

**ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»**

**БЕЗПЕКА ТА ТЕХНОГЕННИЙ РИЗИК В НАДЗВИЧАЙНИХ
СИТУАЦІЯХ:**

**методичні рекомендації
до виконання практичних завдань**

Запоріжжя 2025



УДК 614.8:504.3.054 (072)
Б39

Рекомендовано Науково-методичною радою
ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»
(протокол №2 від «21» листопада 2025 р.)

Укладач

Таврель М.І., старший викладач

Б39 Безпека та техногенний ризик в надзвичайних ситуаціях :
методичні рекомендації до виконання практичних завдань /
уклад. М. І. Таврель. Запоріжжя : ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», 2025. 95 с.

Методичні рекомендації до виконання практичних завдань з дисципліни «Безпека та техногенний ризик в надзвичайних ситуаціях» включають інформацію щодо змісту та вихідних даних; містить перелік основної та додаткової літератури, критерії оцінювання практичних завдань, вимоги до оформлення та приклади розрахунків, включаючи зразок титульної сторінки.

УДК 614.8:504.3.054 (072)

© ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», 2025



ЗМІСТ

Вступ	4
Практична робота 1 Оцінювання ризиків виникнення надзвичайних ситуацій техногенного характеру та пожеж	7
Практична робота 2 Особливості формування екологічної небезпеки в техногеннонавантаженому регіоні. усереднений за часом та сумарний індекс техногенної небезпеки підприємства	15
Практична робота 3 Небезпека, види ризиків та визначення величини ризику	29
Практична робота 4 Прогнозування масштабів зон зараження при аваріях на технологічних ємностях і сховищах, а також у випадку руйнування хімічно небезпечних об'єктів	40
Практична робота 5 Оцінка потенційної небезпеки виробничих процесів	55
Практична робота 6 Оцінка стійкості об'єкта до пожежної безпеки в умовах надзвичайних ситуацій	65
Практична робота 7 Соціально-психологічні аспекти безпеки та ризиків	81
Практична робота 8 Оцінка інженерної обстановки у містах	84
Подання на перевірку практичних робіт та критерії оцінювання	93
Додаток А. Приклад оформлення титульного листа	95



ВСТУП

Навчальна дисципліна «Безпека та техногенний ризик в надзвичайних ситуаціях» є обов'язковим освітнім компонентом підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня «Бакалавр».

Метою курсу є формування у майбутніх спеціалістів необхідного рівня знань про принципи оцінки та управління техногенними ризиками, методи запобігання надзвичайним ситуаціям, а також засоби забезпечення безпеки людей і об'єктів у кризових умовах.

Особливу увагу вивчення дисципліни приділено нормативно-правовим аспектам безпеки життєдіяльності та охорони праці, сучасним технічним і організаційним рішенням щодо зменшення негативних наслідків аварій, принципам аналізу ризиків на підприємствах різних галузей та заходам з мінімізації шкідливих впливів техногенних факторів. Курс також охоплює оцінку соціально-психологічних, екологічних та економічних наслідків надзвичайних ситуацій, а також методи планування і впровадження систем безпеки та реагування.

Дисципліна «Безпека та техногенний ризик в надзвичайних ситуаціях» відіграє важливу роль у підготовці фахівців, здатних забезпечувати комплексну безпеку на об'єктах, раціонально управляти ризиками та приймати обґрунтовані технічні й організаційні рішення у сфері захисту від надзвичайних ситуацій. Вивчення курсу сприяє формуванню професійних компетенцій у сфері оцінки стану об'єктів і систем безпеки, прогнозування потенційних загроз та впровадження сучасних технологій управління ризиками.

Такий підхід до навчання дозволяє забезпечити комплексне розуміння проблематики техногенних ризиків та підготувати фахівців, які відповідатимуть сучасним вимогам у сфері безпеки та управління надзвичайними ситуаціями.

Застереження щодо рівня попередніх знань.

Для вивчення курсу «Безпека та техногенний ризик в надзвичайних ситуаціях» студенти повинні мати базові знання з природничо-наукового та математичного циклу, володіти навичками логічного та аналітичного мислення, умінням працювати з технічною та довідковою літературою, а також застосовувати елементи інженерних розрахунків та аналізу процесів на об'єктах різного призначення.

Для успішного засвоєння матеріалу достатньо розуміння основ фізики (закони руху, тиск, енергетичні процеси), хімії (властивості речовин та їх взаємодія) і основ екології, що дозволяє оцінювати наслідки техногенних процесів для навколишнього середовища. Важливим є також уміння виконувати прості розрахунки для оцінки ризиків, визначення параметрів безпечного функціонування об'єктів та прогнозування можливих надзвичайних ситуацій.



Студенти повинні володіти методами аналізу ризиків, які дають змогу оцінювати потенційні загрози, планувати заходи щодо їх мінімізації, обґрунтовувати вибір засобів захисту та оцінювати ефективність систем безпеки. Крім того, важливо вміти користуватися нормативними документами та довідковими матеріалами, що регламентують вимоги до безпечної експлуатації об'єктів та реагування на надзвичайні ситуації.

Наявність таких попередніх знань та навичок дозволяє студентам ефективно виконувати практичні завдання курсу, застосовувати теоретичні положення під час аналізу ризиків і формує основу для подальшої професійної діяльності у сфері безпеки та управління техногенними ризиками.

Результати навчання та їхня відповідність ОПП.

- Здатність враховувати соціальні, екологічні, етичні, економічні аспекти, вимоги охорони праці, виробничої санітарії і пожежної безпеки під час формування технічних рішень.

- Аналізувати суспільні явища й процеси на рівні, необхідному для професійної діяльності, знати нормативно-правові засади забезпечення цивільного захисту, охорони праці, питання нормативного регулювання забезпечення заходів у сфері цивільного захисту та техногенної безпеки об'єктів і територій.

- Пояснювати процеси впливу шкідливих і небезпечних чинників, що виникають у разі небезпечної події; застосовувати теорії захисту населення, території та навколишнього природного середовища від уражальних чинників джерел надзвичайних ситуацій, необхідні для здійснення професійної діяльності знання математичних та природничих наук.

- Передбачати екологічно-збалансовану діяльність, необхідний рівень індивідуальної безпеки та психічного здоров'я у разі виникнення типових небезпечних подій.

- Визначати фізичні, хімічні, біологічні та психофізіологічні шкідливі виробничі чинники та аналізувати безпечність виробничого устаткування.

- Класифікувати речовини, матеріали, продукцію, процеси, послуги та суб'єкти господарювання за ступенем їх небезпечності.

- Ідентифікувати небезпеки та можливі їх джерела, оцінювати ймовірність виникнення небезпечних подій та їх наслідки.

- Пояснювати номенклатуру, класифікацію та параметри уражальних чинників джерел техногенних і природних надзвичайних ситуацій та результати їх впливів.

- Оцінювати технічні показники та визначати стан аварійно-рятувальної техніки, засобів зв'язку, устаткування та обладнання.

- Пояснювати концептуальні основи моніторингу об'єктів захисту



та знати автоматичні системи, прилади та пристрої, призначені для спостереження та контролювання стану об'єкта моніторингу, вимірювання його параметрів та збереження інформації щодо його стану.

- Аналізувати і обґрунтовувати інженерно-технічні та організаційні заходи щодо цивільного захисту, техногенної та промислової безпеки на об'єктах та територіях.

- Пояснювати вимоги щодо убезпечення та захисту суб'єктів господарювання, положення та вимоги щодо безпечності, ідентифікації, паспортизації та ведення реєстрів об'єктів підвищеної небезпеки та потенційно небезпечних об'єктів.

- Застосовувати заходи цивільного захисту: з інформування та оповіщення населення; стосовно укриття населення у захисних спорудах цивільного захисту; щодо евакуацію населення із зони надзвичайної ситуації та життєзабезпечення евакуйованого населення в місцях їх безпечного розміщення.

- Організовувати та проводити навчання населення діям у надзвичайних ситуаціях, заняття з особовим складом підрозділу; доносити до фахівців і нефахівців інформацію, ідеї, проблеми, рішення та власний досвід у сфері професійної діяльності.



ПРАКТИЧНА РОБОТА 1

ОЦІНЮВАННЯ РИЗИКІВ ВИНИКНЕННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРУ ТА ПОЖЕЖ

МЕТА РОБОТИ:

Формування у студентів навичок оцінювання ризиків виникнення надзвичайних ситуацій техногенного характеру та пожеж з використанням якісних та кількісних методів, передбачених чинними нормативними документами та методиками.

ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА:

Методика оцінювання ризиків виникнення надзвичайних ситуацій техногенного характеру та пожеж

1. Ця Методика призначена для оцінки ризиків виникнення надзвичайних ситуацій техногенного характеру та пожеж (далі — НС), що є частиною процесу управління ризиками виникнення НС і проводиться з метою забезпечення отримання необхідної інформації для прийняття обґрунтованих управлінських рішень щодо розробки та реалізації заходів із зниження (мінімізації) ризиків виникнення НС.

2. Управління ризиками виникнення НС здійснюється відповідно до Порядку управління ризиками виникнення надзвичайних ситуацій техногенного характеру та пожеж, затвердженого наказом Міністерства внутрішніх справ України від 31 липня 2023 року № 627 та зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 14 серпня 2023 року за № 1397/40453 (далі — Порядок).

3. Терміни, які застосовуються в цій Методиці, вживаються у значеннях, визначених у Кодексі цивільного захисту України, Порядку класифікації надзвичайних ситуацій за їх рівнями, затвердженому постановою Кабінету Міністрів України від 24 березня 2004 року № 368, Концепції управління ризиками виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру, схваленій розпорядженням Кабінету Міністрів України від 22 січня 2014 року № 37-р, ДСТУ ISO Guide 73:2013 «Керування ризиком. Словник термінів», ДСТУ 8828:2019 «Пожежна безпека. Загальні положення».

4. Загальна оцінка ризиків виникнення НС проводиться за допомогою якісних або кількісних методів, наведених у ДСТУ EN IEC 31010:2022 «Керування ризиками — методи оцінки ризиків» (далі — ДСТУ 31010), з урахуванням:

- ідентифікації потенційних небезпек (визначення характерних видів надзвичайних ситуацій);
- аналізу вразливості (визначення рівня вразливості населення, інфраструктури та інших ресурсів щодо потенційних небезпек, що включає оцінку стану техногенної безпеки, наявності сил цивільного захисту,



доступність евакуаційних шляхів та інших факторів, які можуть впливати на рівень вразливості);

- імовірності виникнення надзвичайних ситуацій (оцінка ймовірності виникнення НС певного виду на основі статистичних даних, історичних подій або експертних оцінок);

- оцінювання наслідків надзвичайних ситуацій (визначення можливих наслідків НС, включаючи людські втрати, матеріальні збитки, забруднення довкілля, руйнування інфраструктури);

- ранжування ризиків (порівняння ризиків за величиною, імовірністю виникнення та наслідками).

5. Якісний метод оцінки ризиків виникнення НС передбачає аналіз даних, отриманих під час ідентифікації ризиків, а також виділення тих подій, що формують найбільшу частину загального ризику і потребують впровадження заходів для його зниження.

При цьому використовуються якісні методи, передбачені ДСТУ 31010, зокрема: сценарний аналіз; метод Дельфі; матриця «наслідок–імовірність»; дерево рішень; FMEA та FMECA; оцінка надійності людини (HRA); HAZOP; LOPA; структурований метод «Що якщо» (SWIFT).

6. Кількісний метод оцінки ризиків НС полягає у визначенні ймовірності виникнення надзвичайних ситуацій, обсягу можливих втрат і порівнянні отриманих значень з нормативними.

Його застосовують обов'язково, якщо за результатами якісного оцінювання ризик близький або перевищує гранично допустимий рівень. Нормативні значення ризиків наведені у документі «Про затвердження Порядку управління ризиками виникнення надзвичайних ситуацій техногенного характеру та пожеж».

Серед кількісних методів, що застосовуються за ДСТУ 31010, виділяють: байєсові статистичні методи та мережі Байєса; матрицю «наслідок–імовірність»; аналіз витрат та вигод; Парето-аналіз; криві FN.

7. Оцінка ризиків виникнення НС проводиться на різних рівнях: об'єктовому, місцевому, регіональному, державному та галузевому, на основі аналізу даних щодо ймовірності виникнення надзвичайних ситуацій.

8. На об'єктовому рівні загальна оцінка ризиків здійснюється із застосуванням якісних методів, перелічених у пункті 5 цієї Методики.

Водночас кількісні методи використовуються для оцінки ризиків окремо за двома показниками: відносні матеріальні збитки, спричинені НС, та відносні людські втрати (загибель осіб). Розрахунки виконуються відповідно до формул:

$$R_{i \text{ об. мат.}} = P_1 \times Q_{\text{мат.}},$$

$$R_{i \text{ об. люд.}} = P_2 \times Q_{\text{люд.}},$$

де $R_{i \text{ об. мат.}}$ - ризик виникнення НС певного виду з урахуванням відносних матеріальних збитків завданих НС;



R_i об. люд. - ризик виникнення НС певного виду з урахуванням відносних втрат (загибелі) людей у НС;

P_1 - імовірність (частота) виникнення НС певного виду;

P_2 - імовірність втрат (загибелі) людей унаслідок НС певного виду;

$Q_{\text{мат.}}$ - відносні матеріальні збитки, завдані НС певного виду;

$Q_{\text{люд.}}$ - відносні втрати (загибель) людей унаслідок НС певного виду.

Імовірність (частота) виникнення НС (P_1) визначають як відношення кількості НС певного виду (n_i) до загальної кількості НС (N) за визначений період часу:

$$P_1 = n_i / N,$$

де n_i - кількість НС певного виду, що виникла на певному об'єкті у визначений період часу;

N - загальна кількість надзвичайних ситуацій за визначений період часу.

Відносні матеріальні збитки, завдані НС ($Q_{\text{мат.}}$), визначають за формулою:

$$Q_{\text{мат.}} = q_i / q_{\text{заг.}},$$

де q_i - сума прямих матеріальних збитків, завданих певним видом НС за визначений період часу;

$q_{\text{заг.}}$ - сума валового продукту (обсяг реалізованої продукції, товарів, послуг) за визначений період часу.

Імовірність втрат (загибелі) людей унаслідок НС певного виду (P_2) - це відношення кількості НС певного виду, унаслідок яких зареєстровано загибель людей, до загальної кількості НС за визначений період часу, що розраховується за формулою:

$$P_2 = n_{i \text{ нс}} / N,$$

де $n_{i \text{ нс}}$ - кількість НС певного виду, унаслідок яких зареєстровано загибель людей за визначений період часу;

N - загальна кількість НС за визначений період часу.


Для визначення відносних втрат (загибелі) людей у НС ($Q_{\text{люд.}}$) застосовують умову $Q_{\text{люд.}} \leq 1$. У такому разі відносні втрати (загибелі) людей у НС ($Q_{\text{люд.}}$) розраховують за формулою:

$$Q_{\text{люд.}} = l_{i \text{ нс}} / L,$$

де $l_{i \text{ нс}}$ - кількість загиблих людей у НС певного виду за визначений період часу;

L - загальна кількість населення (персоналу).

Мінімальний часовий інтервал (визначений період часу) для оцінювання ризиків НС становить не менше ніж 5 років.



9. Під час розроблення на об'єктовому рівні системи управління пожежною безпекою, зокрема визначення рівня пожежної безпеки та індивідуального пожежного ризику, імовірності виникнення пожежі на об'єкті використовуються методи, зазначені в ДСТУ 8828:2019 «Пожежна безпека. Загальні положення».

10. Загальне оцінювання ризиків виникнення НС на місцевому рівні здійснюється з використанням кількісних методів на підставі оцінених ризиків виникнення НС на об'єктових рівнях і розраховується за формулою:

$$R_{\text{місц.}} = 1 - \prod_i (1 - R_{i \text{ об.}}),$$

де $R_{i \text{ об.}}$ - підсумкове значення ризику виникнення НС певного виду для територіальної громади (району) від i -го об'єкта і визначається за допомогою кількісних методів, зазначених у пункті 6 цієї Методики.

Застосовуючи умову, що $R_{i \text{ об.}} \ll 1$, оцінювання ризиків виникнення НС на місцевому рівні може здійснюватися за формулою:

$$R_{\text{місц.}} = \sum_i R_{i \text{ об.}}$$

11. Загальне оцінювання ризиків виникнення НС на регіональному рівні здійснюється з використанням кількісних методів на підставі оцінених ризиків виникнення НС на місцевих рівнях і розраховується за формулою:

$$R_{\text{рег.}} = 1 - \prod_i (1 - R_{i \text{ місц.}}),$$

де $R_{i \text{ місц.}}$ - підсумкове значення ризику виникнення НС певного виду для території регіону (області) від i -ої територіальної громади (району) і визначається за допомогою кількісних методів, зазначених у пункті 6 цієї Методики.


Застосовуючи умову, що $R_{i \text{ місц.}} \ll 1$, оцінювання ризиків виникнення НС на регіональному рівні може здійснюватися за формулою:

$$R_{\text{рег.}} = \sum_i R_{i \text{ місц.}}$$

12. Загальне оцінювання ризиків виникнення НС на державному рівні здійснюється з використанням кількісних методів на підставі оцінених ризиків виникнення НС на регіональних рівнях і розраховується за формулою:

$$R_{\text{дер.}} = 1 - \prod_i (1 - R_{i \text{ рег.}}),$$

де $R_{i \text{ рег.}}$ - підсумкове значення ризику виникнення НС певного виду для території країни від i -го регіону (області) і визначається за допомогою кількісних методів, зазначених у пункті 6 цієї Методики.



Застосовуючи умову, що $R_{i \text{ пер.}} \ll 1$, оцінювання ризиків виникнення НС на державному рівні може здійснюватися за формулою:

$$R_{\text{дер.}} = \sum_i R_{i \text{ пер.}}$$

13. Загальне оцінювання ризиків виникнення НС на галузевому рівні здійснюється з використанням кількісних методів за формулою:

$$R_{\text{гал.}} = 1 - \prod_i (1 - R_{i \text{ об.}}),$$

де $R_{i \text{ об.}}$ - підсумкове значення ризику виникнення НС певного виду для галузі від її i -го об'єкта і визначається за допомогою кількісних методів, зазначених у пункті 6 цієї Методики.

Застосовуючи умову, що $R_{i \text{ об.}} \ll 1$, оцінювання ризиків виникнення НС на галузевому рівні може здійснюватися за формулою:

$$R_{\text{гал.}} = \sum_i R_{i \text{ об.}}$$

14. Оцінка ризиків виникнення НС на галузевому, місцевому, регіональному та державному рівнях може виконуватися за допомогою формул, наведених у пункті 8 цієї Методики, із окремим визначенням відносних матеріальних збитків, завданих НС, та відносних людських втрат (загибелі осіб).

15. Результати оцінювання ризиків підлягають перегляду у випадку виникнення надзвичайних ситуацій великого масштабу або появи нових загроз, які раніше не були оцінені.

16. На основі проведеного оцінювання формується перелік ризиків (картка ризиків), що використовується для їх ранжування, визначення пріоритетів та реалізації заходів, спрямованих на приведення ризиків до прийняттого рівня та мінімізацію можливих наслідків.

Приклад розрахунку

На підприємстві N за останні 5 років виникло 8 випадків пожеж, 6 випадків вибуху газовибухових сумішей та 10 випадків витоку хімічних речовин, загальна кількість НС за 5 років складає 40 випадків. Сума матеріальних збитків по кожному із видів НС склала 150 000, 300 000 та 120 000 грн відповідно. Загальна сума валового продукту за цей період 1 000 000 грн. Загальна кількість персоналу на об'єкті становить 500 осіб. Кількість загиблих становить 2, 6 та 3 осіб відповідно по кожному із видів НС.

1. Імовірність виникнення НС певного виду (P_1):

$$P_1 = n_i / N$$

- де n_i - кількість НС певного виду.
 N - загальна кількість НС за 5 років на об'єкті
2. Відносні матеріальні збитки ($Q_{\text{мат}}$):

$$Q_{\text{мат}} = q_i / q_{\text{заг}}$$

де q_i - сума прямих матеріальних збитків від НС за усі роки.
 $q_{\text{заг}}$ - загальна сума валового продукту (або реалізованої продукції) за цей період.

3. Імовірність втрат людей (P_2):

$$P_2 = n_{i\text{НС}} / N$$

де $n_{i\text{НС}}$ — кількість НС певного виду, унаслідок яких зареєстровано загибель людей за визначений період часу (у розрахунках приймати рівним l_i).

4. Відносні втрати людей ($Q_{\text{люд}}$):

$$Q_{\text{люд}} = l_i / L$$

де l_i — кількість загиблих через НС за роки.
 L — загальна кількість персоналу на об'єкті.

5. Загальний ризик:

Для матеріальних збитків: $R_{\text{об.мат}} = P_1 \times Q_{\text{мат}}$

Для втрат людей: $R_{\text{об.люд}} = P_2 \times Q_{\text{люд}}$

1) Пожежа

1. Імовірність виникнення НС (P_1):

$$P_1 = n_i / N = 8 / 40 = 0,2 \text{ (20\%)}$$

2. Відносні матеріальні збитки ($Q_{\text{мат}}$):

$$Q_{\text{мат}} = q_i / q_{\text{заг}} = 0,15 / 1 = 0,15 \text{ (15\%)}$$

3. Імовірність втрат людей (P_2):

$$P_2 = n_{i\text{НС}} / N = 2 / 40 = 0,05 \text{ (5\%)}$$

4. Відносні втрати людей ($Q_{\text{люд}}$):

$$Q_{\text{люд}} = l_i / L = 2 / 500 = 0,004 \text{ (0,4\%)}$$

5. Загальний ризик:

Для матеріальних збитків: $R_{\text{об.мат}} = P_1 \times Q_{\text{мат}} = 0,2 \times 0,15 = 0,03 \text{ (3\%)}$

Для втрат людей: $R_{\text{об.люд}} = P_2 \times Q_{\text{люд}} = 0,05 \times 0,004 = 0,0002 \text{ (0,02\%)}$

2) Вибух

1. Імовірність виникнення НС (P_1):

$$P_{1\text{пож}} = n_i / N = 6 / 40 = 0,15 \text{ (15\%)}$$

2. Відносні матеріальні збитки ($Q_{\text{мат}}$):

$$Q_{\text{мат}} = q_i / q_{\text{заг}} = 0,3 / 1 = 0,3 \text{ (30\%)}$$

3. Імовірність втрат людей (P_2):

$$P_2 = n_{i\text{НС}}/N = 6/40 = 0,15 \text{ (15\%)}$$

4. Відносні втрати людей ($Q_{\text{люд}}$):

$$Q_{\text{люд}} = i/L = 6/500 = 0,012 \text{ (1,2\%)}$$

5. Загальний ризик:

$$\text{Для матеріальних збитків: } R_{\text{об.мат}} = P_1 \times Q_{\text{мат}} = 0,15 \times 0,3 = 0,045 \text{ (4,5\%)}$$

$$\text{Для втрат людей: } R_{\text{об.люд}} = P_2 \times Q_{\text{люд}} = 0,15 \times 0,012 = 0,0018 \text{ (0,18\%)}$$

3) Витік хімічних речовин

1. Імовірність виникнення НС (P_1):

$$P_{1\text{пож}} = n_i/N = 10/40 = 0,25 \text{ (25\%)}$$

2. Відносні матеріальні збитки ($Q_{\text{мат}}$):

$$Q_{\text{мат}} = q_i/q_{\text{заг}} = 0,12/1 = 0,12 \text{ (12\%)}$$

3. Імовірність втрат людей (P_2):

$$P_2 = n_{i\text{НС}}/N = 3/40 = 0,075 \text{ (7,5\%)}$$

4. Відносні втрати людей ($Q_{\text{люд}}$):

$$Q_{\text{люд}} = i/L = 3/500 = 0,006 \text{ (0,6\%)}$$

5. Загальний ризик:

$$\text{Для матеріальних збитків: } R_{\text{об.мат}} = P_1 \times Q_{\text{мат}} = 0,25 \times 0,12 = 0,03 \text{ (3\%)}$$

$$\text{Для втрат людей: } R_{\text{об.люд}} = P_2 \times Q_{\text{люд}} = 0,075 \times 0,006 = 0,00045 \text{ (0,045\%)}$$

Підсумкові результати представимо у вигляді таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Результати розрахунків

Вид НС	Ризик матеріальних збитків, %	Ризик втрат людей, %
Пожежа	3	0,02
Вибух	4,5	0,18
Витік хімічних речовин	3	0,045

Висновок: Найвищим ризиком та матеріальних збитків для НС є ризик вибухів і становить 4,5%, також найбільшим ризиком втрат людей є вибухи – 0,18%. Отже на підприємстві необхідно приділити серйозну увагу противубуховим заходам. Підвищити запобіжні заходи та роботу з інформування персоналу.

ЗАВДАННЯ:

1. Ознайомитись із Про затвердження Методики оцінювання ризиків виникнення надзвичайних ситуацій техногенного характеру та пожеж : Наказ М-ва внутр. справ України від 13.10.2023 № 836. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1905-23#Text>

2. Виконати розрахунки за варіантом табл. 1.2.

На підприємстві N за останні 5 років виникло ... випадків пожеж, ... випадків вибуху газовибухових сумішей та ... випадків витоку хімічних речовин. Сума матеріальних збитків по кожному із видів НС склала, ...

та ... грн відповідно. Загальна сума валового продукту за цей період ... грн. Загальна кількість персоналу на об'єкті становить ... осіб. Кількість загиблих становить .. , ... та ... осіб відповідно по кожному із видів НС. Визначте за варіантом (табл. 1.2) оцінку ризику виникнення надзвичайних ситуацій на підприємстві, використовуючи вищенаведену методику. Приклад розрахунку наведено нижче.

Таблиця 1.2 – Вихідні дані

Варіант	N, вип.	q _{заг.} , млн	L, чол	Пожежа			Вибух			Витік хімічних речовин		
				n	q	l	n	q	l	n	q	l
1	20	2	540	10	0.1	5	5	0.2	4	3	0.15	1
2	20	1,2	720	8	0.05	4	6	0.3	с	4	0.1	3
3	22	2	810	12	0.15	7	7	0.25	2	5	0.2	2
4	41	1	490	15	0.2	10	8	0.25	1	10	0.12	6
5	35	1,3	1222	6	0.12	1	3	0.15	3	2	0.1	1
6	55	2	645	9	0.18	3	10	0.3	5	7	0.2	4
7	46	3	540	11	0.25	5	12	0.4	3	8	0.1	6
8	31	2,2	500	5	0.2	2	9	0.3	4	3	0.15	3
9	11	1	855	7	0.1	1	10	0.35	2	5	0.2	1
10	15	2	540	14	0.3	5	8	0.25	2	6	0.12	3
11	26	1,2	720	13	0.4	4	6	0.2	1	4	0.1	2
12	34	2	645	10	0.2	3	12	0.35	10	5	0.18	1
13	22	2	540	6	0.1	2	4	0.2	1	3	0.15	1
14	46	1,2	500	16	0.3	6	7	0.25	1	9	0.18	3
15	40	2	855	11	0.2	7	6	0.3	2	5	0.15	5
16	55	1	540	14	0.1	3	8	0.25	6	4	0.1	2
17	46	1,3	500	9	0.25	2	12	0.4	7	7	0.2	4
18	31	2	540	8	0.15	1	10	0.3	3	6	0.2	3
19	11	3	720	10	0.1	9	9	0.3	4	7	0.2	4
20	35	2,2	810	7	0.2	2	11	0.35	6	4	0.12	2
21	55	2	490	5	0.1	5	7	0.25	2	5	0.2	1
22	46	1	1000	14	0.05	3	8	0.25	1	7	0.12	1
23	22	2	645	13	0.15	2	3	0.15	3	11	0.1	9
24	41	1,2	645	10	0.2	4	10	0.3	5	2	0.18	1
25	35	2	540	6	0.4	2	10	0.25	3	6	0.15	4
26	55	1	500	16	0.2	10	12	0.25	8	4	0.18	1
27	22	1,3	540	2	0.1	1	9	0.15	1	3	0.15	1
28	35	2	810	4	0.3	3	10	0.3	2	2	0.1	2
29	55	1,2	490	11	0.4	8	8	0.4	1	4	0.2	1
Приклад	40	1	500	8	0.15	2	6	0.3	6	10	0.12	3

ЛІТЕРАТУРА:

1. Кодекс цивільного захисту України : Кодекс України від 02.10.2012 № 5403-VI : станом на 12 верес. 2025 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17#Text> (дата звернення: 17.11.2025).
2. Про затвердження Порядку класифікації надзвичайних ситуацій за їх рівнями : Постанова Каб. Міністрів України від 24.03.2004 № 368 : станом на 31 груд. 2021 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/368-2004-п#Text> (дата звернення: 17.11.2025).
3. Про схвалення Концепції управління ризиками виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру : Розпорядж. Каб. Міністрів України від 22.01.2014 № 37-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/37-2014-р#Text> (дата звернення: 17.11.2025).
4. Про затвердження Порядку управління ризиками виникнення надзвичайних ситуацій техногенного характеру та пожеж : Наказ М-ва внутр. справ України від 31.07.2023 № 627 : станом на 5 жовт. 2023 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1397-23#Text> (дата звернення: 17.11.2025).
5. Про затвердження Методики оцінювання ризиків виникнення надзвичайних ситуацій техногенного характеру та пожеж : Наказ М-ва внутр. справ України від 13.10.2023 № 836. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1905-23#Text> (дата звернення: 17.11.2025).

ПРАКТИЧНА РОБОТА 2

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ В ТЕХНОГЕННО-НАВАТАЖЕНОМУ РЕГІОНІ. УСЕРЕДНЕНИЙ ЗА ЧАСОМ ТА СУМАРНИЙ ІНДЕКС ТЕХНОГЕННОЇ НЕБЕЗПЕКИ ПІДПРИЄМСТВА

МЕТА РОБОТИ:

навчитися розраховувати усереднений за часом та сумарний індекс техногенної небезпеки об'єкта чи промислового підприємства

ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА:

Усереднений за часом індекс техногенної небезпеки підприємства

Для забезпечення екологічної безпеки регіону важливим є визначення найбільш критичного рівня небезпеки, що спостерігається на окремих техногенних об'єктах, таких як промислові підприємства. Обґрунтування цього підходу полягає в тому, що саме через такі структурні одиниці можна найефективніше здійснювати управлінські заходи. Усереднений за певний період часу (добу, місяць або рік) індекс



техногенної небезпеки T конкретного об'єкта (промислового підприємства) (див. табл. 2.1) визначається за наступною формулою:

$$T = A \sum_{k=1}^p \beta_k \gamma_k M_k$$

де A - коефіцієнт, що враховує тип території розміщення об'єкта;
 β_k - параметр, який залежить від характеристик джерел, що викидають k -ю шкідливу речовину;

γ_k - коефіцієнт відносної небезпеки k -ої шкідливої речовини;

M_k - приведена маса викиду k -ої шкідливої речовини;

p - кількість шкідливих речовин.

Таблиця 2.1 – Індекс техногенної небезпеки

Значення індексу	Ступінь небезпеки
1-60	Мала
61-96	Середня
97-127	Проміжна
128-158	Велика
Вище 159	Дуже велика

Значення M_k , визначається як:

$$M_k = M_{kt} / M_{ks},$$

де M_{kt} , M_{ks} - маси викидів протягом певного часу k -ої шкідливої речовини даним техногенним об'єктом і всієї сукупності об'єктів регіону відповідно, т.

Техногенний об'єкт можна розглядати як єдине джерело викидів з наведеної середньою висотою h_k для кожної k -ої шкідливої речовини:

$$h_k = \frac{\sum_{i=1}^m h_{ik} M_{ik}}{\sum_{i=1}^m M_{kt}}$$

де h_{ik} - висота i -го джерела техногенного об'єкту, м;

M_{ik} - маса викиду i -го джерела k -ої шкідливої речовини протягом певного часу, т;

m - кількість джерел техногенної небезпеки об'єкта.

Величина параметра β_k в основному визначається середньою наведеною висотою h_k (вплив інших параметрів джерел викидів істотно менше).

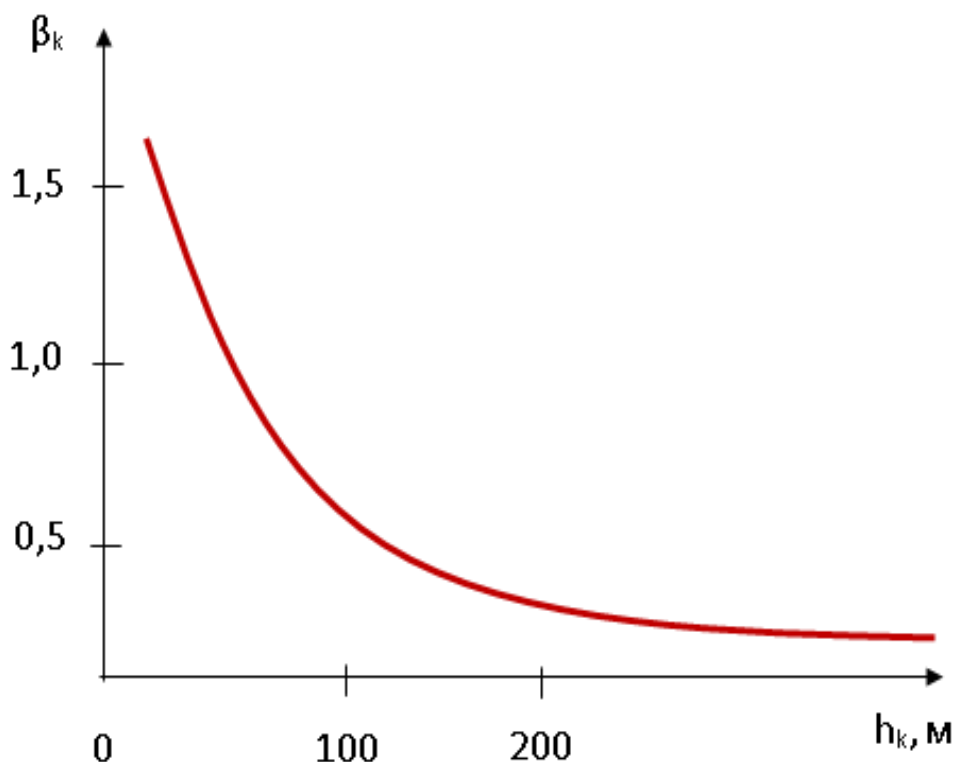


Рисунок 2.1 – Залежність параметра β_k від середньої висоти викидів k -тої шкідливої речовини

Значення коефіцієнтів γ_k визначені на основі результатів гігієнічних досліджень та наявних даних, які враховують такі фактори: відносну небезпеку присутності шкідливих речовин у повітрі, що вдихає людина; ймовірність повторного потрапляння шкідливих речовин в атмосферу після їх осадження; можливість утворення вторинних забруднювачів, що є більш шкідливими, ніж первинні; нерівномірність накопичення первинних і вторинних забруднювачів у різних компонентах навколишнього середовища; надходження шкідливих речовин в організм людини неінгаляційним шляхом; вплив шкідливих речовин на інших реципієнтів.

Величина коефіцієнта A визначається з урахуванням соціально-економічних, рекреаційних та ландшафтних особливостей територій, де розташовані техногенні об'єкти.

Приклад розрахунку

Викиди забруднюючих речовин від стаціонарних джерел міста складають 168,9 тис.т в рік, в тому числі: тверді частинки - 25,2 тис. т, фенол - 2,4 тис. т, аміак - 2,1 тис. т, оксид вуглецю - 47,3 тис. т, діоксид азоту - 17,1 тис. т, діоксид сірки - 36,4 тис. т.

Площа міста - 120 км², населення - 100 тис. чол.

Порівняти ступінь техногенної небезпеки промислових підприємств, обсяги викидів забруднюючих речовин від стаціонарних джерел яких представлені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 - Обсяги викидів забруднюючих речовин від стаціонарних джерел підприємства

Джерело	h, м	Пил, тис.т	Фенол, тис.т	NH ₃ , тис. т	CO, тис. т	NO ₂ , тис. т	SO ₂ , тис. т
П ₁		11,34	1,08	2,1	24,3	9,7	16,38
Д ₁	100	5,12	0,9	-	15,0	1,9	10,38
Д ₂	80	3,22	-	2,1	4,6	6,7	-
Д ₃	50	3	0,28	-	4,7	1,1	6,00
П ₂		13,86	1,32	-	23	7,4	20,02
Д ₄	70	13,86	1,32	-	23	7,4	20,02

Алгоритм рішення

1. Знаходимо M_k- наведену масу викиду k-ої шкідливої речовини для кожного об'єкта:

$$M_k = M_{kt} / M_{ks},$$

Для П1 (Підприємство перше)

$$M_{\text{пил}} = 11,34 / 25,2 = 0,45;$$

$$M_{\text{ф}} = 1,08 / 2,4 = 0,45;$$

$$M_{\text{ам}} = 2,1 / 2,1 = 1;$$

$$M_{\text{CO}} = 24,3 / 47,3 = 0,51;$$

$$M_{\text{NO}_2} = 9,7 / 17,1 = 0,57;$$

$$M_{\text{SO}_2} = 16,38 / 36,4 = 0,46$$

Для П2 (Підприємство друге)

$$M_{\text{пил}} = 13,86 / 25,2 = 0,55;$$

$$M_{\text{ф}} = 1,32 / 2,4 = 0,55;$$

$$M_{\text{ам}} = \text{-----};$$

$$M_{\text{CO}} = 23 / 47,3 = 0,49;$$

$$M_{\text{NO}_2} = 7,4 / 17,1 = 0,43;$$

$$M_{\text{SO}_2} = 20,02 / 36,4 = 0,55$$

2. Для визначення коефіцієнта β_k знаходимо наведені висоти викидів k-ої шкідливої речовини:

$$h_k = \frac{\sum_{i=1}^m h_{ik} M_{ik}}{\sum_{i=1}^m M_{kt}}$$

де h_{ik} - висота і-го джерела техногенного об'єкта, м;

M_{ik} - маса викиду і-го джерела k-ої шкідливої речовини протягом певного часу, т;

m - кількість джерел техногенної небезпеки об'єкта.

Для П1:

$$h_{1\text{пил}} = (5,12 \cdot 100 + 3,22 \cdot 80 + 3 \cdot 50) / 11,34 = 81,1 \text{ м}$$

$$h_{1\text{ф}} = (0,9 \cdot 100 + 0,28 \cdot 50) / 1,08 = 96,3 \text{ м}$$

$$h_{1\text{NH}_3} = (2,1 \cdot 80) / 2,1 = 80 \text{ м}$$

$$h_{1\text{CO}} = (15,0 \cdot 100 + 4,6 \cdot 80 + 4,7 \cdot 50) / 24,3 = 86,5 \text{ м}$$

$$h_{1\text{NO}_2} = (1,9 \cdot 100 + 6,7 \cdot 80 + 1,1 \cdot 50) / 9,7 = 80,5 \text{ м}$$

$$h_{1\text{SO}_2} = (10,38 \cdot 100 + 6,0 \cdot 50) / 16,38 = 81,7 \text{ м}$$

Для П2:

$$h_{2\text{пил}} = (13,86 \cdot 70) / 13,86 = 70 \text{ м}$$

$$h_{2\text{ф}} = (1,32 \cdot 70) / 1,32 = 70 \text{ м}$$

$$h_{2\text{NH}_3} = \text{-----}$$

$$h_{2\text{CO}} = (23 \cdot 70) / 23 = 70 \text{ м}$$

$$h_{2\text{NO}_2} = (7,4 \cdot 70) / 7,4 = 70 \text{ м}$$

$$h_{2\text{SO}_2} = (20,02 \cdot 70) / 20,02 = 70 \text{ м}$$

3. По таблиці знаходимо коефіцієнт γ_k для кожної речовини:

$$\gamma_{\text{кпилу}} = 41,50$$

$$\gamma_{\text{кф}} = 170$$

$$\gamma_{\text{к NH}_3} = 4,04$$

$$\gamma_{\text{к CO}} = 1$$

$$\gamma_{\text{к NO}_2} = 20$$

$$\gamma_{\text{к SO}_2} = 16,50$$

Далі наведені таблиці з коефіцієнтами та параметрами для визначення індексу техногенної небезпеки об'єкта.

Таблиця 2.3 - Коефіцієнт відносної небезпеки к-тої шкідливої речовини

Найменування ініредіснта	γ_k
оксид вуглецю	1,00
ацетон	2,38
аміак	4,04
Оксиди натрію, магнію, кальцію, заліза, калію, стронцію, молібдену, вольфраму, вісмуту	13,90
сірчистий ангідрид	16,50
оксиди алюмінію	16,90
Вуглеводні (летючі низькомолекулярні)	19,38
пил деревини	19,60
пил кам'яновугільний	40,00
Пил вуглецю (без домішок)	41,50
пил цементний	45,00
сірчана кислота	49,00
Діоксид кремнія	83,20

Пил коксовий та агломераційний (Для підприємств чорної металургії)	100,00
П'ятиокис ванадію (пил)	122,00
Фенол	170,00
Тверді частинки, що викидаються дизелями, паливними та іншими установками, що спалюють мазути та газу	200,00
ціаністий водень	282,00
Марганець та його сполуки	705,00
Нікель та його оксиди	5475,00
Неорганічні сполуки ртуті	$2,24 \cdot 10^4$
Бенз [a] пірен	$1,26 \cdot 10^6$
NO ₂	20

Таблиця 2.4 – Коефіцієнт, що враховує тип території розміщення об'єкта

Територія	A
Курорти, місця масового відпочинку в містах, історико-архітектурні пам'ятки	3,0
Санаторії, паркові та лісопаркові зони у містах та населених пунктах, заповідники, ландшафтні та водоохоронні зони	2,5
Селитебна територія міст із населенням:	
понад 500 тис.чол.	2,0
від 100 до 500 тис. Чол.	1,0
до 100 тис. Чол.	0,7
Селитебна територія сільських населених пунктів	0,5
Території, розташовані далеко від поселень людей:	
сільськогосподарські землі, які не потребують спеціальних меліоративних робіт	0,3
незручні для сільськогосподарського освоєння землі, які не становлять цінності для збереження як ландшафтні зони	0,1

4. Визначаємо індекс небезпеки для першого та другого підприємства T_1 і T_2 , робимо висновок про ступінь техногенної небезпеки промислових підприємств.

$$T_1 = 0,7 * (0,7 * 41,5 * 0,45 + 0,6 * 170 * 0,45 + 0,65 * 4,04 * 1 + 0,8 * 1 * 0,51 + 0,65 * 20 * 0,57 + 0,7 * 16,50 * 0,46) = 52,3$$

$$T_2 = 0,7 * (0,75 * 41,5 * 0,55 + 0,75 * 170 * 0,55 + 0,75 * 1 * 0,49 + 0,75 * 20 * 0,43 + 0,75 * 16,5 * 0,55) = 100,86$$

Відповідь: за розрахованими усередненими за часом індекси техногенної небезпеки підприємств можна сказати, що перше підприємство становить малу ступінь небезпеки, а друге - середню.

Сумарний індекс техногенної небезпеки

Доцільно здійснювати оцінку рівня техногенної небезпеки в регіоні при обліку загального надходження в навколишнє середовище забруднювачів, що містяться у викидах в атмосферне повітря, скиди у водний басейн, в відходах. У цьому випадку застосовується сумарний індекс техногенної небезпеки T_x :

$$T_x = \sum_{i=1}^n K_i M_{ia} + \sum_{i=1}^m L_i M_{ic} + \sum_{i=1}^l N_i M_{io}$$

де K_i , L_i , N_i – показники, які враховують вплив на людину і навколишнє природне середовище одиниці маси i -ої шкідливої речовини, що міститься відповідно у викидах в атмосферу, скидах у водний басейн, у відходах, $1/t$;

M_{ia} , M_{ic} , M_{io} – маси шкідливих речовин, що надходять за визначений період часу (доба, місяць, рік) у навколишнє середовище з викидами в атмосферне повітря, скидами у водний басейн, у складі відходів відповідно, т;

n , m , l – кількість інгредієнтів, що містяться у викидах, скидах і відходах відповідно.

Запропонований алгоритм розрахунку індексу техногенної небезпеки T_x вирізняється легкістю доступу до необхідних даних, простотою та швидкістю обчислень, що робить його зручним для оперативної експрес-оцінки. Водночас він не враховує регіональні та локальні особливості територій, на яких розташовані техногенні об'єкти, такі як соціально-екологічні характеристики регіону, параметри джерел формування техногенної небезпеки, особливості водних об'єктів, куди здійснюється скидання стічних вод, а також інформацію про місця накопичення відходів та інші фактори. З урахуванням цих аспектів модель для визначення рівня небезпеки набуває наступного вигляду:


$$T_x = K_T K_p \left(K_r \sum_{i=1}^n \beta_i K_i M_{ia} + K_v \sum_{i=1}^m L_i M_{ic} + K_v K_z \sum_{s=1}^l N_i M_{io} \right)$$

де K_T – регіональний коефіцієнт господарської диференціації території;

K_p – коефіцієнт, що залежить від чисельності мешканців, які піддаються впливу проявів техногенної небезпеки;

K_r – коефіцієнт, що враховує рельєф місцевості;

β_i – коефіцієнт, що залежить від характеристик джерел, які викидають i -ту шкідливу речовину в атмосферне повітря;



K_b – басейновий коефіцієнт, що враховує територіальні особливості й еколого-економічні умови функціонування водойми, у який здійснюється випуск стічних вод;

K_v і K_z – характеристики позиційності місць розміщення відходів.

Обґрунтування коефіцієнтів, використаних у розглянутій моделі, полягає в тому, що прояви екологічної небезпеки (для аналізованого виду техногенної складової) впливають не лише на природну підсистему регіону, а й призводять до негативних наслідків у його соціально-економічній сфері. Це пов'язано з додатковими витратами на ремонт і експлуатацію виробничого обладнання (наприклад, через корозію конструкцій та зношування машин і устаткування при підвищеному вмісті агресивних домішок в атмосфері), а також на впровадження очисних систем. Житлово-комунальне господарство зазнає збитків через зростання витрат на утримання будинків і споруд, громадського транспорту, будівництво та модернізацію систем очищення стоків, прибирання територій тощо. У багатофункціональних промислових центрах концентрація виробничих і житлово-комунальних об'єктів вища, ніж у регіонах, де домінує аграрне виробництво. Ці особливості враховані коефіцієнтом K_t .

Прояви екологічної небезпеки впливають на стан здоров'я населення, причому рівень захворюваності залежить від чисельності людей, які піддаються її впливу. Це враховано у значеннях коефіцієнтів K_p .

Інтенсивність прояву небезпеки також визначається розміром просторової зони забруднення атмосферного повітря, яка залежить від параметрів джерел викидів. Ці аспекти враховані у коефіцієнті β_i . На рівні приземних концентрацій забруднювачів значний вплив має характер їх розсіювання, що враховано в коефіцієнті K_r , який відображає особливості рельєфу місцевості розташування техногенного об'єкта.

Характеристики водойми, куди здійснюється скид забруднених стічних вод, визначають ступінь прояву небезпеки через хімічне та біологічне забруднення гідросфери. Басейновий коефіцієнт K_b враховує такі параметри водойми, як кратність водообміну, швидкість розбавлення забруднених стоків, здатність до самоочищення тощо.

Місця формування і прояву підвиду екологічної небезпеки, пов'язаного з розміщенням відходів виробництва та споживання, можуть бути просторово розділені. Коефіцієнти K_v і K_z відповідно відображають залежність рівня небезпеки від взаємного розташування місць накопичення відходів та селітебних територій, а також від рівня захищеності елементів навколишнього середовища від впливу шкідливих речовин у відходах.

Приклад розрахунку

Оцінити рівень техногенної небезпеки в регіоні при обліку загального надходження в навколишнє середовище забруднювачів, що містяться у



викидах в атмосферне повітря M_{ia} , скиди в водний басейн M_{ic} , у відходах M_{io} .

Викиди забруднюючих речовин від стаціонарних джерел міста складають 168,9 тис. т в рік, в тому числі: тверді частинки - 25,2 тис. т ($h_{п}=75м$), фенол - 2,4 тис. т ($h_{ф}=55м$), аміак - 2,1 тис. т ($h_{ам}=62м$), оксид вуглецю - 47,3 тис. т ($h_{со}=70м$), діоксид азота - 17,1 тис. т ($h_{NO_2}=73м$), діоксид сірки - 36,4 тис. т ($h_{п}=75м$).

Скиди забруднюючих речовин у водні об'єкти міста складають в рік: зважені речовини - 20,0 т; хлориди 127,7 т; сульфати - 715,2 т; нітрати - 2,7 т; нафтопродукти - 0,14 т; феноли - 0,85 т

На полігоні відходів, розташованому в межах міста, що знаходиться в незадовільному стані, розміщено відходів: 3-го класу небезпеки - 300 т / рік; 4-го класу небезпеки - 5000 т / рік.

Населення - 111,3 тис. чол. Басейн річки Сіверський Донець.

1. За таблицею 2.5 знаходимо коефіцієнт K_T : $K_T=1,25$

2. За таблицею 2.6 знаходимо коефіцієнт K_p : $K_p=1,2$

3. За таблицею 2.13 знаходимо коефіцієнт K_r : $K_r=1$

4. За таблицею 2.10 знаходимо коефіцієнти K_i для інгредієнтів, що містяться у викидах:

$K_{п}=1$;

$K_{ф}=121$;

$K_{ам}=5$;

$K_{со}=1$;

$K_{NO_2}=26,5$;

$K_{SO_2}=26,5$.

5. За таблицею 2.7 знаходимо коефіцієнт K_v : $K_v=2,2$;

6. За таблицею 2.11 знаходимо коефіцієнти маси шкідливих речовин, що містяться у скидах L_i :

$L_{вв}=0,5$;

$L_{хл}=0,5$;

$L_{сул}=0,5$;

$L_{нит}=1,5$;

$L_{нп}=103$;

$L_{ф}=7$

7. За таблицею 2.8 знаходимо коефіцієнт K_v : $K_v=3$

8. За таблицею 2.9 знаходимо коефіцієнт K_z : $K_z=3$

9. За таблицею 2.12 знаходимо коефіцієнт одиниці маси відходів різних класів небезпеки, N_i :

$N_3=0,25$;

$N_4=0,1$

10. За рисунком 1 знаходимо β_i , коефіцієнт, що залежить від характеристик джерел, які викидають i -ту шкідливу речовину в атмосферне повітря.

11. За формулою 5 розраховуємо індекс техногенної небезпеки.

Таблиця 2.5 – Регіональний коефіцієнт господарчої диференціації території, K_T

Характер території	Значення коефіцієнта
Території з аграрними функціями	1
Території з промисловими функціями	1,25

Таблиця 2.6 – Коефіцієнт, що залежить від кількості жителів, які піддаються впливу проявів екологічної небезпеки, K_p

Чисельність населення, тис. чоловік	Значення коефіцієнта
До 100	1
100 – 250	1,2
250 – 500	1,35
500 – 1000	1,55
Більше 1000	1,8

Таблиця 2.7 – Басейновий коефіцієнт, що враховує територіальні екологічні особливості, а також еколого-економічні умови функціонування водойми, K_B

Басейни морів і рік	Значення коефіцієнта
Азовське море	2
Чорне море	2
Дунай	2,2
Тиса	3
Прут	3
Дністер	2,8
Дніпро (кордон України – до м. Києва)	2,5
Дніпро (м. Київ включно – до Каховського гідровузла)	2,2
Дніпро (Каховський гідровузол включно – до Чорного моря)	1,8
Прип'ять	2,5
Західний Буг і ріки басейну Вісли	2,5
Десна	2,5
Південний Буг та Інгул	2,2

Таблиця 2.8 – Коефіцієнт, що залежить від віддаленості місця розташування відходів від селищної території, K_v

Місце (зона) розташування відходів	Значення коефіцієнта
В адміністративних межах населених пунктів або на відстані менше 3 км від них	3
За межами населених пунктів (на відстані більше 3 км від них)	1

Таблиця 2.9 – Коефіцієнт, що враховує ступінь захищеності навколишнього середовища від впливу відходів, Kz

Характер місця розміщення відходів	Значення коефіцієнта
Спеціально створені місця складування (полігони), що забезпечують захист атмосферного повітря, водних об'єктів і ґрунтів від забруднення	1
Місця складування, що не забезпечують повного виключення забруднення атмосферного повітря, водних об'єктів і ґрунтів	3

Таблиця 2.10 – Показник, що відображає ступінь негативного впливу на навколишнє середовище одиниці маси певного інгредієнта, що міститься у викидах в атмосферу, Ki

Забруднюючі речовини	Значення показника
Бенз[а]пірен	33935,5
Берилій і його сполуки, етилмеркаптан, тетраетилсвинець	8026
Ртуть і її сполуки, свинець і його сполуки	1130
Нікель і його сполуки	1075
Хром і його сполуки	715,5
Марганець і його сполуки	211
Стирол	194,5
Пил азбестовмісним, пил поліметалевий свинцево-цинкового виробництва, кобальт металевий	190,5
Фенол	121
Ванадію п'ятиокис	99,5
Ампіцилін, кальцію стеарат, барію оксид, фурацилін (5 – нітрофурфурол семикарбомол), натрію гідроксид, натрію нітрит, стрептоцид (n – амінобензолсульфенамід)	95
Сірководень	85,5
Формальдегід	66
Кадмію сполуки	61
Сірковуглець	55,5
Акрилонітрил, акролеїн, алюмінію оксид (у перерахнку на алюміній), аміни аліфатичні C15 – C20, ангідрид фталевий (пари, аерозоль), бензол, водень ціаністий, диметиламін, дихлоретан, епіхлоргідрин, тетрахлоретилен, фториди, фтористі газоподібні сполуки, хлор, хлороформ (трихлорметан), заліза хлорид (у перерахнку на залізо), ізобутил бромистий, метилпропан, кислота сірчана, кислота азотна, кислота мурашина, міді оксид (у перерахнку на мідь), метилмеркаптан	43,5
Азоту оксиди, ангідрид сірчистий, озон, спирт н-бутиловий, аерозоль лакофарбових матеріалів, дибутилфталат, дифенилоксид, емульсол, триетаноламін, барію пероксид, барію сульфат, барію трисульфат, кислота фосфорна, крезол,	26,5

олія мінеральна нафтова, парафіни, поліетилен, сірка елементарна, смола (СТУ - 3)	
Бензин нафтовий	15
Ацетон	10
Ацетальдегід, вольфрамат натрію (у перерахунку на вольфрам), вінілацетат, етилен, фурфурол, цинку оксид (у перерахунку на цинк), циклогексанол, заліза оксид (у перерахунку на залізо), заліза сульфат (у перерахунку на залізо), кислота масляна, кислота оцтова, кислота валеріанова, спирт аміловий, спирт ізопропіловий, спирт пропіловий, трихлоретилен	6,5
Бутилацетат	6
Аміак	5
Вуглеводні (крім 1-го і 2-го класів небезпеки), диметилсульфід, дивінілбензол, етилацетат, циклогексан, сульфат амонію, кислота ацетилсаліцилова, метилізобутилкетон, парацетамол, спирт етиловий, скипидар	1,5
Водень хлористий, вуглецю оксид, тверді речовини (крім 1-го і 2-го класів небезпеки), аерозоль зварювання ацетилен, альдегід β-ціанпропіоновий, бромистий метил, етилцелозольв, етиленгліколь, етиловий ефір пропіонової кислоти, ізоамілацетат, уайт-спірит, каїніт, фосфогіпс, кислота аскорбінова, метан, натрію хлорид, сольвент-нафта	1

Таблиця 2.11 – Показник, що відображає ступінь негативного впливу на навколишнє середовище одиниці маси шкідливих речовин, що містяться у скидах у водний басейн, L_i

Назва забруднюючої речовини	Значення показника
Хром	1376
Мідь, нікель, цинк	997,5
СПАР, залізо, свинець	172
Нафтопродукти	103
Нітрити	86
Азот амонійний	17,5
Фосфати	14
Органічні речовини (за показниками БСК ₅)	7
Кальцій, магній, сухий залишок (мінералізація, за винятком хлоридів, сульфатів, азоту амонійного, нітритів, нітратів, фосфатів, металів)	3,5
Нітрати	1,5
Завислі речовини, сульфати, хлориди	0,5

Таблиця 2.12 – Показник, що відображає ступінь негативного впливу на навколишнє середовище одиниці маси відходів різних класів небезпеки, Ni

Клас небезпеки відходів	Ступінь небезпеки відходів	Значення показника
I	Дуже небезпечні	27,5
II	Високонебезпечні	1
III	Помірно небезпечні	0,25
IV	Малонебезпечні	0,1

Таблиця 2.13 – Коефіцієнт, що враховує рельєф місцевості Kr

Територія	Kr
Курорти, місця масового відпочинку в містах, історико-архітектурні пам'ятки	3,0
Санаторії, паркові та лісопаркові зони у містах та населених пунктах, заповідники, ландшафтні та водоохоронні зони	2,5
Селитебна територія міст із населенням:	
понад 500 тис.чол.	2,0
від 100 до 500 тис. Чол.	1,0
до 100 тис. Чол.	0,7
Селитебна територія сільських населених пунктів	0,5
Території, розташовані далеко від поселень людей:	
сільськогосподарські землі, які не потребують спеціальних меліоративних робіт	0,3
незручні для сільськогосподарського освоєння землі, які не становлять цінності для збереження як ландшафтні зони	0,1

ЗАВДАННЯ:

Завдання 1: розрахувати задачу за прикладом.

Викиди забруднюючих речовин від стаціонарних джерел міста складають 201,9 тис.т в рік, в тому числі: тверді частинки – 30,4 тис. т, фенол - 2,2 тис. т, аміак – 0,8 тис. т, оксид вуглецю - 58 тис. т, діоксид азоту – 12,1 тис. т, діоксид сірки – 28,4 тис. т.

Площа міста - 360 км², населення - 1113 тис. чол.

Порівняти ступінь техногенної небезпеки промислових підприємств, обсяги викидів забруднюючих речовин від стаціонарних джерел яких представлені в таблиці 2.14.

Таблиця 2.14 - Обсяги викидів забруднюючих речовин від стаціонарних джерел підприємства

Джерело	h, м	Пил, тис. т	Фенол, тис.т	NH ₃ , тис.т	CO, тис.т	NO ₂ , тис.т	SO ₂ , тис.т
П ₁		8,44	-	0,42	38,1	8,7	14,62
Д ₁	100	3,35	-	-	15,0	1,9	10,38
Д ₂	80	3,22	-	0,42	18,4	6,7	-
Д ₃	50	1,87	-	-	4,7	1,1	4,24

П ₂		21,96	2,2	0,38	19,9	3,4	13,78
Д ₁	60	7,25	1,04	0,38	15,21	2,2	8,2
Д ₂	40	14,71	1,16	-	4,69	1,2	5,58

Завдання 2: Оцінити рівень техногенної небезпеки в регіоні при обліку загального надходження в навколишнє середовище забруднювачів, що містяться у викидах в атмосферне повітря M_{ia} , скиди в водний басейн M_{ic} , у відходах M_{io} .

Викиди забруднюючих речовин від стаціонарних джерел міста складають 249,8 тис. т в рік, в тому числі: тверді частинки - 48,3 тис. т ($h_p=60m$), фенол – 3,8 тис. т ($h_f=55m$), аміак – 1,8 тис. т ($h_{am}=65m$), оксид вуглецю - 32,4 тис. т ($h_{co}=66m$), діоксид азота – 12,4 тис. т ($h_{NO_2}=70m$), діоксид сірки – 41,8 тис. т ($h_p=66m$).

Скиди забруднюючих речовин у водні об'єкти міста складають в рік: зважені речовини - 18,2 т; хлориди 228,1 т; сульфати - 648,7 т; нітрати – 3,4 т; нафтопродукти – 0,12 т; феноли – 0,9 т.

На полігоні відходів, розташованому в межах міста, що знаходиться в незадовільному стані, розміщено відходів: 2-го класу небезпеки - 150 т / рік; 3-го класу небезпеки - 640 т / рік.

Населення - 240,0 тис. чол. Басейн річки Дніпро (м. Київ включно – до Каховського гідровузла).

ЛІТЕРАТУРА:

1. Методичні вказівки до виконання практичних занять з дисципліни «Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище» для технічних спеціальностей всіх форм навчання для студентів спеціальностей 101 Екологія, 183 Технології захисту навколишнього середовища всіх форм навчання / уклад. В. К. Костенко, О. Л. Зав'ялова, О. П. Богомаз, М. І. Таврель. Покровськ : ДонНТУ, 2021. 59 с.

2. Шмандій В. М. Практичні основи розробки комплексної системи заходів по управлінню техногенною безпекою в техногенно навантаженому регіоні. *Вісник НТУ "ХПІ"*. Харків : ХПУ. 2002. № 20. С. 217-221.



ПРАКТИЧНА РОБОТА 3 НЕБЕЗПЕКА, ВИДИ РИЗИКІВ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ВЕЛИЧИНИ РИЗИКУ

МЕТА РОБОТИ:

вивчення студентами методів визначення величини (ступеня) можливого ризику в найбільш характерних ситуаціях.

ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА:

Характеристика небезпек

До категорії небезпек належать нещасні випадки, аварії, катастрофи, які супроводжуються загибеллю людей, скороченням тривалості життя, шкодою здоров'ю, а також пошкодженням природного чи техногенного середовища.

Рівень природно-техногенної безпеки України значною мірою визначається надмірним техногенним навантаженням на природне середовище. Найвищий рівень таких навантажень спостерігається в індустріально розвинених регіонах. Промислові райони є зонами підвищеного ризику виникнення аварій та техногенних катастроф.

Зношеність основних виробничих фондів усіх галузей народного господарства України в середньому сягає 50 %. Потенційно небезпечні виробництва займають значну частку в структурі промисловості, забезпечуючи майже третину загального обсягу продукції.

Через економічну кризу та брак фінансування оновлення або заміна застарілих виробничих фондів відбувається повільно і несвоєчасно, а рівень їх зношеності наближається до критичного. Часто антропогенна діяльність призводить до того, що потенційно небезпечні об'єкти стають більш вразливими до впливу природних факторів, що підвищує ймовірність виникнення вторинних техногенних надзвичайних ситуацій. Поєднання техногенних і природних факторів суттєво збільшує ризики надзвичайних ситуацій та посилює їх негативні наслідки.

Однією з характеристик небезпек є їх квантифікація, тобто кількісна оцінка завданих збитків. Вона залежить від різних факторів: чисельності людей у зоні небезпеки, кількості та вартості матеріальних і природних цінностей, наявності природних ресурсів, перспективності території тощо.

Для уніфікації наслідки небезпеки прийнято визначати як шкоду. Кожен вид шкоди має власне кількісне відображення, наприклад: кількість загиблих, поранених або хворих, площа зараженої території, площа вигорілого лісу, вартість зруйнованих споруд тощо. Найбільш універсальним засобом оцінки шкоди є вартісний показник, тобто визначення збитків у грошовому еквіваленті.

Іншою важливою характеристикою безпеки є її частота прояву, або ризик, який показує ймовірність настання події.



Оцінка ризику небезпеки

Будь-яка система, що забезпечує певний рівень особистих, соціальних, технологічних, наукових або виробничих переваг, неминуче включає елемент небезпеки, який є обов'язковим.

Небезпека є ключовим поняттям у сфері безпеки життєдіяльності людини. Під небезпекою розуміють явища, події, процеси або об'єкти, здатні в певних умовах завдати шкоди людині, аж до загибелі. У цьому сенсі визначення небезпеки охоплює як стандартні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, так і більш широкі життєві ситуації. Іншими словами, людина завжди піддається потенційній загрозі, тобто постійно перебуває в умовах ризику.

Можна навести приклади ризикового балансу між відомими перевагами та можливими небезпеками: наприклад, консерванти у харчовій промисловості, радіаційні методи діагностики та лікування (рентген, радіотерапія) забезпечують користь, але одночасно несуть потенційну загрозу для здоров'я. Часто навіть відносно безпечний матеріал чи обладнання при певних умовах стають небезпечними. Навіть така, здавалося б, нешкідлива дія, як вживання великої кількості води, може призвести до серйозних проблем зі здоров'ям, наприклад, з нирками.

Отже, безпека є відносним поняттям. Абсолютної безпеки у всіх ситуаціях і умовах не існує. Прості запитання на кшталт «Який рівень безпеки достатній?» не мають однозначної відповіді. Використання виразу «безпека на 99,9%», яке часто зустрічається у рекламі як показник високого рівня гарантії або низького ризику, є умовним і не може вважатися коректним.

Для визначення серйозності небезпеки застосовуються різні критерії, що дозволяють оцінити ймовірність та масштаб можливих наслідків.

Категорії серйозності небезпеки, представлені у табл. 3.1, встановлюють кількісне значення відносної серйозності ймовірних наслідків небезпечних умов. Застосування категорій серйозності небезпеки є ефективним інструментом для визначення пріоритетності профілактичних заходів з метою забезпечення безпеки життєдіяльності. Це особливо важливо при оцінюванні небезпек у конкретних умовах або при порушенні функціонування системи. Так, випадки, які відносять до категорії I (катастрофічні небезпеки), вимагають значно більшої уваги та заходів, ніж ті, що класифіковані як категорія IV (незначні небезпеки).

Таблиця 3.1 – Категорії серйозності небезпек

Вид	Категорія	Опис нещасного випадку
Катастрофічна	I	Смерть або руйнування системи
Критична	II	Серйозна травма, стійке захворювання, суттєве пошкодження у системі
Гранична	III	Незначна травма, короткочасне захворювання, пошкодження у системі
Незначна	IV	Менш значні, ніж у категорії III, травми, захворювання, пошкодження у системі

Рівні ймовірності небезпеки, представлені у табл. 3.2, є якісним відображенням відносної ймовірності того, що відбудеться небажана подія, яка є наслідком неусунутої або невідконтрольної небезпеки. Виходячи з високої ймовірності виникнення небезпеки у будь-якій системі, можна зробити висновки щодо характеру певних видів людської діяльності. Тому поєднане використання методик оцінювання серйозності та ймовірності небезпеки дозволяє ідентифікувати потенційні небезпеки, віднести їх до відповідного класу та прийняти рішення щодо їх усунення або мінімізації, враховуючи серйозність небезпеки, можливі наслідки та ймовірність їх настання.

Таблиця 3.2 – Рівні ймовірності небезпеки

Вид	Рівень	Опис наслідків
Часта	A	Велика ймовірність того, що подія відбудеться
Можлива	B	Може трапитися декілька разів за життєвий цикл
Випадкова	C	Іноді може відбутися за життєвий цикл
Віддалена	D	Малоймовірна, але можлива подія протягом життєвого циклу
Неймовірна	E	Настільки малоймовірно, що можна припустити, що така небезпека ніколи не відбудеться

Якщо потенційна небезпека події відноситься до категорії I (катастрофічна) і має високий рівень ймовірності A (часта), усі зусилля беззаперечно повинні бути спрямовані на усунення цієї небезпеки в конструкції або на забезпечення посиленого контролю до запуску системи чи реалізації проекту.

Слід зазначити, що серйозна небезпека може вважатися прийнятною лише за умови доведення надзвичайно низької ймовірності її настання, так само як і потенційно ймовірна подія може бути допустимою,

якщо її наслідки незначні. З цього випливає, що ймовірність допустимого ризику небезпеки обернено пропорційна її серйозності.

В табл. 3.3 надається приклад матриці ризиків небезпеки, яка включає елементи табл. 3.1 та 3.2 для того, щоб забезпечити ефективний інструмент для апроксимації припустимого та неприпустимого рівнів або ступенів ризику. Встановивши літерно-цифрову систему оцінки ризику для кожної категорії серйозності та кожного рівня ймовірності, можна глибше класифікувати та оцінювати ризик за ступенем припустимості. Використання такої матриці полегшує оцінку ризику.

Таблиця 3.3 - Матриця оцінки ризику

Частота, з якою відбувається подія	Категорія небезпеки			
	I Катастрофічна	II Критична	III Гранична	IV Незначна
(A) Часто	1A	2A	3A	4A
(B) Вірогідно	1B	2B	3B	4B
(C) Час ві часу	1C	2C	3C	4C
(D) Віддалено	1D	2D	3D	4D
(E) Неймовірно	1E	2E	3E	4D
Індекс ризику небезпеки				
Класифікація ризику 1A, 1B, 1C, 2A, 2B, 3A 1D, 2C, 2D, 3B, 3C 1E, 2E, 3D, 3E, 4A, 4B 4C, 4D, 4E	Критерії ризику Неприпустимий (надмірний) Небажаний (гранично допустимий) Припустимий з перевіркою (прийнятний) Припустимий без перевірки (знехтуваний)			

Наприклад, зіткнення літаків у повітрі без сумнівів належатиме до категорії I (катастрофічна подія), тоді як ймовірність її настання відноситься до рівня O (незначна), що базується на статистичних даних про випадки авіаційних зіткнень. У такому разі заходи щодо зменшення можливих наслідків зводяться до виконання специфічного, але порівняно невеликого контролю для запобігання подібній ситуації.

Навпаки, зіткнення двох автомобілів на переповненій парковці можна віднести до категорії IV (незначна подія), проте з високою ймовірністю (рівень A – часта або рівень B – можлива). У цьому випадку заходи контролю спрямовуються на ефективне і недороге запобігання, наприклад: встановлення дорожніх знаків для регулювання руху, облаштування широких місць для паркування, обмеження швидкості, створення штучних нерівностей, що змушують зменшувати швидкість, тощо.



Види ризиків

Існують різноманітні ознаки ризиків у природничій, соціальній, фінансовій, бізнесовій та інших сферах, за якими їх можна класифікувати на окремі типи.

Нижче наведено основні види ризиків, що стосуються безпеки.

За масштабами впливу виділяють ризики для окремої особи, групи людей, населення певного регіону, нації або всього людства.

З точки зору доцільності ризики поділяються на обґрунтовані та необґрунтовані (безглузді).

За характером вибору ризики можуть бути добровільними або вимушеними.

Залежно від сфери людської діяльності розрізняють економічні, побутові, виробничі, політичні, соціальні ризики та ризики природокористування.

Щодо допустимого рівня ризику, він може бути знехтуваним, прийнятним, гранично допустимим або надмірним. Знехтуваний ризик має настільки малий рівень, що він перебуває в межах природного або фонового коливання. Прийнятним вважається ризик, який суспільство здатне допустити, враховуючи техніко-економічні та соціальні можливості. Гранично допустимий ризик – це максимальний рівень, що не повинен перевищуватися за жодних обставин. Надмірний ризик характеризується надзвичайно високим рівнем і зазвичай призводить до негативних наслідків.

У реальному житті досягти нульового ризику неможливо. Знехтуваний рівень ризику також практично недосяжний через відсутність відповідних технічних та економічних ресурсів. Тому сучасна концепція безпеки життєдіяльності ґрунтується на прагненні досягти прийнятного ризику.

Суть концепції прийнятного ризику полягає у забезпеченні такого рівня безпеки, який суспільство може сприймати, враховуючи поточний рівень життя, соціально-політичні та економічні умови, розвиток науки і технологій. Прийнятний ризик поєднує технічні, економічні, соціальні та політичні аспекти, виступаючи певним компромісом між бажаним рівнем безпеки та реальними можливостями його досягнення.

Розмір прийнятного ризику визначають за допомогою витратного механізму, який дозволяє розподілити ресурси суспільства для досягнення заданого рівня безпеки між природною, техногенною та соціальною сферами. Важливо підтримувати баланс витрат між цими сферами, оскільки перекид на користь однієї з них може значно підвищити загальний ризик. Наприклад, скорочення витрат на охорону довкілля на користь техногенної та соціальної сфер призведе до забруднення повітря, води та ґрунтів, що негативно вплине на здоров'я населення та якість життя. Недостатнє фінансування техногенної сфери призведе до використання застарілих технологій і обладнання, підвищення рівня



травматизму та професійних захворювань. Зниження витрат на соціальну сферу безпосередньо впливає на життєвий рівень населення і може збільшити ризик зубожіння та криміналізації.

Для визначення мінімального та максимального рівня загального ризику використовують графічні моделі, які демонструють залежність рівня ризику від сумарних витрат у природну, техногенну та соціальну сфери. Сумарний ризик досягає мінімуму при певному оптимальному співвідношенні інвестицій у технічну та соціальну сфери. Цю умову слід враховувати при встановленні прийнятного рівня ризику для суспільства.

Максимально прийнятним рівнем індивідуального ризику загибелі людини вважають значення 10^{-6} на рік. Малим ризиком визнають індивідуальний ризик 10^{-8} на рік. Концепція прийнятного ризику може ефективно застосовуватися у будь-якій сфері діяльності, виробництві, організаціях або установах.

Управління ризиком

Головним завданням теорії та практики безпеки життєдіяльності є підвищення рівня безпеки. При розробці будь-якого проекту пріоритетним є включення на початкових етапах елементів, що максимально зменшують ризики та виключають небезпеки. Однак повністю усунути всі ризики не завжди можливо. У таких випадках необхідно знизити ймовірність виникнення небезпеки до прийнятного рівня шляхом обрання відповідних рішень.

Досягнення цієї мети може здійснюватися різними шляхами, серед яких:

- повна або часткова відмова від виконання робіт, операцій чи використання систем із високим рівнем небезпеки;
- заміна небезпечних операцій на менш ризикові;
- модернізація технічних систем і об'єктів;
- розробка і застосування спеціальних засобів захисту;
- організаційно-управлінські заходи, включно з контролем рівня безпеки, навчанням персоналу та стимулюванням безпечної поведінки.

Кожен із цих підходів має свої переваги й недоліки, тому на практиці зазвичай застосовується комплекс заходів та засобів. Для вибору оптимального комплексу порівнюють витрати на заходи та очікуваний рівень зменшення шкоди. Такий підхід до мінімізації ризику називається управлінням ризиком.

Вартість управління ризиком є важливим чинником. Встановлюється співвідношення між витратами і розміром прийнятного ризику, а також оцінюється можливість контролю або ліквідації ризику. Деякі ризики, що мають низьку ймовірність, можуть вважатися неприпустимими, якщо їх легко усунути. Наприклад, ризик удару блискавкою (ймовірність 1 на 14 млн) відносно малий, але його необхідно контролювати: залишатися в приміщенні під час грози – це простий і ефективний захід. У разі ж, коли



виконання будівельних робіт потребує щільного графіка, оцінка витрат на зменшення ризику проводиться з урахуванням різних факторів.

Інші небезпеки з високим потенційним ризиком можуть бути допустимими, якщо їх неможливо усунути. Наприклад, запуск космічного човника. Рівень ризику при запуску та посадці значно перевищує авіапольоти, але він приймається, оскільки його неможливо повністю усунути, а польоти відкривають нові перспективи для науки, техніки та економіки.

Отже, вартість заходів не є єдиним критерієм визначення прийняттого ризику. Важливу роль відіграє оцінка та контроль ризику.

Захист повітряного середовища регламентується гранично допустимими концентраціями (ГДК) шкідливих речовин у населених пунктах, гранично допустимими викидами (ГДВ) та тимчасово узгодженими викидами. Значення ГДК визначають державні та міждержавні стандарти, а ГДВ – для кожного джерела забруднення так, щоб сумарні викиди не перевищували допустимих норм. У санаторіях, будинках відпочинку та зонах рекреації населених пунктів понад 200 тис. мешканців концентрація шкідливих речовин не повинна перевищувати 0,8 ГДК.

На підприємствах власники зобов'язані розробити та затвердити плани попередження надзвичайних ситуацій та плани ліквідації аварій. План попередження передбачає прогнозування можливих аварій, визначення заходів запобігання, строки виконання та залучені сили й засоби. План ліквідації містить перелік можливих надзвичайних ситуацій, дії персоналу та аварійно-рятувальних формувань під час їх ліквідації.

Захист від небезпечних природних та техногенних процесів зазвичай включає локальні заходи, що охороняють людей, будівлі, підприємства тощо. Проте сучасна практика показує, що ефективність досягається лише за умови комплексного підходу, який охоплює всі об'єкти середовища життєдіяльності людини.

Визначення величини ризиків

Інколи, оцінюючи той чи інший вид діяльності ми говоримо, що існує велика небезпека, а іноді - мала. Можна об'єктивно оцінити небезпеку кількісно введенням такого поняття як ризик, під яким розуміють частоту реалізації небезпеки.

Величину ризику (R) визначають як відношення кількості подій з небажаними наслідками, що вже сталися (n) до максимально можливої їх кількості (N) за конкретний період часу:

$$R = \frac{n}{N}$$

Остання формула дозволяє визначати величину як загального, так і групового ризику. При оцінюванні загального ризику величина N означає максимально можливу кількість усіх подій, тоді як для групового ризику —



максимальну кількість подій у конкретній групі, виділеній із загального числа за певною ознакою. До групи можуть входити, наприклад, люди певної професії, віку чи статі; транспортні засоби одного типу; один клас суб'єктів господарської діяльності тощо.

Ілюстрацією розрахунку загального ризику може бути визначення числового значення ризику травматизму зі смертельними наслідками. За даними статистики 2021 року, в Україні загинуло 900 осіб у виробничій сфері. Потенційно на смертельну небезпеку міг наражатися кожен із загальної кількості працівників країни за цей період, тобто $N = 15600000$ осіб. Відтак, числове значення загального ризику смертельних випадків у виробничій сфері 2021 р. становило:

$$R = \frac{n}{N} = \frac{900}{15600000} = 0,6 \cdot 10^{-4}$$

Поділивши ці показники на 8, можна отримати середню кількість людей, які загинули внаслідок різних нещасних випадків у період з 2017 по 2021 роки. Знаючи при цьому чисельність населення, визначають ризик настання таких смертельних випадків у країні.

При оцінюванні ризику зазвичай застосовують такі методи:

- інженерний - ґрунтується на статистичних даних, розрахунку частоти виникнення небезпечних подій, побудові «дерев» небезпек тощо;
- модельний - передбачає створення моделей впливу небезпек на окрему особу, професійні або соціальні групи;
- експертний - імовірність різних подій визначається шляхом опитування досвідчених фахівців;
- соціологічний - базується на опитуваннях населення та працівників для оцінки ризику.

Доцільно використовувати ці методи у комплексі для більш точної оцінки ризиків.

ЗАВДАННЯ:

1. Відповісти на питання згідно варіанту (табл.3.4)
2. Розрахувати задачу за варіантом (табл.3.5)

Таблиця 3.4 – Вихідні дані для завдання 1

Варіант	Питання
1	1. Наведіть приклад виробничого травматизму. 2. Надайте характеристику потенційної небезпеки. 3. Які дії мають бути опрацьовані на підприємстві для захисту людей та навколишнього середовища.
2	1. Яким чином надається оцінка ризику за ступенем припустимості? 2. Надайте вид і опис наслідків рівня ймовірності А та В. 3. Вкажіть шляхи управління ризиком.
3	1. Що розуміють під словом «небезпека»?

	<p>2. Що характеризує надмірний ризик. Укажіть його індекс.</p> <p>3. Що таке ГДК?</p>
4	<p>1. Що таке квантифікація небезпеки ?</p> <p>2. Які бувають ризики за ступенем припустимості. Опишіть їх.</p> <p>3. Що передбачається планом попередження надзвичайних ситуацій?</p>
5	<p>1. Наведіть приклад виробничого травматизму.</p> <p>2. Що характеризує прийнятний ризик. Укажіть його індекс.</p> <p>3. Де застосовується концепція прийнятного ризику?</p>
6	<p>1. Наведіть приклад кількісного вираження шкоди.</p> <p>2. Надайте вид і опис наслідків рівня ймовірності С та Е.</p> <p>3. Як розробляються норми ГДК?</p>
7	<p>1. Перелічити категорії серйозності небезпек.</p> <p>2. Що характеризує гранично допустимий ризик? Укажіть його індекс.</p> <p>3. Вкажіть види ризиків за масштабами розповсюдження.</p>
8	<p>1. Надати визначення категорії серйозності небезпек.</p> <p>2. Надайте вид і опис наслідків рівня ймовірності Д та А.</p> <p>3. Які методи застосовуються при визначенні ризику?</p>
9	<p>1. Перелічити рівні ймовірності небезпек.</p> <p>2. Надайте характеристику серйозної небезпеки.</p> <p>3. Що є критерієм встановлення прийнятного ризику?</p>
10	<p>1. Надати визначення рівня ймовірності небезпек.</p> <p>2. Вкажіть вид і опис нещасного випадку при I і II категоріях серйозності небезпек.</p> <p>3. Надати визначення загального та групового ризику.</p>
11	<p>1. Наведіть приклад кількісного вираження шкоди.</p> <p>2. У чому полягає сутність концепції прийнятного ризику.</p> <p>3. Вкажіть види ризиків з позицій доцільності.</p>
12	<p>1. Що характеризує знехтуваний ризик?</p> <p>2. Надайте вид і опис наслідків рівня ймовірності В та С.</p> <p>3. Вкажіть види ризиків за волевиявленням.</p>
13	<p>1. Надати визначення категорії серйозності небезпек.</p> <p>2. Що характеризує прийнятний ризик? Укажіть його індекс.</p> <p>3. Що передбачається планом ліквідації наслідків надзвичайних</p>
14	<p>1. Що таке небезпека? Наведіть приклад.</p> <p>2. Вкажіть вид і опис нещасного випадку при III і IV категоріях серйозності небезпек.</p> <p>3. Надати визначення загального та групового ризиків.</p>
15	<p>1. Перелічити рівні ймовірності небезпек.</p> <p>2. Що характеризує гранично допустимий ризик ? Укажіть його індекс.</p> <p>3. Як визначається розмір прийнятного ризику?</p>
16	<p>1. Вкажіть мінімальний та максимальний рівень прийнятного ризику.</p> <p>2. Що таке ГДВ ?</p> <p>3. Які методи застосовуються при визначенні величини ризику?</p>
17	<p>1. Що таке ризик? Наведіть приклад.</p> <p>2. Як розробляються норми ГДВ?</p> <p>3. Яким шляхом здійснюється управління ризиком?</p>
18	<p>1. Яким чином дається оцінка ризику за ступенем припустимості?</p> <p>2. Чим характеризується серйозна небезпека?</p> <p>3. Що передбачається планом попередження надзвичайних ситуацій?</p>
19	<p>1. У чому полягає сутність концепції прийнятного ризику?</p>

	<p>2. Вкажіть вид і опис нещасного випадку при I і II категоріях серйозності небезпек.</p> <p>3. Вкажіть види ризиків з позицій доцільності.</p>
20	<p>1. Наведіть приклад виробничого травматизму.</p> <p>2. Укажіть індекс та характеристику надмірного ризику.</p> <p>3. Яким видом та описом характеризуються наслідки рівня ймовірності А і В ?</p>
21	<p>1. Що вказується в плані ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій?</p> <p>2. Яким чином визначається розмір прийнятного ризику?</p> <p>3. Надати визначення рівня ймовірності небезпек.</p>
22	<p>1. Вкажіть шляхи управління ризиком.</p> <p>2. Перелічіть категорії серйозності небезпеки.</p> <p>3. Наведіть приклад випадкового (С) рівня ймовірності небезпеки.</p>
23	<p>1. Які дії мають бути опрацьовані на підприємстві для захисту людей та навколишнього середовища.</p> <p>2. Надати визначення ризику.</p> <p>3. Що поєднує прийнятний ризик?</p>
24	<p>1. Вкажіть критерії встановлення прийнятного ризику.</p> <p>2. Наведіть приклад неприпустимого ризику деяких небезпек.</p> <p>3. Що таке ГДК?</p>
25	<p>1. Що розуміють під словом "небезпека"?</p> <p>2. Які бувають ризики за ступенем припустимості? Опишіть їх.</p> <p>3. Надайте характеристику потенційної небезпеки.</p>
26	<p>1. Що таке небезпека? Наведіть приклад.</p> <p>2. Надайте вид і опис наслідків рівня ймовірності А та В.</p> <p>3. Надати визначення рівня ймовірності небезпек.</p>
27	<p>1. Наведіть приклад промислового травматизму.</p> <p>2. Чим характеризується серйозна небезпека?</p> <p>3. Що передбачається планом попередження надзвичайних ситуацій?</p>
28	<p>1. Наведіть приклад кількісного вираження шкоди.</p> <p>2. Надайте характеристику потенційної небезпеки.</p> <p>3. Які дії мають бути опрацьовані на підприємстві для захисту людей та навколишнього середовища.</p>
29	<p>1. У чому полягає сутність концепції прийнятного ризику?</p> <p>2. Вкажіть вид і опис нещасного випадку при III і IV категоріях серйозності небезпек.</p> <p>3. Надати визначення загального та групового ризиків.</p>
30	<p>1. Що характеризує знехтуваний ризик?</p> <p>2. Що таке ГДК ?</p> <p>3. Які методи застосовуються при визначенні величини ризику?</p>

Таблиця 3.5 – Вихідні дані для завдання 2

Варіант	Джерела та види ризиків	Рік	Проживало в Україні, осіб	Травмовано зі смертельними випадками, осіб
1	Травматизм у побуті	2017	42390000	17000
2		2018	42150000	12070
3		2019	41900000	15100

4		2020	41600000	10700
5		2021	41170000	11900
6	Метеорологічні стихійні лиха	2017	42390000	142
7		2018	42150000	236
8		2019	41900000	258
9		2020	41600000	348
10		2021	41170000	526
11	Пожежі побутові та природні	2017	42390000	4588
12		2018	42150000	5246
13		2019	41900000	9681
14		2020	41600000	7326
15		2021	41170000	8231
16	Техногенні аварії	2017	42390000	567
17		2018	42150000	630
18		2019	41900000	618
19		2020	41600000	568
20		2021	41170000	496
21	Отруєння СДОР	2017	42390000	1300
22		2018	42150000	1526
23		2019	41900000	2060
24		2020	41600000	1448
25		2021	41170000	1826
26	Транспортні катастрофи	2017	42390000	3635
27		2018	42150000	3566
28		2019	41900000	3644
29		2020	41600000	3565
30		2021	41170000	3414

ЛІТЕРАТУРА:

1. Методичні вказівки до практичних робіт з дисципліни «Безпека життєдіяльності, цивільний захист та охорона праці» для студентів IV курсу спеціальності 101 «Екологія» / укладачі: Н. М. Ювченко, О. В. Іванова, Одеса : ОДЕКУ, 2023. 130 с.



ПРАКТИЧНА РОБОТА 4

ПРОГНОЗУВАННЯ МАСШТАБІВ ЗОН ЗАРАЖЕННЯ ПРИ АВАРІЯХ НА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЄМНОСТЯХ І СХОВИЩАХ, А ТАКОЖ У ВИПАДКУ РУЙНУВАННЯ ХІМІЧНО НЕБЕЗПЕЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

МЕТА РОБОТИ:

набути навичок прогнозування масштабів зон зараження при аваріях на технологічних ємностях та сховищах, при транспортуванні залізничним, трубопровідним та іншими видами транспорту, а також у разі руйнування хімічно небезпечних об'єктів.

ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА:

Методика прогнозування розмірів зон забруднення при аваріях на технологічних ємностях і сховищах, під час транспортування залізничним, трубопровідним та іншими видами транспорту, а також у разі руйнування об'єктів з хімічно небезпечними речовинами дозволяє оцінювати масштаби зон зараження за зазначених умов.

1. Методика застосовується для випадків викиду сильнодіючих отруйних речовин (СДОР) в атмосферу у газоподібному, пароподібному або аерозольному стані.

2. Масштаби зараження СДОР визначаються залежно від їх фізичних характеристик та агрегатного стану, при цьому розрахунки проводяться окремо для первинної та вторинної хмар:

- для зріджених газів розраховуються як для первинної, так і для вторинної хмари;
- для стиснених газів враховується тільки первинна хмара;
- для отруйних рідин, що киплять при температурах вище навколишнього середовища розрахунок ведеться лише для вторинної хмари.

3. Для прогнозування масштабів зараження СДОР використовуються такі вихідні дані:

- загальна кількість СДОР на об'єкті та інформація про розташування запасів у технологічних ємностях і трубопроводах;
- обсяг СДОР, викинутий в атмосферу, та характер їх розливу на поверхні («вільно», «в піддон», «в обвалування»);
- висота піддону або обвалування на складі;
- метеорологічні умови: температура повітря, швидкість вітру на висоті 10 м (на рівні флюгера), ступінь вертикальної стійкості повітря (табл. 4.1).

4. При попередньому прогнозуванні масштабів зараження під час виробничих аварій рекомендується приймати такими вихідні дані: кількість СДОР (Q_0) обсяг у найбільшій за місткістю одиничній ємності (технологічній, складській, транспортній тощо)*; метеорологічні умови — інверсія, швидкість вітру 1 м/с.

*Для сейсмічних районів враховується загальний запас СДОР.

5. Для прогнозу масштабів зараження безпосередньо після аварії повинні братися конкретні дані про кількість викинутої (розлилася) СДОР і реальні метеоумови.

6. Зовнішні межі зони зараження СДОР розраховуються по пороговій токсодозі при інгаляційному впливі на організм людини.

7. Прийняті припущення.

Ємності, що містять СДОР, при аваріях руйнуються повністю.

Товщина h шару рідини для СДОР, що розлилися вільно на поверхні, що підстилає, приймається рівною 0,05 м по всій площі розливу; для СДОР, що розлилися в піддон або обвалування, визначається наступним чином:

а) при розливах із ємностей, що мають самостійний піддон (обвалування):

$$h = H - 0,2,$$

де H - висота піддону (обвалування), м;

б) при розливах із ємностей, розташованих групою, що мають загальний піддон (обвалування):

$$h = \frac{Q_0}{F_d}$$

де Q_0 - кількість викинутої (розлилася) при аварії речовини, т;

d - щільність СДОР, т/м³;

F - реальна площа розливу в піддон (обвалування), м².

Граничний час перебування людей у зоні зараження та тривалість стабільності метеоумов (вертикальної стійкості атмосфери, напряму та швидкості вітру) становить 4 години.

У разі аварій на газо- та продуктопроводах обсяг викиду СДОР визначається як максимальна кількість речовини, що знаходиться між автоматичними відсікачами трубопроводу. Наприклад, для аміакопроводів цей обсяг коливається від 275 до 500 тонн.

8. Терміни та визначення

Сильнодіюча отруйна речовина (СДОР) - хімічна речовина, яка використовується у народному господарстві і при випадковому виливі або викиді може забруднити повітря до концентрацій, небезпечних для людини.

Зона зараження СДОР - територія, де концентрація речовини досягає шкідливих для життя людей значень.

Прогнозування масштабу зараження СДОР - оцінка глибини та площі потенційної зони зараження.

Аварія - порушення технологічного процесу на виробництві, пошкодження ємностей, трубопроводів, сховищ або транспортних



засобів, що спричиняє викид СДОР в атмосферу у кількостях, здатних спричинити масове ураження людей та тварин.

Руйнування хімічно небезпечного об'єкта - наслідок катастроф чи стихійних лих, що призводить до повної розгерметизації всіх ємностей та порушення технологічних комунікацій.

Хімічно небезпечний об'єкт народного господарства - об'єкт, аварія або руйнування якого може спричинити масове ураження людей, тварин та рослин СДОР.

Первинна хмара - хмара СДОР, що утворюється миттєво (протягом 1–3 хвилин) після переходу частини речовини в атмосферу під час руйнування ємності.

Вторинна хмара - хмара, що виникає через випаровування речовини з підстилаючої поверхні.

Порогова токсодоза - інгаляційна доза, яка викликає початкові симптоми ураження.

Еквівалентна кількість СДОР - така кількість хлору, масштаб зараження яким при інверсії відповідає масштабу зараження певною кількістю СДОР у первинній або вторинній хмарі при даному ступені вертикальної стійкості атмосфери.

Площа фактичного зараження - територія, де концентрація СДОР становить небезпеку для життя.

Площа можливого зараження - територія, на яку хмара СДОР може переміщуватися при зміні напрямку вітру.

Розрахунок глибини зони зараження при аварії на хімічно небезпечному об'єкті

Унаслідок стихійного лиха на промисловому об'єкті N, що розміщений поблизу населеного пункту L, відбулася аварія пов'язана з руйнуванням ємності із СДОР, після аварії минула 1 година. За вихідними даними визначити основні характеристики зони можливого зараження хмарою СДОР та провести оцінку наслідків промислової аварії з точки зору можливого негативного впливу на життя і здоров'я мешканців населеного пункту.

1. Визначення еквівалентної кількості речовини у первинній хмарі

Оскільки кількість рідкого хлору, що розлився, невідомо, то приймаємо його рівним максимальному – Q_0 т.

$$Q_{e1} = K_1 \cdot K_3 \cdot K_5 \cdot K_7 \cdot Q_0, \text{ т} \quad (1)$$

де K_1 – коефіцієнт, що залежить від умов зберігання СДОР (додаток В; для стиснених газів $K_1=1$);

K_3 – коефіцієнт, що рівний відношенню порогової токсодози хлору до порогової дози іншої СДОР (табл 4.3);

K_5 – коефіцієнт, що враховує ступінь вертикальної стійкості атмосфери: для інверсії приймається рівним 1, для ізотермії-0,23, для конвекції-0,08;

K_7 -коефіцієнт, що враховує вплив температури повітря (табл. 4.3; для стислих газів $K_7=1$)

Q_0 – кількість викинутої (розлитої) при аварії речовини, т.

2 Визначення часу випаровування хлору

$$T = \frac{h \cdot d}{K_2 \cdot K_4 \cdot K_7}, \text{ год} \quad (2)$$

де h – товщина шару СДОР, м;

d – щільність СДОР, т/м³;

K_2 – коефіцієнт, що залежить від фізико-хімічних властивостей СДОР (додаток В);

K_4 – коефіцієнт, що враховує швидкість вітру (табо. 4.4);

K_7 – коефіцієнт, що враховує вплив температури повітря (табл 4.3).

3. Визначення еквівалентної кількості речовини у вторинній хмарі

$$Q_{e2} = (1 - K_1) \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 \cdot \frac{Q_0}{h \cdot d}, \text{ т} \quad (3)$$

де K_1 – коефіцієнт, що залежить від умов зберігання СДОР (додаток В; для стиснених газів $K_1=1$);

K_2 -коефіцієнт, що залежить від фізико-хімічних властивостей СДОР (табл. 4.3);

K_3 – коефіцієнт, що рівний відношенню порогової токсодози хлора до порогової дози іншої СДОР (табл. 4.3);

K_4 -коефіцієнт, що враховує швидкість вітру (табл. 4.4);

K_5 – коефіцієнт, що враховує ступінь вертикальної стійкості атмосфери: для інверсії приймається рівним 1, для ізотермії-0,23, для конвекції-0,08;

K_6 -коефіцієнт, що залежить від часу N , що пройшов після початку аварії;

K_7 – коефіцієнт, що враховує вплив температури повітря (табл. 4.3).

Q_0 – кількість викинутої (розлитої) при аварії речовини, т.

h – товщина шару СДОР, м;

d – щільність СДОР, т/м³.

Значення коефіцієнта K_6 визначається після розрахунку тривалості T (год) випаровування речовини:

$$K_6 = \begin{cases} N^{0,8} & \text{при } N < T, \\ T^{0,8} & \text{при } N \geq T, \end{cases}$$

При $T < 1$ ч K_6 приймається для 1 ч;
 d -щільність СДОР, $\tau / \text{м}^3$ (табл. 4.3);
 h - товщина шару СДОР, м.

4. За табл. 4.2 для Q_1 знаходимо глибину зони зараження для первинної хмари: Γ_1

5. За табл. 4.2 для Q_2 рнаходимо глибину зони зараження для вторинної хмари: Γ_2

6. Визначення повної глибини зони зараження

Повна глибина зони зараження Γ , км, обумовленої впливом первинної та вторинної хмари СДОР, визначається:

$$\Gamma = \Gamma' + 0,5 \Gamma'',$$

де Γ' - найбільший, Γ'' - найменший з розмірів Γ_1 та Γ_2 .

7. Визначення гранично можливого значення глибини перенесення повітряних мас

Розрахунок гранично можливого значення глибини перенесення повітряних мас проводиться за формулою:

$$\Gamma_n = N \cdot v, \text{ км}$$

де N -час від початку аварії, год;

v - швидкість перенесення переднього фронту зараженого повітря при даній швидкості вітру та ступеня вертикальної стійкості повітря, км/год (додаток Д).

За остаточну розрахункову глибину зони зараження приймається менше з двох порівнюваних між собою значень.

Таблиця 4.1 - Визначення ступеня вертикальної стійкості атмосфери за прогнозом погоди

Швидкість вітру, м/с	Ніч		Ранок		День		Вечір	
	ясно, мінлива хмарність	мінлива хмарність	ясно, мінлива хмарність	мінлива хмарність	ясно, мінлива хмарність	мінлива хмарність	ясно, мінлива хмарність	мінлива хмарність
< 2	інверсія	ізотермія	ізотермія (інверсія)	ізотермія	конвекція (ізотермія)	ізотермія	інверсія	ізотермія
2 - 3,9	інверсія	ізотермія	ізотермія (інверсія)	ізотермія	ізотермія	ізотермія	ізотермія (інверсія)	ізотермія
> 4	ізотермія	ізотермія	ізотермія	ізотермія	ізотермія	ізотермія	ізотермія	ізотермія

Примітки:

1. Літери в дужках – при сніговому покриві.

2. Під терміном «ранок» розуміється період часу протягом 2 год після сходу сонця; під терміном "вечір" - на протязі 2 год після заходу сонця. Період від сходу до заходу сонця за вирахованням двох ранкових годин - день, а період від заходу до сходу сонця за вирахованням двох вечірніх годин - ніч.

3. Швидкість вітру і ступінь вертикальної стійкості повітря приймаються в розрахунках на момент аварії.

Таблиця 4.2 - Глибина зони зараження, км

Швидкість вітру, м/с	Еквівалентна кількість СДОР, т								
	0,01	0,05	0,1	0,5	1	3	5	10	20
1 і менше	0,38	0,85	1,25	3,16	4,75	9,18	12,53	19,20	29,56
2	0,26	0,59	0,84	1,92	2,84	5,35	7,20	10,83	16,44
3	0,22	0,48	0,68	1,53	2,17	3,99	5,34	7,96	11,94
4	0,19	0,42	0,59	1,33	1,88	3,28	4,36	6,46	9,62
5	0,17	0,38	0,53	1,19	1,68	2,91	3,75	5,53	8,19
6	0,15	0,34	0,48	1,09	1,53	2,66	3,43	4,88	7,20
7	0,14	0,32	0,45	1,00	1,42	2,46	3,17	4,49	6,48
8	0,13	0,30	0,42	0,94	1,33	2,30	2,97	4,20	5,92
9	0,12	0,28	0,40	0,88	1,25	2,17	2,80	3,96	5,60
10	0,12	0,26	0,38	0,84	1,19	2,06	2,66	3,76	5,31
11	0,11	0,25	0,36	0,80	1,13	1,96	2,53	3,58	5,06
12	0,11	0,24	0,34	0,76	1,08	1,88	2,42	3,43	4,85
13	0,10	0,23	0,33	0,74	1,04	1,80	2,37	3,29	4,66
14	0,10	0,22	0,32	0,71	1,00	1,74	2,24	3,17	4,49
15 і більше	0,10	0,22	0,31	0,69	0,97	1,68	2,17	3,07	4,34
Швидкість вітру, м/с	Еквівалентна кількість СДОР, т								
	30	50	70	100	300	500	700	1000	2000
1 і менше	38,13	52,67	65,23	81,91	166	231	288	363	572
2	21,02	28,73	35,35	44,09	87,79	121	150	189	295
3	15,18	20,59	25,21	31,30	61,47	84,50	104	130	202
4	12,18	16,43	20,05	24,80	48,18	65,92	81,17	101	157
5	10,33	13,88	16,89	20,82	40,11	54,67	67,15	83,60	129
6	9,06	12,14	14,79	18,13	34,67	47,09	56,72	71,70	110
7	8,14	10,87	13,17	16,17	30,73	41,63	50,93	63,16	96,30
8	7,42	9,90	11,98	14,68	27,75	37,49	45,79	56,70	86,20
9	6,86	9,12	11,03	13,50	25,39	34,24	41,76	51,60	78,30
10	6,50	8,50	10,23	12,54	23,49	31,61	38,50	47,53	71,90
11	6,20	8,01	9,61	11,74	21,91	29,44	35,81	44,15	66,62
12	5,94	7,67	9,07	11,06	20,58	27,61	35,55	41,30	62,20
13	5,70	7,37	8,72	10,48	19,45	26,04	31,62	38,90	58,44
14	5,50	7,10	8,40	10,04	18,46	24,69	29,95	36,81	55,20
15 і більше	5,31	6,86	8,11	9,70	17,60	23,50	28,48	34,98	52,37

Таблиця 4.3 - Характеристики СДОР та допоміжні коефіцієнти для визначення глибини зони зараження

№ з/п	СДОР	Густина СДОР, т/м ³		Температура кипіння, °С	Порогова токсодоза мг·хв/л	Значення допоміжних коефіцієнтів								
		газ	рідина			K ₁	K ₂	K ₃	K ₇ для температури повітря (°С)					
									-40	-20	0	20	40	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
1	Акролеїн	-	0,839	52,7	0,2*	0	0,013	3,0	0,1	0,2	0,4	1	2,2	
2	Аміак (зберігання під тиском)	0,0008	0,681	-33,42	15	0,18	0,025	0,04	0	0,3	0,6	1	1,4	
	Аміак (ізотермічне зберігання)	-	0,681	-33,42	15	0,01	0,025	0,04	0,9	1	1	1	1	
3	Ацетонітрил	-	0,786	81,6	21,6**	0	0,004	0,028	0,02	0,1	0,3	1	2,6	
4	Ацетонціангідрин	-	0,932	120	1,9**	0	0,002	0,316	0	0	0,3	1	1,5	
5	Водень миш'яковистий	0,0035	1,64	-62,47	0,2**	0,17	0,054	3,0	0,3	0,5	0,8	1	1,2	
6	Водень фтористий	-	0,989	19,52	4	0	0,028	0,15	1	1	1	1	1	
7	Водень хлористий	0,0016	1,191	-85,10	2	0,28	0,037	0,30	0,4	0,6	0,8	1	1,2	
8	Водень бромистий	0,0036	1,490	-66,77	2,4*	0,13	0,055	0,25	1	1	1	1	1	
9	Водень ціанистий	-	0,687	25,7	0,2	0	0,026	3,0	0	0	0,4	1	1,3	
10	Диметиламін	0,0020	0,680	6,9	1,2*	0,06	0,041	0,5	0	0	0	1	2,5	
11	Метиламін	0,0014	0,699	-6,5	1,2*	0,13	0,034	0,5	0,1	0,3	0,8	1	1	
12	Метил бромистий	-	1,732	3,6	1,2*	0,04	0,039	0,5	0	0	0,3	1	1,8	
13	Метил хлористий	0,0023	0,983	-23,76	10,8**	0,125	0,044	0,056	0	0	0	1	2,3	
14	Метилакрилат	-	0,953	80,2	6*	0	0,005	0,1	0,2	0,4	0,9	1	1	
15	Метилмеркаптан	-	0,867	5,95	1,7	0,06	0,043	0,353	0	0	0	1	1,5	
16	Нитрил акрилової к-ти	-	0,806	77,3	0,75	0	0,007	0,80	0,1	0,2	0,8	1	1	
17	Окиси азоту	-	1,491	21,0	1,5	0	0,040	0,40	0	0	0,4	1	2,4	
18	Окис етилену	-	0,882	10,7	2,2**	0,05	0,041	0,27	0	0	0	1	3,2	
19	Сірчаний ангідрид	0,0029	1,462	-10,1	1,8	0,11	0,049	0,333	0,1	0,3	0,7	1	1	
20	Сірководень	0,0015	0,964	-60,35	16,1	0,27	0,042	0,036	0	0	0,3	1	1,7	
21	Сірковуглець	-	1,263	46,2	45	0	0,021	0,013	0,3	0,5	0,8	1	1,2	
22	Соляна к-та (конц.)	-	1,198	-	2	0	0,021	0,30	0,1	0,2	0,4	1	2,1	
23	Триметиламін	-	0,671	2,9	6*	0,07	0,047	0,1	0	0,1	0,3	1	1,6	
24	Формальдегід	-	0,815	-19,0	0,6*	0,19	0,034	1,0	0	0	0	1	2,2	
25	Фосген	0,0035	1,432	8,2	0,6	0,05	0,061	1,0	0	0	0	1	1,5	
26	Фтор	0,0017	1,512	-188,2	0,2*	0,95	0,038	3,0	0,4	1	1	1	1	

№ з/п	СДОР	Густина СДОР, т/м ³		Температура кипіння, °С	Порогова токсодоза мг·хв/л	Значення допоміжних коефіцієнтів								
		газ	рідина			К ₁	К ₂	К ₃	К ₇ для температури повітря (°С)					
									-40	-20	0	20	40	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
27	Фосфор трьоххлористий	-	1,570	75,3	3	0	0,010	0,2	0,1	0,2	0,4	1	2,3	
28	Фосфору хлорокис	-	1,675	107,2	0,06*	0	0,003	10,0	0,05	0,1	0,3	1	2,6	
29	Хлор	0,0032	1,553	-34,1	0,6	0,18	0,052	1,0	0	0,3	0,6	1	1,4	
30	Хлорпикрін	-	1,658	112,3	0,02	0	0,002	30,0	0,03	0,1	0,3	1	2,9	
31	Хлорціан	0,0021	1,220	12,6	0,75	0,04	0,048	0,80	0	0	0	1	3,9	
32	Етиленімін	-	0,838	55,0	4,8	0	0,009	0,125	0,05	0,1	0,4	1	2,2	
33	Етиленсульфід	-	1,005	55,0	0,1*	0	0,013	6,0	0,05	0,1	0,4	1	2,2	
34	Етилмеркаптан	-	0,839	35	2,2**	0	0,028	0,27	0,1	0,2	0,5	1	1,7	

Примітки:

1. Густини газоподібних СДОР у графі 3 наведені для атмосферного тиску; при тиску в емності, відмінному від атмосферного, густина визначаються шляхом множення даних графі 3 на значення тиску в атмосферах (1 атм = 760 мм рт.ст.).

2. Значення К₇ у графах 10...14 у чисельнику наведено для первинного, у знаменнику – для вторинної хмари.

3. У графі 6 чисельні значення токсодоз, позначені зірочками, визначені орієнтовно за співвідношенням: Д = 240 К·ПДКрз, де Д-токсодоза, мг·хв/л; ПДКрз - ГДК робочої зони (мг/л) за ГОСТ12.1.005-88; К= 5 для подразнюючих отрут (позначені однією зірочкою); К= 9 для усіх інших отрут (позначені двома зірочками).

4. Значення К₁ для ізотермічного зберігання аміаку наведено для випадку розливу (викиду) в піддон.

Таблиця 4.4 - Значення коефіцієнта к₄ залежно від швидкості вітру

Швидкість вітру, м/с	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15
К ₄	1	1,33	1,67	2,0	2,34	2,67	3,0	3,34	3,67	4,0	5,68

Таблиця 4.5 - Швидкість перенесення переднього фронту хмари зараженого повітря залежно від швидкості вітру, км/год

Стан атмосфери (ступінь вертикальної стійкості)	Швидкість вітру, м/с														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Інверсія	5	10	16	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ізотермія	6	12	18	24	29	35	41	47	53	59	65	71	76	82	88
Конвекція	7	14	21	28											

Визначення площі зони зараження сдор

1. Визначення площі зони можливого зараження

Площа зони можливого зараження розраховується за формулою:

$$S_B = 8,72 \cdot 10^{-3} \cdot \Gamma^2 \cdot \varphi, \quad \text{км}^2 \quad (6)$$

де Γ – глибина зони зараження, км;

φ – кутові розміри зони можливого зараження (табл. 4.6).

Таблиця 4.6 - Кутові розміри зони можливого зараження СДОР залежно від швидкості вітру

U, м/с	<0,5	0,6 – 1	1,1 – 2	>2
φ (град)	360	180	90	45

2. Визначення площі зони фактичного зараження

Площа зони фактичного зараження розраховується за формулою:

$$S_\phi = K_8 \cdot \Gamma^2 \cdot N^{0,2}, \quad \text{км}^2 \quad (7)$$

де K_8 – коефіцієнт, що залежить від ступеня вертикальної стійкості повітря, приймається рівним: 0,081 при інверсії, 0,133 при ізотермії, 0,235 при конвекції;

N - час, що минув після початку аварії, год.

Визначення часу підходу зараженого повітря до об'єкту

Час підходу хмари зараженого повітря до міста:

$$t = \frac{x}{v}, \quad \text{год} \quad (8)$$

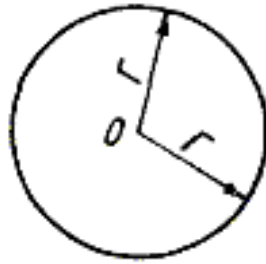
де x – відстань від джерела зараження до заданого об'єкта, км;

v - швидкість перенесення переднього фронту хмари зараженого повітря, км/год (табл. 4.3).

Нанесення зон зараження на топографічні карти і схеми

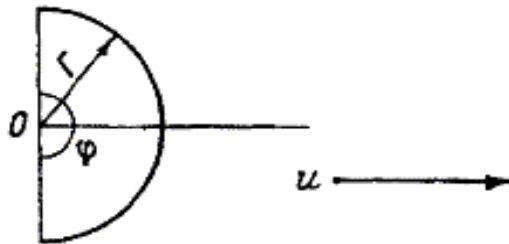
На топографічних картах і схемах зона можливого зараження має вигляд кола, півкола або сектора.

1. При швидкості вітру за прогнозом менше 0,5 м/с зона зараження має вигляд кола



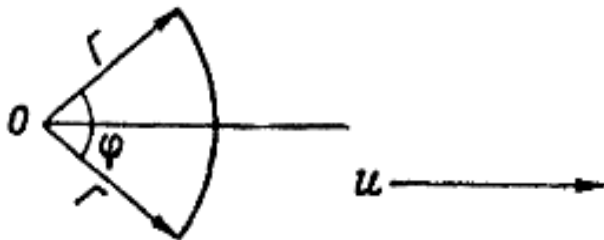
Крапка «0» відповідає джерелу зараження; кут = 360 °; радіус кола дорівнює Г.

2. При швидкості вітру за прогнозом 0,6 - 1 м/с зона зараження має вигляд півкола



Крапка «0» відповідає джерелу зараження; кут $\varphi = 180^\circ$; радіус півкола дорівнює Г; бісектриса кута збігається з віссю сліду хмари та орієнтована у напрямку вітру.

3. При швидкості вітру за прогнозом більше 1 м/с зона зараження має вигляд сектора



Крапка «0» відповідає джерелу зараження;

$$\varphi = \begin{cases} 90^\circ & \text{при } u = 1,1 \dots 2 \text{ м/с,} \\ 45^\circ & \text{при } u > 2 \text{ м/с;} \end{cases}$$

Радіус сектора дорівнює Р; бісектриса сектора збігається з віссю сліду хмари та орієнтована у напрямку вітру.



Приклад розрахунку Розрахунок глибини зони зараження при аварії на хімічно небезпечному об'єкті

На хімічному підприємстві сталася аварія на технологічному трубопроводі з рідким хлором під тиском. Кількість рідини, що витекла з трубопроводу, не встановлена. Відомо, що у технологічній системі містилося 40 т зрідженого хлору.

Потрібно визначити глибину зони можливого зараження хлором: час від початку аварії 1 год і тривалість дії джерела зараження (час випаровування хлору). Відстань міста до об'єкту 25 км.

Метеоумови на момент аварії: швидкість вітру 5 м/с, температура повітря 0°C, ізотермія. Розлив СДОР на підстилаючій поверхні – 0,05.

Рішення:

1. Оскільки кількість рідкого хлору, що розлився, невідома, то згідно з п.5 приймаємо його рівним максимальному - 40 т.

2. За формулою визначаємо еквівалентну кількість речовини у первинній хмарі:

$$Q_{e1} = K_1 K_3 K_5 K_7 Q_0,$$

де K_1 - коефіцієнт, що залежить від умов зберігання СДОР (додаток В; для стислих газів $K_1 = 1$);

K_3 - коефіцієнт, що дорівнює відношенню порогової токсодози хлору до порогової токсодози іншого СДОР (табл. 4.3);

K_5 - коефіцієнт, що враховує рівень вертикальної стійкості атмосфери; для інверсії приймається рівним 1, для ізотермії 0,23 для конвекції 0,08;

K_7 - коефіцієнт, що враховує вплив температури повітря (табл. 4.3; для стислих газів $K_7 = 1$);

Q_0 - кількість викинутого (що розлилось) при аварії речовини, т.

$$Q_{e1} = 0,18 \cdot 1 \cdot 0,23 \cdot 0,6 \cdot 40 = 1 \text{ т.}$$


3. Визначаємо час випаровування хлору за формулою:

$$T = \frac{hd}{K_2 K_4 K_7},$$

де h - товщина шару СДОР, м;

d - щільність СДОР, т/м³;

K_2, K_4, K_7 – коефіцієнти (табл. 4.3).



$$T = \frac{0,05 \cdot 1,553}{0,052 \cdot 2,34 \cdot 0,6} = 1,07 \text{ год.}$$

4. За формулою визначаємо еквівалентну кількість речовини у вторинній хмарі:

$$Q_{e2} = (1 - K_1) K_2 K_3 K_4 K_5 K_6 K_7 \frac{Q_0}{hd},$$

де K_2 - коефіцієнт, що залежить від фізико-хімічних властивостей СДОР

(додаток В);

K_4 - коефіцієнт, що враховує швидкість вітру (табл. 4.4);

K_6 - коефіцієнт, залежить від часу N , що від початку аварії;

Значення коефіцієнта K_6 визначається після розрахунку тривалості T (год) випаровування речовини (див. п. 3):

$$K_6 = \begin{cases} N^{0,8} & \text{при } N < T \\ T^{0,8} & \text{при } N \geq T \end{cases}$$

При $T < 1$ год K_6 приймається на 1 год;

d - щільність СДОР, т/м³ (табл. 4.3);

h - товщина шару СДОР, м.

$$Q_{e2} = (1 - 0,18) \cdot 0,052 \cdot 1 \cdot 2,34 \cdot 0,23 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \frac{40}{0,05 \cdot 1,553} = 11,8 \text{ т.}$$

5. За табл. 4.2 на 1 т знаходимо глибину зони зараження для первинної хмари: $\Gamma_1 = 1,68$ км.

6. Знаходимо глибину зони зараження для вторинної хмари. Згідно з табл. 4.2, глибина зони зараження для 10 т становить 5,53 км, а для 20 т – 8,19 км. Інтерполяванням знаходимо глибину зони зараження для 11,8 т.

$$\Gamma_2 = 5,53 + \left(\frac{8,19 - 5,53}{20 - 10} \right) \cdot (11,8 - 10) = 6,0 \text{ км.}$$

7. Знаходимо повну глибину зони зараження:

$$\Gamma = 6 + 0,5 \cdot 1,68 = 6,84 \text{ км.}$$

8. За формулою знаходимо гранично можливі значення глибини перенесення повітряних мас:

$$\Gamma_n = Nv,$$



де N-час від початку аварії, год;

v- швидкість перенесення переднього фронту зараженого повітря при даній швидкості вітру та ступеня вертикальної стійкості повітря, км/год (додаток Д).

За остаточну розрахункову глибину зони зараження приймається менше з двох порівнюваних між собою значень.

$$Г_{п} = 1 \cdot 29 = 29 \text{ км.}$$

Таким чином, глибина зони зараження хлором внаслідок аварії може становити 6,84 км; тривалість дії джерела зараження – близько 1 години.

Визначення площі зони зараження сдор

Внаслідок аварії на хімічно небезпечному об'єкті утворилася зона зараження глибиною 29 км. Швидкість вітру ізотермія м/с, інверсія. Визначити площу зони зараження, якщо після початку аварії минуло 1 год.

1. Розраховуємо площу зони можливого зараження за формулою:

$$S_{в} = 8,72 \cdot 10^{-3} \Gamma^2 \varphi,$$

де $S_{в}$ - площа зони можливого зараження СДОР, км²;

Г-глибина зони зараження, км;

φ - кутові розміри зони можливого зараження (табл.4,6).

$$S_{в} = 8,72 \cdot 10^{-3} \cdot 6,84^2 \cdot 45 = 18,36 \text{ км}^2.$$

2. Розраховуємо площу зони фактичного зараження за формулою:

$$S_{\phi} = K_8 \Gamma^2 N^{0,2},$$

де K_8 - коефіцієнт, що залежить від ступеня вертикальної стійкості повітря, приймається рівним: 0,081 при інверсії; 0,133 при ізотермії; 0,235 при конвекції;

N - час, що минув після початку аварії, год.

$$S_{\phi} = 0,133 \cdot 6,84^2 \cdot 1^{0,2} = 6,22 \text{ км}^2.$$

Площа зони можливого зараження – 18,36 км², площа зони фактичного зараження – 6,22 км².

Визначення часу підходу зараженого повітря до об'єкту

Внаслідок аварії на об'єкті, розташованому на відстані 25 км від міста, сталося руйнування ємності із хлором. Метеоумови: ізотермія,



швидкість вітру 5 м/с. Визначити час підходу хмари зараженого повітря до міста.

Для швидкості вітру 5 м/с в умовах ізотермії за табл. 4.5 виявляємо, що швидкість перенесення переднього фронту хмари зараженого повітря становить 29 км/год.

Час підходу хмари зараженого повітря до міста:

$$t = \frac{x}{v},$$

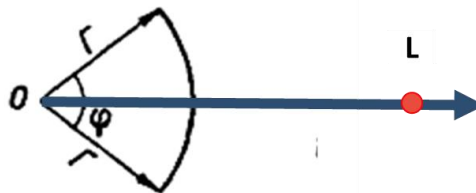
Де x - відстань від джерела зараження до заданого об'єкта, км;
 v - швидкість перенесення переднього фронту хмари зараженого повітря, км/год. (табл. 4.5).

$$t = \frac{25}{29} = 0,86 \text{ год.}$$

Будування та нанесення зон зараження на топографічні карти

Швидкість вітру за прогнозом становить 5 м/с, глибина зони ураження 6,84 км, місто N знаходиться від джерела аварії на відстані 25км.

При швидкості вітру за прогнозом більше 2 м/с зона зараження має вигляд сектору. Крпка «0» відповідає джерелу зараження; кут = 45 °; радіус кола дорівнює G . Згідно побудованої зони зараження при даних метеоумовах та глибини зони ураження місто N **НЕ** потрапить під вплив СДОР та буде виглядати наступним чином:



ЗАВДАННЯ:

Виконати розрахунки за методикою, вихідні дані в табл.4.7.

На хімічному підприємстві сталася аварія на технологічному трубопроводі з (назва СДОР за варіантом) у рідкому стані. Кількість рідини, що витекла з трубопроводу, не встановлена. Відомо, що у технологічній системі містилося ... т зрідженого (назва СДОР за варіантом).

Потрібно визначити глибину зони можливого зараження (назва СДОР за варіантом) : час від початку аварії **1 год** і тривалість дії джерела зараження (час випаровування). Відстань міста до об'єкту км.

Метеоумови на момент аварії: швидкість вітру м/с, температура повітря 0°C, (метеорологічна умова). Розлив СДОР на підстилаючій поверхні –

Таблиця 4.7 – Вихідні дані (* – Із – ізотермія, К – конвекція, Ін – інверсія)

Параметр	Од.в.	Варіант завдання									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Відстань від населеного пункту L	км	8,5	5,6	6,3	10,5	7,2	3,9	9,5	8,0	4,5	7,0
Кількість СДОР (Q ₀)	т	1500	130	4500	2200	550	270	2000	275	600	285
Швидкість вітру	м/с	5,0	4,0	9,0	2,0	3,0	10,0	4,0	8,0	3,0	7,0
Метеорологічні умови	–	Із*	К	Із	Ін	Ін	Із	Ін	Із	Ін	Із
Найменування СДОР	–	Водень хлористий	Фтор	Сірководень	Етиленамін	Метиламін	Хлор	Аміак	Водень бромистий	Формальдегід	Водень миш'яковистий
Товщина шару СДОР	м	0,3	0,4	0,2	0,28	0,35	0,25	0,32	0,50	0,60	0,70
Параметр	Од.в.	Варіант завдання									
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Відстань від населеного пункту L	км	4,5	15,2	4,4	3,2	4,4	8,9	11,5	2,3	14,4	5,2
Кількість СДОР (Q ₀)	т	840	1250	2700	1500	1400	940	260	3500	2200	1300
Швидкість вітру	м/с	2,0	5,0	10,0	3,0	8,0	2,0	6,0	10,0	6,0	5,0
Метеорологічні умови	–	Із	К	Із	Ін	Ін	Із	Ін	Із	Ін	Із
Найменування СДОР	–	Сірководень	Етиленамін	Формальдегід	Водень миш'яковистий	Формальдегід	Водень хлористий	Фтор	Сірководень	Хлор	Аміак
Товщина шару СДОР	м	0,2	0,6	0,15	0,2	0,4	0,3	0,1	0,4	0,2	0,5

Параметр	Од.в.	Варіант завдання									
		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Відстань від населеного пункту L	км	4,7	8,1	12	11,4	12	5,5	14,7	21	13,4	6,5
Кількість СДОР (Q_0)	т	840	1250	2700	1500	1400	940	260	3500	2200	1300
Швидкість вітру	м/с	5,0	1,0	11,0	6,0	7,0	5,0	3,0	2,0	6,0	9,0
Метеорологічні умови	–	Із	К	Із	Ін	Ін	Із	Ін	Із	Ін	Із
Найменування СДОР	–	Фтор	Аміак	Водень миш'яковистий	Формальдегід	Метилмеркаптан	Сірководень	Хлор	Етиленімін	Хлорпикрін	Хлорціан
Товщина шару СДОР	м	0,1	0,4	0,11	0,25	0,3	0,4	0,09	0,1	0,24	0,3

ЛІТЕРАТУРА:

1. Про затвердження Методики прогнозування наслідків виливу (викиду) небезпечних хімічних речовин під час аварій на хімічно небезпечних об'єктах і транспорті : Наказ М-ва внутр. справ України від 29.11.2019 № 1000 : станом на 27 листоп. 2024 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0440-20#Text> (дата звернення: 17.11.2025).

2. Костиркін О. В. Цивільна оборона : конспект лекцій. Харків : УкрДАЗТ, 2009. 118 с.

ПРАКТИЧНА РОБОТА 5 ОЦІНКА ПОТЕНЦІЙНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ

МЕТА РОБОТИ:

освоїти процедуру кількісної та якісної оцінки небезпеки та шкідливості виробничих процесів.

ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА:

Небезпека – це властивість живих і неживих об'єктів завдавати шкоди матеріальним цінностям, природному середовищу та людині.

Джерелом небезпеки можуть бути як природні, так і техногенні явища та діяльність людини. Водночас наражатися на небезпеку можуть



усі живі та неживі об'єкти. Небезпеки не вибіркові і негативно впливають на все навколишнє середовище під час своєї реалізації.

Небезпеки проявляються у вигляді енергії, речовини або інформації та існують у певному просторі і часі. Людська діяльність постійно взаємодіє з довкіллям через технічні засоби, виробничі викиди та інші продукти діяльності, що створює антропогенні небезпеки.

Зі зростанням інтенсивності людської діяльності збільшується кількість і рівень шкідливих і травмуючих факторів, які негативно впливають на людину та навколишнє середовище.

Небезпека притаманна всім системам, що містять енергію, хімічно або біологічно активні компоненти, а також характеристиками яких не відповідають умовам безпечного існування людини. Небезпеки класифікуються за низкою ознак (табл. 5.1).

Сфери прояву небезпек: побутова, виробнича, культурна, наукова, спортивна, дорожньо-транспортна, військова та ін. Розрізняють апіорні ознаки (провісники) небезпеки та апостеріорні (сліди) ознаки небезпек.

Таблиця 5.1 - Класифікація небезпек

Ознака класифікації	Вид (клас)
За джерелами виникнення	Природні Антропогенні Техногенні Екологічні Змішані
За видами потоків у життєдіяльності	Енергетичні Масові Інформаційні
За величиною потоків у життєдіяльності	Допустимі Гранично допустимі Небезпечні Надзвичайно небезпечні
За моментом виникнення небезпеки	Прогнозовані Спонтанні
По терміну впливу небезпеки	Постійні Змінні Періодичні Короткочасні
За розмірами зони впливу	Локальні Регіональні Міжрегіональні Глобальні
По об'єктами негативного впливу	Діючі на людину Діючі на природну середу



	Діючі на матеріальні ресурси Комплексного впливу
По характеру впливу на людину	Механічні Фізичні Хімічні Біологічні Психофізіологічні
За кількістю людей, схильних небезпечному впливу	Особисті Групові (колективні) Масові
За здатністю людини ідентифікувати небезпеки органами почуттів	Відчутні Невідчутні
По виду негативного впливу людини	Шкідливі Травмонебезпечні
За шкодою, що завдається	Соціальний Технічний Екологічний Економічний

Номенклатура небезпек – це систематизований перелік назв і термінів небезпек, який може складатися для конкретних об'єктів, таких як виробництва, цехи, робочі місця, процеси або професії. Наприклад, Всесвітня організація охорони здоров'я представляє загальну номенклатуру небезпек у алфавітному порядку.

Ідентифікація небезпек – це процес виявлення та встановлення характеристик небезпек (кількісних, тимчасових, просторових та інших), необхідних для розробки профілактичних та оперативних заходів, спрямованих на забезпечення безпечної життєдіяльності. Під час ідентифікації визначаються номенклатура небезпек, ймовірність їх прояву, просторове розташування, можливі збитки та інші параметри.

Квантифікація небезпек – це введення числових показників для оцінки потенційно складних і якісних понять. Найпоширенішою формою оцінки є ризик.

Небезпеки мають потенційний характер, а умови, за яких вони проявляються, називаються причинами. Причини визначають обставини, за яких потенційна небезпека може перетворитися на реальні збитки. Небажані наслідки включають травми, захворювання, шкоду навколишньому середовищу та майну. Логічний ланцюг «небезпека – причини – наслідки» показує, як потенційна небезпека реалізується у конкретних збитках.

Безпека – це стан діяльності, коли з певною ймовірністю виключено прояв небезпек. До завдань безпеки належать:



- ідентифікація та опис зон впливу небезпек техносфери;
- розробка ефективних систем і методів захисту;
- формування систем контролю та управління безпекою;
- планування заходів для ліквідації наслідків небезпек;
- навчання населення та підготовка фахівців з безпеки життєдіяльності.

Об'єкт аналізу небезпек – система «людина – машина – навколишнє середовище», яка охоплює технічні об'єкти, людей і довкілля, що взаємодіють між собою. Аналіз небезпек робить їх передбачуваними та дозволяє запобігти негативним наслідкам.

Аналіз небезпек дозволяє визначити джерела небезпек, послідовність розвитку подій, рівень ризику, величину можливих наслідків та шляхи їх запобігання. Він починається з глибокого дослідження джерел небезпек і завершується плануванням запобіжних заходів. Логічне поєднання якісного і кількісного аналізу необхідне для розрахунку ймовірності прояву небезпек.

Методи аналізу небезпек:

Кількісні – розрахунок ймовірностей, статистичний аналіз.

Якісні – попередній аналіз, аналіз наслідків відмов, дерево причин і наслідків, потенційних відхилень, помилок персоналу, причинно-наслідковий аналіз.

Вибір методу залежить від цілей, призначення та складності об'єкта. Послідовність дослідження включає попередній аналіз, виявлення джерел небезпек, визначення частин системи, що їх формують, обмеження на аналіз, побудову дерева подій і аналіз наслідків.

Потенційна небезпека та шкідливість виробничих процесів – це наявність факторів, що можуть призвести до травм або професійних захворювань.

Шкідливий фактор – погіршує самопочуття або спричиняє захворювання.

Небезпечний (травмуючий) фактор – може спричинити травму або смерть.

Кількісна оцінка потенційної небезпеки дозволяє прогнозувати економічні втрати підприємства і визначати ймовірність її реалізації.

Кількісна оцінка потенційної небезпеки виробничих процесів

Ймовірність наявності i -го небезпечного фактора може бути визначена за формулою:

$$P_{vi} = P_i^v \cdot P_i^p, \quad (1)$$

де P_i^v - ймовірність дії i -го небезпечного фактора;



P_i^p – ймовірність знаходження працюючого в зоні дії і-го небезпечний фактор.

Ймовірність дії небезпечного фактора та ймовірність знаходження працюючого в зоні його дії визначаються за формулами:

$$P_i^v = \frac{t_i^v}{T_{ст}} \quad \text{та} \quad P_i^p = \frac{t_i^p}{T_{ст}}, \quad (2)$$

де t_i^v і t_i^p – час дії і-го небезпечного фактора та час знаходження працюючого в зоні дії і-го небезпечного фактора за час робочої зміни $T_{ст}$.

Ймовірність дії на працюючих і-го небезпечного фактора розраховується за такою формулою:

$$P_v(n) = P_{v_n} + P_{v_{n-1}} - P_{v_n} \cdot P_{v_{n-1}}. \quad (3)$$

За наявності n небезпечних факторів ймовірність їхньої дії визначається за формулами:

Знаючи ймовірність дії небезпечних факторів на працюючих, можна визначити безпеку виробничого процесу загалом:

$$P_m^0 = \frac{N_1 \cdot P_0(1) + N_2 \cdot P_0(2) + \dots + N_n \cdot P_0(n)}{N}, \quad (4)$$

де N_1, N_2, \dots, N_n - кількість працюючих, що піддаються дії 1, 2, ..., n факторів;

$P_0(1), P_0(2), \dots, P_0(n)$ - ймовірність дії на 1, 2, ..., n факторів;

N – загальна чисельність працюючих:

$$N = N_y + N_1 + N_2 + \dots + N_n, \quad (5)$$

де N_y – кількість працюючих, які не піддаються дії небезпечних факторів.

Кількісна оцінка потенційної шкідливості виробничих процесів

Ймовірність дії j -го шкідливого фактора визначається за формулою:

$$P_{bj} = P_j^b \cdot P_j^p \cdot P_j^{nc}, \quad (7)$$



де P_j^b - ймовірність наявності в робочій зоні j -го шкідливого фактора (речовини);

P_j^p – ймовірність знаходження людини у зоні дії j -го шкідливого фактора (речовини);

P_j^{nc} - вражаюча здатність j -го шкідливого фактора (речовини).

Ймовірність наявності в робочій зоні j -ї шкідливої речовини визначається за формулою:

$$P_j^b = \frac{t_j^b}{T_{ст}}, \quad (8)$$

де P_j^b – час дії j -ї шкідливої речовини протягом робочої зміни.

Ймовірність перебування людини в зоні дії j -го шкідливого фактору:

$$P_j^p = \frac{t_j^p}{T_{ст}}, \quad (9)$$

де P_j^p – час перебування людини у зоні дії j -го шкідливої речовини протягом робочої зміни.

Вражаюча здатність j -ї шкідливої речовини:

$$P_j^{nc} = \frac{d_j}{D_j}, \quad (10)$$

де d_j – фактичний зміст j -ї шкідливої речовини;

D_j – граничний вміст j -ї шкідливої речовини.

Граничне утримання – це кількість шкідливої речовини, при якій працюючі підлягають негайної евакуації з небезпечної зони.

Підставивши у формулу 7 ймовірність дії j -го шкідливого фактора значення P_j^b , P_j^p , P_j^{nc} отримаємо:

$$P_{bj} = \frac{t_j^b \cdot t_j^p \cdot d_j}{T_{ст}^2 \cdot D_j}. \quad (11)$$

Ймовірність шкідливого впливу шкідливих факторів визначається за такою формулою:

$$P_b(m) = 1 - \prod_{j=1}^m (1 - P_{bj}). \quad (12)$$



Знаючи ймовірність дії шкідливих факторів на працюючих, можна визначити шкідливість виробничого процесу загалом:

$$P_{nm}^b = \frac{N_1 \cdot P_b(1) + N_2 \cdot P_b(2) + \dots + N_n \cdot P_b(m)}{N}, \quad (13)$$

де N_1, N_2, \dots, N_m – кількість працюючих у зоні дії 1, 2, ..., m шкідливих факторів;

N - загальна чисельність працюючих.

$$N = N_b + N_1 + N_2 + \dots + N_m, \quad (14)$$

де N_b – кількість працюючих, які не піддаються дії шкідливих факторів.

Економічна оцінка потенційної небезпеки та шкідливості виробничих процесів

Наявність потенційної небезпеки та шкідливості виробничих процесів веде до суттєвих втрат, які в загальному випадку рівні:

$$v_{nm} = v_{no} = v_{nb}, \quad (15)$$

де v_{no} - втрати, обумовлені дією небезпечних факторів;

v_{nb} - втрати, обумовлені дією шкідливих факторів.

Втрати від дії n небезпечних факторів за час «життя» виробничого процесу T визначаються за формулою:

$$v_{no} = \frac{T}{T_{ст}} \sum_{i=1}^n (N_i^y \cdot P_v(i) \cdot C_{vi}), \quad (16)$$

де N_i^y – кількість працюючих у зоні дії i -го числа шкідливих чинників;

$P_v(i)$ - ймовірність дії i -го числа шкідливих факторів;

C_{vi} - втрати від дії на працюючого i -го числа шкідливих факторів;

n – кількість шкідливих чинників.

Втрати від дії m шкідливих факторів за час життя виробничого процесу T рівні:

$$v_{mn} = \frac{T}{T_{ст}} \sum_{j=1}^m (N_j^b \cdot P_b(j) \cdot C_{bj}), \quad (17)$$

де N_j^b – кількість працюючих у зоні дії j -го числа шкідливих чинників;

$P_b(j)$ - ймовірність дії j -го числа шкідливих факторів;

C_{bj} – втрати від на працюючих j -го числа шкідливих факторів;

m – кількість шкідливих факторів.

Підставивши формулу 15 суттєвих втрат значення v_{no} і v_{nb} , отримаємо сумарні втрати:

$$v_{mn} = \frac{T}{T_{ст}} \left[\sum_{i=1}^n (N_i^v \cdot P_v(i) \cdot C_{vi}) + \sum_{j=1}^m (N_j^b \cdot P_b(j) \cdot C_{bj}) \right]. \quad (19)$$

ЗАВДАННЯ:

Завдання 1. Дати кількісну оцінку потенційної небезпеки виробничого процесу, що має технологічні переходи у зоні дії кінетичної енергії (автодорога та під'їзна залізнична колія). Час знаходження працюючих у зоні дії кінетичної енергії: автодороги – t_p (год); під'їзної колії – t_p (год). Кількість переходів одним працюючим: автодороги T_1 залізничної колії T_2 . Інтенсивність руху: автомашин n_1 , (1/год), залізничних поїздів – n_2 (1/год). Тривалість робочої зміни - $T_{ст}$ (год). Загальна кількість працюючих N (чол), з них N_1 , (чол) та N_2 , (чол) виконують небезпечні операції. Вихідні дані в табл. 5.2.

Таблиця 5.2 – Вихідні дані для завдання 1

Вар.	Вихідні дані									
	t_{p1} , год	t_{p2} , год	m_1	m_2	n_1 , 1/год	n_2 , 1/год	$T_{ст}$, год	N , чол.	N_1 , чол.	N_2 , чол.
1, 16	$6 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-8}$	8	25	4	2	8	112	50	30
2, 17	$6,5 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-8}$	9	30	5	3	6	99	42	40
3, 18	$5,5 \cdot 10^{-3}$	$2,5 \cdot 10^{-8}$	10	22	6	4	8	102	44	55
4, 19	$6 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-8}$	8	12	8	5	6	93	38	48
5, 20	$6,5 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-8}$	11	20	3	2	8	100	43	61
6, 21	$7 \cdot 10^{-3}$	$4 \cdot 10^{-8}$	9	10	5	5	6	96	40	31
7, 22	$6 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-8}$	13	24	8	3	8	119	54	50
8, 23	$5,5 \cdot 10^{-3}$	$2,5 \cdot 10^{-8}$	8	14	12	4	6	88	35	33
9, 24	$6 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-8}$	10	20	7	2	8	106	46	54
10, 25	$6,5 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-8}$	11	30	6	2	6	115	52	68
11, 26	$5 \cdot 10^{-3}$	$2,5 \cdot 10^{-8}$	10	20	11	3	8	87	34	32
12, 27	$6,5 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-8}$	12	24	5	4	6	90	36	30
13, 28	$6 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-8}$	15	26	6	2	8	110	49	38
14, 29	$6,5 \cdot 10^{-3}$	$3,5 \cdot 10^{-8}$	13	17	10	3	6	82	31	44
15, 30	$5,5 \cdot 10^{-3}$	$2,5 \cdot 10^{-8}$	14	19	2	4	8	107	47	51

Алгоритм розв'язання задачі

Визначити ймовірність проходження автотранспортом місця можливого переходу робітниками автошляху:

$$P_1^v = \frac{n_1 \cdot t_1^p \cdot T_{ст}}{T_{ст}} = n_1 \cdot t_1^p.$$

Визначити ймовірність проходження залізничного потягу місця можливого переходу робітниками залізничного шляху:

$$P_2^v = \frac{n_2 \cdot t_2^p \cdot T_{ст}}{T_{ст}} = n_2 \cdot t_2^p.$$

Визначити ймовірність дії на працюючих першого небезпечного фактора (автодорога):

$$P_{v1} = P_1^v \cdot P_1^p.$$

Визначити ймовірність дії на працюючих другого небезпечного фактора (під'їзний залізничний шлях):

$$P_{v2} = P_2^v \cdot P_2^p.$$

Визначити ймовірність спільної дії двох небезпечних факторів:

$$P_v(2) = P_{v2} + P_{v1} - P_{v2} \cdot P_{v1}.$$

Визначити потенційну небезпеку виробничого процесу:

$$P_{m0}^0 = \frac{N_1 \cdot P_0(1) + N_2 \cdot P_0(2)}{N}.$$

$$P_0(1) = P_{v1}$$

$$P_0(2) = P_{v2}$$

Завдання 2. Дати кількісну оцінку потенційної шкідливості виробничого процесу, при якому повітря робочої зони виділяються бензол, оксид вуглецю і аерозоль алюмінію.

Тривалість робочої зміни - $T_{ст}$ (год). Час дії шкідливого фактора – t_j^b (год). Час знаходження людини у зоні дії шкідливого фактора протягом

робочої зміни – t_j^p (год). Фактичний вміст j -ї шкідливої речовини – d_j , (мг/м³). Граничний вміст j -ї шкідливої речовини – D_j (мг/м³). Кількість працюючих у зоні дії шкідливих факторів – N_m (чол). Кількість працюючих, які не піддаються дії шкідливих чинників – N_b (чол). Загальна чисельність працюючих N (чол). Вихідні дані у табл. 5.3.

Таблиця 5.3 – Вихідні дані для завдання 2

Вихідні дані		Варіанти									
		1, 11, 21	2, 12, 22	3, 13, 23	4, 14, 24	5, 15, 25	6, 16, 26	7, 17, 27	8, 18, 28	9, 19, 29	10, 20, 30
t_j^{b1} , год.	Бензол	2,0	1,5	2,5	1,2	3,0	1,7	1,9	2,0	2,2	2,4
t_j^{p1} , год.		1,5	1,5	2,0	1,2	2,0	1,7	1,5	1,0	1,8	2,4
d_{j1} , мг/м ³		10	9	18	15	10	15	10	8	12	15
D_{j1} , мг/м ³		15	10	20	16	11	19	17	12	14	18
N_1 , чол.		20	10	20	10	30	20	15	40	10	15
t_j^{b2} , год.	Оксид вуглецю	3,0	1,0	2,0	1,5	2,5	3,0	1,4	2,0	1,8	1,3
t_j^{p2} , год.		2,5	0,5	1,5	1,5	2,0	3,0	1,0	2,0	0,8	0,9
d_{j2} , мг/м ³		30	30	25	35	30	25	35	35	40	45
D_{j2} , мг/м ³		40	35	30	40	35	30	38	37	45	50
N_2 , чол.		30	20	30	20	20	10	40	10	20	15
t_j^{b3} , год.	Алюміній	4,0	3,8	3,6	3,4	3,2	3,5	3,3	3,7	4,0	3,1
t_j^{p3} , год.		2	3	4	3	2	5	3	4	2	2
d_{j3} , мг/м ³		5	5	4	4	3	5	6	6	4	8
D_{j3} , мг/м ³		8	7	6	5	4	6	8	7	5	9
N_3 , чол.		20	40	20	30	20	40	10	10	25	20
N_b , чол.		50	30	40	60	30	40	55	30	70	70
$T_{ст}$		8	6	8	6	8	6	8	6	8	6

Алгоритм розв'язання задачі

1. Визначити ймовірність наявності у робочій зоні кожної шкідливої речовини b_j^p за формулою (8).
2. Визначити ймовірність перебування людини у зоні дії кожної шкідливої речовини r_j^p за формулою (9).
3. Визначити вражаючу здатність кожної шкідливої речовини P_j^{nc} за формулою (10).
4. Визначити ймовірність дії кожної шкідливої речовини P_b за формулою (7)
5. Визначити ймовірність впливу всіх шкідливих факторів за формулою (12).
6. Визначити шкідливість виробничого процесу загалом за формулою (13).
7. Зробити висновки.

ЛІТЕРАТУРА:

1. ДБН А.3.2-2-2009. Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. [На заміну СНиП III-4-80 ; чинний від 2012-04-01]. Вид. офіц. Київ, 2009. 120 с. URL: <https://online.budstandart.com/ua/login/billing.html>.
2. Оцінка технічних ризиків: методичні вказівки до виконання практичних робіт / уклад. О. М. Терентьев. Київ : НТУУ «КПІ», 2016. Ч. 2. 52 с.

ПРАКТИЧНА РОБОТА 6 ОЦІНКА СТІЙКОСТІ ОБ'ЄКТА ДО ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ В УМОВАХ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

МЕТА РОБОТИ:

набути практичних навичок в оцінюванні стійкості об'єкта щодо пожежної небезпеки в умовах надзвичайних ситуацій (НС).

ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА:

Горіння – це процес хімічного окислення, що супроводжується виділенням значної кількості теплової та променевої енергії. Воно можливе за наявності трьох обов'язкових компонентів: горючої речовини, окислювача та джерела запалювання. Окислювачами можуть виступати кисень повітря, пероксид натрію, бертолетова сіль, азотна кислота, хлор, фтор, бром та окисли азоту.

Горіння буває двох типів:

- Повне, коли присутня достатня або надлишкова кількість окислювача, у результаті чого виділяються токсичні продукти згоряння.
- Неповне, що виникає при дефіциті окислювача і призводить до утворення шкідливих речовин, таких як чадний газ або водень.

У випадку однорідних палих сумішей може спостерігатися кінетичне горіння, швидкість поширення якого залежить від теплопровідності суміші і може досягати сотень метрів на секунду, часто супроводжуючись вибухом.

Вибух – це надшвидке перетворення речовини (вибухове горіння), під час якого виділяється енергія та утворюється ударна хвиля, що поширюється зі швидкістю звуку (~330 м/с). Пожежо- та вибухонебезпечність об'єктів визначається станом речовин, їхніми фізичними характеристиками та спеціальними показниками:

- групою займистості;
- температурами займання, спалаху та самозаймання;
- нижньою та верхньою межами концентрацій палива для поширення полум'я;
- умовами теплового самозаймання.



Займистість – здатність речовини чи матеріалу горіти. Займання – початковий етап горіння, спричинений джерелом запалювання. За здатністю до горіння речовини класифікують на:

- займисті – можуть самостійно горіти після впливу джерела запалювання (наприклад, органічні матеріали);
- незаймисті – не здатні горіти або тліти при контакті з джерелом запалювання (метали, неорганічні матеріали);
- важкозаймисті – горять лише під дією джерела запалювання, але не продовжують горіння після його видалення (суміші займистих та незаймистих компонентів).

Рідини є більш пожежонебезпечними, ніж тверді речовини, через легкість займання, інтенсивність горіння та здатність утворювати вибухота пожеже-небезпечні суміші з повітрям. За температурою спалаху рідини поділяють на:

- легкозаймисті (ЛЗР) – з температурою спалаху до 61 °С у закритому посуді або до 66 °С у відкритому;
- займисті (ЗР) – з температурою спалаху вище зазначених значень.

Для газів важливим показником є концентраційні межі поширення полум'я:

- нижня межа – мінімальна концентрація палива, при якій можливе поширення полум'я;
- верхня межа – максимальна концентрація, вище якої суміш не горить.

Пил, що складається з найдрібніших частинок горючих речовин у завислому стані (аерозоль), є вибухо- або пожеже-небезпечним залежно від меж поширення полум'я. Класифікація пилу:

Вибухонебезпечний (група А) – нижня межа поширення полум'я ≤ 65 г/м³, зокрема:

I клас: до 15 г/м³ (сірка, нафталін, сухе молоко).

II клас: 15–65 г/м³ (борошно, вугілля, сіно).

Пожежонебезпечний (група Б) – нижня межа > 65 г/м³, зокрема:

III клас: температура самозаймання ≤ 250 °С (тютюн) або > 250 °С (деревний пил).

Самозаймання – це раптове прискорення екзотермічних реакцій, що призводить до виникнення горіння без зовнішнього джерела запалювання. Воно буває:

- хімічним – внаслідок окислення речовини повітрям або взаємодії з водою;
- тепловим – через самонагрівання вище температури самонагрівання;
- мікробіологічним – у органічних матеріалах під дією мікроорганізмів, що призводить до підвищення температури та займання.



Приміщення класифікують за вибухо-пожежною небезпекою відповідно до ДСТУ Б В.1.1-36:2016 на п'ять категорій:

А – наявність легкозаймистих рідин з температурою спалаху ≤ 28 °С або речовин, здатних вибухати при взаємодії з водою чи киснем;

Б – присутність пилу, волокон та рідин, що утворюють вибухонебезпечні суміші;

В – займисті та важкозаймисті речовини, що горять при контакті з киснем;

Г – незаймисті речовини в розпеченому стані або займисті матеріали, що обробляються з виділенням тепла;

Д – незаймисті речовини в холодному стані.

Вогнестійкість – здатність конструкцій протистояти високим температурам, запобігаючи утворенню наскрізних тріщин і поширенню вогню. Вона визначається межами вогнестійкості, які встановлюються експериментально. Будівлі поділяються на п'ять ступенів вогнестійкості відповідно до ДБН В.1.1-7:2016.

Електрообладнання також може бути джерелом пожежі, особливо якщо застосовуються займисті матеріали (каучук, пластмаси, лак, олії). Основними причинами займання є короткі замикання, електричні іскри, дуги, перевантаження чи перегрів. Струм короткого замикання може досягати сотень кіловольт і спричиняти значний перегрів та плавлення елементів, ізоляції та проводів (до 2000 °С). Протікання провідником тривалого допустимого струму силою I пов'язано з виділенням тепла Q , Дж, і кількісно визначається законом Ленца-Джоуля:

$$Q = I^2 R t$$

де I – сила тривалого припустимого струму, А;

R – активний опір, Ом ;

T - час проходження струму, с.

Час дії струму короткого замикання зазвичай становить лише кілька секунд або навіть частки секунди — це залежить від спрацювання захисної апаратури (автоматичних вимикачів, запобіжників тощо). Відомо, що провідники, через які проходить електричний струм, взаємодіють між собою: коли струм тече в одному напрямку — сили тяжі притягують їх, а за протилежних напрямків — відштовхують. Під час короткого замикання величина струму може перевищувати номінальну у десятки й сотні разів, унаслідок чого електродинамічні сили здатні деформувати самі провідники та елементи їх кріплення. Крім того, КЗ супроводжується різким падінням напруги, що викликає часткове або повне порушення електропостачання.

Щоб запобігти коротким замиканням, необхідно:

– правильно обирати, монтувати і експлуатувати електромережі та обладнання;



- застосовувати електрообладнання відповідної конструкції, ізоляції та способу встановлення (нормований опір ізоляції за ПБЕ - не менше 500 кОм);

- використовувати засоби електричного захисту: автоматичні вимикачі, плавкі запобіжники, реле тощо.

Під час проходження струму через провідники вони нагріваються. Підвищення температури прискорює процеси окиснення металу, утворює оксидні плівки з високим опором, збільшує контактний опір і, відповідно, тепловиділення. Внаслідок цього ізоляція старіє, пошкоджується й може пробити, що здатне спричинити аварію, коротке замикання, а за наявності займистих матеріалів - пожежу або вибух. Оскільки кожен провідник розрахований на певний допустимий струм, його перевищення призводить до перевантаження.

Перевантаження виникають у разі прорахунків при проектуванні (неправильний переріз проводів, невірно обрані елементи схеми), при підключенні додаткових споживачів або при зниженні напруги.

Попередження пожеж через перевантаження передбачає:

- правильний розрахунок провідників і схеми, щоб фактичний струм не перевищував допустимий ($I_p \leq I_{доп}$);

- заборону підключення додаткового обладнання, якщо мережа на це не розрахована;

- застосування ефективних захисних пристроїв: автоматів, теплових реле, плавких запобіжників.

Додатковою причиною аварій та пожеж можуть бути великі перехідні опори, що виникають у місцях з'єднання проводів або контактів обладнання, особливо якщо з'єднання погано затиснуті, окиснені чи виконані неправильно. У таких точках виділяється значна кількість тепла (пропорційна квадрату струму та опору), і контакт може сильно перегріватися. Якщо поруч знаходяться горючі матеріали, вони можуть загорітися; за наявності вибухонебезпечної суміші — можливий вибух.

Профілактика перегріву контактів передбачає:

- використання пружних контактів або пружин для збільшення площі дотику;

- виготовлення контактів із достатньою масою та площею для охолодження;

- забезпечення доступності контактів для перевірки й обслуговування.

Основним способом запобігання пожежам та вибухам, пов'язаним з електрообладнанням, є правильний добір та експлуатація обладнання у приміщеннях з підвищеною пожежною чи вибуховою небезпекою. Відповідно до ПБЕ такі приміщення поділяються на пожежонебезпечні (П-I, П-II, П-IIa, П-III) та вибухонебезпечні (В-I, В-Ia, В-Iб, В-Iг, В-II, В-IIa).



Пожежонебезпечна зона - місце, де можуть бути присутні займисті речовини як у нормальних умовах, так і при можливих відхиленнях технології.

Вибухонебезпечна зона - простір, у якому є або можуть утворитися вибухонебезпечні газові або пилові суміші.

Класи пожежонебезпечних приміщень:

П-I - використання або зберігання горючих рідин із температурою спалаху понад 61 °С (наприклад, склади мастил).

П-II - виділення горючого пилу чи волокон зі значенням нижньої межі займання понад 65 г/м³ (деревообробні цехи, невеликі млини).

П-IIa - наявність твердих горючих матеріалів без пиловиділення (склади меблів, паперу).

П-III - зовнішні установки з горючими рідинами або твердими матеріалами з температурою спалаху > 61 °С.

Класи вибухонебезпечних приміщень:

За газами - В-I, В-Ia, В-Iб, В-Iг.

За пилом - В-II, В-IIa.

Коротко про них:

В-I - постійна присутність вибухонебезпечних газів чи парів при нормальній роботі.

В-Ia / В-IIa - утворення вибухонебезпечних сумішей лише при аварії.

В-Iб - аналогічно до В-Ia, але гази мають високу нижню межу вибуховості ($\geq 15\%$) і різкий запах.

В-Iг - зовнішні установки з горючими газами чи парами.

В-II - виділення пилу, який може переходити у завислий стан і утворювати вибухонебезпечні суміші.

Пожежа - неконтрольоване горіння, що призводить до матеріальних збитків.

Джерело запалювання характеризується температурою та тривалістю дії.

Основні причини пожеж у надзвичайних ситуаціях:

- руйнування обладнання та трубопроводів із ЛЗР, пальними газами;
- короткі замикання в пошкоджених електромережах;
- вибухонебезпечні властивості деяких матеріалів (ацетон, цинк тощо);
- блискавки;
- порушення правил експлуатації устаткування.

На розвиток пожеж впливають:

- пожежна небезпека виробництва;
- вогнестійкість будівель;
- густота забудови;
- погода;

- людський фактор.

Стійкість об'єкта до вогню визначається мінімальною енергією або температурою, достатньою для запалювання матеріалів і формування стійкого горіння. Це значення приймається як межа вогнестійкості (Tзаг.lim, Elim, Усв.lim).

Для оцінювання стійкості необхідно знати:

- характеристики будівель і мереж;
- тип виробництва та властивості речовин;
- кількість та місця зберігання горючих і вибухонебезпечних матеріалів;
- можливий рівень руйнування конструкцій у разі стихійних лих.

Методику оцінювання можна розглянути на прикладі окремого виробничого цеху промислового підприємства.

ЗАВДАННЯ:

Завдання 1. Дайте відповіді на контрольні питання:

1. Які основні пожеже небезпечні властивості речовин і матеріалів?
2. Як визначається категорія приміщень та будівель виробництва за вибухо пожежною та пожежною небезпекою об'єкту?
3. Що таке пожежна безпека виробництва?
4. Які чинники впливають на пожежну безпеку об'єкту в умовах надзвичайних ситуацій?
5. Від чого залежить вогнестійкість будівель і споруд об'єкту?
6. Коротке замикання, причини виникнення і його вплив на пожежну безпеку виробництва?
7. Що приймається за межу стійкості цеху до дії вогню?
8. Як впливає густина забудови на вірогідність розповсюдження пожеж?

Завдання 2.

1. Надати початкові данні об'єкта, характеристики будівель, споруд, технологічного устаткування і комунально-енергетичних мереж, а також вид надзвичайної ситуації згідно варіанту завдання (див. табл. 6.2).

2. Виконати оцінку стійкості об'єкту по пожежній небезпеці в умовах НС у такій послідовності:

2.1. Визначення можливих джерел запалення, їх температур запалювання і ступеня руйнування будівель, технологічного устаткування, КЕМ об'єкта.

2.2. Визначення густини забудови об'єкту (якщо не дана в початкових даних) і зони пожеж.

2.3. Визначення категорії виробництва по пожежній небезпеці об'єкту.

2.4. Визначення ступеня вогнестійкості будівель і споруд об'єкта.

2.5. Виявлення речовин, що згорають, матеріалів і елементів конструкцій будівель, споруд, технологічного устаткування і комунально енергетичних мереж об'єкту.

2.6. Визначення величин температур запалювання (енергії запалення, світлових імпульсів) речовин, що згорають, матеріалів і елементів об'єкта.

2.7. Визначення межі стійкості об'єкту і дії вогню.

3. Надати висновки і заходи що до підвищення пожежної стійкості об'єкту. Одержані розрахунки і оцінені данні, висновки і пропозиції занести у таблицю.

Таблиця 6.1 – Ступінь вогнестійкості будівельних матеріалів

Ступінь вогнестійкості будівель	Мінімальні межі вогнестійкості конструкція, г			
	стіни		Сходові майданчики, ступені, балки і марші сходових кліток	Плити, настили і інші несучі конструкції перекриттів
	несучі, сходові	внутрішні ненесучі (перегородки)		
I	що не згорають 2,5	що не згорають 0,5	що не згорають 1	що не згорають 1
II	те ж 2	те ж 1		те ж 0,75
III	те ж 2	те ж 1		важкозаймисті 0,25
IV	важко займисті 0,25	те ж 0,25		те ж 0,25
V	не нормується			

Примітки:

1. Межа вогнестійкості будівельних матеріалів - період часу (години) від початку дії вогню на конструкцію до утворення в ній крізних тріщин або втрати конструкцією несучої здатності (обвалення). Межа вогнестійкості встановлюється дослідним шляхом.

2. Будівельні матеріали по займистості діляться на три групи: що не згорають, важко займисті і згорають.

Що не згорають - пісок, граніт, цеглина, бетон, залізобетон, сталеві конструкції, покриті вогнезахисною фарбою, і ін.

Важкозаймисті - асфальтовий бетон, склопластик, незахищені сталеві конструкції, дерев'яні конструкції, оброблені вогнезахисною обмазкою.

Що згорають - деревина, руберойд, толь, бітум, лінолеум, і ін.

Таблиця 6.2 - Варіанти вихідних даних

Варіант	Найменування об'єкта щільність його забудови	Характеристика будівель, споруд об'єкта	Технологічне устаткування, речовини й матеріали, що використовуються в технологічному процесі виробництва	Характеристика комунально-енергетичних мереж (КЕМ)	Надзвичайні ситуації
0	Складальний цех П = 30%	Будівля одноповерхова цегляна, перекриття із залізобетонних плит. Двері й віконні рами з ялинової деревини, забарвлені в темний колір. Границя вогнестійкості несучих стін – 2,5 год., перекриття - 1 година. Відстань від інших будівель - 10... 15 м	Середні верстати, миюча машина, ванна з гасом, конвеєр зі стрічкою з прогумованими тканинами, контрольно вимірювальні прилади (КВП). У складовому приміщенні зберігаються: гас, соснова дерев'яна арматура, обгортувальний папір	Газопровід на металевих естакадах. Наземний кабель: дріт мідний, ізоляція – гума, напруга 380 В. Відкрита розташовані усередині цеху освітлювальна електромережа: дріт алюмінієвий. ізоляція – полівінілхлорид, напруга 220 В	Землетруси 6,5 балів
1, 2, 3, 4, 5	Цех ректифікації органічних розчинників П=30%	Будівля з легким металевим каркасом з вогнезахисною фарбою, покрівельний матеріал – борулін, двері та віконні рами – металеві. Границя вогнестійкості – 2,5 год. Відстань від інших будівель 10... 15 м.	Гас, нафтовий толуол, ацетон, етиловий спирт, бензин		Землетруси 5,2 балів
6, 7, 8, 9, 10	Помпувальна станція з перекачування рідин П = 20%	Будівля цегляна, перекриття залізобетонне, двері й віконні рами з соснової деревини, підлога - лннолеум гумовий, релін. Границя вогнестійкості несучих стін – 2,5 год., перекриття – 0,75 год. Відстань від інших будівель -15 м	Масило, гас, масло індустрієне 20. бензин, метиловий спирт, дихлоретан	Кабельна наземна лінія: дріт мідний, ізоляція гума, напруга 380 В. Освітлювальна прихована електромережа: дріт алюмінієвий, ізоляція - полістирол. Напруга 220 В	Землетруси 6 балів
11, 12, 13, 14, 15	Цех приготування і транспортуван	Будівля зі збірного залізобетону,	Соснові стружки, масло	Кабельна наземна лінія: дріт мідний,	Землетруси 7 балів

	ня деревної муки. П = 35%	перекриття – із залізобетонних плит, підлога – лінолеум полівініл хлоридний, двері й віконні рами – з ялинової деревини. Границя вогнестійкості несучих стін - 2 год. перекриття - 1 год. Відстань від інших будівель - 5 м		ізоляція - гетінакс. Напруга 380 В Освітлювальна електромережа: дріт алюмінієвий. ізоляція - вініпласт	
16, 17, 18, 19, 20	Деревопереробний цех. П=45%	Будівля дерев'яна, покривальний матеріал – руберойд, підлога з ялинової деревини. Границя вогнестійкості не нормується. Відстань від інших будівель - 15 м	Деревина соснова і ялинова, масло індустриєне 12, мастило	Кабельна наземна лінія в рукавах: дріт мідний, ізоляція - гума, напруга 380 В. Освітлювальна електромережа: дріт алюмінієвий. ізоляція - гетінакс	Землетруси 5,5 балів
21, 22, 23, 24, 25	Цех первинного оброблення бавовни. П=40%	Будівля цегляна. Кровля з соснової деревини, покрита вогнезахисною фарбою, двері й віконні рами – з ялинової деревини. Границя вогнестійкості несучих стін – 2год, крівлі – 0,75 год. Відстань від інших будівель 10 м.	Виляск, масло індустриєне 50, мастило, метиловий спирт		Землетруси 9 балів
26, 27, 28, 29, 30	Трикотажний цех. П = 35 Ч	Будівля триповерхова кам'яна, перекриття із залізобетонних плит, підлога - лінолеум полівініл хлоридний, двері й віконні рами - з соснової деревини. Границя вогнестійкості несучих стін - 2 год., перекриття - 1 год. Відстань від інших будівель – 5 м	Лавсан, ацетон, метиловий спирт, масло індустриєне 12, папір		Землетруси 7 балів

Таблиця 6.3 – Величини інтенсивного коливання земної кори в балах, які характеризують ступені руйнування елементів різних споруд при землетрусах (згідно міжнародної сейсмічної шкалі МК-64)

Найменування будівель, споруд, устаткування, комунально-енергетичних мереж та ін.	Руйнування			
	слабкі	середні	сильні	суцільні
Виробничі, адміністративні будівлі і споруди, житлові будинки				
Промислові будівлі з важким металевим або залізобетонним каркасом і устаткуванням крана вантажопідйомністю 25...50 т.	6-7	7-7.5	7.5-8	8.5-9
Те ж з устаткуванням крана вантажопідйомністю 60... 100 т.	6-7	7-8	8-9	9-10
Будівлі з легким металевим каркасом і без каркасної конструкції	5-6	6-7	7-8	8-9
Бетонні, залізобетонні будівлі і будівлі антисейсмічної конструкції	6.5-8	8.5-10	10-10.5	11-22
Багатоповерхові залізобетонні будівлі з великою площею скління	4-6.5	6.5-7.8	7.5-9	9-10
Промислові будівлі з металевим каркасом і бетонним заповненням	5-6	6-7	7-7.5	7.5-8
Будівлі атомних і гідроелектростанцій антисейсмічної конструкції	7.5	7,5-8.5	8.5-9	9-11
Теплові і атомні електростанції звичної конструкції	5-6	6-7	7.5-8	8.5-9
Багатоповерхові кам'яні (цегляні) будівлі (три поверхи і більш)	4-5	5-6	6-7	7-7.5
Цегляні будівлі (один - два поверхи)	4-5.5	5.5-6.5	6.5-7.5	7.5-8
Будівлі із збірного залізобетону	5-6	6-7	-	7-8
Дерев'яні будинки	3-4	4-5	5-6	6-6.5
Промислові споруди і устаткування				
Електродвигуни (всіх ТИПІВ)	5-7.5	8	8.5-9	9-10
Трансформатори ви 100 до 1000 кВ	6-7	7-8	8-8.5	9-9.5
Трансформатори блокові	7-7.5	8-8.5	-	•
Генератори на 100...300 кВт	7-7.5	8-8.5	-	-
Верстати середні	5	6	7	-
Контрольно-вимірювальна апаратура	1-3	3-6	6-6.5	7
Комунально-енергетичні мережі				
Трубопроводи на металевих або залізобетонних естакадах	6-7	7-7.5	7.5-8	-
Кабельні наземні лінії	3-7	7-8	8-9	9.5
Повітряні лінії низької напруги	6-8.5	8.5-10	10-11	11-12
Розподільні пристрої і допоміжні споруди електростанцій	7-7.5	7,5-9	9-10	11
Електромережі і арматура до них. прокладені і встановлені усередині приміщень	Визначається з урахуванням ступеня руйнування будівель і споруд			

Таблиця 6.3а – Співвідношення швидкості вітру і балів (шкала Бофорта)

Швидкість вітру, м/с	Бали	Ступені руйнування
8,0-17,1	5-7	Слабкі
17,3-23,4	8-10	Середні
24,0-33,0	11-12	Сильні
33,0 і більше	14-17	Суцільні

Таблиця 6.4 – Пожеженобезпечні властивості речовин і матеріалів

Найменування матеріалу, речовини	Температура °С		Схильність до вибухання	Мінімальна енергія запалення, мДж	Максимальна енергія запалення, мДж
	загорання	спалах			
Будівельні матеріали					
Алюміній	470	-	займистий	0,025	660
Борулін, гідроізоляційний і покрівельний рулонний матеріал (азбест і бітум), товщина 2,5 мм	350	-	займистий	-	-
Деревина дубова	238	-	займистий	-	-
Дерев'яна ялинова	241	-	займистий	-	-
Деревина соснова	255	-	займистий	-	-
Плита дерев'яно волокниста	-	-	займистий	-	-
Рубероїд, товщина 1 мм	303	-	займистий	-	-
Толь	262	-	займистий	-	-
Хімічні і інші речовини і матеріали					
Папір	180	-	займистий	-	-
Вініпласт	580	-	займистий	-	-
Клейонка	325	-	займистий	-	-
Капрон	395	-	займистий	-	-
Лавсан	390	-	займистий	-	-
Гума, прогумована тканина	270	-	займистий	-	-
Гетінакс	285	-	самозагас аючий	-	-
Полістирол	276	-	займистий	-	-
Поліетилен	306	-	займистий	-	-
Плексиглас	200	-	займистий	-	-
Полівініл хлорид	560	-	займистий	-	-
Текстоліт	358	-	займистий	-	-
Деревна мука	-	-	займистий	20	770
Лінолеум гумовий, релін	308	-	займистий	-	-
Лінолеум полівініл хлоридний	330	-	займистий	-	-
Ацетон, пропан	-20 +6	-	займистий	0.85	893
Бензин	-30 +6	-	займистий	-	-
Гас	20-66	-	займистий	-	-
Гудрон нафтовий	285	-	займистий	-	-

Мазут	60		займистий	-	-
Масло індустриальне 12	164	-	займистий	-	-
Масло індустриальне 20	158	-	займистий	-	-
Масло індустриальне 50	200	-	займистий	-	-
Масло трансформаторне	180		займистий	-	-
Масло касторове технічне	220	-	займистий	-	-
Метиловий спирт	13		займистий	0,5	740
Водень	-	-	займистий	0,017	739
Пропан, газ	-	-	займистий	0,25	860
Толуол нафтовий	4	-	займистий	-	-
Етиловий спирт	13	-	Займистий, вибухонебезпечний	0,65	750
Діхлоретан	9	-	займистий	-	-
Бавовна	260	-	-	-	-
Температура плавлення деяких речовин W, °C					
Алюміній	660,1				
Залізо чисте	1535				
Мідь	1083				
Сталь лита	1500				
Чавун	1200				

Примітки:

1. При прямому розряді на землю по каналу блискавки протікає струм до 250 кА, розігріваючий його до 3000 °С, представляючи велику пожежонебезпеку для горючих речовин і матеріалів.

2. Для паро- і газоповітряних сумішей мінімальна енергія запалювання (запалення) рівна 0,009-6 мДж, запалі повітряних вибухонебезпечних сумішей 10-260 мДж.

Таблиця 6.5 – Орієнтовні значення вірогідності розповсюдження пожежі від будівлі до будівлі

Відстань між будівлями, м	0	5	10	15	20	30	40	50	70	90
Ймовірне розповсюдження пожеж, %	100	87	65	47	27	23	4	3	2	0

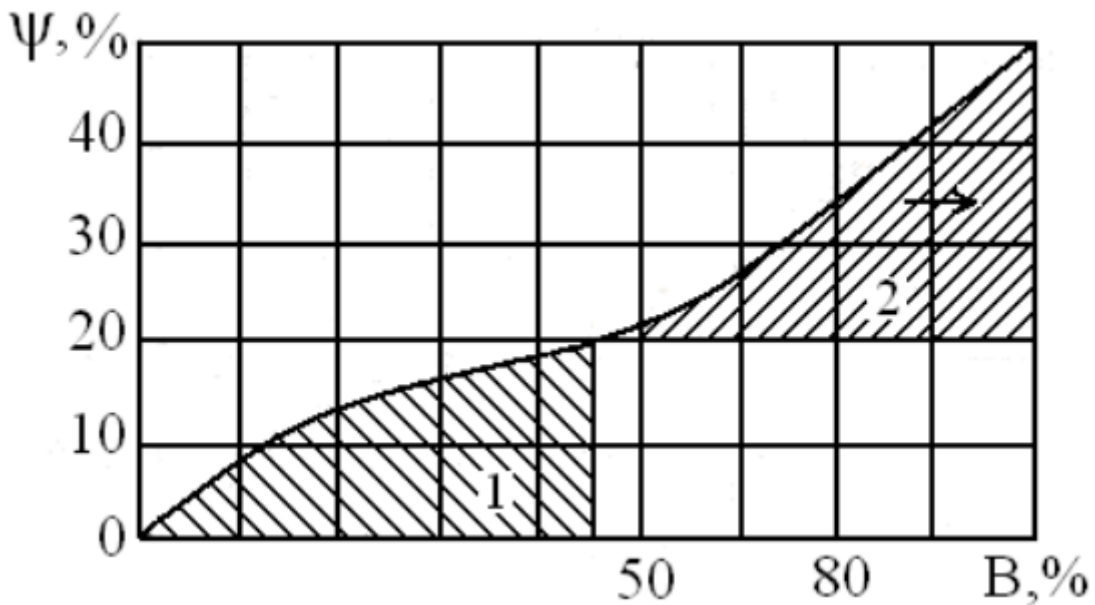


Рисунок 6.1 - Графік залежності вірогідності виникнення і розвитку пожеж від густини забудови: 1 - зона окремих пожеж; 2 - зона суцільних пожеж

Приклад розрахунку

Оцінити стійкість складального цеху машинобудівного заводу (МБЗ) з погляду пожежної небезпеки в умовах землетрусу. Вихідні дані - варіант 0 додатку 2.

Розв'язок:

1. Визначаємо можливі джерела запалення, їхню температуру запалювання і ступінь руйнування конструкцій будівлі, технологічного устаткування, КЕМ.

На підставі вивчення будівельно-технічної документації складального цеху встановили, що одноповерхова цегляна будівля, технологічне устаткування, КЕМ дістають слабких і середніх руйнувань за інтенсивності коливання земної кори 6,5 балів (табл.6.3).

2. Пошкодження електромережі призведе до короткого замикання з виділенням великої кількості тепла в дротах, пропорційне до квадрата струму, що призведе до плавлення дротів і спалаху їхньої ізоляції. Температура плавлення алюмінію - 660,1°C, міді - 1083°C. Температура запалювання гуми - 270 °C, полівінілхлориду - 560 °C (табл.6.4).

Отже, джерелом запалення стане максимальна очікувана температура плавлення алюмінію і міді (660,1°C і 1083°C). За таких температур розпочнеться стійке горіння електроізоляції та інших речовин і матеріалів, яке перейде в пожежу.

3. Визначаємо щільність забудови МБЗ і зону пожеж.

Щільність забудови обчислюється за формулою:



$$\Pi = \left(\frac{S_n}{S_T} \right) \cdot 100\%$$

де S_n - сумарна площа забудови виробничими і адміністративно господарськими будівлями і спорудами, яка визначається за формулою:

$$S_n = \sum_{i=1}^n S_i$$

де S_i – виміряна площа, займана i -ою будівлею, дорівнює 1500 м²;

n – кількість будівель, дорівнює 10;

S_T – виміряна площа всієї території МБЗ, дорівнює 50000 м².

Тоді:

$$\Pi = \left(\frac{1500}{50000} \right) \cdot 100\% = 30\%$$

За відстанню поміж будівлями і спорудами МБЗ (10...15 м) звертаємося до таблиці (табл. 6.5) і знаходимо величини ймовірного розповсюдження пожеж на території заводу. Вони дорівнюють відповідно відстані, 65 та 47%. За щільністю забудови МБЗ $\Pi = 30\%$ і ймовірність розповсюдження пожеж 65 і 47% звертаємося до графіка (рис. 6.1) і визначаємо зону пожеж, яка може утворитися на території заводу, - це буде зона суцільних пожеж.

4. Визначаємо категорію пожежної небезпеки цеху.

У складальному цеху виробництво пов'язане з оброблянням металу в холодному стані (обточування, фрезерування деталей машин та їхнє збирання). Тому відповідно до класифікації виробництва з погляду пожежної небезпеки цех відноситься до категорії Д.

5. Визначаємо ступінь вогнестійкості будівлі складального цеху.

Необхідно вивчити характеристику за будівельно-технічною документації, визначити, з яких матеріалів (що не згорають, є важко займисті, згорають) виконано основні конструкції будівлі і яка їхня межа вогнестійкості. За основними конструкціями будівлі та межею вогнестійкості визначається ступінь вогнестійкості будівлі за допомогою табл. 6.1 та табл. 6.2.

Одноповерхова будівля цеху складається з таких основних конструкцій: несучих стін і перекриття, не несучих перегородок. Стіни цегляні – вогнетривкий матеріал, межа вогнестійкості яких 2,5 години.

Перекриття залізобетонне – вогнетривкий матеріал, межа вогнестійкості – одна година.

Перегородки бетонні – вогнетривкий матеріал, межа вогнестійкості - 0,5 години.



За цими даними звертаємося до табл. 6.3, і визначаємо, що будівля складального цеху належить до першого ступеня вогнестійкості.

6. Виявляємо в конструкціях будівлі, технологічному устаткуванні, електричних мережах елементи, виконані з пальних матеріалів, і пальні речовини, що є в цеху, і матеріали шляхом вивчення будівельної та технологічної документації.

Такими елементами, речовинами і матеріалами є: двері, віконні рами, виготовлені з ялинової деревини, забарвлені в темний колір; стрічка конвеєра з прогумованої тканини, ванна з гасом, електричний дріт в гумовій і полівініл хлоридній ізоляції, обгортувальний папір, гас, соснова дерев'яна арматура (вихідні дані, табл. 6.2).

7. Визначаємо енергії запалювання пальних елементів, речовин і матеріалів (табл. 6.4).

8. Визначаємо межу стійкості складального цеху до дії вогню. За межу стійкості цеху приймається мінімальне значення температури запалювання одного з елементів (речовини, матеріалу), перелічених в п.7. Таким чином, межею стійкості складального цеху до дії вогню є мінімальна температура запалювання газу, $t_{\text{заг.lim}} = 20 \dots 66 \text{ } ^\circ\text{C}$ (п. 6).

Об'єкт (цех) вважається стійким в пожежному відношенні за умови, що $t_{\text{заг.lim}} \geq t_{\text{заг.max}}$.

В прикладі $t_{\text{заг.lim}} = 20-66 \text{ } ^\circ\text{C} < t_{\text{заг.max}} = 660,1-1083 \text{ } ^\circ\text{C}$ - цех нестійкий до дії вогню.

9. Висновки і заходи щодо підвищення пожежної стійкості.

Здобуті розрахункові й оцінені дані зводять до табл. 6.6, аналізують, роблять висновки.

У висновках зазначають: межу стійкості цеху в пожежному відношенні, найбільш небезпечні до дії вогню елементи цеху, речовини і матеріали.

На підставі висновків окреслюють економічно доцільні конкретні заходи щодо підвищення пожежної стійкості найбільш небезпечних елементів, речовин і матеріалів.

Таблиця 6.6 - Результати оцінювання стійкості складального цеху МБЗ з пожежної небезпеки в умовах надзвичайних ситуацій

Найменування об'єкта, його Основні частини (конструкції), їхня характеристика і межа вогнестійкості, щільність забудови, %	Ступінь руйнувань будівель, устаткування, КЕС	Категорія пожежної небезпеки виробництва	Ступінь вогнестійкості будівель, споруд	Займісті елементи конструкцій будівель, речовини і матеріали, їхня характеристика	Температура запалювання елементів, матеріалів і речовин, °С	Межа пожежної стійкості об'єкту, °С	Зона пожеж
Складальний цех							
1. Будівля: одноповерхова цегляна, межа вогнестійкості несучих стін 2,5 год., перекриття - залізобетонні плити, покриті рубероїдом, межа вогнестійкості 1 год	Слабкі й середні	Д	1	Двері і віконні рами з ялинової деревини, забарвлені в темний колір.	241	20-66	Загальна
				Рубероїд	303		
2. Технологічне устаткування: середні верстати, мийна машина, ванна з гасом, контрольно-вимірювальна апаратура, конвенер з прогумованою стрічкою				Прогумована тканина конвейєрної стрічки.	270		
				Гас	20-66		
3. КЕМ: кабельна наземна лінія - мідний дріт в гумовій ізоляції з напругою 380 В, освітлювальна мережа алюмінієвий дріт в полівініл-хлоридній ізоляції з напругою 220В, газопровід на металевих естакадах				Електричний ізоляційний матеріал: гума, полівінілхлорид	220 560		
4. У складовому приміщенні зберігаються гас, папір, соснова дерев'яна арматура. П = 30%				Гас. Папір. Арматура	20-66 180 255		

Висновки: Складальний цех нестійкий до дії вогню, оскільки $t_{зар.lim} < t_{зар.max}$. Найбільшу пожежну небезпеку представляють: гас, електричний ізоляційний матеріал, стрічка конвеєра, дерев'яні вироби, папір і рубероїд.

Необхідно провести наступні заходи:

1. Економічно доцільно підвищити межу пожежної стійкості до $t_{зар}=300^{\circ}\text{C}$.

2. Двері і віконні рамки покрити вогнезахисною фарбою; при реконструкції будівлі, цеху замінити на металеві.



3. Наземний кабель з напругою 380 В помістити в металевий рукав, який закріпити на полу і заземлити.
4. Гас замінити на водний розчин типу хромпик.
5. У цеху обладнати напівпідвальне приміщення для зберігання горючих речовин і матеріалів.
6. Встановити схеми автоматичного відключення електромереж від підстанції, які спрацьовують при землетрусі силою до 4 балів.
7. Систематично проводити протипожежні заходи в цеху.

ЛІТЕРАТУРА:

1. ДБН В.1.2-7:2021. Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека. [На заміну ДБН В.1.2-7-2008 ; чинний від 2022-09-01]. Вид. офіц. Київ, 2021. 16 с. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=98030.
2. ДСТУ Б В.1.1-28:2010. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Шкала сейсмічної інтенсивності. [Чинний від 2011-10-01]. Вид. офіц. Київ, 2010. 48 с. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=26656.
3. Про затвердження Методики та Критеріїв і показників оцінки стану захищеності об'єктів критичної інфраструктури : Наказ Адмін. Держ. служби спец. зв'язку та зах. інформації України від 14.01.2025 № 17. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0375-25#Text> (дата звернення: 17.11.2025).

ПРАКТИЧНА РОБОТА 7 СОЦІАЛЬНО-ПСИХОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ БЕЗПЕКИ ТА РИЗИКІВ

МЕТА РОБОТИ:

Дослідити соціально-психологічні чинники, що впливають на сприйняття ризиків та поведінку людей у надзвичайних ситуаціях, та визначити способи підвищення ефективності управління безпекою на основі психологічних і соціальних аспектів.

ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА:

Соціально-психологічні аспекти безпеки та ризиків відіграють важливу роль у забезпеченні стабільності й гармонійного розвитку суспільства. Людська поведінка, взаємодія в соціальних групах, колективна свідомість і сприйняття ризиків значною мірою впливають на рівень безпеки як у повсякденному житті, так і в професійній діяльності. Розуміння цих аспектів дозволяє знижувати вплив негативних факторів і попереджати потенційні небезпеки.



Одним із ключових чинників є сприйняття ризику, яке залежить від соціального контексту, досвіду, культурних традицій та індивідуальних особливостей людини. Наприклад, ті самі ризики можуть сприйматися по-різному залежно від рівня освіти, поінформованості або належності до певної соціальної групи. Важливою є також роль довіри в суспільстві: довіра до інституцій, таких як уряд, роботодавці чи наукові установи, сприяє адекватному сприйняттю заходів безпеки. Натомість низький рівень довіри може викликати скептицизм чи навіть ігнорування правил і рекомендацій.

Коллективна поведінка в кризових ситуаціях є ще одним важливим аспектом. У групах може виникати ефект паніки, коли люди починають діяти ірраціонально через відчуття загрози. З іншого боку, соціальна підтримка та згуртованість сприяють зниженню стресу і допомагають ефективно реагувати на небезпеки. Значну роль у цьому відіграють лідери, здатні мобілізувати колектив та спрямувати його зусилля на вирішення проблеми.

Окрім того, соціально-психологічні аспекти пов'язані з поняттям ризиків, які мають суб'єктивний характер. Люди можуть недооцінювати або переоцінювати ризики залежно від їхньої частоти, масштабу наслідків чи емоційного сприйняття. Наприклад, природні катастрофи, незважаючи на їхню низьку ймовірність, викликають сильні емоції, тоді як звичні, але постійні ризики, як-от забруднення повітря, часто ігноруються.

Важливим аспектом є комунікація ризиків. Ефективне інформування суспільства про потенційні загрози, правила поведінки та шляхи їх мінімізації здатне суттєво знизити негативні наслідки. Зокрема, відкритість, прозорість і доступність інформації сприяють формуванню довіри між владою та населенням, що є необхідною умовою для ефективного управління ризиками.

Загалом, соціально-психологічні аспекти безпеки та ризиків вимагають комплексного підходу, який враховує поведінкові, емоційні та когнітивні характеристики людей. Лише завдяки усвідомленню цих чинників можна створити безпечне середовище, здатне адаптуватися до викликів сучасного світу.


ЗАВДАННЯ:

Завдання: написати есе за варіантом (від 3х до 6 сторінок друкованого тексту А4)

1. Соціальна відповідальність за безпеку у надзвичайних ситуаціях: психологічний аспект.
2. Психологічна готовність населення до надзвичайних ситуацій: методи формування.
3. Соціальна взаємодія під час надзвичайних ситуацій: аналіз ризиків і комунікацій.
4. Вплив соціальних стереотипів на сприйняття ризиків і безпеки.



5. Поведінка людини в умовах паніки: соціально-психологічні причини і наслідки.
6. Роль лідерства у кризових ситуаціях: психологічний аспект.
7. Масова свідомість і її вплив на реагування у надзвичайних ситуаціях.
8. Психологічна підтримка постраждалих у надзвичайних ситуаціях.
9. Роль інформації у формуванні сприйняття ризиків: соціально-психологічний підхід.
10. Психологічні аспекти управління ризиками в техногенній сфері.
11. Етичні аспекти прийняття рішень у надзвичайних ситуаціях.
12. Вплив культури безпеки на соціальну поведінку у надзвичайних ситуаціях.
13. Психологічні механізми виникнення ірраціональної поведінки під час катастроф.
14. Соціальна адаптація населення до життя в умовах ризиків і небезпек.
15. Роль медіа у формуванні громадської думки про техногенні ризики.
16. Психологічні особливості роботи рятувальників у кризових умовах.
17. Сім'я як осередок соціальної підтримки у надзвичайних ситуаціях.
18. Соціально-психологічні чинники формування культури безпеки на підприємствах.
19. Роль освіти у підвищенні обізнаності про ризики і безпеку.
20. Евакуація як соціально-психологічний процес: особливості організації.
21. Психологічні особливості роботи з дітьми у надзвичайних ситуаціях.
22. Ризики для соціальної стабільності в умовах техногенних катастроф.
23. Роль соціальних мереж у поширенні інформації про надзвичайні ситуації.
24. Взаємодія державних структур і волонтерів у кризових ситуаціях.
25. Соціально-психологічна допомога населенню у післякатастрофічний період.
26. Психологічні аспекти прогнозування поведінки людей у надзвичайних ситуаціях.
27. Міграція як наслідок надзвичайних ситуацій: соціально-психологічний аналіз.
28. Конфлікти у кризових ситуаціях: причини та способи їх розв'язання.



29. Роль самопідготовки і самозахисту у зменшенні ризиків надзвичайних ситуацій.

30. Соціальна згуртованість як фактор стійкості громад до надзвичайних ситуацій.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Про затвердження Порядку психологічного забезпечення в Державній службі України з надзвичайних ситуацій : Наказ М-ва внутр. справ України від 31.08.2017 № 747. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1390-17#Text> (дата звернення: 17.11.2025).

2. Про захист населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру : Закон України від 08.06.2000 № 1809-III : станом на 1 лип. 2013 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1809-14#Text> (дата звернення: 17.11.2025).

ПРАКТИЧНА РОБОТА 8 ОЦІНКА ІНЖЕНЕРНОЇ ОБСТАНОВКИ У МІСТАХ

МЕТА РОБОТИ:

Створення у студента навичок в оцінці інженерної обстановки в містах, де трапилася надзвичайна ситуація, в результаті вибухів з подальшим утворенням повітряної хвилі надлишкового тиску. У ході роботи студент познайомиться із такими поняттями як ударна хвиля та вражаюча дія ударної хвилі, різного роду ступенями руйнування та їхніми характеристиками.

ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА:

Під час природних катастроф, техногенних аварій, військових дій та застосування зброї масового ураження часто виникають вибухи, які порушують стійке функціонування виробництв. Показником стійкості об'єкта до впливу ударної хвилі є граничне значення надлишкового тиску, за якого будівлі, споруди та промислове обладнання зазнають руйнувань. Під надлишковим тиском розуміють різницю між максимальним тиском у фронті хвилі та звичайним атмосферним тиском, що передує вибуху; вимірюється він у паскалях (Па).

Вибух являє собою надзвичайно швидкий фізичний чи хімічний процес перетворення речовини з інтенсивним вивільненням енергії в обмеженому просторі, внаслідок чого формується ударна хвиля. Вона може загрожувати життю людей, завдавати значних матеріальних збитків та негативно впливати на навколишнє середовище, породжуючи надзвичайні ситуації.



Повітряна ударна хвиля — це зона сильно стиснутого повітря, що поширюється від місця вибуху зі швидкістю, вищою за швидкість звуку. Одним із ключових параметрів, що визначають ступінь ураження, є надлишковий тиск у її фронті. Близько половини енергії вибуху витрачається саме на формування ударних хвиль. Для більшості типів ядерного озброєння саме ця хвиля є основним уражаючим фактором. За даними Sears (1966), приблизно 60 % загиблих у Хіросімі та Нагасакі постраждали саме через дію ударної хвилі.

Ударні хвилі можуть поширюватися в різних середовищах — у повітрі, ґрунті чи воді. Передній край повітряної ударної хвилі називають фронтом; у цій зоні повітря має максимальний ступінь стиснення та різко окреслену межу. Тиск у фронті набагато перевищує атмосферний, а різницю між ними визначають як надлишковий тиск.


Коли хвиля досягає поверхні землі, відбувається її відбиття. Відбита хвиля є не менш небезпечною, ніж пряма. На певній відстані від епіцентру дві хвилі зливаються, утворюючи так звану хвилю Маха, у фронті якої надлишковий тиск майже подвоюється.

Надлишковий тиск визначає руйнівну силу хвилі: чим далі від місця вибуху, тим він менший, а разом з ним знижується і ступінь руйнувань. За зоною стиснення рухається область розрідження, де тиск падає нижче атмосферного.

Тиск у фронті хвилі вимірюють у кілопаскалях (кПа) або в кілограмах сили на квадратний сантиметр. Швидкість переміщення повітря в ударній хвилі поблизу епіцентру може становити сотні метрів на секунду. У середньому хвиля проходить перший кілометр за 2 секунди, другий — за 3 секунди тощо. Такі потужні потоки повітря здатні руйнувати будівлі, відривати та переносити предмети, перетворюючи їх на вторинні уражаючі снаряди.

Людина може зазнати ураження ударною хвилею як безпосередньо (через надлишковий тиск, високу температуру, швидкісний напір повітря), так і опосередковано — від уламків, предметів або від падіння внаслідок відкидання. При проходженні через тіло хвиля створює короточасну деформацію тканин, викликаючи стискання організму. Це призводить до компресійних травм: пошкоджень порожнистих органів грудної клітки й черевної порожнини — легень, шлунка, кишечника, нирок, сечового міхура тощо.

Фронтальний удар повітряного потоку створює гідродинамічну хвилю в тканинах, що викликає розриви судин та органів. Різні тканини, маючи неоднакову міцність, по-різному реагують на дію хвилі, тому можливі множинні крововиливи, переломи, ушкодження внутрішніх органів. Часто травми виникають і через відкидання тіла, що спричиняє забої, фрагментарні поранення, черепно-мозкові травми й ушкодження кінцівок.



На силу ураження впливають рельєф, щільність забудови, наявність інженерних споруд та погодні умови. У цілому дія ударної хвилі формує широкий спектр травм різної тяжкості.

Щоб визначити характер руйнувань та необхідний обсяг аварійно-рятувальних робіт (АРiНР), територію поділяють на чотири зони:

4 зона - повні руйнування ($\Delta P_f > 50$ кПа), радіус r_4 ;

3 зона - сильні руйнування (30–50 кПа), радіус r_3 ;

2 зона - середні руйнування (20–30 кПа), радіус r_2 ;

1 зона - слабкі руйнування (10–20 кПа), радіус r_1 .

Повні руйнування означають повне знищення конструкцій будівлі, включно з підвалами, великий відсоток уражених людей та збитки понад 70 % балансової вартості. Відновлення можливе лише шляхом нового будівництва.

Сильні руйнування передбачають ушкодження перекриттів, стін верхніх поверхів, деформації конструкцій нижче, значну кількість постраждалих і збитки 30–70 %. Часткове використання об'єкта можливе після капітального ремонту.

Середні руйнування стосуються переважно другорядних конструкцій даху, перегоронок, вікон і дверей; перекриття та підвальні приміщення залишаються здебільшого неушкодженими. Збитки оцінюються у 10–30 %.


Слабкі руйнування охоплюють в основному пошкодження заповнення прорізів та легких перегородок. Підвальні приміщення залишаються придатними для використання. Збитки становлять до 10 %.

Таким чином, інженерна обстановка — це сукупність наслідків природних стихій, аварій, катастроф та впливу первинних і вторинних вражаючих факторів зброї, які призводять до пошкоджень споруд, інженерних комунікацій, транспортних шляхів, мостів, гребель, аеродромів. Ці наслідки впливають на стійкість функціонування підприємств і умови життєдіяльності населення.

Оцінювання інженерної обстановки охоплює кілька ключових напрямів.

По-перше, визначаються масштаби та характер руйнувань як окремих елементів об'єкта, так і всієї його інфраструктури. Це стосується технічного стану будівель, споруд, мереж комунального та енергетичного забезпечення, у тому числі захисних укриттів для персоналу. Додатково встановлюються площі утворених завалів, обсяги необхідних інженерних робіт, їхня трудомісткість, а також можливості наявних і залучених формувань щодо виконання аварійно-рятувальних та інших невідкладних заходів. На основі цих відомостей аналізується вплив вказаних руйнувань на безперервність функціонування окремих систем об'єкта і на умови життєдіяльності населення.

По-друге, формулюються висновки стосовно рівня стійкості елементів об'єкта та об'єкта в цілому до дії вражаючих факторів, а також



розробляються рекомендації, спрямовані на її підвищення. Окремо уточнюються пропозиції щодо організації аварійно-рятувальних робіт і заходів, необхідних для відновлення виробничої діяльності.

Метою проведення оцінки інженерної обстановки є визначення масштабів пошкоджень, обсягів необхідних робіт, їхньої послідовності й строків, а також кількості сил і засобів, що будуть залучені до виконання аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт (АРІНР).

Вихідною інформацією для такої оцінки слугують відомості про найбільш ймовірні природні небезпеки, можливі аварії та катастрофи, а також дані щодо потенційних дій противника, його здатність використовувати зброю масового ураження та інші сучасні засоби впливу. Також враховуються характеристики первинних і вторинних вражаючих факторів, стан і параметри захисних споруд, а також інженерно-технічний комплекс об'єкта та його окремих складових.

Обсяг і тривалість проведення АРІНР безпосередньо визначаються ступенем пошкодження будівель, споруд і всіх елементів виробничої та інженерної інфраструктури.

Приклад розрахунку

Дано:

Площа міста – 250 км²

Площа руйнування – 70 км²

Кількість людей у місті – 25 тис.

Кількість уражених – 15 тис.

Можливість сандружини за годину – 35 чол.

Час роботи сандружини – 8 год.

Місткість одиниць транспорту: сидячих - 40, лежачих – 8

Кількість рейсів – 10

Протяжність комунікацій – 50000 м/км²


1. Визначимо ступінь ураження міста (населеного пункту) C_y :

$$C_y = \frac{S_{пл.р.}}{S_m} \frac{70}{100} = 0,7$$

2. Згідно таблиці 2 ступінь руйнування об'єктів господарської діяльності залежно від ступеня ураження міста (0,7) буде складати: повні і сильні руйнування 60%, та середні руйнування 15%.

3. Визначення втрат населення залежно від ступеня ураження міста за таблицею 3: загальні втрати населення 40%, безповоротні 10%, санітарні (легкі) 13,5%, санітарні (серед.важкості) 12%, санітарні (важкі) 4,5%, потреба в першій медичній допомозі 100% (само- і взаємодопомога 10%, сили сандружини 90%).

4. За таблицею 8.4 визначаємо сили і засоби медичної служби, виходячи з кількості санітарних втрат населення: склад медичних



формувань ЦО, для надання медичної допомоги потерпілому населенню (на 100 тис. осіб) складає 2,3 тис.осіб.

5. Визначимо потрібність у санітарних дружинах $N_{др.}$:

$$N_{др.} = \frac{\Pi}{Ac \cdot \partial p \cdot t} = \frac{15000}{35 * 10} = 42,9 = 43 \text{ чол.}$$

6. Кількість сил та техніки, що потрібна для проведення аварійних та інших рятувальних робіт визначимо за таблицею 5: особовий склад 2,8 тис.чол. на 100 тис.осіб, інженерна техніка 63 одиниці.

7. Потрібність в транспорті $N_{тр.}$:

$$N_{тр.} = \frac{\Pi}{E \cdot P} = \frac{15000}{63 * 10} = 23,8 = 24 \text{ шт}$$

8. Оцінка стану інженерних мереж і комунікацій міста (населеного пункту), в залежності від площі забудови та довжини комунікацій в метрах на квадратний кілометр площі знаходимо за таблицею 6: при площі міста 250 км² та ступені ураження 0,7 та протяжності комунікацій 50000 м кількість аварій на інженерних мережах складе близько 420. Структура аварій: водозабезпечення – 16% (67 аварій), каналізації – 23% (96 аварій), газозабезпечення – 27% (114 аварій), теплозабезпечення - 13% (55 аварій), електрозабезпечення – 21% (88 аварій).

Отже, згідно проведених розрахунків ступеня ураження міста (населених пунктів) ступінь ураження міста складає 0,7, втрати населення склали загальні втрати населення 40%, безповоротні 10%, санітарні (легкі) 13,5%, санітарні (серед.важкості) 12%, санітарні (важкі) 4,5%, потреба в першій медичній допомозі 100% (само- і взаємодопомога 10%, сили сандружини 90%), кількість особового складу 2,8 тис.чол., сан.дружин для надання медичної допомоги 43, структура аварій на інженерних об'єктах водозабезпечення – 16% (67 аварій), каналізації – 23% (96 аварій), газозабезпечення – 27% (114 аварій), теплозабезпечення - 13% (55 аварій), електрозабезпечення – 21% (88 аварій).

ЗАВДАННЯ:

1. За прикладом розрахувати задачу за варіантом (табл. 8.7)
2. Відповісти на контрольні питання

Завдання 1. Оцінка ступеня ураження міста (населених пунктів)

При оцінці матеріальних збитків і величин витрат населення в містах (населених пунктах) після виникнення надзвичайних ситуацій, що викликані вибухами і утворенням повітряної хвилі надлишкового тиску, узагальненим критерієм слугує ступінь ураження міста (населеного пункту).

Ступінь ураження міста (населеного пункту) C_y визначається за формулою:

$$C_y = \frac{S_{пл.р.}}{S_m}$$

де $S_{пл.р.}$ – площа руйнувань;

S_m – площа міста.

Загальноприйняті ступені ураження міст (населених пунктів) та об'єктів господарської діяльності залежно від величини розрахункового відношення наведені в таблиці 8.1 і 8.2.

Таблиця 8.1 – Ступені ураження міст

Ступінь ураження міста (населеного пункту) C_y	Характер руйнувань будинків і споруд об'єктів господарської діяльності, в %		
	Слабкі	Середні	Сильні і повні
Слабка <0,2	0	До 5	До 20
Середня 0,21-0,50	36	6-12	21-50
Сильна 0,51-0,8	До 48	13-20	51-80
Повна >0,8	До 75	До 20	Більше 80

Таблиця 8.2 – Ступінь руйнування об'єктів господарської діяльності залежно від ступеня ураження міста

Ступінь руйнування об'єктів, %	Ступінь ураження міста (населеного пункту)									
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
Повні і сильні	8	16	20	30	40	50	60	70	85	90
Середні	2	3	5	8	10	12	15	18	15	10

Рахунок втрат незахищеного населення від дії ударної повітряної хвилі (вибухової хвилі) виконується з урахуванням ступеня ураження міста (населеного пункту) за таблицею 8.3.

Таблиця 8.3 –Визначення втрат населення залежно від ступеня ураження міста

Втрати населення, %	Ступінь ураження міста									
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
Загальні	4	8	10	12	16	28	40	80	90	100
Безповоротні	1	2	2,5	3	4	7	10	20	25	30
Санітарні:										
легкі	1,5	2,5	3	4	5	9	13,5	27	28	30
серед.важкості	1	2,5	3	3,5	5	8	12	24	27	30
важкі	0,5	1	1,5	1,5	2	4	4,5	9	10	10

Потреба в: першій медичній допомозі	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
в само- і взаємодопомозі силах сандружини	15	15	15	10	10	10	10	5	5	5
	85	85	85	90	90	90	90	95	95	95

Примітки:

1. Необхідність в евакуації потерпілих транспортом: сидячих – 30%, лежачих – 70%.

2. Структура санітарних втрат: травми- 50-60%, опіки – 25-30%, отруєння – 5-10%.

Сили і засоби медичної служби визначаються, виходячи з кількості санітарних втрат населення (табл.8.4)

Таблиця 8.4 – Склад медичних формувань ЦО, для надання медичної допомоги потерпілому населенню (на 100 тис. осіб)

Необхідного особового складу	Ступінь ураження міста									
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
Особовий склад формувань (ти.чол.)	0,5	1,0	1,2	1,5	2,0	2,0	2,3	2,4	2,4	2,5

Потрібність у санітарних дружинах $N_{др.}$ визначається за формулою:

$$N_{др.} = \frac{\Pi}{Ac.др \cdot t}$$

де Π - кількість уражених;

$Ac.др.$ – можливості сан.дружини за годину;

t – час роботи в годинах.

Потрібність в транспорті $N_{тр.}$ визначається формулою:

$$N_{тр.} = \frac{\Pi}{E \cdot P}$$

де Π - кількість уражених;

E – кількість одиниць транспорту;

P – кількість рейсів.

Для визначення кількості сил та техніки, що потрібна для проведення аварійних та інших рятувальних робіт користуються таблицею 8.5.

Таблиця 8.5 – Кількість особового складу цил ЦЗ та техніки, яка необхідна для проведення аварійно-рятувальних робіт (на 100 тис. осіб)

Необхідного особового складу, техніки	Ступінь ураження міста									
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
Особовий склад формувань (тис.чол.)	0,6	1,3	1,9	2,3	2,4	2,6	2,8	2,9	3,3	3,6
Інженерна техніка (одиниць)	8	16	28	33	38	46	63	66	68	75



Оцінка стану інженерних мереж і комунікацій міста (населеного пункту), в залежності від площі забудови та довжини комунікацій в метрах на квадратний кілометр площі наведена в таблиці 8.6.

Таблиця 8.6 – Кількість аварій на інженерних мережах залежно від ступеня ураження міста

Ступінь ураження міста	Протяжність комунікацій, м/км ²	Площа міста, км ²			
		до 25	50	100	300
0,1	5000/10000	3/5	5/10	15/20	35/55
0,2		5/10	10/20	25/40	68/120
0,3		8/15	15/30	35/60	100/180
0,4		10/20	20/40	45/80	135/240
0,5		13/25	25/50	55/100	180/300
0,6		15/30	30/60	65/120	210/360
0,7		18/35	37/70	75/140	240/420
0,8		20/40	40/80	90/160	270/480
0,9		23/45	45/90	100/180	300/540
1,0		25/50	50/100	120/200	375/600

Примітки:

1. У чисельнику при протяжності комунікацій 5000 м/км², а в знаменнику - 10000 м/км².
2. Структура аварій: водозабезпечення – 16%, каналізації – 23%, газозабезпечення – 27%, теплозабезпечення - 13%, електрозабезпечення – 21%.

Загальні висновки і рекомендації

Підводячи підсумки проведеної оцінки, треба відповісти на такі запитання:

- Яка ступінь ураження міста?
- Які втрати населення?
- Яка потрібна кількість особового складу і сан.дружин для надання медичної допомоги?
- Яка структура аварій на інженерних об'єктах ?

Рекомендації, спрямовані на зменшення наслідків ймовірного вибуху для виробничого об'єкта, можуть бути такими:

- 1) Порушити питання перед відповідними наглядовими органами про перенесення вибухонебезпечного об'єкта на більшу відстань або зменшити запас вибухонебезпечної речовини, що зберігається.
- 2) Передбачити укладання необхідних договорів страхування ризиків та можливих втрат на випадок вибуху.
- 3) Укріпити конструкцію будівель установленням додаткових колон, ферм тощо.
- 4) Змінити спосіб прокладання комунікацій.
- 5) Трубопроводи та кабельні лінії прокласти під землею.
- 6) Створити резерв контрольно-вимірювальної апаратури;
- 7) Установити на вікнах захисні металеві сітки, щоб розбите скло не потрапляло в приміщення об'єкту.

Таблиця 8.7- Варіанти вихідних даних

Варіант	Площа міста	Площа руйнувань	Кількість людей у місті	Кількість уражених	Можливість сандружини за годину	Час роботи сандружини	Місткість одиниць транспорту		Кількість рейсів	Протяжність комунікацій
							сидячих	лежачих		
1	25	20	5	3	30	6	30	8	10	5000
2	50	30	10	8	35	7	35	9	12	10000
3	100	40	15	10	40	8	40	10	15	15000
4	150	50	20	12	30	9	45	8	17	25000
5	200	60	25	15	35	6	30	9	20	35000
6	250	70	30	20	40	7	35	10	22	45000
7	300	80	35	25	30	8	40	8	25	50000
8	25	20	5	3	30	6	30	8	10	5000
9	50	30	10	8	35	7	35	9	12	10000
10	100	40	15	10	40	8	40	10	15	15000
11	150	50	20	12	30	9	45	8	17	25000
12	200	60	25	15	35	6	30	9	20	35000
13	250	70	30	20	40	7	35	10	22	45000
14	300	80	35	25	30	8	40	8	25	50000
15	25	20	5	3	30	6	30	8	10	5000
16	50	30	10	8	35	7	35	9	12	10000
17	100	40	15	10	40	8	40	10	15	15000
18	150	50	20	12	30	9	45	8	17	25000
19	200	60	25	15	35	6	30	9	20	35000
20	250	70	30	20	40	7	35	10	22	45000

Завдання 2. Дайте відповіді на наступні запитання:

1. З якою метою проводиться оцінка інженерної обстановки?
2. Етапи проведення оцінки інженерної обстановки.
3. Що таке вибух?
4. Що таке ударна хвиля?
5. Характеристика вражаючі дії ударної хвилі.
6. Характеристика повного ступеня руйнування населеного пункту.
7. Характеристика сильного ступеня руйнування населеного пункту.
8. Характеристика середнього ступеня руйнування населеного пункту.
9. Характеристика слабого ступеня руйнування населеного пункту.
10. Які спостерігаються ураження людей від ударної хвилі?

ЛІТЕРАТУРА:

1. Методичні вказівки до практичних робіт з дисципліни «Безпека життєдіяльності, цивільний захист та охорона праці» для студентів IV курсу спеціальності 101 «Екологія» / укладачі: Н. М. Ювченко, О. В. Іванова, Одеса : ОДЕКУ, 2023, 130 с.
2. Хворост М. В., Луценко М. М. Оцінка обстановки у надзвичайних ситуаціях : навч. посібник. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. 133 с.

ПОДАННЯ НА ПЕРЕВІРКУ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

Контроль за підготовкою, поданням і захистом практичних робіт здійснюється через освітню платформу Moodle, де створюється спеціальний розділ для завантаження виконаних завдань. Студенти подають роботи у встановлені терміни відповідно до графіка навчального процесу.

Після отримання файлів викладач протягом одного тижня перевіряє їх, надає коментарі, зауваження та рекомендації щодо вдосконалення. Студент має можливість внести необхідні корективи з урахуванням цих зауважень. Остаточна оцінка виставляється після завершення доопрацювання.

Кожна практична робота оцінюється за п'ятибальною шкалою за такими критеріями:

- Якість виконання: правильність розрахунків та відповідність методичним вимогам;
- Дотримання термінів: своєчасне подання роботи;
- Оформлення: структурованість, логічність викладу та дотримання встановлених норм;
- Аргументованість відповідей: логічність висновків та повнота розкриття теми.

Оцінка практичних робіт є складовою загальної успішності студента та враховується під час підсумкового оцінювання з дисципліни «Безпека та техногенний ризик в надзвичайних ситуаціях».

Таблиця 1 - Критерії оцінювання практичної роботи

Кількість балів	Критерії оцінювання
	1 2
0 балів	Робота не виконана
1 бал	Робота виконана поверхово, без розкриття суті завдання. Теоретичні основи не відображені, практичне вирішення задачі відсутнє або некоректне. Завдання виконане частково або містить грубі помилки. Оформлення роботи значно відхиляється від встановлених вимог.
2 бали	Робота свідчить про недостатнє розуміння теоретичних основ і практичних аспектів завдання. Висновки нечіткі або нелогічні. Методи виконання роботи вибрані некоректно, завдання виконані неповністю або з серйозними помилками. Оформлення роботи не відповідає вимогам.
3 бали	Робота виконується з опорою на теоретичні основи, але є помітні неточності у формулюванні висновків. Методи



	виконання роботи частково коректні або застосовані непослідовно. Завдання виконані частково, допускаються помилки. Оформлення роботи містить значні недоліки.
4 бали	Текст роботи демонструє розуміння теоретичних основ і здатність до практичного їх застосування. Висновки сформульовані, але допускаються незначні неточності чи неповнота. Методи виконання роботи здебільшого коректні. Завдання виконані з незначними відхиленнями від вимог. Оформлення роботи відповідає вимогам із дрібними зауваженнями.
5 балів	Текст роботи свідчить про узагальнення і творче осмислення теоретичних основ та практичне вирішення поставлених завдань. Висновки сформульовані чітко, логічно та обґрунтовано. Методи виконання роботи підібрані та застосовані коректно. Завдання виконані у повному обсязі, а оформлення відповідає встановленим вимогам.



Додаток А

ПРИКЛАД ОФОРМЛЕННЯ ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА
ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»

«БЕЗПЕКА ТА ТЕХНОГЕННИЙ РИЗИК В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ»

Практична робота № _____

Варіант № ____

Група _____

ПІБ _____

Перевірив: _____
(ПІБ викладача)

2025

95



Навчально-методичне видання

Таврель Марина Ігорівна

**БЕЗПЕКА ТА ТЕХНОГЕННИЙ РИЗИК
В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ:**

**методичні рекомендації
до виконання практичних завдань**

Самостійне електронне мережеве видання

Публікується в авторській редакції