

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ**

**НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ  
ПОЖЕЖНОЇ ТА ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ**

**КАФЕДРА ПОЖЕЖНОЇ І ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ  
ОБ'ЄКТІВ ТА ТЕХНОЛОГІЙ**

**ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА ОБ'ЄКТІВ**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до виконання курсової роботи

для підготовки здобувачів вищої освіти за освітньо-професійними  
програмами: «Пожежна безпека», «Цивільна безпека»  
та «Техногенно-екологічна безпека»  
другого (магістерського) рівня підготовки  
за спеціальностями 261 «Пожежна безпека», 263 «Цивільна безпека»  
та 183 «Технології захисту навколишнього середовища»  
у галузях знань 26 «Цивільна безпека» та 18 «Виробництво та технології»

**Черкаси – 2025**

Друкується за рішенням кафедри пожежної і техногенної безпеки об'єктів та технологій навчально-наукового інституту пожежної та техногенної безпеки НУЦЗ України  
Протокол № 47 від 29.08.2025 р.

**Укладачі:** Сергій ВАВРЕНЮК, Володимир ОЛІЙНИК,  
Олександр КОНДРАТЕНКО

**Рецензенти:** старший науковий співробітник лабораторії екологічної безпеки у тваринництві Інституту свинарства і АПВ НААН України, кандидат сільськогосподарських наук, доцент Сергій ПОРТЯНИК

в.о. начальника науково-інноваційного центру, професор кафедри державного нагляду у сфері пожежної та техногенної безпеки навчально-наукового інституту пожежної та техногенної безпеки НУЦЗ України, к.т.н., доцент Володимир КОЛОСКОВ

доцент кафедри інженерної та аварійно-рятувальної техніки навчально-наукового інституту оперативно-рятувальних сил, полковник служби цивільного захисту, к.т.н., доцент Сергій СТАСЬ

Техногенна безпека об'єктів: методичні вказівки до виконання курсової роботи. Для підготовки здобувачів вищої освіти за освітньо-професійними програмами: «Пожежна безпека», «Цивільна безпека» та «Техногенно-екологічна безпека» другого (магістерського) рівня підготовки за спеціальностями 261 «Пожежна безпека», 263 «Цивільна безпека» та 183 «Технології захисту навколишнього середовища» у галузях знань 26 «Цивільна безпека» та 18 «Виробництво та технології» / Укладачі: С.А. Вавренюк., В.В. Олійник, О.М. Кондратенко. – Черкаси: НУЦЗ України, 2025. – 55 с.

Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни «Техногенна безпека об'єктів» для підготовки здобувачів вищої освіти за освітньо-професійними програмами: «Пожежна безпека», «Цивільна безпека» та «Техногенно-екологічна безпека» другого (магістерського) рівня підготовки за спеціальностями 261 «Пожежна безпека», 263 «Цивільна безпека» та 183 «Технології захисту навколишнього середовища» у галузях знань 26 «Цивільна безпека» та 18 «Виробництво та технології» розраховані для самостійного вибору та виконання курсової роботи. У методичних вказівках надані основні вимоги до виконання курсової роботи, порядок вибору завдання та основні рекомендації до виконання курсової роботи.

© НУЦЗ України, 2025

© С.А. Вавренюк., В.В. Олійник,  
О.М. Кондратенко, 2025

## ЗМІСТ

|                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| Вступ.....                                                           | 4  |
| 1.Вибір завдання та порядок виконання і захисту курсової роботи..... | 5  |
| 2.Особливості структури курсової роботи.....                         | 6  |
| 2.1.Зміст курсової роботи.....                                       | 6  |
| 2.2. Методика виконання окремих розділів курсової роботи.....        | 7  |
| 3. Завдання до курсової роботи.....                                  | 13 |
| 4. Захист курсової роботи.....                                       | 15 |
| 5.Політика доброчесності.....                                        | 17 |
| Література .....                                                     | 17 |
| Додаток 1.....                                                       | 41 |
| Додаток 2.....                                                       | 19 |
| Додаток 3.....                                                       | 45 |
| Додаток 4.....                                                       | 40 |

## ВСТУП

Однією з найважливіших задач, які стоять сьогодні перед Україною, є забезпечення захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій природного, техногенного та воєнного характеру. Актуальність проблеми забезпечення техногенної безпеки зумовлена стійкими тенденціями зростання людських втрат та збитків територіям, що спричиняються промисловими аваріями і катастрофами, а також військовими обстрілами. Особливо небезпечними є виробництва, в яких використовується велика кількість небезпечних речовин і матеріалів і на яких виникнення навіть локальних пожеж або вибухів за несприятливого збігу обставин може призвести, внаслідок ланцюгового розвитку, до великомасштабних катастроф. У цих умовах важливим завданням є підвищення техногенної безпеки, яке повинно базуватися на загальновідомих наукових положеннях з урахуванням сьогоденішнього стану розвитку систем безпеки.

**Мета** вивчення дисципліни «Техногенна безпека об'єктів»: формування особистості фахівця, здатного вирішувати складні нестандартні завдання і проблеми інноваційного та дослідницького характеру в галузі управління техногенною безпекою об'єктів, що передбачають створення, застосування систем і засобів забезпечення техногенної безпеки об'єктів.

**Курсова робота (КР)** є одним із видів індивідуальних завдань і виконується з метою закріплення, поглиблення і узагальнення знань, одержаних здобувачами вищої освіти за освітньо-професійними програмами «Пожежна безпека», «Цивільна безпека» та «Техногенно-екологічна безпека» другого (магістерського) рівня підготовки за спеціальностями 261 «Пожежна безпека», 263 «Цивільна безпека» та 183 «Технології захисту навколишнього середовища» у галузях знань 26 «Цивільна безпека» та 18 «Виробництво та технології» та їх застосування до комплексного вирішення конкретного фахового завдання і набування вміння самостійно працювати з навчальною і науковою літературою, електронно-обчислювальною технікою, лабораторним обладнанням, використовуючи сучасні інформаційні засоби та технології.

Під час виконання курсової роботи з дисципліни «Техногенна безпека об'єктів та технологій» здобувачі вищої освіти набувають навичок щодо оцінки рівня техногенної небезпеки об'єктів, яка є основною складовою під час прогнозування масштабів і наслідків надзвичайних ситуацій техногенного характеру, оцінки ступеня ризику на об'єктах підвищеної небезпеки згідно вимог законодавчих і нормативних актів.

Знання, що отримані під час виконання курсової роботи, можуть бути корисними при виконанні кваліфікаційної роботи.

Виконуючи курсову роботу здобувачі вищої освіти повинні:

- кваліфіковано вирішувати технічні задачі по забезпеченню пожежної і техногенної безпеки об'єктів;
- навчитися виконувати розрахунки, аналізувати і розробляти

технологічні документи, складати пояснювальні записки;

- оволодіти сучасними методами розрахунків, в тому числі із застосуванням ЕОМ;

- навчитися користуватися державними і галузевими стандартами, нормативно-технічною і довідковою літературою.

## **1. ВИБІР ЗАВДАННЯ ТА ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ І ЗАХИСТУ КУРСОВОЇ РОБОТИ**

Основним загальним завданням при виконанні курсової роботи є оцінка рівня техногенної небезпеки об'єкта, яка є основною складовою при ідентифікації об'єкта підвищеної небезпеки та оцінки можливих наслідків техногенних аварій на цих об'єктах, а також розробка рекомендацій щодо підвищення рівня техногенної безпеки.

Для кожного здобувача вищої освіти в індивідуальному порядку в завданні визначається конкретний об'єкт (об'єкти), дослідження яких здійснюється самостійно. Вимоги та рекомендації до змісту та виконання курсової роботи наведені нижче.

Кожний здобувач вищої освіти виконує курсову роботу за своїм варіантом, номер якого визначається за порядковим номером у списку прізвищ навчальної групи. Завдання, вихідні дані до них та номери варіантів вказані у розділі 3 та таблицях 1-6 додатку 1.

До виконання КР здобувачі вищої освіти приступають після отримання індивідуального завдання від викладача згідно з навчальним планом вивчення дисципліни. Керівник КР також встановлює термін представлення курсової роботи до захисту, який визначається відповідно до робочої навчальної програми та силабусу дисципліни.

Індивідуальні консультації здобувачів вищої освіти щодо вимог до виконання КР, особливостей її виконання проводяться на практичних заняттях та при проведенні індивідуальних консультацій.

Навчально-методична, нормативна та довідкова література, що необхідна для виконання КР, наведена у списку літератури до даних методичних вказівок.

Виконання КР здобувачами вищої освіти здійснюється під час самостійної роботи.

До захисту КР допускаються здобувачі вищої освіти, що успішно виконали в термін всі розділи індивідуального завдання і належним чином оформили всі результати, що були отримані під час виконання курсової роботи.

**Представлена до захисту КР повинна містити:**

- завдання на курсову роботу;
- пояснювальну записку;
- графічне виконання схеми виникнення і розвитку можливих аварій.
- Додатки
- Повідомлення про результати ідентифікації об'єктів підвищеної небезпеки (форма ОПН-1).

Розрахунки, що виконуються в курсовій роботі, необхідно супроводжувати розшифруванням розрахункових формул (поясненнями величин, що входять до формул, та їх розмірностями в системі СІ). Формули, які використовуються в тексті роботи, нумеруються з правого краю рядка подвійною цифрою у круглих дужках, що означає № розділу та через крапку - порядковий номер формули у розділі. Наприклад, (3.2). Графіки, схеми, рисунки, таблиці повинні мати помітку (Рис. 5.4.; Табл. 4.3 відповідно).

Посилання на літературні джерела, що використовуються в роботі, необхідно вказувати у квадратних дужках за текстом відповідно до вимог ДСТУ 8302:2015. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання. Київ, 2015.

При виконанні курсової роботи необхідно дотримуватись послідовності при роботі над текстом, виконання вимог до оформлення переліку використаної літератури. Рекомендується використовувати наукові тези, доповіді, інформаційні листи, огляди і описи надзвичайних ситуацій.

Форма титульного листа до курсової роботи представлена в додатку 4.

## **2. ОСОБЛИВОСТІ СТРУКТУРИ КУРСОВОЇ РОБОТИ**

### **2.1. Зміст курсової роботи**

Структура пояснювальної записки курсової роботи ґрунтується на основних вимогах нормативних документів та робочої навчальної програми і силабусу вивчення дисципліни «Техногенна безпека об'єктів» за освітньо-професійними програмами «Пожежна безпека», «Пожежогасіння та аварійно-рятувальні роботи», «Управління пожежною безпекою» і повинна містити наступні розділи:

#### **Вступ**

##### **1. Загальні відомості про об'єкт**

- 1.1. Опис технологічного процесу.
- 1.2. Характеристика основного технологічного обладнання.
- 1.3. Визначення виду та кількості небезпечних речовин, що обертаються на об'єкті.

##### **2. Ідентифікація об'єктів підвищеної небезпеки**

2.1. Визначення небезпечних речовин за індивідуальними назвами, класами небезпечних речовин та категоріями небезпеки, що розміщені або можуть розміщатися у виробничих одиницях на об'єкті згідно з проектною та технічною документацією.

2.2. Визначення виробничих одиниць, які містять небезпечні речовини

2.3. Визначення маси небезпечної речовини в кожній окремій виробничій одиниці та проведення розрахунку загальної маси небезпечних речовин окремо для кожної індивідуальної назви небезпечної речовини.

2.4. Розробка документів за результатами ідентифікації об'єктів

підвищеної небезпеки (форма ОПН-1) (додаток 1 [11]).

### **3. Оцінка наслідків техногенних аварій на об'єкті**

3.1. Аналіз основних причин і факторів виникнення аварій та визначення типових сценаріїв їхнього розвитку\*\*\*.

3.2. Кількісна оцінка розмірів можливих зон дії вражаючих факторів техногенної аварії.

3.3. Результати оцінки небезпеки і можливих наслідків техногенної аварії на об'єкті.

\*) необхідно звернути увагу, що визначення порогових мас небезпечних речовин здійснюється відповідно до таблиці 1 додатка 1 до Порядку ідентифікації об'єктів підвищеної небезпеки та їх обліку, Постанова КМУ від 13 вересня 2022 року за №1030.

\*\*) Сценарій виникнення і розвитку аварій на об'єкті, що аналізується в курсовій роботі, необхідно графічно представити на окремому аркуші в додатку.

### **4. Розробка рекомендацій щодо попередження виникнення аварій на об'єкті**

Розробка рекомендацій щодо попередження виникнення аварій на об'єкті здійснюється, виходячи з попереднього аналізу небезпеки та з дотриманням вимог відповідних нормативних документів. Це можуть бути заходи як організаційного характеру, так і інженерно-технічного. Наприклад, для своєчасної локалізації та ліквідації аварії з викидом хлору на об'єктах повинні влаштовуватися стаціонарні системи локалізації «хлорної хмари» з використанням водяної завіси за допомогою стаціонарних розпорошувачів, включення якої повинно бути автоматичним за сигналом газоаналізаторів.

Також запропонувати заходи захисту об'єкту від ворожих обстрілів. Описати, що саме доцільно застосувати для захисту об'єкту, яким чином здійснити даний захист. Наприклад застосування габіонів та біг-бегів.

#### **Висновок**

#### **Список використаної літератури**

#### **Додатки**

### **2.2. Методика виконання окремих розділів курсової роботи**

Виконання окремих розділів курсової роботи може викликати певні труднощі. У зв'язку з цим нижче наводимо деякі рекомендації щодо виконання розділів курсової роботи.

**Вступ.** У вступі КР необхідно розкрити важливість оцінки техногенної небезпеки об'єктів, показати роль цієї процедури у забезпеченні пожежної та техногенної безпеки об'єктів, звернути увагу на законодавче та нормативно - правове забезпечення.

Також необхідно навести статистику аварій і надзвичайних ситуацій, які виникли на об'єктах, що розглядаються. Обов'язково врахувати статистику аварій, які виникли внаслідок ворожих обстрілів.

**Розділ 1.** У розділі 1 необхідно надати загальну характеристику об'єктів, що розглядаються, вказуючи їх кількість, наявність та кількість небезпечних речовин і матеріалів, технологічних процесів та апаратів, їх об'єми та умови експлуатації. Для визначення загальної маси небезпечних речовин необхідно

визначити їхню кількість у кожному апараті і трубопроводі з врахуванням робочої температури, тиску та фізико-хімічних властивостей речовин і матеріалів.

**Розділ 2.** Даний розділ роботи представляє повне та глибоке дослідження небезпеки об'єктів з метою визначення об'єктів підвищеної небезпеки. Розділ повинен бути виконаний з дотриманням вимог методики ідентифікації об'єктів підвищеної небезпеки, що регламентується Постановою Кабінету Міністрів України №1030 від 13.09.2022 р. «Деякі питання ідентифікації об'єктів підвищеної небезпеки».

Під час проведення ідентифікації для кожного об'єкта на першому етапі складається перелік небезпечних речовин за індивідуальними назвами, класами небезпечних речовин та категоріями небезпеки, наведеними відповідно в таблицях 1 і 2 додатка 1[11], що розміщені або можуть розміщатися у виробничих одиницях на об'єкті згідно з проектною та технічною документацією.

У разі коли небезпечні речовини мають властивості, що дають змогу віднести їх до кількох класів небезпечних речовин або категорій небезпеки, для цілей ідентифікації об'єктів підвищеної небезпеки застосовується найменша порогова маса небезпечних речовин.

Суміші відповідно до їх властивостей розглядаються так само, як чисті речовини.

**На другому етапі** складається перелік виробничих одиниць, які містять небезпечні речовини, визначені згідно з пунктом 5[11].

**На третьому етапі** визначається маса небезпечної речовини в кожній окремій виробничій одиниці та проводиться розрахунок загальної маси небезпечних речовин окремо для кожної індивідуальної назви небезпечної речовини, визначеної згідно з таблицею 1 додатка 1[11]. У разі відсутності назви наявної небезпечної речовини в зазначеній таблиці проводиться розрахунок загальної маси небезпечних речовин відповідного класу небезпечної речовини (категорії небезпеки), визначеного згідно з таблицею 2 додатка 1[11].

**Загальна маса небезпечної речовини береться:**

1) для сховищ (резервуарів) - сумарна маса небезпечної речовини, що може в них розміщатися за максимально допустимого завантаження відповідно до проектної або технічної документації, з урахуванням вимог нормативно-правових актів;

2) для технологічних установок - сумарна маса, що може розміщатися в апаратах і трубопроводах відповідно до проектної або технічної документації;

3) для обладнання колонного типу - сумарна маса небезпечної речовини за максимального рівня рідини на тарілках. Для апаратів, у яких застосовуються наповнювачі з пористим інертним середовищем, сумарна маса небезпечної речовини визначається з урахуванням максимального обсягу вільного простору;

4) для лінійної частини магістральних нафтопровідних, нафтопродуктопровідних та інших трубопровідних систем для транспортування рідких небезпечних речовин - сумарна маса небезпечної речовини, що міститься в лінійній частині трубопроводу між двома запірними пристроями, і

сумарна маса, що може виділитися протягом часу, установленого для виявлення витoku речовини та здійснення перекриття запірних пристроїв, згідно з проектною документацією, а для внутрішньо об'єктових трубопроводів - сумарна маса небезпечної речовини в усьому трубопроводі.

Для розрахунку сумарної маси нафти, нафтопродуктів та інших небезпечних речовин використовуються параметри проектного режиму експлуатації магістральних трубопроводів і технологічного обладнання та проектна ємність резервуарних парків;

5) для лінійної частини магістральних газопроводів - сумарна маса небезпечної речовини, що міститься в ділянці газопроводу між лінійною запірною арматурою, включаючи резервні нитки, технологічні перемички і відгалуження, та сумарна маса, що може виділитися протягом розрахункового часу, необхідного для виявлення витoku речовини та здійснення ручного перекриття лінійної запірної арматури згідно з технологічним регламентом та проектною документацією.

Сумарна маса газу визначається з урахуванням проектних значень робочого тиску газу на ділянках магістральних газопроводів та в технологічному обладнанні;

6) для систем постачання природного газу до населених пунктів та адміністративних районів - сумарна маса природного газу, що міститься в системі за умови дотримання проектного значення тиску, яка встановлюється шляхом визначення суми:

маси газу, що міститься в газопроводах високого тиску I і II категорії всіх діаметрів, з урахуванням маси газу, що може виділитися із системи протягом розрахункового часу, необхідного для локалізації аварії;

маси газу, що міститься в газопроводах середнього тиску всіх діаметрів, ураховуючи масу газу, що може виділитися із системи протягом розрахункового часу, необхідного для локалізації аварії.

Розрахунковий час виявлення витoku речовини та перекривання трубопроводів визначається в кожному конкретному випадку, виходячи з реальної обстановки, і повинен бути мінімальним з урахуванням паспортних даних на запірні пристрої, характеру технологічного процесу та виду розрахункової аварії.

Під час проведення розрахунків маса газу, що міститься у дворових вводах, не враховується;

7) для міжцехових, внутрішньоцехових, внутрішньоскладських трубопроводів - сумарна маса небезпечної речовини в усьому трубопроводі;

8) для операцій зливу-наливу - додатково враховується сумарна маса небезпечної речовини в залізничних або автомобільних цистернах, у вантажних танках суден під час проведення технологічних операцій. Для проведення таких розрахунків використовуються значення проектної ємності та проектної кількості цистерн або танків, які можуть установлюватися на естакаді або причалі одночасно.

9. У разі коли на об'єкті загальна маса небезпечних речовин, визначена відповідно до пунктів 7 і 8 [11], дорівнює або перевищує порогову масу небезпечної речовини за індивідуальною назвою чи відповідним класом

небезпечної речовини (категорією небезпеки), **такий об'єкт належить до об'єкта підвищеної небезпеки відповідного класу.**

10. У разі коли на об'єкті відсутні певні небезпечні речовини із загальною масою, що перевищує або дорівнює відповідній пороговій масі, з метою вирішення питання про віднесення об'єкта до об'єкта підвищеної небезпеки необхідно застосовувати такі формули:

1) об'єкт є об'єктом підвищеної небезпеки 1 класу, якщо сума:

$$\sum_{i=1}^n \frac{q_i}{Q_{1i}} \geq 1$$

де  $q_i$  - маса окремої небезпечної речовини за індивідуальною назвою або класом небезпечної речовини (категорією небезпеки) відповідно до таблиці 1 або 2 додатка 1 [11];

$Q_{1i}$  - порогова маса окремої небезпечної речовини за індивідуальною назвою або класом небезпечної речовини (категорією небезпеки) для об'єкта підвищеної небезпеки 1 класу, визначена в таблиці 1 або 2 додатка 1 [11];

2) об'єкт є об'єктом підвищеної небезпеки 2 класу, якщо сума:

$$\sum_{i=1}^n \frac{q_i}{Q_{2i}} \geq 1$$

де  $q_i$  - маса окремої небезпечної речовини за індивідуальною назвою або класом небезпечної речовини (категорією небезпеки) відповідно до таблиці 1 або 2 додатка 1 [11];

$Q_{2i}$  - порогова маса окремої небезпечної речовини за індивідуальною назвою або класом небезпечної речовини (категорією небезпеки) для об'єкта підвищеної небезпеки 2 класу, визначена в таблиці 1 або 2 додатка 1 [11];

3) об'єкт є об'єктом підвищеної небезпеки 3 класу, якщо сума:

$$\sum_{i=1}^n \frac{q_i}{Q_{3i}} \geq 1$$

де  $q_i$  - маса окремої небезпечної речовини за індивідуальною назвою або класом небезпечної речовини (категорією небезпеки) відповідно до таблиці 1 або 2 додатка 1 [11];

$Q_{3i}$  - порогова маса окремої небезпечної речовини за індивідуальною назвою або класом небезпечної речовини (категорією небезпеки) для об'єкта підвищеної небезпеки 3 класу визначена в таблиці 1 або 2 додатка 1 [11].

Визначена за наведеними формулами розрахункова сума всіх небезпечних речовин, що розміщені на об'єкті, зазначається з точністю до

другого знака після коми.

11. Наведені у пункті 10 [11] формули з метою оцінювання впливу небезпеки від небезпечних речовин на здоров'я людини, об'єкти інфраструктури (фізична небезпека) та навколишнє природне середовище застосовуються окремо для кожного виду загроз, а саме:

1) для впливу на організм і здоров'я людини розраховується загальна маса небезпечних речовин, наведених у секції “Н” (“Загроза для здоров'я людини”) таблиці 2 додатка 1 [11];

2) для впливу на об'єкти інфраструктури розраховується загальна маса небезпечних речовин, наведених у секції “Р” (“Фізичні загрози для об'єктів інфраструктури”) таблиці 2 додатка 1 [11];

3) для впливу на навколишнє природне середовище розраховується загальна маса небезпечних речовин, наведених у секції “Е” (“Загрози для навколишнього природного середовища”) таблиці 2 додатка 1 [11].

При цьому використовується найменша порогова маса.

У разі коли небезпечна речовина зазначена в таблицях 1 і 2 додатка 1 [11], у розрахунках відповідно використовуються порогові маси небезпечних речовин за індивідуальними назвами, зазначені у таблиці 1 додатка 1 [11].

Заключним етапом виконання 2 розділу КР є складання відповідного документу за результатами ідентифікації - повідомлення за формою ОПН-1 згідно з додатком 2 [11].

### **Розділ 3. Оцінка наслідків техногенних аварій на об'єкті.**

У даному розділі курсової роботи необхідно оцінити рівень небезпеки виникнення аварій на найбільш небезпечному апараті об'єкта, враховуючи небезпечні властивості речовин, їх кількість та найбільш ймовірні причини аварії.

Аналіз рівня небезпеки виникнення аварії полягає в послідовному дослідженні наступних питань:

**- аналіз основних причин та факторів виникнення аварій на даному об'єкті.**

До основних причин порушення цілісності технологічної системи (виникненню аварійних ситуацій) можна віднести:

- втрата міцності апаратів та трубопроводів внаслідок механічного зносу або корозії;
- підвищення тиску газів і парів рідини вище розрахункових параметрів апаратів;
- підвищення гідравлічного тиску самої рідини вище розрахункових параметрів апаратів (у результаті переповнення);
- підвищення температури стінок апаратів вище розрахункових параметрів;
- вибухи усередині обладнання.

**- визначення типових сценаріїв можливих аварій.**

Виникнення та розвиток аварії на виробництві можна розділити на три стадії:

*Стадія А* - період виникнення аварійної ситуації. На цій стадії можуть спостерігатися небезпечні відхилення параметрів процесу від регламентованих значень, невеликі локальні механічні порушення герметичності технологічної ділянки тощо.

*Стадія Б* - загроза ланцюгового розвитку аварій з виходом за межі локальної ділянки. Ця стадія характеризується викидом з обладнання великої кількості небезпечних речовин у результаті значної розгерметизації технологічної системи, що створює загрозу залучення до аварійного процесу всього технологічного об'єкта.

*Стадія В* - ланцюговий розвиток аварій на рівні технологічних об'єктів з можливою руйнацією будівель, споруд на території підприємства. Істотні масштаби ураження можливі не тільки на території підприємства, але і за його межами. Сценарій виникнення і розвитку аварій на об'єкті, що аналізується в курсовій роботі, необхідно графічно представити на окремому аркуші. Приклад типового сценарію виникнення і розвитку аварії на промисловому об'єкті представлений у Додатку 3.

- **кількісна оцінка розмірів можливих зон дії вражаючих факторів аварії** (приклади розрахунків щодо кількісної оцінки рівня небезпеки виникнення аварій на об'єкті представлені в Додатку 2);

- **результати оцінки небезпеки і можливих наслідків аварії на об'єкті.** Отримані результати оцінки техногенної небезпеки об'єктів можна занести до відповідних таблиць, приклади яких наведено нижче (табл. 1 та 2).

**Розділ 4.** Розробка рекомендацій щодо попередження виникнення аварій на об'єкті здійснюється, виходячи з попереднього аналізу небезпеки та з дотриманням вимог відповідних нормативних документів. Це можуть бути заходи як організаційного характеру, так і інженерно-технічного. Наприклад, для своєчасної локалізації та ліквідації аварії з викидом хлору на об'єктах повинні влаштовуватися стаціонарні системи локалізації «хлорної хмари» з використанням водяної завіси за допомогою стаціонарних розпорошувачів, включення якої повинно бути автоматичним за сигналом газоаналізаторів.

Також запропонувати заходи захисту об'єкту від ворожих обстрілів. Описати, що саме доцільно застосувати для захисту об'єкту, яким чином здійснити даний захист. Наприклад застосування габіонів та біг-бегів.

**Табл.1. Результати оцінки наслідків аварії у водневій компресорній**

| Аварійна ситуація | Речовина | Маса викиду | Надлишковий тиск вибуху, кПа | Тротиловий еквівалент вибуху, кг | Зона ураження та повних руйнувань, м                                                      |
|-------------------|----------|-------------|------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| Вибух             | водень   | 176 кг      | 48,5                         | 22,28                            | Смертельні травми та повне руйнування конструкцій на відстані 18,58 від епіцентру вибуху. |

**Табл. 2. Результати оцінки наслідків аварії автоцистерни з аміаком**

| Аварійна ситуація | Речовина     | Маса викиду, т | Площа розливу, м <sup>2</sup> | Глибина поширення хмари, м | Площа зони можливого хімічного ураження, м <sup>2</sup> | Кількість населення, що може потрапити в зону ураження, осіб |
|-------------------|--------------|----------------|-------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Руйнування АЦ     | Рідкий аміак | 6              | 180                           | 431                        | 583290                                                  | 3000                                                         |

**Висновок.** Обов'язковими до пояснювальної записки КР є висновок за результатами виконаних досліджень та список використаної законодавчо - нормативної, наукової, навчально-методичної і довідкової літератури.

### 3. ЗАВДАННЯ ДЛЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ

Кожний здобувач вищої освіти виконує курсову роботу за своїм варіантом, номер якого визначається за порядковим номером у списку прізвищ навчальної групи. У таблицях до завдання Додатку 1 по горизонталі визначається номер, який співпадає з порядковим номером за списком навчальної групи. Даний номер і є варіантом до завдання курсової роботи.

Нижче представлені завдання до виконання курсової роботи

#### **Завдання №1.**

До складу товарно-сировинного майданчика нафтопереробного підприємства входять два резервуарних парки з нафтопродуктами. Основними технологічними установками даних об'єктів є резервуари типу РВС. Умови зберігання нафтопродуктів: робочий тиск - атмосферний, температура навколишнього середовища - 20<sup>0</sup>С, коефіцієнт заповнення резервуарів - 0,9.

Визначити чи є даний склад нафтопродуктів об'єктом підвищеної небезпеки. За результатами ідентифікації розробити відповідні документи.

Виконати оцінку небезпеки виникнення і розвитку пожежі в резервуарі з нафтопродуктом. За результатами аналізу побудувати сценарій виникнення і розвитку аварійної ситуації (додаток 3) та розробити і запропонувати профілактичні заходи.

Вихідні дані, що необхідні для виконання ідентифікації та інших досліджень, наведені в табл.1 Додатку 1.

#### **Завдання №2.**

Визначити чи є жировий комбінат об'єктом підвищеної небезпеки та виконати оцінку небезпеки виникнення і розвитку аварії в аміачно-компресорному цеху жирового комбінату, яка сталася внаслідок розгерметизації ресивера з рідким аміаком. Робочий тиск в ресиверах становить 1,2 кПа, температура 40<sup>0</sup>С. Умови аварії: розлив «вільно» з товщиною 0,05 м.

Метеорологічні дані: швидкість вітру - 1 м/сек, температура повітря -

20°C, ступінь вертикальної стійкості повітря - інверсія; напрямок вітру - не враховується.

Основними виробничими спорудами даного підприємства є аміачно-компресорний цех та склад паливних матеріалів. Умови зберігання паливних матеріалів: робочий тиск – атмосферний, температура навколишнього середовища - 20°C, коефіцієнт заповнення резервуарів - 0,9.

За результатами аналізу небезпеки побудувати сценарій виникнення і розвитку аварійної ситуації (додаток 3) та розробити і запропонувати профілактичні заходи.

За результатами ідентифікації розробити відповідні документи

Вихідні дані, що необхідні для виконання ідентифікації та інших досліджень, наведені в табл.2 Додатку 1.

### **Завдання №3.**

До найбільш небезпечних структурних підрозділів ТЕЦ відносяться машзала з водневою системою охолодження генераторів та склад нафтового масла типу ТП-22. Визначити, чи є ТЕЦ об'єктом підвищеної небезпеки, якщо загальна кількість водню, що зберігається в ресиверах станції, відповідає кількості, що наведена в табл.3 Додатку 1. Масло зберігається в резервуарі в кількості 50 тонн. За результатами ідентифікації розробити відповідні документи.

Виконати оцінку небезпеки виникнення і розвитку вибуху воднево-повітряної суміші, який стався під час розгерметизації водневого ресивера. Розрахункова температура 20°C.

За результатами аналізу побудувати сценарій виникнення і розвитку аварійної ситуації (додаток 3) та розробити і запропонувати профілактичні заходи.

Вихідні дані, що необхідні для виконання ідентифікації та інших досліджень, наведені в табл.3 Додатку 1.

### **Завдання №4.**

Спиртосховище лікero-горітьчаного виробництва вміщує вертикальні резервуари діаметром 9 м та висотою 8 м., в яких зберігається етиловий спирт. Умови зберігання етилового спирту - атмосферний тиск, максимальна температура - 25°C. Поряд з будівлею спиртосховища розташований резервуарний парк з мазутом (резервуари об'ємом 1500 м<sup>3</sup> кожний). Коефіцієнт заповнення резервуарів - 0,9.

Визначити, чи є лікero-горітьчане виробництво об'єктом підвищеної небезпеки. За результатами ідентифікації розробити відповідні документи.

Виконати оцінку небезпеки виникнення і розвитку пожежі в спиртосховищі. За результатами аналізу побудувати сценарій виникнення і розвитку аварійної ситуації (додаток 3) та розробити і запропонувати профілактичні заходи.

Вихідні дані, що необхідні для виконання ідентифікації та інших досліджень, наведені в табл.4 Додатку 1.

### **Завдання №5.**

Визначити чи є водопровідна насосна станція (ВНС) об'єктом підвищеної небезпеки та виконати оцінку небезпеки виникнення і розвитку аварії на ВНС, до складу якої входять основні структурні підрозділи: склад хлору; хлораторна. Аварія сталася внаслідок розгерметизації контейнера з хлором. Умови аварії: розлив «вільно» з товщиною 0,05 м.

Кліматичні умови території, на якій розташований об'єкт: вітер східний, швидкість 5-10 м/с. Середня температура - 20 °С. Робочий тиск - атмосферний. Стан атмосфери - ізотермія.

За результатами аналізу небезпеки побудувати сценарій виникнення і розвитку аварійної ситуації (додаток 3) та розробити і запропонувати профілактичні заходи.

За результатами ідентифікації розробити відповідні документи

Вихідні дані, що необхідні для виконання ідентифікації та інших досліджень, наведені в табл. 5 Додатку 1.

### **Завдання №6.**

До основних виробничих підрозділів газонаповнюючої станції відносяться газокompресорний цех та склад скраплених газів. На складі газів зберігаються в резервуарах: метан в резервуарі об'ємом 50 м<sup>3</sup>; пропан - об'ємом 25 м<sup>3</sup>, бутан - об'ємом 25 м<sup>3</sup>. Максимальна кількість газів, що обертаються в газокompресорному цеху, представлена в табл.6 Додатку 1.

Визначити, чи є газонаповнююча станція об'єктом підвищеної небезпеки. За результатами ідентифікації розробити відповідні документи.

Виконати оцінку небезпеки виникнення і розвитку пожежі, що виникла в найбільш небезпечному резервуарі складу газонаповнюючої станції. За результатами аналізу побудувати сценарій виникнення і розвитку аварійної ситуації (додаток 3) та розробити і запропонувати профілактичні заходи.

Вихідні дані, що необхідні для виконання ідентифікації та інших досліджень, наведені в табл.6 Додатку 1.

## **4. ЗАХИСТ КУРСОВОЇ РОБОТИ**

До захисту курсової роботи допускаються здобувачі вищої освіти, що успішно виконали в термін всі розділи індивідуального завдання і належним чином оформили всі результати, що були отримані під час виконання курсової роботи.

У разі не виконання вимог Кодексу академічної доброчесності Національного університету цивільного захисту України та виявлення порушень академічної доброчесності у курсовій роботі, здобувач до захисту цієї роботи не допускається.

Захист курсової роботи здійснюється на відкритому засіданні комісії за участю не менше трьох осіб.

Результати та якість захисту курсової роботи здійснюється за 100-бальною шкалою оцінювання.

Якість відповідей здобувача на запитання членів екзаменаційної комісії враховується при оцінюванні захисту здобувача.

Розподіл балів зазначений в (табл. 4.1.)

**Табл. 4.1. Таблиця розподілу балів при виконанні та захисті КР**

| Пояснювальна записка | Ілюстративна частина | Захист курсової роботи | Сума |
|----------------------|----------------------|------------------------|------|
| до 50                | до 30                | до 20                  | 100  |

**Критерії оцінювання знань здобувачів під час виконання та захисту курсової роботи:**

Загальний бал за виконання та захист курсової роботи складає 100 балів:

100-90 балів - курсова робота виконана самостійно та вірно у повному обсязі з дотриманням всіх вимог згідно методичних рекомендацій. Робота містить чітко поставлене завдання, відповідає варіанту, пояснювальна записка та ілюстративна частина роботи (схеми, таблиці, додатки) виконані вірно. Наявні пояснення до формул, вказані одиниці вимірювання, посилання на літературні джерела, формули, таблиці, рисунки мають нумерацію згідно вимог, наведено список використаних літературних джерел. Робота має висновки. Відслідковується вміння застосовувати теоретичні положення під час виконання курсової роботи. При захисті роботи отримані повні та вірні відповіді.

89-75 балів - курсова робота виконана за варіантом самостійно та вірно у повному обсязі з дотриманням всіх вимог згідно методичних рекомендацій. Робота містить чітко поставлене завдання, відповідає варіанту, пояснювальна записка та ілюстративна частина роботи (схеми, таблиці, додатки) виконані вірно. Наявні пояснення до формул, вказані одиниці вимірювання, посилання на літературні джерела, формули, таблиці, рисунки мають нумерацію згідно вимог, наведено список використаних літературних джерел. Робота має висновки. При захисті роботи отримані не досить повні та вірні відповіді, допущені помилки.

76-55 балів - курсова робота виконана за варіантом самостійно та вірно у повному обсязі з дотриманням всіх вимог згідно методичних рекомендацій. Робота містить чітко поставлене завдання. Пояснювальна записка містить несуттєві помилки, допускаються помилки в одиницях вимірювання, посиланнях на літературні джерела, в нумерації формул, таблиць, рисунків. Відсутні висновки в роботі. Здобувач частково застосовує теоретичні положення в ілюстративній частині роботи. При захисті роботи отримані не досить повні та вірні відповіді, допущені помилки.

56-45 балів - курсова робота виконана за варіантом самостійно у повному обсязі. У роботі відсутні вихідні дані. У пояснювальній записці та ілюстративній частині роботи допущені суттєві помилки та неточності в розрахунках, допускаються помилки в одиницях вимірювання, посиланнях на літературні джерела, в нумерації формул, таблиць, рисунків. Відсутні висновки роботи. При захисті роботи допускаються не повні та вірні відповіді.

44-35 балів - курсова робота виконана за варіантом самостійно не в повному обсязі. У пояснювальній записці та ілюстративній частині роботи допущені суттєві помилки та неточності в розрахунках, допускаються помилки

в одиницях вимірювання, посиланнях на літературні джерела, в нумерації формул, таблиць, рисунків. Допущені суттєві помилки в розрахунках. Відсутні вихідні дані та висновки роботи. При захисті роботи отримані не повні відповіді.

34-25 бали - курсова робота виконана за варіантом не в повному обсязі. У пояснювальній записці та ілюстративній частині роботи допущені суттєві помилки та неточності в розрахунках. Відсутні вихідні дані та висновки роботи, а також обов'язкові додатки до роботи. При захисті роботи допущені суттєві помилки.

24-15- балів - курсова робота виконана за варіантом не в повному обсязі. У пояснювальній записці допущені суттєві помилки та неточності в розрахунках. Відсутні вихідні дані та висновки роботи, а також обов'язкові додатки до роботи. Відсутні ілюстративні матеріали. При захисті роботи отримані не вірні відповіді.

14-0 балів (незадовільна кількість балів) - курсова робота виконана не за варіантом. У роботі відсутні вихідні дані, висновки, повністю не дотримані вимоги до виконання роботи згідно методичних рекомендацій, робота виконана не в повному обсязі, робота має велику кількість істотних помилок. Ілюстративний матеріал відсутній. З роботи видно не розуміння сутності поставлених завдань. При захисті роботи не отримані відповіді.

## **5. Політика доброчесності**

1. Здобувач вищої освіти при виконанні курсової роботи повинен дотримуватись політики доброчесності. У разі наявності плагіату в роботі здобувача вищої освіти він отримує незадовільну оцінку і має право на повторне виконання завдання, що передбачене силабусом, з дотриманням політики доброчесності.

2. При виконанні курсової роботи до захисту допускаються роботи, які містять не менше 60 % оригінального тексту при перевірці на плагіат.

## **Література**

1. Освітньо-професійна програма «Пожежна безпека» спеціальністю 261 «Пожежна безпека» підготовки за другим (магістерським) рівнем вищої освіти в галузі знань 26 «Цивільна безпека». URL: [https://nuczu.edu.ua/images/topmenu/osvitnya\\_diyalnosti/osvitni\\_programi/2024/261\\_PB\\_mag\\_2024.pdf](https://nuczu.edu.ua/images/topmenu/osvitnya_diyalnosti/osvitni_programi/2024/261_PB_mag_2024.pdf)

2. Освітньо-професійна програма «Пожежогасіння та аварійно-рятувальні роботи» спеціальністю 261 «Пожежна безпека» підготовки за другим (магістерським) рівнем вищої освіти в галузі знань 26 "Цивільна безпека". URL: [https://nuczu.edu.ua/images/topmenu/osvitnya\\_diyalnosti/osvitni\\_programi/2024/261\\_PGARR\\_mag\\_2024.pdf](https://nuczu.edu.ua/images/topmenu/osvitnya_diyalnosti/osvitni_programi/2024/261_PGARR_mag_2024.pdf)

3. Освітньо-професійна програма «Управління пожежною безпекою» спеціальністю 261 «Пожежна безпека» підготовки за другим (магістерським) рівнем вищої освіти в галузі знань 26 "Цивільна безпека". URL: [https://nuczu.edu.ua/images/topmenu/osvitnya\\_diyalnosti/osvitni\\_programi/2024/261](https://nuczu.edu.ua/images/topmenu/osvitnya_diyalnosti/osvitni_programi/2024/261)

4. Михайлюк О.П. Промислова безпека: курс лекцій. - Х.: НУЦЗУ, 2018. 154 с.
5. Михайлюк О.П., Олійник В.В., Кріса І.Я., Білим П.А., Тесленко О.О. Пожежна безпека об'єктів підвищеної небезпеки: Навчальний посібник. - Х.: НУЦЗУ МНС України, 2010. 249 с. URL: [http://repositsc.nuczu.edu.ua/bitstream/123456789/4649/1/%d0%9c%d0%b8%d1%85%d0%b0%d0%b9%d0%bb%d1%8e%d0%ba\\_%d0%9f%d0%91%d0%9e%d0%9f%d0%9d.pdf](http://repositsc.nuczu.edu.ua/bitstream/123456789/4649/1/%d0%9c%d0%b8%d1%85%d0%b0%d0%b9%d0%bb%d1%8e%d0%ba_%d0%9f%d0%91%d0%9e%d0%9f%d0%9d.pdf)
6. Михайлюк О.П., Олійник В.В., Мозговий Г.О. Теоретичні основи пожежної профілактики технологічних процесів та апаратів: підручник .- Харків: ХНАДУ. 2014. 380 с. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/bitstream/123456789/4655/1/%d0%9f%d1%96%d0%b4%d1%80%d1%83%d1%87%d0%bd%d0%b8%d0%ba%20%d0%a2%d0%9e%d0%9f%d0%9f%d0%a2%d0%9f%202014.pdf>
7. Михайлюк О.П., Олійник В.В., Сирих В.М. Теоретичні основи пожежної профілактики технологічних процесів та апаратів: практикум. – Харків: НУЦЗУ, 2016. 198 с. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/bitstream/123456789/4659/1/%d0%9f%d1%80%d0%b0%d0%ba%d1%82%d0%b8%d0%ba%d1%83%d0%bc%20%d0%a2%d0%9e%d0%9f%d0%9f%d0%a2%d0%9f%202016.pdf>
8. Михайлюк О.П., Олійник В.В., Михайлюк А.О. Ідентифікація об'єктів підвищеної небезпеки: навчально-методичний посібник. – Харків: УЦЗУ, 2007. 190 с. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/bitstream/123456789/4651/1/A9RE301.pdf>
9. Кодекс цивільного захисту України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17#Text>
10. Про об'єкти підвищеної небезпеки: Закон України (2245-14) від 18.01.2001 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2245-14#Text>
11. Деякі питання ідентифікації об'єктів підвищеної небезпеки: Постанова Кабінету Міністрів України від 13.09.2022 р. № 1030. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1030-2022-%D0%BF#Text>
12. ДСТУ Б.В.1.1-36:2016. Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпечністю. Наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва, житлово-комунального господарства України від 15.06.2016 р. №158. URL: [https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu\\_b\\_v\\_1\\_1\\_36/5-1-0-1759](https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu_b_v_1_1_36/5-1-0-1759)
13. Загальні правила вибухобезпеки для вибухопожежних хімічних, нафтохімічних і нафтопереробних виробництв: НПАОП 0.00-1.41-88.
14. Методика прогнозування наслідків виливу (викиду) небезпечних хімічних речовин під час аварій на хімічно небезпечних об'єктах і транспорті: Наказ МВС України, від 29.11.2019 № 1000.
15. ДСТУ 8828-:2019. Пожежна безпека. Загальні положення.
16. НПАОП 0.00-1.41-88. Загальні правила вибухобезпеки для вибухопожежонебезпечних хімічних, нафтохімічних і нафтопереробних виробництв.

17. ДСТУ Б.В.1.1-36:2016. Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою. Наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва, житлово-комунального господарства України від 15.06.2016 р. №158.

18. О.П. Михайлюк, В.В. Олійник, І.Я. Кріса, П.А. Білим, О.О.Тесленко. Навчальний посібник «Пожежна безпека об'єктів підвищеної небезпеки». – Х.: УЦЗУ, 2010 - 343 с.

19. Михайлюк О.П., Олійник В.В., Сирих В.М. Теоретичні основи пожежної профілактики технологічних процесів та апаратів: практикум. – Х.: НУЦЗУ, 2016.- 198 с.

20. Техногенна безпека об'єктів: методичні вказівки до виконання контрольної роботи. Для підготовки здобувачів вищої освіти за освітньо-професійними програмами: «Пожежна безпека», «Пожежогашіння та аварійно-рятувальні роботи», «Управління пожежною безпекою» другого (магістерського) рівня підготовки за спеціальністю 261 «Пожежна безпека» у галузі знань 26 «Цивільна безпека» / Укладачі: С. А. Вавренюк., В. В. Олійник. – Ч.: НУЦЗУ, 2024. – 26 с.

21. Техногенна безпека об'єктів: методичні вказівки до виконання курсової роботи. Для підготовки здобувачів вищої освіти за освітньо-професійними програмами: «Пожежна безпека», «Пожежогашіння та аварійно-рятувальні роботи», «Управління пожежною безпекою» другого (магістерського) рівня підготовки за спеціальністю 261 «Пожежна безпека» у галузі знань 26 «Цивільна безпека»/ укладачі: Вавренюк С.А., Олійник В.В. – Ч.: НУЦЗ України, 2024. – 45 с.

## **Електронні ресурси університету**

1. Електронна бібліотека університету <http://library.nuczu.edu.ua/>
2. Електронний репозитарій наукових праць університету:  
<http://repositsc.nuczu.edu.ua/>
3. Електронний каталог університету: <http://books.nuczu.edu.ua/load.php>
4. Періодичні наукові видання університету:  
<https://nuczu.edu.ua/ukr/bibliotechni-resursy/periodychni-naukovi-vydannia-universytetu>  
<https://nuczu.edu.ua/ukr/nauka/zbirky-naukovykh-prats>
5. Сайт випускової кафедри:  
<https://fubn.nuczu.edu.ua/uk/sklad-kafedri-pmtatzns>
6. Сайт навчально-наукового інституту пожежної безпеки:  
<https://pb.nuczu.edu.ua/uk/>
7. Сайт університету:  
<https://nuczu.edu.ua/ukr/>
8. Репозитарій кваліфікаційних робіт здобувачів:  
<http://rkr.nuczu.edu.ua/uk/>
9. Система забезпечення якості освітнього процесу університету:  
<https://nuczu.edu.ua/ukr/osvita/systema-zabezpechennia-iakosti-osvity>

## **Ресурси для перевірки унікальності текстів рукописів публікацій та кваліфікаційних робіт**

1. <https://www.plag.com.ua/>
2. <https://skandy.co/ua>
3. <https://edubirdie.com/perevirka-na-plagiat>
4. <https://www.plagium.com/>
5. <https://www.duplichecker.com/>
6. <https://plagiarismdetector.net/>
7. <http://plagiarisma.net/>
8. <https://plagiarismcheck.org/>
9. <https://www.plagtracker.com/>
10. <https://www.plagscan.com/>

22.

**Приклади деяких розрахунків  
під час кількісної оцінки розмірів можливих зон дії вражаючих  
факторів аварії на промисловому об'єкті**

**1. Вражаючий фактор – токсичний вплив хімічно-небезпечної речовини.**

Методика прогнозування наслідків виливу (викиду) небезпечних хімічних речовин під час аварій на хімічно небезпечних об'єктах і транспорті (Наказ МВС України від 29.11.2019 № 1000).

Здійснити довгострокову (оперативну) оцінку обстановки в разі виникнення аварії з виливом (викидом) небезпечних хімічних речовин (НХР) із технологічних ємностей на хімічно небезпечних об'єктах (ХНО).

Вихідні дані:

- речовина – аміак;
- маса НХР – 1 т;
- температура – 0 °С;
- стійкість атмосфери – інверсія;
- швидкість вітру – 1 м/с;
- середня щільність розміщення виробничого персоналу – 12 осіб/км<sup>2</sup>;
- відстань до об'єкту – 1 км.

Розрахунок

1. Оцінка хімічної обстановки передбачає визначення:

- масштабів хімічного забруднення;
- ступеня небезпеки хімічного забруднення;
- тривалості хімічного забруднення.

2. Основними показниками, що визначають масштаб хімічного забруднення, є:

- радіус  $R_A$  (км) та площа  $S_A$  (км<sup>2</sup>) району аварії;
- глибина  $\Gamma_1$  (км) та площа  $S_1$  (км<sup>2</sup>) поширення первинної хмари НХР;
- глибина  $\Gamma_2$  (км) та площа  $S_2$  (км<sup>2</sup>) поширення вторинної хмари НХР.

3. Радіус району аварії  $R_A$  (радіус кола, що визначає зовнішні кордони району аварії) залежить від виду НХР й умов її зберігання (використання). Під час проведення розрахунків значення  $R_A$  приймається:

– для зріджених газів та рідких НХР з низькою температурою кипіння, що зберігаються в технологічних ємностях об'ємом до 100 т, - 0,5 км, в інших випадках - 1 км;

– для рідких НХР з високою температурою кипіння в разі руйнування технологічних ємностей об'ємом до 100 т - 0,2-0,3 км, в інших випадках - 0,5 км.

У разі виникнення пожежі радіус району аварії необхідно збільшувати в 1,5-2 рази, що обумовлено можливістю викиду більшої кількості НХР, а також розкидання НХР внаслідок вибуху.

4. Значення глибини поширення первинної хмари для деяких НХР  $\Gamma_{T1}$  (км) (значення не охоплюють радіус району аварії  $R_A$ ), зазначено для типових ємностей у яких зберігається НХР, за умови їх повної розгерметизації, значення порогової токсодози  $PC_{t50}$  та розповсюдження хмари на відкритій рівнинній місцевості.

Загалом глибина поширення первинної хмари НХР  $\Gamma_1$  з урахуванням метеорологічних та топографічних умов, впливу температури повітря на кількість НХР, що переходить у первинну хмару, визначається за формулою:

$$\Gamma_1 = \Gamma_{T1} \cdot K_{t1} \cdot K_K \cdot K_M = 0,32 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 0,5 = 0,128 \text{ км}, \quad (1.1)$$

де  $\Gamma_{T1}$  – табличне значення глибини поширення первинної хмари (км);

$K_{t1}$  – поправний коефіцієнт, що враховує вплив температури повітря на глибину поширення первинної хмари НХР. Значення поправного коефіцієнта  $K$ , що враховує вплив температури повітря на глибину поширення первинної хмари НХР, наведені в додатку 2 Методики;

$K_K$  – коефіцієнт пропорційності, що враховує розбіжності заданої маси НХР з типовими масами НХР, наведені в додатку 1 Методики. Для його визначення розраховується співвідношення заданої маси НХР  $Q_3$  (т) до найближчого значення типової маси НХР  $Q_T(t)$ . Значення коефіцієнта пропорційності  $K_K$  залежить від величини співвідношення  $Q_3 / Q_T$  та ступеня вертикальної стійкості повітря в приземному шарі. Ступені вертикальної стійкості повітря в приземному шарі наведено в додатку 3 Методики. Значення коефіцієнта пропорційності  $K_K$  залежно від ступеня вертикальної стійкості повітря в приземному шарі наведені в додатку 4 Методики;

$K_M$  – коефіцієнт впливу місцевості. Значення коефіцієнта  $K_M$  визначається із урахуванням комплексного показника  $K_p$ . Значення коефіцієнта впливу місцевості  $K_M$  наведені в додатку 5 Методики. Значення комплексного показника  $K_p$  наведені в додатку 6 Методики.

Для НХР, дані про які відсутні в додатку 1 до цієї Методики, глибина поширення первинної хмари НХР на рівнинній місцевості  $\Gamma_{1p}$  (км) визначається за формулою:

$$\Gamma_{1p} = b_1 \cdot \left( \frac{Q_1}{u_1 \cdot PC_{t50}} \right)^a, \quad (1.2)$$

де  $Q_1$  – кількість НХР, що переходить у первинну хмару (т);

$u_1$  – швидкість вітру на висоті 1-10 м (м/с);

$PC_{t50}$  – значення порогової токсодози ( $г \cdot с / м^2$ ). Фізико-хімічні властивості деяких НХР зазначені в додатку 7 Методики або визначаються за формулою (5);

$a$  та  $b_1$  – коефіцієнти, що залежать від вертикальної стійкості повітря в приземному шарі:

$$a = 0,57 \cdot \exp(0,86 \cdot \epsilon) = 0,57 \cdot \exp(0,86 \cdot 0,1) = 0,62, \quad (1.3)$$

$$b_1 = 15,4 \cdot \exp(6,96 \cdot \epsilon) = 15,4 \cdot \exp(6,96 \cdot 0,1) = 30,9, \quad (1.4)$$

де  $\epsilon$  – параметр вертикальної стійкості повітря в приземному шарі, що дорівнює: для ізомермії - 0; для конвекції - мінус 0,1 - мінус 0,2; для інверсії - 0,1 - 0,2.

Чисельні значення порогової токсодози  $PC_{t50}$  визначаються за формулою:

$$PC_{t50} = 14,4 \cdot ГДК \cdot K = 14,4 \cdot 20 \cdot 9 = 2592 \text{ мг} \cdot с / м^3, \quad (1.5)$$

де  $ГДК$  – гранично допустима концентрація речовини в повітрі ( $мг / м^3$ ). Довідкова інформація про деякі НХР наведена в додатку 8 Методики, за потреби для визначення ГДК окремих НХР можна використовувати науково-технічну та довідкову літературу, відповідні національні та міжнародні стандарти тощо;

$K$  – поправний коефіцієнт: для НХР дратівливої дії дорівнює 5, для НХР отруйної дії - 9.

Розрахунок за формулою (2) проводиться для оцінки глибини поширення первинної хмари НХР у приземному шарі атмосфери на відстані до 15-20 км у разі аварійних викидів від однієї ємності або групи ємностей, близько розташованих одна від одної.

$$\Gamma_{1_p} = b_1 \cdot \left( \frac{Q_1}{u_1 \cdot PC_{t50}} \right)^a = 30,9 \cdot \left( \frac{1}{1 \cdot 259,2} \right)^{0,62} = 0,98 \text{ км}$$

Залежно від агрегатного стану НХР визначається можливість утворення первинної/вторинної хмари.

У разі утворення лише первинної хмари кількість НХР, що перейшла в первинну хмару  $Q_1$  (кг), дорівнює загальній кількості НХР  $Q$  (кг).

Якщо можливе утворення вторинної хмари, кількість НХР, що перейшла в первинну хмару  $Q_1$  (кг), визначається за формулою:

$$Q_1 = \frac{Q \cdot C_v \cdot (t_a - t_k)}{\lambda} = \frac{1000 \cdot 4,78 \cdot (0 - (-33,4))}{1190,7} = 134 \text{ кг}, \quad (1.6)$$

де  $Q$  – загальна кількість НХР у ємності (кг);  
 $C_u$  – питома теплоємність рідини (кДж/кг·°C);  
 $t_a$  – температура НХР у рідкому стані до руйнування ємності (°C);  
 $t_k$  – температура кипіння НХР (°C);  
 $\lambda$  – питома теплота випаровування (кДж/кг).

Вплив типу місцевості на значення глибини поширення первинної хмари НХР вираховується шляхом множення величини  $\Gamma_{1p}$  на коефіцієнт впливу місцевості  $K_m$ .

Тоді глибина поширення первинної хмари НХР  $\Gamma_1$  (км) з урахуванням типу місцевості визначається за формулою:

$$\Gamma_1 = \Gamma_{1p} \cdot K_m = 0,98 \cdot 0,5 = 0,49 \text{ км}, \quad (1.7)$$

5. Значення глибини поширення вторинної хмари для деяких НХР  $\Gamma_{T2}$  (км), наведені в додатку 9 Методики (значення не охоплюють радіус району аварії  $R_A$ ), зазначено для типових ємностей у яких зберігається НХР, за умови їх повної розгерметизації, значення порогової токсодози  $PC_{t50}$  та розповсюдження хмари на відкритій рівнинній місцевості.

Глибина поширення розрахована для середніх умов, у разі глибокої інверсії глибина поширення збільшується в 1,5-2 рази.

З урахуванням метеорологічних та топографічних умов, впливу температури повітря на кількість НХР, що переходить у вторинну хмару, глибина поширення вторинної хмари НХР  $\Gamma_2$  (км) визначається за формулою:

$$\Gamma_2 = \Gamma_{T2} \cdot K_{t2} \cdot K_K \cdot K_m = 0,37 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 0,5 = 0,148 \text{ км}, \quad (1.8)$$

де  $\Gamma_{T2}$  – табличне значення глибини поширення вторинної хмари (км);

$K_{t2}$  – поправний коефіцієнт, що враховує вплив температури повітря. Значення поправного коефіцієнта  $K_{t2}$ , що враховує вплив температури повітря на глибину поширення вторинної хмари НХР, наведені в додатку 10 Методики;

$K_K$  – коефіцієнт пропорційності, що враховує розбіжності заданої маси НХР з типовими масами НХР, наведені в додатку 1 Методики. Для його визначення розраховується співвідношення заданої маси НХР  $Q_3$  (т) до найближчого значення типової маси НХР  $Q_T(t)$ . Значення коефіцієнта пропорційності  $K_K$  залежить від величини співвідношення  $Q_3 / Q_T$  та ступеня вертикальної стійкості повітря в приземному шарі. Ступені вертикальної

стійкості повітря в приземному шарі наведено в додатку 3 Методики. Значення коефіцієнта пропорційності  $K_k$  залежно від ступеня вертикальної стійкості повітря в приземному шарі наведені в додатку 4 Методики;

$K_m$  – коефіцієнт впливу місцевості. Значення коефіцієнта  $K_m$  визначається із урахуванням комплексного показника  $K_p$ . Значення коефіцієнта впливу місцевості  $K_m$  наведені в додатку 5 Методики. Значення комплексного показника  $K_p$  наведені в додатку 6 Методики.

6. Площа первинної (вторинної) хмари НХР  $S_{1(2)}$  (км<sup>2</sup>) визначається за формулою:

7.

$$S_{1(2)} = \frac{(\Gamma_{1(2)} + R_A)^2 \cdot \phi}{60}, \quad (1.9)$$

де  $\Gamma_{1(2)}$  – глибина поширення первинної (вторинної) хмари НХР (км);

$R_A$  – радіус району аварії (км);

$\phi$  – половина кута сектора (град), у межах якого можливе поширення хмари НХР із заданою довірчою імовірністю  $P_\Gamma$ . Значення кута  $\phi$  (град) залежно від ступеня вертикальної стійкості повітря в приземному шарі та довірчої імовірності  $P_\Gamma$  наведені в додатку 11 Методики. Зображення кута сектора наведено на Схемі поширення первинної та вторинної хмари НХР (рис. 1 додатка 12 Методики).

$K_m$  – коефіцієнт впливу місцевості. Значення коефіцієнта  $K_m$  визначається із урахуванням комплексного показника  $K_p$ . Значення коефіцієнта впливу місцевості  $K_m$  наведені в додатку 5 Методики. Значення комплексного показника  $K_p$  наведені в додатку 6 Методики.

$$S_1 = \frac{(\Gamma_1 + R_A)^2 \cdot \phi}{60} = \frac{(0,128 + 0,5)^2 \cdot 15}{60} = 0,098 \text{ км}^2$$

$$S_2 = \frac{(\Gamma_2 + R_A)^2 \cdot \phi}{60} = \frac{(0,148 + 0,5)^2 \cdot 20}{60} = 0,14 \text{ км}^2$$

Довірча ймовірність  $P_\Gamma$  визначає характер задач, що вирішуються:

- у разі довгострокового прогнозування  $P_\Gamma = 0,9$ ;
- у разі аварійного прогнозування, тобто за наявності всіх вихідних даних про об'єкт в умовах викиду (випливу) НХР  $P_\Gamma = 0,5$ ;
- у разі наявності не всіх вихідних даних  $P_\Gamma = 0,75$ .

7. Площа прогнозованої зони хімічного забруднення  $S_{пзхз}$  (км<sup>2</sup>) визначається залежно від значень радіусу аварії  $R_A$ , глибини поширення  $\Gamma_{1(2)}$  первинної (вторинної) хмари та відповідних кутів сектору поширення цих хмар  $\phi_{1(2)}$ .

Якщо  $\Gamma_1 < \Gamma_2$ :

за умов  $\phi_1 < \phi_2$

$$S_{пзхз} = \pi \cdot \left( R_A^2 + \frac{(\Gamma_1^2 + R_A^2) \cdot \phi_2}{180} \right) = 3,14 \cdot \left( 0,5^2 + \frac{(0,128^2 + 0,5^2) \cdot 20}{180} \right) = 0,88 \text{ км}^2 \quad (1.10)$$

8. Основним показником, що характеризує ступінь небезпеки хімічного забруднення, є прогнозована кількість уражених, що опинилися в ЗХЗ.

Кількість уражених серед виробничого персоналу об'єкта, де сталася аварія, та населення, яке мешкає поблизу цього об'єкта, визначається відповідно до кількості та часу знаходження людей у ЗХЗ, їх захищеності від дії НХР.

Кількість людей, які опинилися в ЗХЗ, розраховується або шляхом підсумовування кількості виробничого персоналу (населення), який знаходиться на окремих виробничих ділянках (в житлових кварталах, населених пунктах), що піддалися дії НХР, або шляхом множення середньої густини виробничого персоналу (населення), що знаходиться на території об'єкта (населеного пункту), на площу зараженої території.

Відповідно кількість уражених  $B$  (осіб) визначається за формулою:

$$B = \Delta \cdot S_{об.} \cdot (1 - K_з) = 12 \cdot 78 \cdot (1 - 0,35) = 609 \text{ осіб}, \quad (1.11)$$

де  $\Delta$  – середня щільність розміщення виробничого персоналу (населення) на території об'єкта (населеного пункту) (осіб/км<sup>2</sup>);

$S_{об.}$  – площа території об'єкта (населеного пункту), що зазнала ураження (км<sup>2</sup>);

$K_з$  – коефіцієнт захищеності виробничого персоналу від вражаючої дії НХР. Коефіцієнт захищеності виробничого персоналу  $K_з$  від дії НХР (по хлору) зазначено в додатку 13 Методики. Коефіцієнт захищеності міського та сільського населення  $K_о$  від дії НХР зазначено в додатку 14 Методики.

9. Тривалість хімічного забруднення характеризується тривалістю уражальної дії НХР та залежить від часу її випаровування з площі виливу та визначення часу підходу хмари НХР до об'єкта.

Час випаровування НХР  $\tau_{вип}$  (год) з площі виливу розраховується за формулою:

$$\tau_{\text{вип}} = \tau_{\text{вип. таб}} \cdot K_u = 2,5 \cdot 1,0 = 2,5 \text{ год} \quad (1.12)$$

де  $\tau_{\text{вип. таб}}$  – час випаровування НХР за швидкості повітря 1 м/с, (год). Час випаровування НХР за швидкості повітря 1 м/с зазначено в додатку 15 Методики;

$K_u$  – коефіцієнт, що враховує вплив швидкості вітру на час випаровування НХР. Значення коефіцієнта  $K_u$  залежно від швидкості вітру наведені в додатку 16 Методики.

## **2. Вражаючий фактор - надлишковий тиск вибуху на фронті ударної хвилі**

### Вихідні дані:

- технологічний блок - воднева компресорна;
- технологічне обладнання - водневий газгольдер, компресор, трубопроводи;
- технологічні параметри: тиск - 0,3-0,32 МПа, температура - 20-25 °С (водневий газгольдер);
- небезпечна речовина - водень;
- сумарна маса речовини - 0,1759 тонн;
- теплота згоряння газу - 119841 кДж/кг.

### Розрахунок.

#### **2.1. Визначення значень енергетичних показників вибухопожежонебезпеки технологічного блоку [13]**

1. Енергія згоряння воднево-повітряної хмари становить:

$$E = G \cdot q = 175,9 \cdot 119841 = 2,1 \cdot 10^7 \text{ кДж}, \quad (2.1)$$

де, E - енергетичний потенціал вибухонебезпеки технологічної системи, що представляє собою суму енергій згоряння парогазових фаз, які можуть бути викинуті при аварійній розгерметизації системи, кДж; q – питома теплота згоряння водню, кДж/кг; G - маса газової фази (водню), що приймає участь в утворенні вибухонебезпечної газоповітряної хмари, кг:

2. Загальна приведена маса горючого газу (m) вибухонебезпечної газоповітряної хмари становить:

$$m = \frac{E}{46000} = \frac{21000000}{46000} = 456,5 \text{ кг}. \quad (2.2)$$

3. Відносний енергетичний потенціал вибухонебезпеки ( $Q_v$ )

технологічного блоку дорівнює:

$$Q_B = \frac{1}{16,534} \cdot \sqrt[3]{E} = \frac{1}{16,534} \cdot \sqrt[3]{21000000} = 16,46. \quad (2.3)$$

Таким чином, згідно таблиці 2.1 [15] за даних умов виникнення аварії категорія вибухонебезпеки технологічного блоку (воднева компресорна з газгольдером) **III (не висока)**.

**Таблиця 2.1**

| Категорія вибухонебезпеки | Qв    | m, кг     |
|---------------------------|-------|-----------|
| I                         | >37   | >5000     |
| II                        | 27-37 | 2000-5000 |
| III                       | <27   | <2000     |

**2.2. Визначення горизонтальних розмірів зони, які обмежують область концентрацій, що перевищують нижню концентраційну межу поширення полум'я ( $C_{HKMP}$ ) [12].**

$$R_{HKMP} = 14,5632 \cdot \left( \frac{m_{\Gamma}}{\rho_{\Gamma} C_{HKMP}} \right)^{0,333} = 14,5632 \cdot \left( \frac{175,9}{0,084 \cdot 4} \right)^{0,333} = 117,13 \text{ м}, \quad (2.4)$$

де,  $m_{\Gamma}$  - маса горючого газу, що надійшла до відкритого простору під час аварійної ситуації, кг;  $\rho_{\Gamma}$  - густина газу при розрахунковій температурі й атмосферному тиску,  $\text{кг} \cdot \text{м}^{-3}$ , розраховують за формулою:

$$\rho_{\Gamma,П} = \frac{M}{V_0 \cdot (1 + 0,00367 \cdot t_p)} = \frac{2,016}{22,413 \cdot (1 + 0,00367 \cdot 20)} = 0,084 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \quad (2.5)$$

$C_{HKMP}$  - нижня концентраційна межа поширення полум'я для водню, % (об.);  $M$  - молярна маса,  $\text{кг} \cdot \text{кмоль}^{-1}$ ;  $V_0$  - мольний об'єм, рівний  $22,413 \text{ м}^3 \cdot \text{кмоль}^{-1}$ ;  $t_p$  - розрахункова температура,  $^{\circ}\text{C}$ .

**2.3. Визначення величини надлишкового тиску вибуху ( $\Delta P$ , кПа), що розвивається у разі згоряння газоповітряних сумішей.**

$$\Delta P = P_0 \cdot \left( 0,8 \cdot \frac{m_{\text{пр}}^{0,33}}{r} + 3 \cdot \frac{m_{\text{пр}}^{0,66}}{r^2} + 5 \cdot \frac{m_{\text{пр}}}{R^3} \right) \\ = 101 \cdot \left( 0,8 \cdot \frac{467^{0,33}}{30} + 3 \cdot \frac{467^{0,66}}{30^2} + 5 \cdot \frac{467}{30^3} \right) = 48,5 \text{ кПа},$$

де,  $P_0$  - атмосферний тиск, кПа (допускається приймати 101 кПа);  $r$  - відстань від геометричного центра газопароповітряної хмари, м;  $m_{\text{пр}}$  - приведена маса газу, кг, розраховують за формулою:

$$m_{\text{пр}} = \left( \frac{Q_{\text{зг}}}{Q_0} \right) \cdot m \cdot Z = \left( \frac{1,2 \cdot 10^8}{4,52 \cdot 10^6} \right) \cdot 175,9 \cdot 0,1 = 467 \text{ кг},$$

(2.7)

де,  $Q_{\text{зг}}$  - питома теплота згоряння газу, Дж·кг<sup>-1</sup>;  $Z$  - коефіцієнт участі горючого газу у горінні, який допускається приймати рівним 0,1;  $Q_0$  - константа, рівна  $4,52 \cdot 10^6$  Дж·кг<sup>-1</sup>;  $m$  - маса горючого газу, що надійшов в результаті аварії до навколишнього простору, кг.

#### 2.4. Визначення величини імпульсу хвилі тиску ( $i$ , Па·с).

$$i = \frac{123 \cdot m_{\text{пр}}^{0,66}}{r} = \frac{123 \cdot 467^{0,66}}{30} = 140,8 \text{ Па} \cdot \text{с},$$

(2.8)

де,  $m_{\text{пр}}$  - приведена маса газу або пари, кг;  $r$  - відстань від геометричного центра газопароповітряної хмари, м.

#### 2.5. Оцінка барометричного впливу вибуху на технологічне обладнання і людину.

Дія ударної хвилі на будівлі, обладнання, конструкції та людину, в залежності від їх віддаленості від центру вибуху, приведена в табл. 2.2-2.3.

**Табл.2.2. Дія ударної хвилі**

| Радіус зони     | Характеристика дії ударної хвилі                                                                     |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $R_1 = 3,8 R_0$ | Повна руйнація будівель                                                                              |
| $R_2 = 5,6 R_0$ | Межа області часткової руйнації: 50% - 75% стін зруйновано або знаходяться на межі зруйнування       |
| $R_3 = 9,6 R_0$ | Межа області значних пошкоджень: пошкодження деяких конструктивних елементів, що несуть навантаження |

|                |                                                                               |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| $R_4 = 28 R_0$ | Межа області мінімальних пошкоджень: розрив з'єднань і розділення конструкцій |
| $R_5 = 56 R_0$ | Повне руйнування віконних шибок                                               |

**Табл.2.3. Вплив надлишкового тиску вибуху на людину**

| Вид пошкоджень | Характеристика ураження                                                                                                   | Надлишковий тиск вибуху, кПа |
|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Легкі          | Легка контузія, тимчасова втрата слуху, ушиби та вивихи кінцівок                                                          | 20...40                      |
| Середні        | Травми мозку з втратою свідомості, пошкодження органів слуху, кровотеча з носу та вух, сильні переломи та вивихи кінцівок | 40...60                      |
| Важкі          | Сильна контузія всього організму, пошкодження внутрішніх органів та мозку, важкі переломи кінцівок. Можлива смерть.       | 60...100                     |
| Понад важкі    | Отримані травми досить часто призводять до смерті.                                                                        | Понад 100                    |

Нижче наведені орієнтовні розрахунки зон руйнації та можливого травмування персоналу у випадку аварії та вибуху водню у водневому газгольдері.

1.Визначення тротилового еквівалента вибуху:

$$W_T = \frac{0,4}{0,9} \cdot \frac{g' \cdot z \cdot m}{g} = \frac{0,4}{0,9} \cdot \frac{119841 \cdot 0,1 \cdot 175,9}{42000} = 22,28 \text{ кг},$$

(2.9)

де  $W_T$  - тротиловий еквівалент вибуху парогазового середовища, кг;

0,4 - частка енергії вибуху парогазового середовища, що витрачається на формування ударної хвилі;

0,9 - частка енергії вибуху тринітротолуолу (ТНТ), що витрачається на формування ударної хвилі;

$g'$  - питома теплота згоряння парогазового середовища, кДж/кг;

$g$  - питома енергія вибуху ТНТ, кДж/кг;

$z$  - частка наведеної маси парогазових речовин, що беруть участь у вибуху (для водню  $z=0,1$ );

$m$  - маса парогазових речовин, що беруть участь у вибуху, кг

2. Розрахунок радіусу руйнації ( $R_0$ , м):

$$R_0 = \frac{\sqrt[3]{W_T}}{\left[1 + \left(\frac{3180}{W_T}\right)^2\right]^{0,167}} = \frac{\sqrt[3]{22,28}}{\left[1 + \left(\frac{3180}{22,28}\right)^2\right]^{0,167}} = 4,89 \text{ м},$$

(2.10)

3. Визначення радіусів зон (м) можливої руйнації і травмування персоналу, використовуючи дані щодо класифікації зон, які наведені в таблиці 2.2:

$$R_1 = K \cdot R_0 = 3,8 \cdot 4,89 = 18,58 \text{ м (1 зона)} - \Delta P = 100 \text{ кПа}$$

$$R_2 = 5,6 \cdot 4,89 = 27,38 \text{ м (2 зона)} - \Delta P = 70 \text{ кПа}$$

$$R_3 = 9,6 \cdot 4,89 = 46,94 \text{ м (3 зона)} - \Delta P = 28 \text{ кПа}$$

$$R_4 = 28 \cdot 4,89 = 136,92 \text{ м (4 зона)} - \Delta P = 14 \text{ кПа}$$

$$R_5 = 56 \cdot 4,89 = 273,84 \text{ м (5 зона)} - \Delta P = 2 \text{ кПа}$$

При надлишковому тиску 2 кПа (в радіусі 273,84 м) відбувається руйнування виробів із скла і скляних деталей, що може призвести до травмування обслуговуючого персоналу.

Надлишковий тиск 14 кПа (в радіусі 136,92 м) призводить до легких травм обслуговуючого персоналу і характеризується забоями, вивихами, тимчасовою втратою слуху, загальною контузією.

Надлишковий тиск 28 кПа (в радіусі 46,94 м) призводить до отримання середніх травм обслуговуючого персоналу і характеризується важкою контузією всього організму, пошкодженням органів слуху, кровотечею з носу і вух, а також сильними вивихами кінцівок.

Надлишковий тиск 70 кПа (в радіусі 27,38 м) призводить до важких травм обслуговуючого персоналу і характеризується важкою контузією всього організму, пошкодженням органів слуху, кровотечею з носу і вух, а також сильними вивихами кінцівок.

Надлишковий тиск 100 кПа (в радіусі 18,58 м) призводить до надзвичайно важких травм, які можуть призвести до смертельних наслідків, до руйнування металевих і бетонних каркасів та конструкцій.

Повні руйнування основного технологічного обладнання та смертельне травмування людей при вибуху водневого газгольдеру можливе при надлишковому тиску на фронті ударної хвилі понад 100 кПа.

Розглянутий варіант розрахунку надлишкового тиску вибуху водню в кількості 175,9 кг характеризується повним руйнуванням технологічних конструкцій та отриманням смертельних травм людей на відстані 18,58 м від епіцентру вибуху.

Максимальний надлишковий тиск вибуху на відстані 30 м від місця вибуху становить 48,5 кПа.

### **3. Вражаючий фактор - інтенсивність теплового випромінювання при пожежі**

Вихідні дані:

- речовина - бензин А-92;

- аварія - розгерметизація автоцистерни, розлив, пожежа;
- площа розливу (пожежі) 648 м<sup>2</sup>

#### Розрахунок.

1. Визначення інтенсивності теплового випромінювання при горінні розлитого бензину АІ-92 на площі 648 м<sup>2</sup>, що виникла під час розгерметизації автоцистерни, здійснюємо за методикою [12].

2. Розрахунок ефективного діаметру розливу бензину при аварії на АЗС:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F_B}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 648}{3,14}} = 28,7 \text{ м}, \quad (3.1)$$

3. Визначення висоти полум'я:

$$H = 42 \cdot d \cdot \left( \frac{M_V}{\rho_{г,л} \cdot \sqrt{g \cdot d}} \right)^{0,61} = 42 \cdot 28,7 \cdot \left( \frac{62 \cdot 10^{-3}}{1,2 \cdot \sqrt{9,81 \cdot d}} \right)^{0,61} = 35,4 \text{ м}, \quad (3.2)$$

де  $M_V = 62 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-1}$  – питома масова швидкість вигорання палива.

4. Визначення кутового коефіцієнта опромінення  $F_q: F_q = \sqrt{(F_B^2 + F_r^2)}$ ,

де  $F_B, F_r$  – фактори опромінення для вертикальної і горизонтальної площадок відповідно, які визначаємо за формулами:

$$F_B = \frac{1}{\pi} \left[ \frac{1}{S} \cdot \arctg \left( \frac{h}{\sqrt{S^2 - 1}} \right) - \frac{h}{S} \cdot \left\{ \arctg \left( \sqrt{\frac{S-1}{S+1}} \right) - \frac{A}{\sqrt{A^2 - 1}} \cdot \arctg \left( \sqrt{\frac{(A+1) \cdot (S-1)}{(A-1) \cdot (S+1)}} \right) \right\} \right],$$

$$F_r = \frac{1}{\pi} \left[ \frac{\left( B - \frac{1}{S} \right)}{\sqrt{B^2 - 1}} \cdot \arctg \left( \sqrt{\frac{(B+1) \cdot (S-1)}{(B-1) \cdot (S+1)}} \right) - \frac{\left( A - \frac{1}{S} \right)}{\sqrt{A^2 - 1}} \cdot \arctg \left( \sqrt{\frac{(A+1) \cdot (S-1)}{(A-1) \cdot (S+1)}} \right) \right],$$

$$A = \frac{(h^2 + S^2 + 1)}{2 \cdot S}, \quad B = \frac{(1 + S^2)}{2 \cdot S}, \quad S = \frac{2r}{d}, \quad h = \frac{2H}{d}, \quad (3.3)$$

де  $r$  - відстань від геометричного центра розливу до об'єкта, що опромінюється, м, тоді:

$$S=2 \cdot \frac{40}{28,7} = 2,8; h=2 \cdot \frac{35,4}{28,7} = 2,47; A = \frac{2,47^2 + 2,8^2 + 1}{2 \cdot 2,8} = 2,67; B = \frac{1 + 2,8^2}{2 \cdot 2,8} = 1,58$$

$$F_B = \frac{1}{3,14} \left[ \frac{1}{2,8} \cdot \arctg \left( \frac{2,47}{\sqrt{2,8^2 - 1}} \right) - \frac{2,47}{2,8} \cdot \left\{ \arctg \left( \sqrt{\frac{2,8 - 1}{2,8 + 1}} \right) - \frac{2,67}{\sqrt{2,67^2 - 1}} \cdot \arctg \left( \sqrt{\frac{(2,67 + 1) \cdot (2,8 - 1)}{(2,67 - 1) \cdot (2,8 + 1)}} \right) \right\} \right] = 0,16$$

$$F_r = \frac{1}{3,14} \left[ \frac{\left(1,58 - \frac{1}{2,8}\right)}{\sqrt{1,58^2 - 1}} \cdot \arctg \left( \sqrt{\frac{(1,58 + 1) \cdot (2,8 - 1)}{(1,58 - 1) \cdot (2,8 + 1)}} \right) - \frac{\left(2,67 - \frac{1}{2,8}\right)}{\sqrt{2,67^2 - 1}} \cdot \arctg \left( \sqrt{\frac{(2,67 + 1) \cdot (2,8 - 1)}{(2,67 - 1) \cdot (2,8 + 1)}} \right) \right] = 0,07$$

$$F_q = \sqrt{0,16^2 + 0,07^2} = 0,175.$$

5. Визначення коефіцієнта пропускання теплового випромінювання крізь атмосферу:

$$\psi = \exp[-7 \cdot 10^{-4} \cdot (r - 0,5 \cdot d)] = \exp[-7 \cdot 10^{-4} \cdot (40 - 0,5 \cdot 28,7)] = 0,982$$

Оскільки  $d=28,7$  м, то  $E_f=35$  кВт/м<sup>2</sup>, тоді:

$$q = E_f \cdot F_q \cdot \psi = 35 \cdot 0,175 \cdot 0,982 = 6 \text{ кВт/м}^2 \quad (3.5)$$

де  $q$  – інтенсивність теплового випромінювання, кВт/м<sup>2</sup>;

$E_f$  - середньоповерхнева густина теплового потоку випромінювання полум'я, кВт/м<sup>2</sup>;

$F_q$  - кутовий коефіцієнт опромінення.

6. Термічний вплив на людину пов'язаний з перегрівом і подальшими біохімічними змінами верхніх шарів шкіри. Людина відчуває сильний (ледь стерпний) біль, коли температура верхнього шару шкіряного покриву (0,1 мм) підвищується до 45 °С. При густині теплового потоку, що менша за 1,7 кВт/м<sup>2</sup>, біль не відчувається навіть при тривалому тепловому впливі. Ступінь термічного впливу залежить від величини теплового потоку та тривалості теплового випромінювання.

У табл. 3.1. представлені граничні параметри при ураженні людей тепловим випромінюванням

**Табл. 3.1. Граничні параметри при ураженні людей тепловим випромінюванням**

| Ступінь травмування | Інтенсивність теплового випромінювання, кВт/м <sup>2</sup> |
|---------------------|------------------------------------------------------------|
| Опіки III ступеня   | 49,0                                                       |

|                                                                 |      |
|-----------------------------------------------------------------|------|
| Опіки II ступеня                                                | 27,4 |
| Опіки I ступеня                                                 | 9,6  |
| Безпечний поріг                                                 | 4,0  |
| Больовий поріг (болючі відчуття на шкірі та слизових оболонках) | 1,4  |

#### **4. Розгляд ідентифікації об'єкту підвищеної небезпеки**

##### **Вихідні дані:**

**Назва об'єкту:** Стационарна АЗС з АГЗП ТОВ «АТП».

**Перелік джерел небезпеки** (виробничих одиниць), у яких розміщені небезпечні речовини:

1. Підземний резервуар зберігання бензину – 4 одиниці (об'єм кожної  $V = 8\text{ м}^3$ );
2. Підземний резервуар зберігання дизельного палива – 1 одиниця (об'єм  $V = 8\text{ м}^3$ );
3. Технологічні трубопроводи бензину до паливороздавальних колонок;
4. Технологічні трубопроводи дизельного пального до паливороздавальних колонок;
5. Підземний резервуар зрідженого газу – 2 одиниці (об'єм кожної  $V = 5\text{ м}^3$ );
6. Технологічний трубопровід зрідженого газу до газороздавальної колонки;
7. Автоцистерна, що доставляє дизельне паливо об'ємом  $10\text{ м}^3$ ;
8. Автоцистерна для перевезення ЗВГ об'ємом  $7,25\text{ м}^3$ .

**Визначити чи стационарна АЗС з АГЗП ТОВ «АТП» відноситься до об'єкту підвищеної небезпеки?**

##### **Розрахунково-пояснювальна записка**

Відповідно до вимог Порядку ідентифікації об'єктів підвищеної небезпеки та їх обліку затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 13 вересня 2022 року №1030 «Деякі питання ідентифікації об'єктів підвищеної небезпеки» ідентифікація об'єктів підвищеної небезпеки проводиться юридичними або фізичними особами – підприємцями стосовно об'єктів, які перебувають у їх власності або користуванні.

Ідентифікація об'єкта підвищеної небезпеки відповідно до Порядку проводиться трьома етапами.

##### **1. Перший етап.**

На першому етапі складається перелік небезпечних речовин за індивідуальними назвами, класами небезпечних речовин та категоріями

небезпеки, наведеними відповідно в таблицях 1 і 2 додатка 1 Порядку, що розміщені або можуть розміщатися у виробничих одиницях згідно з проектною та технічною документацією.

#### Перелік небезпечних речовин за індивідуальними назвами

| № з/п | Назва індивідуальної небезпечної речовини                            | Порядковий відповідно таблиці 1 Порядку |
|-------|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 1     | Нафтопродукти та альтернативні види палива (дизельне паливо, бензин) | 34                                      |
| 2     | Зріджені займисті гази                                               | 18                                      |

Класи та категорії визначаються відповідно до вимог Порядку

| № з/п | Назва небезпечної речовини | Клас небезпечної речовини | Категорія небезпеки |
|-------|----------------------------|---------------------------|---------------------|
| 1     | Бензин                     | P5с «Займисті рідини»     | 2                   |
| 2     | Дизельне паливо            | P5с «Займисті рідини»     | 2                   |
| 3     | Пропан-бутан               | P2 «Займисті гази»        | 1                   |

## 2. Другий етап

На другому етапі складається перелік виробничих одиниць, які містять небезпечні речовини, визначені згідно з пунктом 5 Порядку.

| № з/п | Перелік джерел небезпеки, які містять небезпечні речовини  | Назва небезпечної речовини                          | Розташування виробничої одиниці |
|-------|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|---------------------------------|
| 1     | Підземний резервуар зберігання бензину ( $V=8\text{м}^3$ ) | Нафтопродукти та альтернативні види палива (бензин) | Територія АЗС та АГЗП           |
| 2     | Підземний резервуар зберігання бензину ( $V=8\text{м}^3$ ) | Нафтопродукти та альтернативні види палива (бензин) | Територія АЗС та АГЗП           |
| 3     | Підземний резервуар                                        | Нафтопродукти                                       | Територія АЗС                   |

|    |                                                                             |                                                              |                       |
|----|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------|
|    | зберігання бензину ( $V=8\text{м}^3$ )                                      | та альтернативні види палива (бензин)                        | та АГЗП               |
| 4  | Підземний резервуар зберігання бензину ( $V=8\text{м}^3$ )                  | Нафтопродукти та альтернативні види палива (бензин)          | Територія АЗС та АГЗП |
| 5  | Технологічні трубопроводи бензину до паливороздавальних колонок             | Нафтопродукти та альтернативні види палива (бензин)          | Територія АЗС та АГЗП |
| 6  | Підземний резервуар зберігання дизельного палива ( $V=8\text{м}^3$ )        | Нафтопродукти та альтернативні види палива (дизельне паливо) | Територія АЗС та АГЗП |
| 7  | Технологічні трубопроводи дизельного пального до паливороздавальних колонок | Нафтопродукти та альтернативні види палива (дизельне паливо) | Територія АЗС та АГЗП |
| 8  | Підземний резервуар зрідженого газу ( $V=5\text{м}^3$ );                    | Зріджений нафтовий газ (пропан-бутан)                        | Територія АЗС та АГЗП |
| 9  | Підземний резервуар зрідженого газу ( $V=5\text{м}^3$ );                    | Зріджений нафтовий газ (пропан-бутан)                        | Територія АЗС та АГЗП |
| 10 | Технологічний трубопровід зрідженого газу до газороздавальної колонки       | Зріджені займисті гази (пропан-бутан)                        | Територія АЗС та АГЗП |
| 11 | Автоцистерна, що доставляє дизельне паливо об'ємом $10\text{ м}^3$          | Нафтопродукти та альтернативні види палива (дизельне паливо) | Територія АЗС та АГЗП |
| 12 | Автоцистерна для перевезення ЗВГ об'ємом $7,25\text{ м}^3$                  | Зріджені займисті гази (пропан-бутан)                        | Територія АЗС та АГЗП |

### 3. Третій етап

На третьому етапі визначається маса небезпечної речовини в кожній окремій виробничій одиниці та проводиться розрахунок загальної маси небезпечних речовин окремо для кожної індивідуальної назви небезпечної речовини, визначеної згідно з таблицею 1 додатка 1 Порядку.

#### 3.1. Визначення маси небезпечних речовин:

##### Резервуар з дизельним паливом:

На об'єкті встановлено 1 резервуар з дизельним паливом об'ємом 8 м<sup>3</sup>.

- щільність ( $\rho$ ) дизельного палива за нормальних умов складає 0,845 т/м<sup>3</sup>;
- відсоток заповнення резервуару – 95%.

Маса небезпечної речовини дорівнює:

$$Q = V \cdot \rho \cdot 0,95 = 8 \cdot 0,845 \cdot 0,95 = 6,4 \text{ т.}$$

##### Резервуари з бензином:

На об'єкті встановлено 4 резервуара з бензином об'ємом по 8 м<sup>3</sup>.  
Загальний об'єм 32 м<sup>3</sup>.

- щільність ( $\rho$ ) бензину за нормальних умов складає 0,775 т/м<sup>3</sup>;
- відсоток заповнення резервуару – 95%.

Маса небезпечної речовини дорівнює

$$Q = V \cdot \rho \cdot 0,95 = (4 \cdot 8) \cdot 0,775 \cdot 0,95 = 23,56 \text{ т.}$$

##### Технологічні трубопроводи дизельного палива.

Враховуючи параметри трубопроводу, а саме: довжина, зовнішній діаметр трубопроводу, товщина стінки трубопроводу, щільність дизельного палива.

Маса дизельного палива у трубопроводі складає 0,1 т.

##### Технологічні трубопроводи бензину.

Враховуючи параметри трубопроводу, а саме довжину, зовнішній діаметр трубопроводу, товщину стінки трубопроводу, щільність бензину.

Маса бензину у трубопроводі складає 0,1 т.

## **Місце зливу автоцистерни з дизельним паливом**

На місце зливу подається автоцистерна об'ємом 10 м<sup>3</sup>.

Загальний об'єм автоцистерни (V) становить – 10 м<sup>3</sup> ;

Щільність (ρ) дизельного палива за нормальних умов складає 0,845 т/м<sup>3</sup>;

Відсоток заповнення ємності – 95%.

Маса небезпечної речовини дорівнює:

$$Q = V \cdot \rho \cdot 0,95 = 10 \cdot 0,845 \cdot 0,95 = 8,02 \text{ т.}$$

Для розрахунку приймається автоцистерна з дизельним паливом, оскільки густина дизельного палива більше чим густина бензину та на місці зливу згідно із технологічним регламентом може перебувати лише одна автоцистерна.

## **Майданчик зберігання зрідженого вуглеводного газу.**

На об'єкті встановлено 2 резервуара об'ємом по 5 м<sup>3</sup>; загальним об'ємом 10 м<sup>3</sup>

Щільність (ρ) зрідженого газу пропан-бутан за нормальних умов складає 0,55 т/м<sup>3</sup>;

Відсоток заповнення резервуару – 85 %.

Маса небезпечної речовини дорівнює:

$$Q = V \cdot \rho \cdot 0,85 = (2 \cdot 5) \cdot 0,55 \cdot 0,85 = 4,67 \text{ т.}$$

\*- будь-яка ємність, що містить зріджений газ заповнюється не більше, ніж на 85% саме через зміну щільності та зміну об'єму, займаного сумішшю.

## **Технологічні трубопроводи зрідженого газу**

Враховуючи параметри трубопроводу, а саме: довжина, зовнішній діаметр трубопроводу, товщина стінки трубопроводу, щільність зрідженого нафтового газу (пропан-бутан).

Маса зрідженого нафтового газу (пропан-бутан) у трубопроводі складає 0,0045 т.

## **Місце зливу автоцистерни із зрідженим газом**

На місце зливу подається автоцистерна об'ємом 7,25 м<sup>3</sup>;

Загальний об'єм автоцистерни (V) становить - 7,25 м<sup>3</sup>;

Щільність (ρ) газу пропан-бутан за нормальних умов складає 0,55 т/м<sup>3</sup>;

Відсоток заповнення ємності – 85 %.

Маса небезпечної речовини дорівнює:

$$Q = V \cdot p \cdot 0,95 = 7,25 \cdot 0,55 \cdot 0,85 = 3,38 \text{ т.}$$

#### 4. Співвідношення сумарних мас небезпечних речовин та розрахунки порогових мас для двох сценаріїв:

##### 4.1. Співвідношення сумарних мас небезпечних речовин до порогових мас небезпечної речовини за індивідуальною назвою чи відповідним класом небезпечної речовини (категорією небезпеки).

У разі коли на об'єкті загальна маса небезпечних речовин, визначена відповідно до пунктів 7 і 8 Порядку, дорівнює або перевищує порогову масу небезпечної речовини за індивідуальною назвою чи відповідним класом небезпечної речовини (категорією небезпеки), такий об'єкт належить до об'єкта підвищеної небезпеки відповідного класу.

Таблиця. Порогові маси небезпечних речовин за індивідуальними назвами

| Назва небезпечної речовини                                           | Нормативи порогової маси, тонн, для віднесення об'єкта до об'єкта підвищеної небезпеки |         |         |
|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|
|                                                                      | 1 класу                                                                                | 2 класу | 3 класу |
| Нафтопродукти та альтернативні види палива (дизельне пальне, бензин) | 25000                                                                                  | 2500    | 250     |
| Зріджені займисті гази (пропан-бутан)                                | 200                                                                                    | 50      | 12.5    |

##### 4.1.1. Співвідношення сумарних мас небезпечних речовин за індивідуальною назвою до порогових мас небезпечних речовин за індивідуальною назвою (кисень) для 1 класу:

Нафтопродукти та альтернативні види палива (дизельне пальне, бензин)

$$38,18 \text{ т} < 25000 \text{ т}$$

Зріджені займисті гази (пропан-бутан)

$$8,05 \text{ т} < 200 \text{ т}$$

Сумарні маси небезпечних речовин за індивідуальними назвами не перевищують порогові маси небезпечних речовин за індивідуальними назвами 1 класу.

**4.1.2. Співвідношення сумарних мас небезпечних речовин за індивідуальною назвою до порогових мас небезпечних речовин за індивідуальною назвою для 2 класу:**

Нафтопродукти та альтернативні види палива (дизельне пальне, бензин)

$$38,18 \text{ т} < 2500 \text{ т}$$

Зріджені займисті гази (пропан-бутан)

$$8,05 \text{ т} < 50 \text{ т}$$

Сумарні маси небезпечних речовин за індивідуальними назвами не перевищують порогові маси небезпечних речовин за індивідуальними назвами 2 класу.

**4.1.3. Співвідношення сумарних мас небезпечних речовин за індивідуальною назвою до порогових мас небезпечних речовин за індивідуальною назвою для 3 класу:**

Нафтопродукти та альтернативні види палива (дизельне пальне, бензин)

$$38,18 \text{ т} < 250 \text{ т}$$

Зріджені займисті гази (пропан-бутан)

$$8,05 \text{ т} < 12,5 \text{ т}$$

Сумарні маси небезпечних речовин за індивідуальними назвами не перевищують порогові маси небезпечних речовин за індивідуальними назвами 3 класу.

**4.1.4. У разі коли на об'єкті відсутні певні небезпечні речовини із загальною масою, що перевищує або дорівнює відповідній пороговій масі, з метою вирішення питання про віднесення об'єкта до об'єкта підвищеної небезпеки необхідно застосовувати такі формули:**

1. Об'єкт є об'єктом підвищеної небезпеки 1 класу, якщо сума:

$$\sum_{i=1}^n \frac{q_i}{Q_{1i}} \geq 1$$

де  $q_i$  - маса окремої небезпечної речовини за індивідуальною назвою або класом небезпечної речовини (категорією небезпеки) відповідно до таблиці 1 або 2 додатка 1;

$Q_{1i}$  - порогова маса окремої небезпечної речовини за індивідуальною назвою або класом небезпечної речовини (категорією небезпеки) для об'єкта підвищеної небезпеки 1 класу, визначена в таблиці 1 або 2 додатка 1;

$$\frac{38,18}{25000} + \frac{8,05}{200} = 0,041 < 1 \text{ (не перевищує)}$$

2) об'єкт є об'єктом підвищеної небезпеки 2 класу, якщо сума:

$$\sum_{i=1}^n \frac{q_i}{Q_{2i}} \geq 1$$

де  $q_i$  - маса окремої небезпечної речовини за індивідуальною назвою або класом небезпечної речовини (категорією небезпеки) відповідно до таблиці 1 або 2 додатка 1;

$Q_{2i}$  - порогова маса окремої небезпечної речовини за індивідуальною назвою або класом небезпечної речовини (категорією небезпеки) для об'єкта підвищеної небезпеки 2 класу, визначена в таблиці 1 або 2 додатка 1;

$$\frac{38,18}{2500} + \frac{8,05}{50} = 0,18 < 1 \text{ (не перевищує)}$$

3) об'єкт є об'єктом підвищеної небезпеки 3 класу, якщо сума:

$$\sum_{i=1}^n \frac{q_i}{Q_{3i}} \geq 1$$

де  $q_i$  - маса окремої небезпечної речовини за індивідуальною назвою або класом небезпечної речовини (категорією небезпеки) відповідно до таблиці 1 або 2 додатка 1;

$Q_{3i}$  - порогова маса окремої небезпечної речовини за індивідуальною назвою або класом небезпечної речовини (категорією небезпеки) для об'єкта підвищеної небезпеки 3 класу визначена в таблиці 1 або 2 додатка 1.

$$\frac{38,18}{250} + \frac{8,05}{12,5} = 0,79 < 1 \text{ (не перевищує)}$$

## **5.Висновок**

Стаціонарна АЗС з АГЗП ТОВ «АТП» **не відноситься до об'єктів підвищеної небезпеки.**

**Додаток 1**  
**Табл. 1**

| № з/п | Найменування об'єкта та його структурних підрозділів (цехів, установок)                                                         | Вихідні дані                                                                                                                        | ВАРІАНТИ                                                         |                                                            |                                                              |                                                            |                                                                 |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
|       |                                                                                                                                 |                                                                                                                                     | 1                                                                | 2                                                          | 3                                                            | 4                                                          | 5                                                               |
| 1     | Товарно-сировинний цех нафтопереробного підприємства.<br><br>Структурні підрозділи: резервуарний парк № 1; резервуарний парк №2 | Відстань між об'єктами (м)                                                                                                          | 400                                                              | 550                                                        | 650                                                          | 250                                                        | 200                                                             |
|       |                                                                                                                                 | Наявність елементів селитебної території та мінімальна відстань до них (м)                                                          | Залізнична колія, 800                                            | Автодорога, 500                                            | Автозаправна станція, 600                                    | Селище «Червона нива», 2000                                | Залізнична станція, 950                                         |
|       |                                                                                                                                 | Найменування небезпечної речовини                                                                                                   | Бензин А-76, дизельне паливо                                     | Дизельне паливо, мазут                                     | Бензин А-95, мазут                                           | Дизельне паливо, масло                                     | Бензин А-92, дизельне паливо                                    |
|       |                                                                                                                                 | Характеристика технологічного обладнання (апаратів): структурний підрозділ; резервуари (РВС); об'єм (м³), кількість (шт.); речовина | Парк №1- РВС-400, 6, бензин А-76; Парк №2- РВС-200, 2, дизпаливо | Парк №1- РВС-400, 4, дизпаливо; Парк №2- РВС-200, 6, мазут | Парк №1- РВС-400, 8, бензин А-95; Парк №2- РВС-200, 4, мазут | Парк №1- РВС- 400,10, дизпаливо; Парк №2 РВС-200, 2, масло | Парк №1- РВС-400, 5, бензин А-92; Парк №2- РВС-200,4, дизпаливо |

Табл. 2

| № з/п. | Найменування об'єкта та його структурних підрозділів (цехів, установок)             | Вихідні дані                                                                            | ВАРІАНТИ                                      |                                         |                                               |                                         |                                             |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------------|
|        |                                                                                     |                                                                                         | 6                                             | 7                                       | 8                                             | 9                                       | 10                                          |
| 1      | Жировий комбінат<br><br>Структурні підрозділи: холодоцех, склад паливних матеріалів | Відстань між об'єктами (м)                                                              | 200                                           | 250                                     | 280                                           | 350                                     | 480                                         |
|        |                                                                                     | Наявність елементів селитебної території та мінімальна відстань до них (м)              | Житловий масив, 500                           | Автодорога, 350                         | Стадіон, 800                                  | Лісопаркова зона, 300                   | Автозаправна станція, 650                   |
|        |                                                                                     | Найменування небезпечної речовини                                                       | Аміак дизпаливо                               | Аміак, мазут                            | Аміак, бензин А-76                            | Аміак, мазут                            | Аміак, дизпаливо                            |
|        |                                                                                     | Характеристика технологічного обладнання (апаратів): ресивери, резервуари, речовина, т. | ресивер, аміак – 2,0; резервуар, дизпаливо-10 | ресивер, аміак-1,5; резервуар, мазут-25 | ресивер, аміак-2,5; резервуар, бензин А-76-30 | ресивер, аміак-3,0; резервуар, мазут-40 | ресивер, аміак-2,8; резервуар, дизпаливо-33 |

Табл. 3

| № з/п. | Найменування об'єкта та його структурних підрозділів (цехів, установок) | Вихідні дані                                                               | ВАРІАНТИ                    |                             |                             |                             |                             |
|--------|-------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
|        |                                                                         |                                                                            | 26                          | 27                          | 28                          | 29                          | 30                          |
| 1      | Теплоелектроцентр.<br><br>Структурні підрозділи: машзала, склад мастила | Відстань між об'єктами (м)                                                 | 300                         | 500                         | 150                         | 200                         | 350                         |
|        |                                                                         | Наявність елементів селитебної території та мінімальна відстань до них (м) | Житлові будинки, 950        | автодорога, 450             | Залізнична станція, 500     | Залізнична дорога, 400      | Автозаправна станція, 950   |
|        |                                                                         | Найменування небезпечної речовини                                          | Водень, нафтове масло ТП-22 | Водень, нафтове масло ТП-22 | Водень, нафтове масло ТП-22 | Водень, нафтове масло ТП-22 | Водень, нафтове масло ТП-22 |
|        |                                                                         | Характеристика технологічного обладнання (апаратів): водневі ресивери, кг. | Водень -70                  | Водень-50                   | Водень -40                  | Водень -45                  | Водень -35                  |

Табл. 4

| № з/п. | Найменування об'єкта та його структурних підрозділів (цехів, установок)                 | Вихідні дані                                                                                           | ВАРІАНТИ                     |                             |                             |                            |                            |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|
|        |                                                                                         |                                                                                                        | 16                           | 17                          | 18                          | 19                         | 20                         |
| 1      | Лікero-горілчане виробництво.<br><br>Структурні підрозділи: спиртосховище, склад мазуту | Відстань між об'єктами (м)                                                                             | 500                          | 450                         | 280                         | 350                        | 480                        |
|        |                                                                                         | Наявність елементів селитебної території та мінімальна відстань до них (м)                             | Житлові будинки, 1000        | автодорога, 350             | Залізнична станція, 600     | Залізнич надорога, 750     | Автозаправна станція, 950  |
|        |                                                                                         | Найменування небезпечної речовини                                                                      | Етиловий спирт, мазут        | Етиловий спирт,мазут        | Етиловий спирт,мазут        | Етиловий спирт, мазут      | Етиловий спирт, мазут      |
|        |                                                                                         | Характеристика технологічного обладнання (апаратів): резервуари; речовина, кількість резервуарів (шт.) | Етиловий спирт, 3, мазут, 3. | Етиловий спирт, 4, мазут, 3 | Етиловий спирт, 2, мазут, 4 | Етиловий спирт,3, мазут, 4 | Етиловий спирт,4, мазут, 2 |

Табл. 5

| № з/п. | Найменування об'єкта та його структурних підрозділів (цехів, установок)              | Вихідні дані                                                                                      | ВАРІАНТИ                     |                               |                                |                               |                                  |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|
|        |                                                                                      |                                                                                                   | 11                           | 12                            | 13                             | 14                            | 15                               |
| 1      | Водопровідна насосна станція.<br><br>Структурні підрозділи: склад хлору, хлораторна. | Відстань між об'єктами (м)                                                                        | 200                          | 250                           | 280                            | 350                           | 380                              |
|        |                                                                                      | Наявність елементів селитебної території та мінімальна відстань до них (м)                        | Житловий масив, 800          | Автодорога, 450               | Стадіон, 900                   | Лісопарк вазона, 300          | Автозаправна станція, 650        |
|        |                                                                                      | Найменування небезпечної речовини                                                                 | Хлор                         | Хлор                          | Хлор                           | Хлор                          | Хлор                             |
|        |                                                                                      | Характеристика технологічного обладнання (апаратів): контейнер, хлоратор, небезпечна речовина, т. | Контейнер 0,8; Хлоратор -0,1 | Контейнер 0,7; Хлоратор -0,15 | Контейнер -0,9; Хлоратор -0,12 | Контейнер 0,6; Хлоратор -0,13 | Контейнер -0,75; Хлоратор -0,14. |

Табл. 6

| № з/п. | Найменування об'єкта та його структурних підрозділів (цехів, установок)     | Вихідні дані                                                                                | ВАРІАНТИ             |                 |                         |                        |                           |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------------|-------------------------|------------------------|---------------------------|
|        |                                                                             |                                                                                             | 21                   | 22              | 23                      | 24                     | 25                        |
| 1      | Газонаповнююча станція.                                                     | Відстань між об'єктами (м)                                                                  | 100                  | 90              | 150                     | 200                    | 350                       |
|        |                                                                             | Наявність елементів селитебної території та мінімальна відстань до них (м)                  | Житлові будинки, 950 | Автодорога, 350 | Залізнична станція, 500 | Залізнична дорога, 400 | Автозаправна станція, 950 |
|        | Структурні підрозділи: компресорний цех; резервуарний парк скраплених газів | Найменування небезпечної речовини                                                           | Метан                | Пропан          | Бутан                   | Пропан                 | Метан                     |
|        |                                                                             | Характеристика технологічного обладнання (апаратів): компресори, речовина, м <sup>3</sup> . | Метан-70             | Пропан -40      | Бутан -30               | Пропан -55             | Метан -45                 |

## Приклад побудови логічної схеми виникнення і розвитку можливих аварій

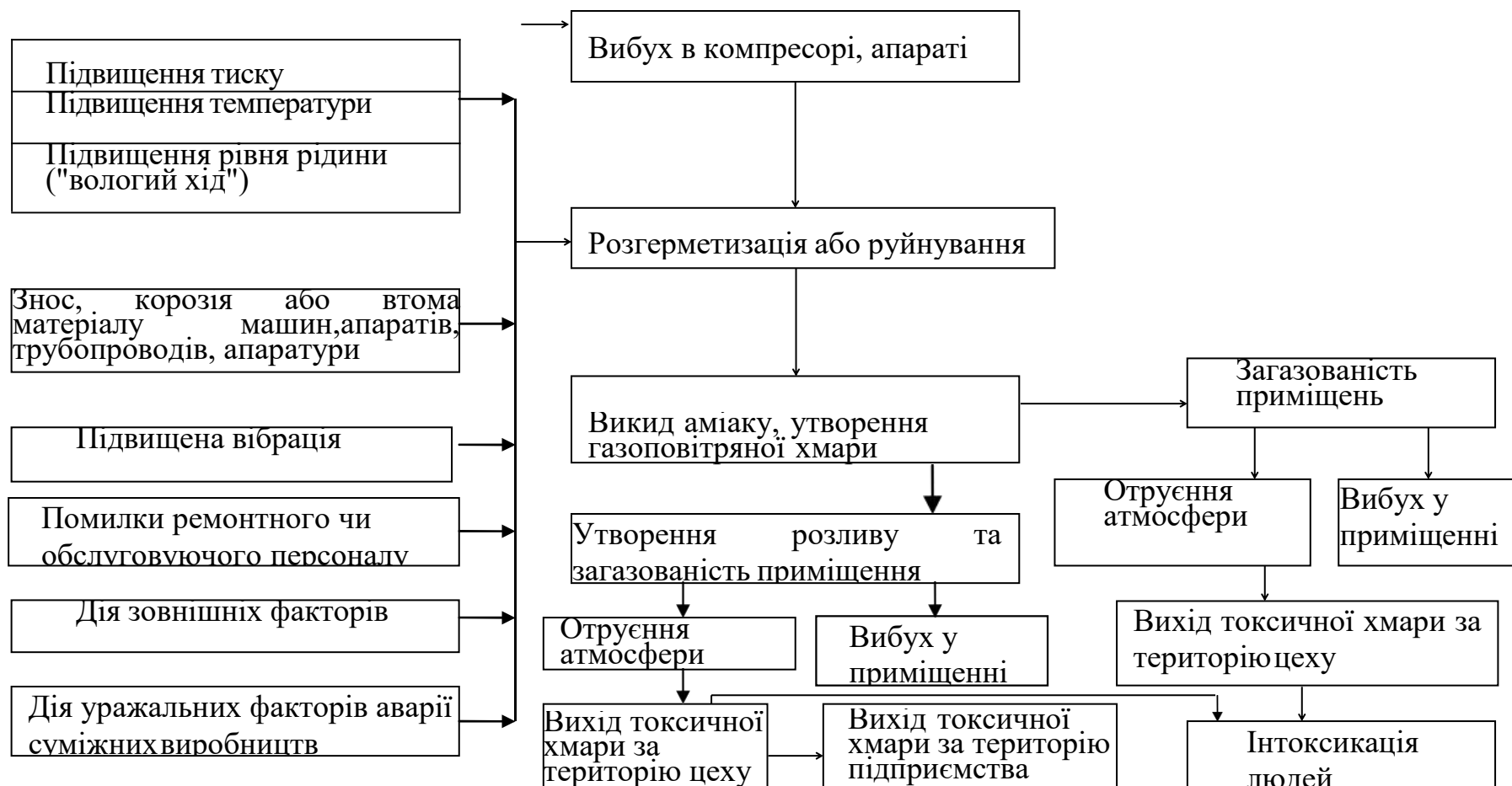


Рис. 1. Сценарій виникнення та розвитку аварії в аміачно-компресорному відділенні

**Додаток 4.**  
**Приклад виконання деяких елементів**  
**курсової роботи**

Державна служба України з надзвичайних ситуацій  
Національний університет цивільного захисту України  
Навчально-науковий інститут пожежної та техногенної безпеки  
Кафедра пожежної і техногенної безпеки об'єктів та технологій

**Курсова робота**

з дисципліни «Техногенна безпека об'єктів»

Модуль № \_\_\_\_

Тема: « \_\_\_\_\_ »

Варіант № \_\_\_\_

Виконав(ла):

курсант(ка) групи \_\_\_\_\_,

рядовий(ва) сл. ЦЗ,

Ім'я ПРІЗВИЩЕ \_\_\_\_\_  
(підпис)

індивідуальний план № \_\_\_\_\_

Керівник(ця):

посада (викладач, ст. викладач,

доцент, професор, заступник

начальника, начальник)

кафедри ПТБОТ ННІ ПтаТБ,

спеціальне звання,

вч. ступінь, вч. звання

Ім'я ПРІЗВИЩЕ \_\_\_\_\_  
(підпис)

Оцінка за 100-бальною шкалою \_\_\_\_

Члени комісії:

Ім'я ПРІЗВИЩЕ \_\_\_\_\_  
(підпис)

Ім'я ПРІЗВИЩЕ \_\_\_\_\_  
(підпис)

Ім'я ПРІЗВИЩЕ \_\_\_\_\_  
(підпис)

Черкаси – 20\_\_

Державна служба України з надзвичайних ситуацій  
Національний університет цивільного захисту України  
Навчально-науковий інститут пожежної та техногенної безпеки  
Кафедра пожежної і техногенної безпеки об'єктів та технологій

**Курсова робота**

з дисципліни «Техногенна безпека об'єктів»

Модуль № \_\_\_\_

Тема: «\_\_\_\_\_»

Варіант № \_\_\_\_

Виконав(ла):

студент(ка) групи \_\_\_\_\_,

Ім'я ПРІЗВИЩЕ \_\_\_\_\_  
(підпис)

індивідуальний план № \_\_\_\_\_

Керівник(ця):

посада (викладач, ст. викладач,

доцент, професор, заступник

начальника, начальник)

кафедри ПТБОТ ННІ ПтаТБ,

спеціальне звання,

вч. ступінь, вч. звання

Ім'я ПРІЗВИЩЕ \_\_\_\_\_  
(підпис)

Оцінка за 100-бальною шкалою \_\_\_\_

Члени комісії:

Ім'я ПРІЗВИЩЕ \_\_\_\_\_  
(підпис)

Ім'я ПРІЗВИЩЕ \_\_\_\_\_  
(підпис)

Ім'я ПРІЗВИЩЕ \_\_\_\_\_  
(підпис)

Черкаси – 20\_\_

**Для нотаток**

**Для нотаток**

## **Навчально-методичне видання**

Укладачі: **Вавренюк Сергій Анатолійович**, професор кафедри організації і проведення аварійно-рятувальних робіт навчально-наукового інституту цивільного захисту, д.н.держ.упр., доцент  
**Олійник Володимир Вікторович**, начальник кафедри автоматичних систем безпеки та електроустановок навчально-наукового інституту пожежної та техногенної безпеки, д.т.н., доцент  
**Кондратенко Олександр Миколайович**, професор кафедри пожежної і техногенної безпеки об'єктів та технологій навчально-наукового інституту пожежної та техногенної безпеки, д.т.н., професор

### **Техногенна безпека об'єктів**

Методичні вказівки

до виконання курсової роботи

для підготовки здобувачів вищої освіти за освітньо-професійними програмами:

«Пожежна безпека», «Цивільна безпека»

та «Техногенно-екологічна безпека»

другого (магістерського) рівня підготовки

за спеціальностями 261 «Пожежна безпека», 263 «Цивільна безпека»

та 183 «Технології захисту навколишнього середовища»

у галузях знань 26 «Цивільна безпека» та 18 «Виробництво та технології»

Відповідальний за випуск О.М. Кондратенко

Підп. до друку \_\_.\_\_.20\_\_ р. Формат 60x84 1/16  
Папір 80 г/см<sup>2</sup>. Друк ризограф. Умовн.-друк. арк. \_\_  
Тираж прим. Вид № / Зам №

**Сектор редакційно-видавничої діяльності**  
**Національного університету цивільного захисту України**  
**18032, Черкаси, вул. Онопрієнка, 8**