гранично допустимих норм при щільності вхідного потоку 25 повідомлень у годину, що відповідає керуванню п'ятьма об'єктами. При цих вихідних даних обчислення норм діяльності оператора дає такі результати:

$$b = \frac{25}{40} = 0,62; \quad G = 0,62; \quad R = 0,62 \cdot 0,62 = 0,39;$$
$$T_{\text{зан}} = 4 \text{ хв}; \quad K = 1,63; \quad t_{\text{чек}} = 2,48 \text{ хв.}$$

Аналіз отриманих значень показує, що при обслуговуванні оператором п'яти об'єктів забезпечуються нормальні умови діяльності.

### 3.6 Задачі для самостійного рішення

1. Оцінити негативний вплив викидів шкідливих речовин теплоелектростанції на навколишнє середовище, якщо приземні концентрації пилу, оксидів сірі і азоту, обумовлені даним джерелом забруднення, відповідно дорівнюють  $0,05 \text{ мг/м}^3$ ;  $0,37 \text{ мг/м}^3$  і  $0,045 \text{ мг/м}^3$ . У випадку значного забруднення повітря запропонувати методи зниження негативного впливу ТЕС на навколишнє середовище.

2. Обчисліть ризик травмування на підприємстві (у розрахунку за рік), якщо загальна кількість працюючих складає 198 чоловік, а за останні 7,5 роки травми одержали 7 чоловік. Порівняйте рівень ризику на підприємстві з нормованим (прийнятним на сьогодні) у світовій практиці.

3. Оцінити ступінь ризику шкідливого впливу за кожним з видів небезпек та порівняти його з припустимим ризиком. Умови життєдіяльності: людина мешкає у місті з кількістю населення 500 000 чоловік. За статистичними даними:

- кожен рік у місті гине через злочини 100 осіб;
- за 5 років зареєстровано 400 випадків захворювань внаслідок забруднення довкілля.

4. Система складається з послідовно з'єднаних насоса і клапана. Імовірність безвідмовної роботи насоса і клапана – 0,98 і 0,95. Розрахувати імовірність відмови системи «немає потоку води» – за різними варіантами. Яка з послідовностей небезпечних ситуацій найбільш імовірна?

5. Система складається з двох електричних нагрівачів, що можуть відмовити при замиканні на землю. Кожен нагрівач має вимикач, що підключає його до джерела постачання. Якщо будь-який нагрівач відмовляє при ввімкненому вимикачі, то коротке замикання, що виникає в результаті цього, викликає, у свою чергу, коротке замикання джерела постачання і повний вихід системи з ладу. Якщо один із вимикачів відмовляє в розімкнутому стані чи помилково вимикається до виникнення відмови нагрівача, то система працює на половину потужності.

Побудувати дерево відмов. Неприпустимі події – відмова вимикачів і джерела постачання.

6. Схема побутового нагрівача води. Газовий клапан вмикається приладом, що, у свою чергу, керується за допомогою датчика температури і дорівнюючого пристрою. Газовий клапан керує пальником у двох режимах – цілком увімкнений і цілком вимкнений. Зворотний клапан на входному трубопроводі води перешкоджає зворотному потоку при перевищенні тиску в системі гарячої води, а запобіжний клапан відкривається, якщо тиск перевищує 70 Па. Регулювання температури здійснюється за допомо-

гою приладу, що відкриває і закриває газовий клапан при виході температури за встановлені межі (60...82°).

Побудувати дерево відмов. Кінцева небажана подія – розрив водяного бака.

7. Система керування складається з технічної частини, каналу зв'язку й оператора. Інерційність технічної частини складає в середньому 2,15 с. Можливі порушення процесу трьох видів, кількість інформації для кожного з видів порушень відповідно дорівнює 27, 42 і 57 од. Проаналізувати, чи зможе оператор вчасно ліквідувати порушення, що виникли, якщо за умовами роботи виробництва вони повинні бути ліквідовані за 15, 24,5 і 32 с для кожного з видів порушень відповідно.

8. Система керування виробничим процесом складається з трьох технічних пристроїв, з'єднаних послідовно, каналу зв'язку й оператора. За технічними умовами передбачено, щоб надійність проведення циклу регулювання була не меншою ніж 0,96. Імовірності безвідмовної роботи протягом одного циклу такі:  $P_1(T_{ц}) = 0,999$ ;  $P_2(T_{ц}) = 0,992$ ;  $P_3(T_{ц}) = 0,998$ ;  $P_{к.з}(T_{ц}) = 0,994$ . Яка повинна бути ймовірність безпомилкового проведення циклу регулювання оператором?

9. Потік сигналів, що надходять до оператора, є найпростішим із щільністю 12 сигналів у годину. Середнє значення часу обслуговування одного сигналу 2,8 хвилини. За умов протікання процесу встановлено, що інформація виявляється застарілою, якщо її обробка почнеться через 6 хвилин і більше після надходження. Знайти ймовірність того, що сигнал, який надійшов, не буде вчасно оброблений.

10. Щільність потоку сигналів, що надходять до оператора, складає 8 сигналів у годину. Сигнали не йдуть з пульта керування, поки не будуть оброблені оператором. Оператор встигає обробляти в середньому 14 сигналів у годину. Якщо оператор не встигає закінчити обробку сигналу протягом 10 хвилин після його надходження на пульт керування, то такий сигнал втрачає цінність для одержувача інформації. Чи будуть нормальними умови роботи на даному робочому місці з погляду виконання гранично припустимих норм діяльності?

11. Потік сигналів, що надходять на пульт керування, є найпростішим з параметром 25 сигналів у годину. Час на обробку сигналу складає в середньому 1,8 хвилини. Сигнал не йде з пульта керування доти, доки не буде оброблений оператором. Однак від оператора потрібно, щоб він закінчив обробку сигналу не пізніше ніж через 4 хвилини після його надходження. У результаті аналізу роботи оператора відомо, що в нормальних умовах він допускає в середньому 1 помилку на 100 оброблених сигналів, при переповненні пам'яті ця кількість збільшується до 3, а при дефіциті часу – до 4. Знайти математичне чекання кількості помилок за шестигодинну робочу зміну.

## **4 ПИТАННЯ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ДО КОНТРОЛЬНИХ РОБІТ ТА ЗАЛІКУ**

### **4.1 Питання для підготовки до контрольних робіт № 1 та № 2 для студентів денної форми навчання**

#### *Питання для підготовки до контрольної роботи № 1*

1 Актуальність проблем безпеки життєдіяльності [1, с. 15; 2, с. 10–12; 3, с. 3–5 ].

2 Аксиома про потенціальну небезпеку [1, с. 32; 2, с. 9; 3, с. 6].

3 Предмет БЖД, його мета. Теорія, методологія і засоби БЖД [1, с. 7–14; 3, с. 5–7].

4 Середовище існування людини, види. Біосфера, характеристика, учення про біосферу [2, с. 12–13; 3, с. 7–10].

5 Природні і антропогенні чинники середовища проживання [1, с. 15; 2, с. 14–16; 3, с. 10–13].

6 Взаємодія людини з середовищем проживання [1, с. 15–17; 2, с. 12–14; 3, с. 9–10].

7 Енергетичне забруднення біосфери [2, с. 16–19; 3, с. 13–17].

8 Небезпека, класифікація небезпеки. Номенклатура небезпеки [1, с. 36–37; 2, с. 26–28; 3, с. 25–27].

9 Причини і наслідки небезпеки. Кількісна оцінка небезпеки [2, с. 28–29; 3, с. 27–28].

10 Ризик. Класифікація ризику. Оцінка ступеню ризику. Концепція прийняттого ризику [1, с. 34; 2, с. 28–31; 3, с. 27–28].

11 Системний аналіз безпеки. Принцип системності; методологія системного аналізу, його мета, послідовність вивчення небезпеки [1, с. 37–40; 2, с. 31–32; 3, с. 29–39].

12 Засіб аналізу ризику системи за допомогою дерева відмов [1, с. 37–45; 2, с. 33–37; 3, с. 32–39].

#### *Питання для підготовки до контрольної роботи № 2*

1 Людина як елемент системи «людина–середовище існування» [2, с. 19–24; 3, с. 40–42].

2 Психологія безпеки діяльності [2, с. 58–65].

3 Психічні процеси, властивості і стани. Психологічні причини утворення небезпечних ситуацій [1, с. 21–22; 2, с. 42–45, 59–61; 3, с. 42–44].

4 Психологічні та психофізичні характеристики людини [1, с. 21; 2, с. 40–41; 3, с. 42–45].

5 Характеристика аналізаторів, антропометричні характеристики, психічні функції і процеси [1, с. 18–19; 2, с. 41–42; 3, с. 42–45].

6 Працездатність людини і динаміка, фази працездатності [1, с. 19–20; 2, с. 45–48; 3, с. 48–51].

7 Стрес і адаптація [2, с. 48–50; 3, с. 51–54].

8 Принципи, засоби, методи забезпечення безпеки діяльності людини [1, с. 57–58; 2, с. 64–66; 3, с. 72–75].

9 Ергономіка, предмет, завдання, основні визначення [2, с. 66–67; 3, с. 75–76].

10 Взаємозв'язок «людина–машина». Функції людини в системах «людина–машина» [2, с. 67–69; 3, с. 76–79].

11 Сумісність людини і виробничого середовища [2, с. 69–70; 3, с. 79–81].

12 Надійність людини як ланки складної технічної системи [2, с. 71–72; 3, с. 81–82].

13 Критерії оцінки діяльності оператора. Гранично допустимі норми діяльності оператора. Оцінка надійності системи «людина–машина» [2, с. 72–73].

14 Виробниче середовище і безпека діяльності людини: шкідливі чинники виробничого середовища і вимоги до навколишнього середовища з позицій БЖД [2, с. 73–74; 3, с. 84–91].

15 Питання безпеки життєдіяльності в законодавчих і нормативно-технічних документах [1, с. 72].

#### **4.2 Питання для підготовки до заліку для студентів денної та заочної форми навчання**

1 Безпека життєдіяльності: предмет, мета і завдання. Актуальність проблем безпеки життєдіяльності [2, с. 3–7; 3, с. 6–11].

2 Місце існування людини, характеристика, види. Взаємодія людини з місцем існування. Біосфера [2, с. 7–10; 3 с. 12–13].

3 Природні і антропогенні чинники місця існування. Небезпечні і шкідливі чинники місця існування [2, с. 10–13; 3, с. 14–15].

4 Енергетичне забруднення біосфери: теплові викиди, шум, вібрація, ультразвук, інфразвук [2, с. 13–15; 3, с. 16–18].

5 Енергетичне забруднення біосфери: іонізація, електромагнітні випромінювання, електромагнітні поля [2, с. 15–17; 3, с. 16–19].

6 К положення в біосфері: причини і наслідки. Шляхи виходу з положення [2, с. 17–24; 3, с. 19–24].

7 БЖД – наука про безпеку. Небезпека, класифікація небезпек. Аксиома про потенційну небезпеку [2, с. 25–27; 3, с. 26–28].

8 Кількісна оцінка небезпек. Ризик. Класифікація ризику. Оцінка ризику. Концепція прийняттого ризику [1, с. 34; 2, с. 28–31; 3, с. 27–28].

9 Людський чинник в проблемі безпеки. Основні форми діяльності людини. Характеристики людини: аналізатори людини, антропометричні характеристики, психічні функції і процеси [2, с. 40–48; 3, с. 39–44].



10 Працездатність людини і динаміка: фази працездатності, стрес і адаптація. Заходи підтримки оптимальної працездатності людини [2, с. 48–58; 3, с. 45–52].

11 Психологія безпеки діяльності: психічні процеси, властивості і стани. Виробничі психічні стани, класифікація [2, с. 58–65; 3, с. 53–58].

12 Психологічні причини утворення небезпечних ситуацій і виробничих травм. Стимулювання безпеки діяльності [2, с. 65–68; 3, с. 59–62].

13 Професійний відбір: мета, завдання, способи проведення [2, с. 70–71; 3, с. 63–67].

14 Ергономіка, мета, завдання. Взаємозв'язок «чоловік–машина». Сумісність характеристик людини і виробничого середовища [2, с. 75–81; 3, с. 63–64].

15 Принципи, методи і засоби забезпечення безпеки діяльності людини. Активний і пасивний захист [2, с. 72–75; 3, с. 64–71].

16 Питання безпеки життєдіяльності в законодавчих і нормативно-технічних документах. Єдина державна система попередження і ліквідації надзвичайних ситуацій [2, с. 103; 3, с. 11–14].

## 5 ТЕСТИ ДЛЯ ПЕРЕВІРКИ РІВНЯ ЗАСВОЄННЯ МАТЕРІАЛУ

*Запишіть код (букву) відповіді, що ви вважаєте правильною*

1 Ризик, який являється компромісом між рівнем безпеки та можливістю його досягнення:

- А) індивідуальний ризик;
- Б) соціальний ризик;
- В) припустимий ризик.

2 Введення кількісних характеристик для оцінки ступеня небезпек називається:

- А) ідентифікація;
- Б) квантифікація;
- В) планування.

3 Перелік назв, термінів, систематизованих за визначеною ознакою, називається:

- А) ідентифікація;
- Б) квантифікація;
- В) номенклатура.

4 Припустимий рівень соціального ризику у світловій практиці становить:

- А)  $10^{-4}$ ;
- Б)  $10^{-6}$ ;
- В)  $10^{-9}$ .

5 Способи захисту, які пов'язані з виявленням причин і джерела несприятливого фактора й впливом на нього, називають:

А) способи активного захисту;

Б) способи пасивного захисту.

6 Способи захисту, в яких джерело несприятливого впливу залишається, але здійснюються заходи, спрямовані на виключення або доведення впливу цих факторів на людину до припустимих, називають:

А) способи активного захисту;

Б) способи пасивного захисту.

7 Засоби колективного захисту класифікуються залежно від наступного признаку:

А) небезпечний або шкідливий фактор;

Б) орган, що захищають.

*Перелічіть усі види зазначеного предмета (явища):*

8 Розрізняють 2 види небезпек: ...

9 Розрізняють наступні етапи розвитку біосфери: ...

10 За впливом на людину всі негативні фактори середовища мешкання підрозділяються на дві великі групи: ...

11 За походженням всі негативні фактори середовища існування поділяються на наступні групи: ...

12 До природних факторів, що впливають на біосферу, відносяться: ...

13 До енергетичного забруднення біосфери відносять: ...

14 При вирішенні завдання досягнення комфортних умов існування людини в навколишньому середовищі, що змінюється, можливі чотири різних стратегії: ...

15 Розрізняють наступні види ризику: ...

16 Послідовність вивчення небезпек складається з 3 стадій: ...

17 Розрізняють наступні види діяльності людини: ...

18 В залежності від специфіки прийнятих сигналів розрізняють наступні аналізатори людини: ...

19 У людини розрізняють наступні види пам'яті: ...

20 Вся діяльність людини протікає за наступними фазами: ...

21 При дії стресора, що не припиняється, прояв стресу змінюється за інтенсивністю й проходить три стадії: ...

22 Виробничі психічні стани, що виникають у процесі трудової діяльності, класифікуються за наступними групами: ...

23 У психологічній класифікації причин виникнення небезпечних ситуацій і нещасних випадків можна виділити три класи: ...

24 Стомлення протікає в динаміці, у якій виділяють 3 стадії: ...

25 Відповідно до переваги в людини процесу порушення або гальмування стан емоційної напруги може проявлятися в 5 різних формах поведінки людини в екстремальних умовах: ...

26 Для вивчення професійно важливих якостей людини використовують наступні методи: ..

27 Принципи забезпечення безпеки класифікують за умовами реалізації на 4 групи: ...

28 Забезпечення безпеки досягається трьома основними методами: ...

29 Пасивний захист може бути 2 видів: ...

30 Засоби забезпечення безпеки поділяються на 2 групи: ..

31 Виділяють 5 видів сумісності, забезпечення яких гарантує успішне функціонування системи «людина–машина»: ...

32 При обліку й нормуванні факторів виробничого (робочого) середовища розрізняють чотири рівні їхнього впливу на людину: ...

*Доповніть твердження, написавши слово у відповідному падежі*

33 Наука про комфортну й безпечну взаємодію людини із середовищем існування називається ...

34 Стан організму людини в процесі будь-якого виду діяльності, при якому нормально виконуються всі функції його органів, нормально протікають процеси адаптації його органів до процесів навколишнього середовища, рефлексорна діяльність адекватна характеристикам інформації, що поступає із зовнішнього середовища, називається ...

35 Величина функціональних здатностей організму, що характеризується кількістю і якістю роботи, яка виконується за визначений час і при максимальній інтенсивності напруги, називається ...

36 Негативна властивість системи «людина–середовище існування», здатна завдати шкоди життю, здоров'ю, працездатності людини й обумовлена енергетичним станом середовища й діями людини, називається ...

37 Частота реалізації небезпеки, кількісна оцінка небезпеки – відношення тих або інших небажаних наслідків до їхнього можливого числа за певний період, називається ...

38 Середовище навколо людини, обумовлене в цей момент сукупністю факторів (фізичних, хімічних, біологічних, соціальних), здатних чинити прямий або непрямий, негайний або віддалений вплив на діяльність людини, її здоров'я і здоров'я її нащадків, називається ...

39 Сферу існування живих організмів на Землі називають ...

40 Наука про взаємини між живими організмами й середовищем їхнього існування називається ...

41 Класифікація та систематизація явищ, процесів, інформації, об'єктів, які здатні завдати шкоди, називається ...

42 Діяльність містить ряд обов'язкових психічних процесів і функцій, які забезпечують досягнення необхідного результату, до них відносяться ...

43 Спрямованість психічної діяльності людини на певні предмети або явища дійсності називається ...

44 Комплекс фізіологічних процесів запам'ятовування, збереження, наступного дізнання й відтворення того, що було в минулому досвіді людини, називається ...

45 Стан психічної напруженості, викликаний труднощами, небезпеками, що виникають у людини при вирішенні важливого для неї завдання, називається ...

46 Спеціально організоване дослідження, засноване на чітких якісних і кількісних оцінках за допомогою ранжирування, що дозволяє не тільки виявити, але й виміряти властиві людині властивості для того, щоб зіставити їх з нормативами, що визначають придатність до даної професії, називається ...

47 Простір (робоча зона), де перебуває людина в процесі розглянутої діяльності, називається ...

48 Простір, у якому існують (постійно або періодично) небезпеки, називається ...

49 Наука про закони взаємодії людини, машини й навколишнього середовища називається ...

*Запишіть коди (букви) відповідей, які ви вважаєте правильними*

50 Методи підвищення рівня життєдіяльності людини:

- А) фізична культура;
- Б) централізація виробництв;
- В) психологічна профілактика;
- Г) раціональне харчування;
- Д) вживання психотропних речовин.

51 Задачі науки «Безпека життєдіяльності»:

- А) розробка методів прогнозування, виявлення та ідентифікації негативних факторів;
- Б) розробка методів прогнозування, виявлення та ідентифікації позитивних факторів;
- В) вивчення впливу негативних факторів на людину й навколишнє середовище;
- Г) розробка методів і способів захисту населення в умовах виникнення надзвичайних ситуацій;
- Д) вивчення впливу позитивних факторів на людину й навколишнє середовище.

52 Небезпечний фактор призводить до:

- А) смерті;
- Б) зниження працездатності;
- В) виникнення захворювання;
- Г) виникнення травми.

53 Шкідливий фактор призводить до:

- А) смерті;
- Б) зниження працездатності;
- В) виникнення захворювання;
- Г) виникнення травми.

54 Основні причини розвитку кризового положення в біосфері:

- А) демографічний вибух;

- Б) зменшення населення;
  - В) урбанізація населення;
  - Г) науково-технічний прогрес.
  - Д) науково-технічний регрес.
- 55 Основними параметрами аналізаторів людини є:
- А) абсолютна чутливість;
  - Б) відносна чутливість;
  - В) діапазон чутливості;
  - Г) границі чутливості;
  - Д) амплітуда чутливості.
- 56 До заходів щодо підтримки оптимальної працездатності належать:
- А) режими праці та відпочинку;
  - Б) режими харчування й споживання води;
  - В) режими праці обладнання;
  - Г) заходи, що попереджають стомлення;
  - Д) заходи, що попереджають старіння.
- 57 Задачами ергономіки є:
- А) зменшення долі ручної праці в діяльності людини;
  - Б) вивчення функціональних можливостей людини;
  - В) пристосування техніки до людини;
  - Г) запобігання виникненню небезпечних ситуацій.

*Встановіть відповідність у вигляді комбінації цифр і букв*

58 Вказати основу перерахованих методів оцінки ступені ризику:

Метод оцінки	Основа метода
А) інженерний метод	1) залучення фахівців
Б) модельний метод	2) анкетування населення
В) соціологічний метод	3) статистичні данні
Г) експертний метод	4) дослідження моделі

59 Вказати приклади реалізації принципів забезпечення безпеки життєдіяльності:

Принципи	Приклад реалізації
А) організаційні принципи	1) активність оператора
Б) принципи управління	2) пристрій блокування
В) технічні принципи	3) захист часом
Г) принципи орієнтації	4) оборотний зв'язок.

## ЛІТЕРАТУРА

- 1 **Дементий, Л. В.** Обеспечение безопасности жизнедеятельности / Л. В. Дементий, А. Л. Юсина. – Краматорск : ДГМА, 2008. – 300 с. – ISBN 978-966-379-244-6.
- 2 **Холмовой, Ю. П.** Безпека життєдіяльності / Ю. П. Холмовой, С. А. Гончарова, О. М. Бакланов. – Краматорськ : ДДМА, 2009. – 100 с. – ISBN 5-978-966-379-195-1.
- 3 **Дементий, Л. В.** Безопасность жизнедеятельности. Конспект лекций / Л. В. Дементий, А. П. Авдеенко. – Краматорськ : ДГМА, 1998. – 108 с. – ISBN 5-7763-8715-9.
- 4 **Джигирей, В. С.** Безпека життєдіяльності / В. С. Джигирей, В. Ц. Жидецький. – 2-ге вид. – Л. : Афіша, 2000. – 254 с. – ISBN 966-7760-01-4.
- 5 Охрана окружающей среды: учеб. для тех. спец. вузов / С. В. Белов [и др.]. – М. : Высшая школа, 1991. – 319 с. – ISBN 5-06-000665-4.
- 6 Безопасное взаимодействие человека с техническими системами: учебное пособие / В. Л. Лапин [и др.]. – Курск : Курский государственный технический университет, 1995. – 238 с. – ISBN 5-230-06845-0.
- 7 **Желібо, Е. П.** Безпека життєдіяльності: навч. посіб. для студентів вищих навчальних закладів освіти України I-IV рівнів акредитації / Е. П. Желібо, Н. М. Заверуха, В. В. Зацарний. – Л. : Новий світ – 2000, 2001. – 328 с. – ISBN 966-95596-4-2.

## Додаток А

### Термінологія безпеки життєдіяльності

**Аксіома про потенційну небезпеку** полягає в наступному. Потенційна небезпека – це універсальна властивість процесів взаємодії людини із середовищем існування на всіх стадіях його життєвого циклу, що здатна заподіювати збиток й обумовлена енергетичним станом середовища й діями людини, тобто всяка діяльність людини потенційно небезпечна. Але рівнем (імовірністю) небезпеки можна управляти. Аксіома про потенційну небезпеку лежить в основі наукової проблеми забезпечення безпеки людини й має два висновки: неможливо знайти абсолютно безпечний вид діяльності людини та жоден вид діяльності, та навіть бездіяльність, не може вважатися абсолютно безпечним для людини.

**Аналізатори** – це підсистема центральної нервової системи, що забезпечує прийом і первинний аналіз інформаційних сигналів. Інформація, отримана через аналізатори, називається сенсорною (від лат. *Sensus* – почуття, відчуття), а процес її прийому й первинної переробки – сенсорним сприйняттям.

**Асоціація** – зв'язок між окремими поданнями, при яких одне із цих подань викликає інше. Розрізняють асоціації за подібністю, контрастом, суміжністю.

**Біосфера** – сфера існування живих організмів на Землі.

**Безпека** – стан захищеності особистості й суспільства від ризику виникнення збитку, являє собою обґрунтовано прийнятний рівень ризику.

**Безпека життєдіяльності (БЖД)** – це наука про комфортну й безпечну взаємодію людини із середовищем існування. Як дисципліна, БЖД вивчає небезпеки, закономірності їхнього прояву, методи попередження й захист від них. Мета БЖД – забезпечення комфортних умов життєдіяльності людини на всіх стадіях її життєвого циклу й нормативно припустимих рівнів впливу негативних факторів на людину й природне середовище.

**Вібрація** – складні коливання в механічних системах, що передаються через ґрунт; сприймаються лише при контакті з вібруючим тілом.

**Відмова системи «людина–машина»** – випадкова подія, що складається в тім, що система (елемент) повністю або частково втрачають свою працездатність, у результаті чого задані системи (елементу) функції не виконують.

**Відтворення** – актуалізація (пожвавлення) образів, закріплених у пам'яті, без опори на вторинне сприйняття об'єктів.

**Відчуття** – найпростіший процес, що полягає у відбитті окремих властивостей або явищ матеріального світу, а також внутрішніх станів організму при безпосередньому впливі подразників на відповідні рецептори. Існують відчуття декількох видів: зорові, слухові, шкірні, кінестетичні й ін.

**Виробнича діяльність** – процес, у якому тісно переплелися фактори зовнішнього середовища й особливості людського організму.

**Виробниче (робоче) середовище людини** – сукупність фізичних, хімічних, біологічних, соціально-психологічних й естетичних факторів зовнішнього середовища, що впливають на оператора.

**Гомосфера** – простір (робоча зона), де перебуває людина в процесі розглянутої діяльності.

**Діяльність** – це сукупність дій і вчинків людини, спрямованих на досягнення певної мети. При експлуатації технічних систем діяльність спрямована на досягнення (забезпечення) комфортних і безпечних умов існування людини й підтримку найвигіднішого режиму експлуатації технічних систем і чистоти навколишнього середовища.

**Екологія** – наука про взаємини між живими організмами й середовищем їхнього існування. Екологія вивчає організацію життя на рівні організму (окремої особини), популяції (сукупності особин одного виду) і біоценозу (декілька популяцій різних видів).

**Екстремальні умови** – умови, що вимагають від працюючого максимальної напруги фізіологічних і психічних функцій, що різко виходять за межі фізіологічної норми.

**Електрична травма** – пошкодження організму, спричинені протіканням через нього електричного струму, електричною дугою або блискавкою.

**Ергономіка** – це наука про закони взаємодії людини, машини й навколишнього середовища. Ергономіка вивчає функціональні можливості людини в процесі діяльності з метою створення таких умов, які роблять діяльність ефективною й забезпечують комфорт. Зокрема, ергономіка прагне пристосувати техніку до людини. Ціль ергономіки – створення таких умов, які роблять діяльність ефективною й забезпечують комфорт для людини. Виділяють 5 видів сумісності, забезпечення яких гарантує успішне функціонування системи: інформаційна, енергетична, біофізична, просторово-антропометрична, техніко-естетична.

**Забування** – процес, при якому відбувається «випадання» того або іншого матеріалу з пам'яті.

**Загальні електротравми** – електричні удари, коли уражається центральна нервова система або існує загроза ураження всього організму через порушення нормальної діяльності життєво важливих органів і систем, таких як головний мозок, серце, легені.

**Запам'ятовування** – процес закріплення у свідомості образів, вражень, понять.

**Засоби активного захисту** пов'язані з виявленням причин і джерела несприятливого фактора й впливом на нього.



**Засоби пасивного захисту** – джерело несприятливого впливу залишається, але здійснюються заходи, спрямовані на виключення або доведення впливу цих факторів на людину до припустимих.

**Захищеність** – це сукупність засобів і методів окремої людини або суспільства в цілому, які вони використовують для запобігання наслідків прояву небезпеки.

**Здоров'я** – це стан організму людини в процесі будь-якого виду діяльності, при якому нормально виконуються всі функції його органів, нормально протікають процеси адаптації його органів до процесів навколишнього середовища, рефлекторна діяльність адекватна характеристикам інформації, що поступає із зовнішнього середовища.

**Ідентифікація небезпеки** – процес виявлення й установлення кількісних, тимчасових, просторових й інших характеристик, необхідних для розробки профілактичних заходів, що спрямовані на забезпечення безпеки життєдіяльності.

**Індивідуальний ризик** характеризує небезпеку окремого виду для окремого індивідуума.

**Квантифікація небезпеки** – введення кількісних характеристик для оцінки ступеня небезпек. Застосовуються чисельні, бальні й інші прийоми квантифікації.

**Максимально прийнятним** рівнем індивідуального ризику загибелі людини зазвичай вважається  $10^{-6}$  у рік. Настільки малим, що їм можна знехтувати, вважається індивідуальний ризик загибелі  $10^{-8}$  у рік. Максимально прийнятним ризиком для екологічних систем вважається той, при якому може постраждати 5 відсотків біогеоценозу.

**Механізовані форми фізичної праці** – людина частково виконує розумові й фізичні функції.

**Місцеві електротравми** – чітко окреслені місцеві порушення цілісності окремих ділянок та тканин тіла під впливом електричного струму або електричної дуги, це поверхневі пошкодження, тобто пошкодження шкіри, іноді інших м'яких тканин, а також зв'язок і кісток. До місцевих електротравм відносять: електричні опіки, електричні знаки, металізацію шкіри, механічні пошкодження та електрофтальмію.

**Мислення** – процес узагальненого й опосередкованого пізнання істотних властивостей й явищ навколишньої дійсності, а також істотних зв'язків і відносин, що існують між ними. Розрізняють мислення: діюче, наочно-образне, абстрактне, судження, умовивід і поняття.

**Монотонність** – викликається дійсною або гаданою одноманітністю виконуваних на роботі рухів і дій.

**Надійність системи «людина–машина»** – властивість виконувати задані функції протягом певного часу при заданих умовах праці.

**Небезпека** – негативна властивість системи «людина–середовище існування», здатна завдати шкоди життю, здоров'ю, працездатності людини й обумовлена енергетичним станом середовища й діями людини.

**Ноксосфера** – простір, у якому існують (постійно або періодично) небезпеки.

**Пам'ять** – комплекс фізіологічних процесів запам'ятовування, збереження, наступного дізнавання й відтворення того, що було в минулому досвіді людини. Види пам'яті: рухова (моторна), емоційна, образна, ейде-тична та словесно-логічна.

**Перша долікарська допомога** – це комплекс простих термінових дій, спрямованих на збереження здоров'я і життя потерпілого.

**Підвищена напруга** супроводжує діяльність, що протікає в екстремальних умовах.

**Помірна напруга** – нормальний робочий стан, виникає під мобілізуючим впливом трудової діяльності. Це стан психічної активності – необхідна умова успішного виконання дій. Він супроводжується помірною зміною фізіологічних реакцій організму, проявляється в гарному самопочутті, стабільному й упевненому виконанні дій.

**Працездатність** – величина функціональних здатностей організму, що характеризується кількістю і якістю роботи, що виконується за визначений час і при максимальній інтенсивності напруги.

**Предмет вивчення БЖД** – комплекс явищ і процесів, які існують у системі «людина–середовище існування».

**Профвідбір** – спеціально організоване дослідження, засноване на чітких якісних і кількісних оцінках за допомогою ранжирування, що дозволяє не тільки виявити, але й виміряти властиві людині властивості для того, щоб зіставити їх з нормативами, що визначають придатність до даної професії. Його завдання – визначення придатності людини до даної роботи. Для вивчення професійно важливих якостей людини використовують стихійний, медичний, конкурсний, інженерно-психологічний, анкетний, апаратний і тестовий методи.

**Психічний стан людини** – це відносно стійка структурна організація всіх компонентів психіки, що виконує функцію активної взаємодії людини (як власника психіки) із зовнішнім середовищем, представленим в цей момент конкретною ситуацією. Психічні стани відрізняються різноманітністю й тимчасовим характером, визначають особливості психічної діяльності в конкретний момент і можуть позитивно або негативно позначитися на плінні всіх психічних процесів.

**Психологія безпеки** – це застосування психологічних знань для забезпечення безпеки діяльності людини.

**Рецептори** – периферична частина в корі головного мозку, винесена на поверхню тіла для прийому зовнішньої інформації або розміщена у внутрішніх системах й органах для сприйняття інформації про їхній стан (зовнішні рецептори у звичайній мові називають органами почуттів).

**Ризик** – частота реалізації небезпеки, кількісна оцінка небезпеки – відношення тих або інших небажаних наслідків до їхнього можливого числа за певний період.

**Робоче місце** – це місце постійного або періодичного перебування працюючого для спостереження й ведення виробничого процесу.

**Розумова праця** (інтелектуальна діяльність) – людина виконує функції керівника й управляє колективом людей. Ця форма діяльності поєднує роботи, пов'язані із прийомом і переробкою інформації: керування, творчість, викладання, наука, навчання й т. п., й є найбільш складною формою діяльності, що протікає з підвищеною емоційною напругою.

**Середовище існування людини** – це середовище навколо людини, обумовлене в цей момент сукупністю факторів (фізичних, хімічних, біологічних, соціальних), здатних робити прямий або непрямий, негайний або віддалений вплив на діяльність людини, її здоров'я і здоров'я її нащадків.

**Система** – це сукупність взаємозалежних компонентів, що взаємодіють між собою таким чином, що досягається певний результат – ціль.

**Системний аналіз** – це сукупність методологічних засобів, що використовують для підготовки й обґрунтування рішень із складних проблем. Ціль системного аналізу безпеки полягає в тому, щоб виявити причини, що впливають на появу небажаних подій, таких як аварії, катастрофи, пожежі, травми й т. п., і розробити ряд заходів, що зменшують ймовірність їхньої появи.

**Соціальний ризик** (груповий) – ризик для групи людей – залежність між частотою подій і числом потерпілих при цьому людей, визначається як імовірність того, що певне число людей може загинути в результаті прояву небезпеки.

**Спілкування** – спосіб активної взаємодії між людьми. Розрізняють спілкування: мовне, фонематичний слух й внутрішню мову.

**Сприйняття** – процес відбиття у свідомості людини предметів або явищ при їхньому безпосередньому впливі на органи почуттів, у ході якого відбувається упорядкування й об'єднання окремих відчуттів у цілісні образи предметів і подій. Цілеспрямоване, планомірне сприйняття – спостереження.

**Стрес** – стан психічної напруженості, викликаний труднощами, небезпеками, що виникають у людини при вирішенні важливого для неї завдання.

**Суть концепції припустимого ризику** полягає в прагненні до такої величини безпеки, що приймає суспільство в даний період часу. Прийнятний ризик поєднує в собі технічні, економічні, соціальні, політичні аспекти

й представляє деякий компроміс між рівнями безпеки й можливостями її досягнення.

**Таксономія** – наука про класифікацію й систематизацію складних явищ, понять, об'єктів.

**Таксономія небезпек** – класифікація та систематизація явищ, процесів, інформації, об'єктів, які здатні завдати шкоди.

**Темперамент** – індивідуальна особливість психіки людини, в основі якої лежить відповідний тип нервової системи.

**Токсичність** – це здатність деяких хімічних елементів і з'єднань шкідливо впливати на організм.

**Токсодоза** – кількісна характеристика токсичності.

**Увага** – це спрямованість психічної діяльності на певні предмети або явища дійсності.

**Упізнавання** – процес пам'яті, пов'язаний з усвідомленням того, що даний об'єкт сприймався раніше.

**Уразливість** – це сукупність умов і процесів, які є результатом прояву фізичних, соціальних, економічних факторів і факторів навколишнього середовища, що визначають чутливість людини або суспільства до дії небезпеки.

**Урбанізація суспільства** – це процес у системі «людина–середовище існування», пов'язаний з переселенням людей у міську зону.

**Уява** – процес створення образів-подань нового, тобто того, що в минулому дана людина не сприймала, із чим не зустрічалася. Розрізняють уяву: мимовільна (пасивна), довільна (активна), відтворююча (репродуктивна) та творча.

**Фізична праця**–людина виконує енергетичні функції в системі «людина–знаряддя праці».

**Характер** – сукупність найбільш стійких рис особистості людини, що проявляються в її вчинках і справах.

**Шум** – хвильове коливання пружного середовища в широкому спектрі частот.

**Додаток Б**  
**Таблиці для практичних завдань**

*Таблиця Б.1 – Вихідні дані для розрахунку*

Номер варіанту	Вид палива	Концентрації шкідливих речовин, мг/м <sup>3</sup>					Тип золоочищення
		C <sub>тв</sub>	C <sub>so2</sub>	C <sub>no2</sub>	C <sub>co</sub>	C <sub>v2o5</sub>	
1	Вугілля	0,073	0,276	0,047	0,65	—	1
2	Вугілля	0,22	1,484	0,0836	1,31	—	2
3	Вугілля	0,026	1,328	0,015	0,524	—	1
4	Вугілля	0,1944	3,105	0,068	0,89	—	2
5	Мазут	0,0045	0,57	0,108	0,788	0,0000379	1
6	Мазут	0,0049	0,46	0,0489	0,305	0,0000588	2
7	Мазут	0,00021	3,5	0,131	0,936	0,000586	3
8	Мазут	0,00019	4,45	0,126	0,849	0,000787	3
9	Газ	—	0,23	0,038	0,061	—	2
10	Газ	—	—	0,02	0,104	—	2
11	Вугілля	0,137	0,52	0,077	1,23	—	1
12	Вугілля	0,1	0,67	0,043	0,59	—	2
13	Вугілля	0,037	1,89	0,05	0,74	—	1
14	Вугілля	0,25	4,018	0,055	1,15	—	2
15	Мазут	0,0019	0,246	0,054	0,34	0,000016	1
16	Мазут	0,0079	0,74	0,068	0,49	0,000095	2
17	Мазут	0,00028	4,54	0,166	1,21	0,00076	3
18	Мазут	0,000078	1,78	0,054	0,34	0,00031	3
19	Газ	—	0,35	0,036	0,094	—	2
20	Газ	—	—	0,076	0,143	—	1
21	Вугілля	0,22	0,31	0,032	0,71	—	2
22	Вугілля	0,04	0,73	0,048	0,66	—	1
23	Вугілля	0,153	2,84	0,071	1,088	—	2
24	Вугілля	0,04	1,73	0,034	0,51	—	1
25	Мазут	0,0066	0,31	0,066	0,41	0,0000198	2
26	Мазут	0,004	1,02	0,07	0,71	0,000136	1
27	Мазут	0,000068	1,12	0,04	0,3	0,00019	3
28	Мазут	0,00017	3,91	0,04	0,75	0,00069	3
29	Газ	—	0,47	0,079	0,13	—	1
30	Газ	—	—	0,04	0,077	—	2

*Примітка:* Характеристика типу золоочищення:

- 1 – мокрі золоуловлювачі;
- 2 – батарейні циклони;
- 3 – електрофільтри.

Таблиця Б.2 – Гранично припустимі концентрації забруднюючих речовин в атмосферному повітрі населених пунктів

Речовина	ГПК, мг/м <sup>3</sup>		Клас небезпеки
	Максимальна разова	Середньодобова	
Оксид вуглецю	5,0	3,0	4
Діоксид сірки	0,5	0,05	3
Оксиди азоту	0,085	0,04	2
Пил	0,15	0,05	3
Оксид ванадію (V)	4,0	0,002	2

Таблиця Б.3 – Приведені кратності перевищення ГПК речовин 2-го класу до таких 3-го класу небезпеки

Фактичне перевищення ГПК речовин 2-го класу	Кратність перевищення ГПК приведена до 3-го класу	Фактичне перевищення ГПК речовин 2-го класу	Кратність перевищення ПДК, приведена до 3-го класу
1,5	1,7	6	9,8
2	2,4	6,5	10,8
2,5	3,2	7	11,9
3	4	7,5	13
3,5	4,9	8	14,1
4	5,8	8,5	15,2
4,5	6,8	9	16
5	7,8	9,5	17,6
5,5	8,8	10	18,7

Таблиця Б.4 – Залежність комплексного показника забруднення від кількості забруднювачів і рівня забруднення

Рівень забруднення повітря	Кількість забруднювачів атмосферного повітря			
	1...3	4...9	10...20	Більше 20
I - Припустимий	2	3	4	5
II - Слабкий	2,1...4	3,1...6	4,1...8	5,1...10
III - Помірний	4,1...8	6,1...12	8,1...16	10,1...20
IV - Сильний	8,1...16	12,1...24	16,1...32	20,1...40
V - Дуже сильний	Більше 16	Більше 24	Більше 32	Більше 40

Таблиця Б.5 – Методи очищення газоподібних викидів від твердих часток

Метод очищення	Галузь застосування	Показники
Батарейні циклони	Грубе очищення доменних газів Палива із зольністю не вищою від 5%	Ступінь очищення 40...60% Ступінь очищення 93...96%
Мокрі золоуловлювачі	Не обмежена: гази мартенівських та доменних печей, попереднє очищення, насичення водяним паром	Ступінь очищення 93...98 % Недолік – забруднення гідросфери
Електрофільтри	При концентрації пилу в димових газах не більше ніж 50 г/м <sup>3</sup> . Гази мартенівських печей	Ступінь очищення до 99,7 % Запиленість до 100 г/м <sup>3</sup>

Таблиця Б.6 – Методи очищення газоподібних викидів від окислів сірки

Метод очищення	Галузь застосування	Показники
Магnezитовий метод	Зручний при наявності мокрого очищення від пилу	Ступінь очищення 90...92 %, одержання MgSO <sub>4</sub> , MgO
Вапняний метод	При вмісті сірки в паливі 3,5...4 %, здійснюється в мокрих скруберах	Ступінь очищення 85–95 %. Недолік – наявність твердих відходів
Содово-циклічний метод	Здійснюється в скруберах, характеризується високим енергоспоживанням	Ступінь очищення 90 %, одержання H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>

Таблиця Б.7 – Методи очищення газоподібних викидів від окислів азоту

Метод очищення	Характеристика методу	Показники
Рециркуляція газів	Зниження температури за рахунок рециркуляції 20...25 % газів	Вміст окислів азоту знижується на 40...50 %
Двохстадійне спалювання палива	Зниження коефіцієнта надлишку повітря до 0,8...0,9 у першій зоні горіння палива	Утворення окислів азоту знижується на 25...35 %
Комбінований метод	Різні варіанти перших двох методів	Утворення окислів азоту знижується у 2...10 разів

Таблиця Б.8 – Методи очищення палива від окислів сірки й азоту

Метод очищення	Галузь застосування	Показники
Спалювання в киплячому шарі	При роботі на вугіллі у котлах малої і середньої потужності	Зниження вмісту окислів сірки й азоту
Каталітичне гідрування	При роботі на рідкому паливі	Зниження вмісту сірки
Перегонка під вакуумом	При роботі на рідкому паливі	Зниження вмісту сірки
Газифікація палива	При роботі на рідкому і твердому паливі	Зниження вмісту сірки