

Кафедра пожежної і техногенної безпеки об'єктів та технологій
Навчально-науковий інститут пожежної та техногенної безпеки
Національний університет цивільного захисту України

ЗАТВЕРДЖУЮ

Начальник кафедри пожежної і
техногенної безпеки об'єктів та
технологій

_____ Андрій БЕРЕЗОВСЬКИЙ

«___» _____ 2025 року

Основи ризик-орієнтованого підходу

Методичні вказівки до виконання модульних контрольних робіт №1 та №2

(1 семестр)

для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня магістр освітньо-професійних програм «Пожежна безпека», «Управління пожежною безпекою», «Пожежогасіння та аварійно-рятувальні роботи» в галузі знань К «Безпека та оборона» за спеціальністю К8 «Пожежна безпека»

Черкаси 2025

Друкується за рішенням кафедри
пожежної і техногенної безпеки
об'єктів та технологій
Протокол № ____ від __.__.2025 р.

Укладачі: С.І. Головченко, О.М. Григоренко, Т.В. Костенко

Основи ризик-орієнтованого підходу: Методичні вказівки до виконання модульних контрольних робіт з дисципліни «Основи ризик-орієнтованого підходу» для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня магістр освітньо-професійних програм «Пожежна безпека», «Управління пожежною безпекою», «Пожежогасіння та аварійно-рятувальні роботи» в галузі знань К «Безпека та оборона» за спеціальністю К8 «Пожежна безпека» / Укладачі: Головченко С.І. Григоренко О.М., Костенко Т.В.: НУЦЗУ, Черкаси, 2025. 29 с.

Методичні вказівки до виконання модульних контрольних робіт з дисципліни «Основи ризик-орієнтованого підходу» для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня магістр освітньо-професійних програм «Пожежна безпека», «Управління пожежною безпекою», «Пожежогасіння та аварійно-рятувальні роботи» в галузі знань К «Безпека та оборона» за спеціальністю К8 «Пожежна безпека» розраховані для самостійного вибору та виконання модульних контрольних робіт. У методичних вказівках надані основні вимоги до виконання контрольних завдань, порядок вибору завдання та основні рекомендації до виконання контрольних робіт.

Вступ

Дисципліна «Основи ризик-орієнтованого підходу» є нормативною частиною циклу загальної підготовки для освітньо-професійних програм «Пожежна безпека», «Управління пожежною безпекою», «Пожежогасіння та аварійно-рятувальні роботи» для підготовки магістра в галузі знань К «Безпека та оборона» за спеціальністю К8 «Пожежна безпека» та забезпечує оволодіння компетентностями:

- здатність оцінювати ризики та приймати обґрунтовані управлінські рішення, управляти силами та засобами при ліквідації пожеж, проведенні аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт, керувати роботою колективу;
- здатність розробляти і впроваджувати нові методи, спрямовані на забезпечення пожежної безпеки, оцінювання рівнів ризику.

Мета вивчення дисципліни: формування професійно-орієнтованих знань в області оцінки ризиків.

Дані методичні вказівки дають можливість здобувачам самостійно вивчити і практично засвоїти матеріал дисципліни. У методичних вказівках поряд із завданнями до виконання модульних контрольних робіт (МКР) надається приклад розв'язання задач. Під час вивчення дисципліни «Основи ризик-орієнтованого підходу» здобувачі виконують по одній модульній контрольній роботі за кожен модуль.

У процесі виконання модульної роботи необхідно дотримуватись вимог нормативних документів щодо виконання розрахунків, кодексу академічної доброчесності Національного університету цивільного захисту України, а також вимог даних методичних вказівок.

Вимоги до вибору варіанту та оформлення модульної контрольної роботи.

Варіант завдання для виконання модульної контрольної роботи обирається за двома останніми цифрами залікової книжки, наприклад: залікова книжка має номер **3 25.62**, отже, номер варіанту — **62**.

Модульна контрольна робота може бути виконана від руки в окремому зошиті або виконана у будь-якому текстовому редакторі.

Вимоги до оформлення (текстовий редактор):

Робота виконується на стандартних аркушах формату А-4(210×297). Мова – українська. Робота друкується шрифтом Times New Roman, 14 кеглем; вирівнювання тексту – «За шириною»; міжрядковий інтервал «Полуторний» (1,5 Lines); абзацний відступ – 1,25 см; верхнє і нижнє поле – 2 см., лівє – 3 см, правє – 2 см. У тексті обов'язково повинні бути посилання на джерела використаної літератури.

Модульна контрольна робота повинна містити титульний аркуш, завдання, відповідь на теоретичну частину, практичну частину, список використаних джерел.

Графічні матеріали (рисунки, схеми, графіки, фото тощо) розміщуються по центру (без абзацного відступу) знизу рисунка, позначаються «Рис.» (наприклад Рис.1). Таблиці позначаються «Табл.» та нумеруються арабськими цифрами відповідно до розділу та порядкового номеру таблиці. Заголовки таблиць розміщуються зверху (наприклад Табл.1).

На усі рисунки та таблиці повинні бути посилання у тексті.

У теоретичній частині розкривається зміст теоретичного питання з обов'язковим посиланням на джерела використаної літератури (для посилання використовуємо [...]). Кількість посилань – не обмежена (але не менше 5-6), рекомендовано використовувати посилання на підручники, нормативні документи, наукові видання.

У списку використаних джерел наводяться посилання на опрацьовану літературу. Список використаних джерел повинен бути оформлений згідно ДСТУ 8302:2015.

Альтернативна форма виконання модульних контрольних робіт.

Написання модульної контрольної роботи, за погодженням із викладачем, може бути змінено на виконання індивідуальних завдань. Виконання індивідуальних завдань також може бути враховане під час поточного оцінювання знань здобувача вищої освіти, якщо воно не враховане замість модульної контрольної роботи.

Індивідуальне завдання оцінюється за критеріями оцінювання знань здобувачів вищої освіти за виконання модульної контрольної роботи.

Індивідуальні завдання можуть бути виконані у вигляді написання реферату, наукової статті, перекладу, підготовки результатів власних досліджень до виступу на конференції, підготовки роботи на Всеукраїнський конкурс студентських наукових робіт за проблематикою дисципліни.

Вимоги до оформлення реферату.

Об'єм реферату повинен складати 12-15 сторінок друкованого тексту на стандартних аркушах формату А-4(210×297). Мова реферату – українська. Робота друкується шрифтом Times New Roman, 14 кеглем; вирівнювання тексту – «За шириною»; міжрядковий інтервал «Полуторний» (1,5 Lines); абзацний відступ – 1,25 см; верхнє і нижнє поле – 2 см., лівє – 3 см, правє – 2 см. У тексті обов'язково повинні бути посилання на джерела використаної літератури.

Реферат повинен містити титульний аркуш, зміст, вступ, основну частину (може містити кілька розділів), висновок, список використаних джерел та, за необхідності, додатки.

Графічні матеріали (рисунки, схеми, , графіки, фото тощо) розміщуються по центру (без абзацного відступу) знизу рисунка, позначаються «Рис.» (наприклад Рис.1 (у вступі), Рис 2.2 – 2 рисунок у другому розділі) та нумеруються арабськими цифрами відповідно до розділу

та порядкового номеру графічного матеріалу у розділі (наприклад Рис.1 (у вступі), Рис 2.2 – 2 рисунок у другому розділі). Таблиці позначаються «Табл.» та нумеруються арабськими цифрами відповідно до розділу та порядкового номеру таблиці у розділі. Заголовки таблиць розміщуються зверху (наприклад Табл.1 (у вступі), Табл. 2.2 – 2 таблиця у другому розділі).

На усі рисунки та таблиці повинні бути посилання у тексті.

У вступі реферату повинна бути обґрунтована актуальність теми, мета та задачі реферату.

У основній частині, що може мати кілька розділів – висвітлюються основні питання. Може містити аналіз літературних джерел, що стосуються теми реферату. Теоретичні та практичні питання, які забезпечують розкриття мети реферату.

У висновках необхідно підбити підсумки проведеного аналізу за проблематикою реферату, теоретичні та практичні рекомендації, що впливають з проведеного аналізу. Висновок – це логічно поданий стислий зміст результатів виконаної роботи.

У додатках (за необхідності) наводяться додаткові матеріали, що дозволяють розкрити тему реферату. Наприклад, словник базових та основних понять (глосарій).

У списку використаних джерел наводяться посилання на опрацьовану літературу. Список використаних джерел повинен бути оформлений згідно ДСТУ 8302:2015.

Текст реферату перевіряється на наявність ознак академічного плагіату. Рекомендованим показником унікальності реферату є 50 % і більше .

Вимоги до наукової статті.

Наукова стаття може бути врахована замість виконання модульної контрольної роботи тільки у тому випадку, якщо вона подана для публікації чи опубліковано у будь-якому науковому виданні та стосується тематики дисципліни. Вимоги до оформлення наукової статті – згідно із вимогами відповідного наукового видання.

Вимоги до підготовки результатів власних досліджень до виступу на конференції.

Результати власних досліджень до виступу на конференції можуть бути враховані замість виконання модульної контрольної роботи тільки у тому випадку, якщо вони подані для участі у роботі конференції чи за результатами роботи цієї конференції (тези) та стосуються тематики дисципліни. Вимоги до оформлення наукової статті результатів власних досліджень – згідно із вимогами відповідної конференції у вигляді презентації та(або) тез матеріалів роботи конференції.

Вимоги до перекладу.

Переклад може бути врахована замість виконання модульної контрольної роботи тільки у тому випадку, якщо текст перекладу стосується тематики дисципліни.

Переклад оформляється у вигляді реферату. Вимоги до перекладу такі як для вимог оформлення реферату, з тією різницею, що переклад має містити титульний аркуш, 2 розділи основної частини (1 розділ – оригінальний текст, 2 розділ – переклад), глосарій (словник термінів та скорочень) та літературу – посилання на оригінальний текст.

Для перекладу, за узгодженням із викладачем, можуть бути використані: монографії, автореферати, дисертації та анотації, наукові статті, кваліфікаційні роботи, реферати, навчальні та наукові посібники, науково-технічні тексти. У залежності від обсягу виконаної роботи переклад може бути зарахований як 2 модульні контрольні роботи.

Вимоги до роботи на Всеукраїнський конкурс студентських наукових робіт.

Робота на Всеукраїнський конкурс студентських наукових робіт може бути врахована замість виконання 4 модульних контрольних робіт тільки у тому випадку, якщо вона стосується тематики дисципліни.

Вимоги до оформлення студентських наукових робіт наведено за посиланням: <https://nuczu.edu.ua/ukr/nauka/vseukrainskyi-konkurs-studentskykh-naukovykh-robit>.

Орієнтовна тематика індивідуальних завдань.

Тематика індивідуальних завдань визначається проблематикою дисципліни та науковими інтересами здобувача вищої освіти. Орієнтовний перелік тем індивідуальних завдань:

1. Забезпечення пожежної та техногенної безпеки з урахуванням ризик-орієнтованого підходу
2. Визначення та формалізація терміну «ризик».
3. Методологія розрахунку ризиків.
4. Методи розрахунку ризику, імовірності, надійності.
5. Надзвичайна ситуація, як випадковий процес.
6. Основні фактори ризику.
7. Прогноз можливих наслідків НС.
8. Побудова дерева відмов, дерева подій.
9. Побудова полів ризиків.
10. Зменшення та управління ризиками
11. Оцінка наслідків від вибуху вибухонебезпечних предметів.

Розміщення виконаної роботи у Google Classroom здійснюється у форматі .pdf одним файлом.

Приклад підпису файлу .pdf:

Вар_1_МКР1_ОРОП_Устименко_ІІ_ЗМПБ-25-1.

Завдання на виконання модульної роботи №1

При виконанні модульної роботи №1 здобувачі повинні дати відповідь на 2 теоретичних питання та розв'язати 2 задачі.

Теоретична частина модульної контрольної роботи №1

Теоретичні питання обираються згідно варіанту за таблицею 1 та переліком, що наведено нижче.

Табл. 1 — Вибір теоретичних питань до модульної контрольної роботи №1 згідно варіанту.

Номер залікової книжки		Остання цифра залікової книжки									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Передостання цифра залікової книжки	1	1, 47	9, 33	8, 32	7, 31	6, 30	5, 29	4, 28	3, 27	2, 26	10, 25
	2	11, 24	2, 46	12, 23	13, 22	14, 21	15, 37	16, 36	17, 35	18, 34	19, 33
	3	1, 24	2, 25	3, 45	3, 26	4, 27	5, 28	6, 29	7, 48	8, 31	9, 32
	4	10, 33	11, 34	12, 35	4, 44	13, 36	14, 37	15, 38	16, 39	17, 40	18, 41
	5	19, 42	18, 47	17, 46	16, 45	5, 43	15, 44	14, 43	13, 42	12, 41	11, 40
	6	20, 43	10, 48	5, 34	4, 33	3, 32	6, 42	2, 31	1, 30	23, 29	22, 28
	7	21, 44	9, 38	14, 35	22, 47	19, 41	7, 33	7, 41	8, 25	14, 31	20, 40
	8	22, 45	8, 37	12, 36	13, 47	2, 26	14, 38	17, 34	8, 40	10, 47	4, 25
	9	23, 46	7, 36	21, 32	14, 37	9, 26	8, 31	13, 33	15, 40	9, 39	3, 41
	0	24, 47	6, 35	14, 28	19, 39	15, 30	6, 48	13, 27	1, 29	22, 24	10, 38

Перелік теоретичних питань модульної контрольної роботи №1.

1. У чому полягає сутність ризик-орієнтованого підходу?
2. В чому основна відмінність імовірності від ризику.
3. Забезпечення пожежної та техногенної безпеки з урахуванням

РОП. Особливості.

4. Визначення та формалізація терміну «ризик».
5. Класифікація ризиків.
6. Поняття ризику в Україні та за кордоном.
7. «Місце» ризику в нормативних документах України.
8. Одиниці вимірювання ризиків. Навести приклади.
9. Навести формули для розрахунку ризику.
10. Види втрат, їх одиниці виміру.
11. Абсолютно прийнятний та абсолютно неприйнятний ризики.
Пояснити різницю між цими поняттями та на скільки (чисельно) вони відрізняються.
12. Прийнятний та умовно прийнятний ризики. Пояснити різницю між цими поняттями та на скільки (чисельно) вони відрізняються.
13. Принцип ALARA.
14. Індивідуальний ризик. Навести приклади.
15. Територіальний ризик. Навести приклади.
16. Соціальний ризик. Навести приклади.
17. Чим відрізняється соціальний ризик від індивідуального?
Основна відмінність.
18. Як класифікують об'єкти, що підлягають нагляду (контролю) у сфері пожежної та техногенної безпеки з урахуванням значення прийнятного ризику?
19. Назвати критерії за якими оцінюється ступінь ризику?
20. Періодичність планових заходів державного нагляду (контролю) у сфері техногенної та пожежної безпеки.
21. З якою метою здійснюється ведення паспортів ризику виникнення НС техногенного та природного характеру?
22. Значення прийнятного рівня індивідуального пожежного ризику?
23. Основні положення ДСТУ 8828:2019, що стосуються ризику пожеж.

24. Основні положення Методики оцінювання ризиків виникнення надзвичайних ситуацій техногенного характеру та пожеж.
25. За якими основними параметрами оцінюється ступінь ризику?
26. Дайте класифікацію та загальну характеристику втрат від НС.
27. Наведіть класифікацію ризиків залежно від сфери застосування
28. Наведіть основні кількісні показники ризику аварії.
29. Які рівні ризику аварій на ОПН для населення вважаються абсолютно прийнятними?
30. Основні положення Методики оцінювання ризиків виникнення надзвичайних ситуацій техногенного характеру та пожеж.
31. Назвати критерії за якими оцінюється ступінь ризику?
32. Відмінність детермінованого і ймовірнісного підходів при оцінці ризиків.
33. Навести приклади факторів, що впливають на ймовірність виникнення пожежі.
34. Навести приклади факторів, що впливають на величину втрат від пожежі.
35. Проблемні питання впровадження ризик-орієнтованого підходу в Україні.
36. Які основні компоненти характеризують ризик?
37. Пояснити поняття «фактор небезпеки». Навести приклади небезпечних факторів.
38. Навести приклади факторів, що впливають на ймовірність виникнення пожежі.
39. Навести приклади факторів, що впливають на величину втрат від пожежі.
40. Навести визначення поняття «індивідуальний ризик».
41. Навести визначення поняття «територіальний ризик».
42. Навести визначення поняття «соціальний ризик».
43. Навести значення неприйнятних рівнів для індивідуального,

територіального та соціального ризиків.

44. На які основні питання має дати відповіді загальне оцінювання ризику?
45. Назвати основні етапи аналізу небезпеки та ризику аварій на об'єкті підвищеної небезпеки.
46. Навести основні завдання етапу ідентифікації небезпек.
47. Які питання досліджуються у процесі оцінки ризику аварії?
48. Що розглядається під час встановлення ступеня небезпеки аварії?

Практична частина модульної контрольної роботи №1

Під час вибору вихідних даних для розв'язування задач у якості X обирається передостання цифра залікової книжки, у якості Y — остання. Наприклад, для варіанту 62: $X = 6$; $Y = 2$.

Задача №1

На території підприємства може відбутися вибух, пожежа, розлив небезпечної речовини. Яка імовірність настання хоча б одної НС, якщо події незалежні та мають відповідні ймовірності протягом року: $P_{\text{виб}} = 0,001 \times (X+1)$; $P_{\text{пож}} = 0,001 \times (Y+1)^2$; $P_{\text{розл}} = 0,02 / (X+Y+1)$. Як зміниться імовірність виникнення НС протягом року якщо імовірність вибуху зменшити на 50%.

Задача №2.

На території підприємства може відбутися пожежа. Імовірність появи горючого середовища $P(\text{ГС}) = 0,01 \times (X+1)$, умовна імовірність появи джерела запалювання $P_{A1}(B1) = 0,02 \times (Y+1)$, умовна імовірність появи джерела запалювання $P_{A1}(B2) = 0,0015 \times (X+Y+1)^2$. В $(80 / (X+1))$ випадків пожежа призводить до вибуху. Імовірність вибуху на іншій технологічній установці $P_{(\text{виб2})} = 0,001 \times (Y+1)$. Яка імовірність настання хоча б одної НС? Яка імовірність пожежі та вибуху протягом року? Яка імовірність вибуху протягом року?

Приклад розв'язання задач МКР№1

Задача №1 (99 варіант)

$$X = 9; Y = 9.$$

На території підприємства може відбутися вибух, пожежа, розлив небезпечної речовини. Яка імовірність настання хоча б одної НС, якщо події незалежні та мають відповідні ймовірності протягом року: $P_{\text{виб}} = 0,001 \times (9+1)$; $P_{\text{пож}} = 0,001 \times (9+1)^2$; $P_{\text{розл}} = 0,02 / (9+9+1)$. Як зміниться імовірність виникнення НС протягом року якщо імовірність вибуху зменшити на 50%.

Дано:

$P_{\text{виб}} =$	0,01	1/рік
$P_{\text{пож}} =$	0,1	1/рік
$P_{\text{розл}} =$	0,00105	1/рік
$P_{\text{НС}} =$	?	
$P^* =$	?	

Розв'язання:

1) Імовірність того, що відбудеться хоча б одна НС:

$$\begin{aligned} P_{\text{НС}} &= 1 - \prod_{i=1}^n (1 - P_i) = 1 - (1 - P_{\text{виб}}) \cdot (1 - P_{\text{пож}}) \cdot (1 - P_{\text{розл}}) = \\ &= 1 - (1 - 0,01) \cdot (1 - 0,1) \cdot (1 - 0,00105) = 0,11 \text{ рік}^{-1} \end{aligned}$$

2) Проведемо оцінку імовірності виникнення НС протягом року якщо імовірність вибуху зменшити на 50%:

$$P = 1 - \left(1 - \frac{P_{\text{виб}}}{2}\right) \cdot (1 - P_{\text{пож}}) \cdot (1 - P_{\text{розл}}) = 1 - (1 - 0,01/2) \cdot (1 - 0,1) \cdot (1 - 0,00105) = 0,105 \text{ рік}^{-1}$$

2) Таким чином імовірність НС зменшилась на 0,07, або:

$$\xi = \frac{P_{\text{НС}} - P}{P_{\text{НС}}} \cdot 100 = ((0,11 - 0,105) / 0,11) \cdot 100 = 4,1 \%$$

Відповідь. Імовірність НС протягом року складає 0,11. При зменшенні імовірності вибуху на 50% імовірність НС зменшується на 4,1 %.

Задача №2 (варіант 00).

$$X = 0; Y = 0.$$

На території підприємства може відбутися пожежа. Імовірність появи горючого середовища $P(\text{ГС}) = 0,01 \times (0+1)$, умовна імовірність появи джерела запалювання $P_{A1}(B1) = 0,02 \times (0+1)$, умовна імовірність появи джерела запалювання $P_{A1}(B2) = 0,0015 \times (0+0+1)^2$. В $(80/(0+1))$ випадків пожежа призводить до вибуху ($\%_{\text{виб2}}$). Імовірність вибуху на іншій технологічній установці $P_{\text{виб2}} = 0,001 \times (0+1)$. Яка імовірність настання хоча б одної НС? Яка імовірність пожежі та вибуху протягом року? Яка імовірність вибуху протягом року?

Дано:

$P(\text{ГС}) =$	0,01	рік ⁻¹
$P_{A1}(B1) =$	0,02	рік ⁻¹
$P_{A1}(B2) =$	0,0015	рік ⁻¹
$P_{\text{виб2}} =$	0,001	рік ⁻¹
$\%(\text{виб1})$	80	%
$P_{\text{НС}} =$	?	
$P_{\text{ПОЖ/виб}} =$	?	
$P_{\text{виб}} =$	?	

Розв'язання:

1) Імовірність того, що буде хоча б 1 ДЗ:

$$P_{\text{дз}} = 1 - \prod_{n=1}^n (1 - P_i) = 1 - (1 - P_{A1(B1)}) \cdot (1 - P_{A1(B2)}) =$$

$$= 1 - (1 - 0,02) \cdot (1 - 0,0015) = 0,02147 \text{ рік}^{-1}$$

2) Імовірність того, що виникне пожежа:

$$P_{\text{пож}} = P_{\text{дз}} \cdot P_{\text{гс}} = 0,02147 \cdot 0,01 = 2,147 \times 10^{-3} \text{ рік}^{-1}$$

3) Імовірність вибуху у першій установці:

$$P_{\text{виб1}} = P_{\text{пож}} \cdot 0,01 \cdot \%(\text{виб1}) = 2,147 \times 10^{-3} \cdot 0,01 \cdot 80 = 1,7 \times 10^{-4} \text{ рік}^{-1}$$

4) Імовірність вибуху на всьому підприємстві:

$$P_{\text{виб}} = 1 - \prod_{n=1}^n (1 - P_i) = 1 - (1 - P_{\text{виб2}}) \cdot (1 - P_{\text{виб1}}) =$$

$$= 1 - (1 - 0,001) \cdot (1 - 0,00017) = 1,17 \times 10^{-3} \text{ рік}^{-1}$$

5) Імовірність пожежі та вибуху:

$$P_{\text{пож/виб}} = P_{\text{пож}} \cdot P_{\text{виб}} = 2,147 \times 10^{-3} \cdot 1,17 \times 10^{-3} = 2,52 \times 10^{-7} \text{ рік}^{-1}$$

6) Імовірність настання хоча б одної НС:

$$P_{\text{нс}} = 1 - \prod_{n=1}^n (1 - P_i) = 1 - (1 - P_{\text{виб}}) \cdot (1 - P_{\text{пож}}) =$$

$$= 1 - (1 - 0,00117) \cdot (1 - 0,002147) = 0,00139 \text{ рік}^{-1}$$

Відповідь. Імовірність НС протягом року складає $1,39 \times 10^{-3}$, імовірність пожежі та вибуху складає $2,52 \times 10^{-7}$, імовірність вибуху становить $1,17 \times 10^{-3}$.

Завдання на виконання модульної роботи №2

При виконанні модульної роботи №2 здобувачі повинні дати відповідь на 2 теоретичних питання та розв'язати 2 задачі.

Теоретична частина модульної контрольної роботи №2

Теоретичні питання обираються згідно варіанту за таблицею 2 та переліком, що наведено нижче.

Табл. 2 — Вибір теоретичних питань до модульної контрольної роботи №2 згідно варіанту.

Номер залікової книжки		Остання цифра залікової книжки									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Передостання цифра залікової книжки	1	1, 41	9, 33	8, 32	7, 31	6, 30	5, 29	4, 28	3, 27	2, 26	10, 25
	2	11, 24	2, 36	12, 23	13, 22	14, 21	15, 37	16, 36	17, 35	18, 34	19, 33
	3	1, 24	2, 25	3, 45	3, 26	4, 27	5, 28	6, 29	7, 42	8, 31	9, 32
	4	10, 33	11, 34	12, 35	4, 24	13, 36	14, 37	15, 38	16, 39	17, 40	18, 41
	5	19, 42	18, 43	17, 44	16, 35	5, 34	15, 33	14, 22	13, 42	12, 41	11, 40
	6	20, 43	10, 28	5, 34	4, 33	3, 32	6, 42	2, 31	1, 30	23, 29	22, 28
	7	21, 34	9, 38	14, 35	20, 36	19, 41	7, 33	7, 23	8, 25	14, 31	20, 40
	8	12, 35	8, 37	12, 36	13, 31	2, 26	14, 38	17, 34	8, 40	10, 27	4, 25
	9	21, 39	7, 36	21, 32	14, 37	9, 26	8, 31	13, 33	15, 40	9, 39	3, 41
	0	16, 27	6, 35	14, 28	19, 39	15, 30	6, 38	13, 27	1, 29	22, 24	10, 38

Перелік теоретичних питань модульної контрольної роботи №2.

1. Методи для аналізу та розрахунку ризику. Навести приклади.
2. Надайте короткий опис методу загального оцінювання ризику «МОЗКОВА атака».

3. Надайте короткий опис методу загального оцінювання ризику «метод HAZOP».
4. Надайте короткий опис методу загального оцінювання ризику «структурований метод «Що - якщо» (SWIFT)».
5. Надайте короткий опис методу загального оцінювання ризику «аналізування видів і наслідків відмов (FMEA) і аналізування видів, наслідків і критичності відмов (FMECA)».
6. Поясніть перший період на кривій інтенсивності відмов від часу. Наведіть приклади.
7. Поясніть другий період на кривій інтенсивності відмов від часу. Наведіть приклади.
8. Поясніть третій період на кривій інтенсивності відмов від часу. Наведіть приклади.
9. Розкрийте зміст поняття резервування. Наведіть приклади.
10. Нормальний закон розподілу.
11. Рівномірний закон розподілу.
12. Ймовірність безвідмовної роботи. Наведіть приклади.
13. Розкрийте поняття середній час напрацювання на відмову.
14. Розкрийте поняття інтенсивність відмов та наведіть приклади.
15. Умовна ймовірність. Наведіть приклади.
16. Теорема множення ймовірностей незалежних подій. Наведіть приклади.
17. Теорема множення ймовірностей залежних подій. Наведіть приклади.
18. У чому різниця між поелементним та загальним резервуванням?
19. В чому полягає статистичний характер поняття надійності?
20. Наведіть основні методи, що використовуються для оцінки ризиків.
21. Наведіть вимоги до придатності методу, що використовуються під час його вибору.

22. На які чинники необхідно звертати увагу під час загального оцінювання ризику?
23. Які основні ресурси та можливості можуть впливати на вибір методів загального оцінювання ризику?
24. Дайте визначення понять «ймовірність», «подія», «дискретний простір».
25. Поясніть поняття «Суми (об'єднання) двох подій A і B ».
26. Поясніть поняття «Добутку (перерізу, суміщення) двох подій A і B ».
27. Дайте визначення теорем додавання ймовірностей.
28. Поясніть поняття «Умовна ймовірність».
29. Наведіть визначення терміну «надійність».
30. Наведіть основні визначення, що застосовуються в теорії надійності.
31. Наведіть види відмов та надайте їх коротку характеристику.
32. Наведіть визначення терміну «ймовірність безвідмовної роботи», «відмова».
33. Наведіть визначення терміну «відмова», «інтенсивність відмов».
34. Дайте визначення загального закону надійності та вираз, що його описує.
35. Дайте коротку характеристику періодів на кривій інтенсивності відмов.
36. Навести основні закони розподілу випадкових величин, що використовуються в теорії надійності.
37. Дайте коротку характеристику закону Вейбула.
38. Дайте коротку характеристику експоненціального закону.
39. Дайте коротку характеристику нормального закону (розподілу Гауса).
40. Дайте коротку характеристику логарифмічного нормального закону.

41. Навести основні етапи розрахунку надійності.
42. Навести основні аналітичні вирази, що характеризують послідовне (основне) з'єднання елементів ТЗ.
43. Навести основні аналітичні вирази, що характеризують паралельно навантажене з'єднання елементів ТЗ.

Практична частина модульної контрольної роботи №2

Задача №1

На об'єкті підвищеної небезпеки може відбутися аварійна ситуація з формуванням вибухової ударної хвилі.

Відстань від ОПН до шосе – L метрів, критична відстань на якій формується небезпечний для людини тиск (пасажирів авто), а саме смертельні випадки – $L_{кр}$ метрів (див рис. 1).

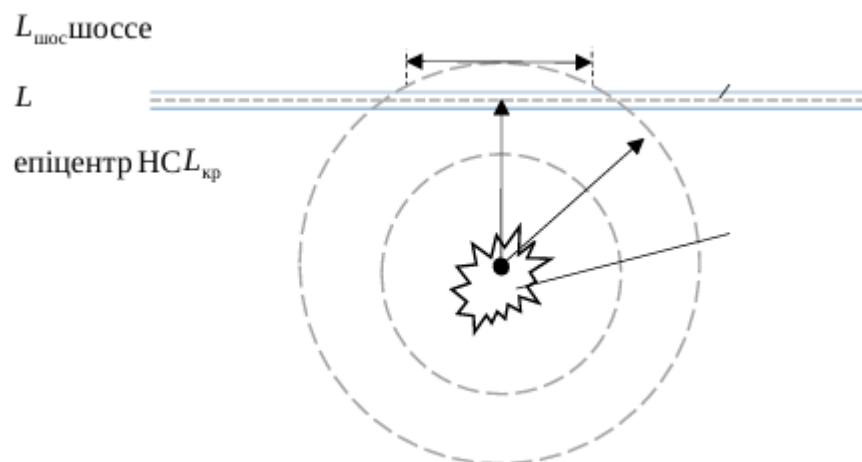


Рис. 1. Схема розташування шосе відносно епіцентру НС

В табл. 3, 4 наведені вихідні дані для проведення розрахунків, а саме:

- відстань від епіцентру вибуху до шосе – L метрів;
- критична відстань на якій формується небезпечний для людини тиск (пасажирів авто) – $L_{кр}$ метрів;
- імовірність вибуху протягом року;

- розподіл кількості автомобілів, що проїжджають по шосе протягом години. Приймається, що в кожному автомобілі знаходиться водій та пасажир (дві особи).

Табл. 3 – Вихідні дані для розрахунків задачі №1 МКР №2

L, м	$20+10 \times (X+5)$
$L_{кр}$, м	$35+12 \times (Y+12)$
P	$(X+Y+1) \times 10^{-5}$

Табл. 4 – Вихідні дані для розрахунків задачі №1 МКР №2.
Розподіл кількості автомобілів, що проїжджають по шосе протягом години

№ з/п	Час доби	Кількість автомобілів протягом години [*]
1.	$0^{00} - 5^{00}$	$100 \times 0,9^{(X+1)}$
2.	$5^{00} - 6^{00}$	$100 \times 1,03^{(X+1)}$
3.	$6^{00} - 8^{00}$	$100 \times 1,15^{(X+1)}$
4.	$8^{00} - 17^{00}$	$100 \times 1,17^{(Y+1)}$
5.	$17^{00} - 20^{00}$	$100 \times 1,18^{(Y+1)}$
6.	$20^{00} - 0^{00}$	$100 \times 1,04^{(Y+1)}$

* – визначене значення кількості автомобілів протягом доби округлюється до більшого цілого значення.

Визначити середню кількість людей протягом дня, що можуть одночасно знаходитись в небезпечній зоні. Визначити ризик смерті протягом року.

Задача 2.

Обчислити ймовірність відмови виробу Q протягом року згідно варіанту за умови що виріб експлуатується впродовж часу t у цей період.

Варіант для задачі обирається з таблиць 5 та 6 за двома останніми цифрами номера залікової книжки.

Таблиця 5 – Вихідні дані для розрахунків задачі №2 МКР №2 Тривалість роботи виробу протягом року (передостання цифра залікової книжки).

Передостання цифра залікової книжки	t, год
0	3000
1	3500
2	4000
3	4500
4	5000
5	5500
6	6000
7	6500
8	7000
9	7500

Таблиця 6 – Вихідні дані для розрахунків задачі №2 МКР №2. Вибір виробу та його інтенсивність відмов (остання цифра залікової книжки).

Остання цифра залікової книжки	Виріб*
0	Коробки колінчастого валу
1	Приводні ремені передач
2	Сервомеханізми
3	Пристрій зв'язку: (поворотний)
4	Теплообмінники
5	Джерела потужності гідравлічні
6	Мотори гідравлічні
7	Насоси з машинним приводом
8	Блоки управління автоматичних систем придушення вибухів
9	Зрошувачі АС (АСПВ)

* - дані про інтенсивність відмов виробів обираються з таблиць Б.5 та Б.6 ДСТУ 8828:2019 Пожежна безпека. Загальні положення.

Приклад розв'язання задач МКР№2

Задача №1 (варіант 87).

$$X = 8; Y = 7.$$

На об'єкті підвищеної небезпеки може відбутися аварійна ситуація з формуванням вибухової ударної хвилі.

Відстань від ОПН до шосе – L метрів, критична відстань на якій формується небезпечний для людини тиск (пасажирів авто), а саме смертельні випадки – $L_{кр}$ метрів (див рис. 1).

В табл. 7, 8 наведені вихідні дані для проведення розрахунків за варіантом 87, а саме:

1. відстань від епіцентру вибуху до шосе – L метрів;
2. критична відстань на якій формується небезпечний для людини тиск (пасажирів авто) – $L_{кр}$ метрів;
3. імовірність вибуху протягом року;
4. розподіл кількості автомобілів, що проїжджають по шосе протягом години. Приймається, що в кожному автомобілі знаходиться водій та пасажир (дві особи).

Табл. 7 – Вихідні дані для розрахунків задачі №1 МКР №2 за варіантом 87

$L, \text{ м}$	$20+10 \times (8+5) = 150 \text{ м}$
$L_{кр}, \text{ м}$	$35+12 \times (7+12) = 263 \text{ м}$
P	$(8+7+1) \times 10^{-5} = 1,6 \times 10^{-4}$

Табл. 8 - Вихідні дані для розрахунків задачі №1 МКР №2 за варіантом 87. Розподіл кількості автомобілів, що проїжджають по шосе протягом години

№ з/п	Час доби	Кількість автомобілів протягом години [*]	Протягом періоду
1.	$0^{00} - 5^{00}$	$100 \times 0,9^{(8+1)} = 39$	195
2.	$5^{00} - 6^{00}$	$100 \times 1,03^{(8+1)} = 130$	130
3.	$6^{00} - 8^{00}$	$100 \times 1,15^{(8+1)} = 352$	704
4.	$8^{00} - 17^{00}$	$100 \times 1,17^{(9+1)} = 351$	3159
5.	$17^{00} - 20^{00}$	$100 \times 1,18^{(9+1)} = 376$	1128
6.	$20^{00} - 0^{00}$	$100 \times 1,04^{(9+1)} = 137$	548
Σ	за 24 год		5864
Сер		$5864/24 \approx 245$	

* – визначене значення кількості автомобілів протягом доби округлюється до більшого цілого значення.

Визначити середню кількість людей протягом дня, що можуть одночасно знаходитись в небезпечній зоні. Визначити ризик смерті протягом року.

На об'єкті підвищеної небезпеки може відбутися аварійна ситуація з формуванням вибухової ударної хвилі. Відстань від епіцентру НС до шосе (L) – 150 метрів, критична відстань на якій формується небезпечний для людини тиск ($L_{кр}$) – 263 метри. Швидкість руху автотранспорту 80 км/год. Імовірність вибуху протягом року становить $0,00016 \text{ рік}^{-1}$. Розподіл кількості автомобілів, що проїжджають по шосе протягом години за день складає 245. Приймається, що в кожному автомобілі знаходиться водій та пасажир (дві особи).

Визначити середню кількість людей протягом дня, що можуть одночасно знаходитись в небезпечній зоні. Визначити ризик смерті протягом року.

Дано:

$L=$	150	м
$L_{кр}=$	263	м
$P_{виб}=$	0,00016	1/рік
$V_{авт}=$	80	км/год
$I_{авт}=$	245	авт/год
$n_{л}=$	2	
$R=$	?	
$N_{л}^*=$	?	

Розв'язання:

1) Знайдемо довжину частини шосе, на якій формується небезпечний для людини тиск:

$$L_{шос} = 2 \cdot \frac{\sqrt{L_{кр}^2 - L^2}}{1000} = 2 \cdot \frac{\sqrt{263^2 - 150^2}}{1000} = 0,432 \text{ км}$$

2) Знайдемо час, за який автомобілі проїжджають цю частину шосе знаючи їх швидкість:

$$\tau_{шос} = L_{шос} / v_{авт} = 0,432 / 80 = 0,0054 \text{ год}$$

3) Знайдемо ймовірність перебування на визначеній ділянці у момент аварії, спираючись на інтенсивність руху:

$$P_{авт} = \tau_{шос} \cdot I_{авт} = 0,0054 \cdot 245 = 1,323$$

4) Знайдемо ймовірну кількість людей на визначеній ділянці шосе у момент вибуху зважаючи на її завантаження та кількість людей, що знаходяться в автомобілі (округлюємо у більшу сторону):

$$N_{люд} = P_{авт} \cdot n_{л} = 1,323 \cdot 2 = 2,646 \approx 3$$

6) Визначимо ризик смерті протягом року:

$$R = P_{виб} \cdot P_{люд} = 0,00016 \cdot 3 = 4,8 \times 10^{-4} \text{ рік}^{-1}$$

Відповідь. Кількість людей, що одночасно можуть знаходитись в небезпечній зоні 3 особи. Ризик смерті протягом року становить $4,8 \times 10^{-4}$.

Задача 2 (варіант 85).

Обчислити ймовірність відмови виробу Q протягом року згідно варіанту за умови що виріб експлуатується впродовж часу t у цей період. Варіант для задачі обирається з таблиць 5 та 6 за двома останніми цифрами номера залікової книжки.

З таблиці 5: $t = 7000$ год (передостання цифра 8).

З таблиці 6: виріб - Джерела потужності гідравлічні (остання цифра 5).

Дано:

$t = 7000$ год

Джерела
потужності
виріб гідравлічні

$P = ?$

Розв'язання:

1) За таблицею Б.5 ДСТУ 8828:2019 для виробу джерела потужності гідравлічні визначаємо інтенсивність відмов.

У таблиці Б.5 ДСТУ 8828:2019 наведено три значення інтенсивності відмов для цього виробу:

$$\lambda_{\text{нижня межа}} = 0,28 \times 10^{-6}$$

$$\lambda_{\text{середнє значення}} = 6,1 \times 10^{-6}$$

$$\lambda_{\text{верхня межа}} = 19,3 \times 10^{-6}$$

2) Ймовірність відмови виробу протягом року:

$$Q = 1 - e^{-\lambda \times t}$$

$$Q_{\text{нижня межа}} = 1 - e^{-0,28 \times 10^{-6} \times 7000} = 1 - e^{-1,96 \times 10^{-3}} = 1 - 0,998 = 0,002 = 2 \times 10^{-3} \text{ рік}^{-1}$$

$$Q_{\text{середнє значення}} = 1 - e^{-6,1 \times 10^{-6} \times 7000} = 1 - e^{-4,27 \times 10^{-2}} = 1 - 0,9582 = 0,0418 = 4,18 \times 10^{-2} \text{ рік}^{-1}$$

$$Q_{\text{верхня межа}} = 1 - e^{-19,3 \times 10^{-6} \times 7000} = 1 - e^{-0,1351} = 1 - 0,8736 = 0,1264 \text{ рік}^{-1}$$

$t = 7000$ год – кількість годин роботи пристрою у рік, год.

Відповідь. Ймовірність відмови виробу протягом року становить:

$$Q_{\text{нижня межа}} = 2 \times 10^{-3}$$

$$Q_{\text{середнє значення}} = 4,18 \times 10^{-2}$$

$$Q_{\text{верхня межа}} = 0,1264$$

Література

1. Кодекс цивільного захисту України: Закон України від 02 жовтня 2012 р. № 5403-VI. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17#Text>.
2. Про затвердження Методики визначення ризиків та їх прийнятих рівнів для декларування безпеки об'єктів підвищеної небезпеки: Наказ Міністерство праці та соціальної політики України від 04 грудня 2002 р. №637. URL: https://zakononline.com.ua/documents/show/34982__34982.
3. ДСТУ 8647:2016. Надійність техніки. Оцінювання та прогнозування надійності за результатами випробувань і/або експлуатації в умовах малої кількості відмов. [Чинний від 2017-07-01]. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=93147.
4. ДСТУ ISO 23932:2018. Інжиніринг пожежної безпеки. Загальні принципи (ISO 23932:2009, IDT). [Чинний від 2018-04-12]. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=76679.
5. ДСТУ ISO 16732-1:2018. Інжиніринг пожежної безпеки. Оцінювання пожежного ризику. Частина 1. Загальні положення (ISO 16732-1:2012, IDT). [Чинний від 2019-10-01]. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=78554.
6. ДСТУ ISO/TR 16732-2:2018. Інжиніринг пожежної безпеки. Оцінювання пожежного ризику. Частина 2. Приклад офісної будівлі (ISO/TR 16732-2:2012, IDT). [Чинний від 2019-10-01]. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=78555.
7. ДСТУ ISO/TR 16732-3:2018. Інжиніринг пожежної безпеки. Оцінювання пожежного ризику. Частина 3. Приклад промислового підприємства (ISO/TR 16732-3:2013, IDT). [Чинний від 2019-10-01]. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=78556.
8. ДСТУ 8828:2019. Пожежна безпека. Загальні положення. [Чинний від 2020-01-01]. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=82138.
9. ДСТУ EN 61025:2022. Аналіз дерева несправностей (FTA) (EN

61025:2007, IDT; IEC 61025:2006, IDT). [Чинний від 2023-12-31]. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=100854.

10. ДСТУ EN 60300-3-11:2022. Керування надійністю. Частина 3-11. Посібник із застосування. Технічне обслуговування, орієнтоване на надійність (EN 60300-3-11:2009, IDT; IEC 60300-3-11:2009, IDT). [Чинний від 2023-12-31]. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=100865.

11. ДСТУ EN 61882:2022. Дослідження небезпеки та працездатності (дослідження HAZOP) – посібник із застосування (EN 61882:2016, IDT; IEC 61882:2016, IDT). [Чинний від 2023-12-31]. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=100883.

12. ДСТУ EN IEC 31010:2022. Керування ризиками – методи оцінки ризиків (EN IEC 31010:2019, IDT; IEC 31010:2019, IDT). [На заміну ДСТУ IEC/ISO 31010:2013; чинний від 2023-12-31]. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=100889.

13. ДСТУ EN IEC 60812:2022. Аналіз видів відмов і наслідків (FMEA і FMECA) (EN IEC 60812:2018, IDT; IEC 60812:2018, IDT). [Чинний від 2023-12-31]. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=100893.