

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова

О. Ю. САВІНА, П. В. ШТЕЙН, Л. М. МАРКІНА, В. І. ІЗОВ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання практичних та самостійних робіт
з дисципліни «Безпека життєдіяльності»

Рекомендовано Методичною радою НУК



ВИДАВНИЦТВО
НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
ІМ. АДМІРАЛА МАКАРОВА

2020

УДК 351.86:614.8 (076)
М56

Автори:

О. Ю. Савіна, кандидат технічних наук, доцент кафедри техногенної та цивільної безпеки;

П. В. Штейн, старший викладач;

Л. М. Маркіна, кандидат технічних наук, доцент;

В. І. Ізотов, викладач

Рецензент Г. Г. Трохименко, доктор біологічних наук, доцент

Рекомендовано Методичною радою НУК

ЗМІСТ

Перелік використаних скорочень	4
Вступ	5
1. Основні вимоги та рекомендації до виконання практичних та самостійних робіт	6
2. Визначення впливу уражаючих факторів природних НС	8
3. Визначення впливу уражаючих факторів техногенних НС	14
4. Оцінка ризику виникнення небезпек	34
Додаток	39

М56 **Методичні** вказівки до виконання практичних та самостійних робіт з дисципліни «Безпека життєдіяльності» / О. Ю. Савіна, П. В. Штейн, Л. М. Маркіна, В. І. Ізотов. – Миколаїв : НУК, 2020. – 56 с.

Вміщено методика та порядок виконання студентами практичних та самостійних робіт з дисципліни «Безпека життєдіяльності». Є організаційно-методичним документом.

Призначено для студентів ВНЗ, які вивчають дисципліну «Безпека життєдіяльності» за всіма спеціальностями, а також для викладачів цих дисциплін. Вони можуть бути корисними керівному та командно-начальницькому складу аварійно-рятувальних служб суб'єктів господарювання під час проведення відповідних занять.

УДК 351.86:614.8 (076)

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ СКОРОЧЕНЬ

АТО –	адміністративна територіальна одиниця
БЖД –	безпека життєдіяльності
ГПС –	газоповітряна суміш
ЗІЗ –	засоби індивідуального захисту
ЗРЗ –	зона радіоактивного зараження
ЄДС ЦЗ –	єдина державна система цивільного захисту
ЛЗР –	легкозаймисті речовини
НС –	надзвичайна ситуація
НХР –	небезпечні хімічні речовини
СГ –	суб'єкт господарювання
ПНО –	потенційно небезпечний об'єкт
ППС –	паливоповітряна суміш
РЗ –	радіоактивне забруднення
РНО –	радіаційно небезпечний об'єкт
РР –	радіоактивні речовини
СВСП –	ступінь вертикальної стійкості повітря
УХ –	ударна хвиля
ХНО –	хімічно небезпечний об'єкт

ВСТУП

Одним з головних завдань суспільства на сучасному етапі розвитку є забезпечення на підґрунті ризико-орієнтовного підходу прийнятного рівня безпеки надскладної системи «людина-техніка-середовище». Відповідальність за це в Україні покладено на спеціально уповноважені підрозділи єдиної державної системи цивільного захисту (ЄДС ЦЗ). Однак кількість надзвичайних ситуацій (НС) з часом не зменшується. Тому керівники та персонал суб'єктів господарювання (СГ) повинні бути підготовлені до вирішення питань щодо захисту працівників СГ та населення від уражаючих факторів НС.

У даних методичних вказівках до виконання практичних та самостійних робіт з дисципліни «Безпека життєдіяльності» (БЖД) наведені методики визначення впливу уражаючих факторів НС техногенного і природного походження. Засвоєння поданого матеріалу буде сприяти набуттю студентами передбаченої програмою здатності аналізувати механізми впливу небезпек на людину, визначати характер взаємодії організму людини з небезпеками середовища існування, умінно обґрунтовувати нормативно-організаційні заходи забезпечення безпечного проживання населення, виробничої безпеки працівників СГ, експлуатації їхнього технологічного обладнання, а також попередження виникнення НС, їх моделювання та запобігання.

Матеріали даного видання можуть бути корисними також і відповідним фахівцям при вирішенні специфічних питань щодо моніторингу (декларування) безпеки потенційно небезпечних об'єктів (ПНО).

1. ОСНОВНІ ВИМОГИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНИХ ТА САМОСТІЙНИХ РОБІТ

1.1. Навчальна мета та питання, що вирішують студенти під час роботи

Метою роботи є закріплення студентами теоретичних знань з дисципліни «Безпека життєдіяльності» та використання їх на практиці, набуття практичних навичок, умінь аналізувати механізми впливу небезпек на людину, визначати характер взаємодії організму людини з небезпеками середовища існування з урахуванням специфіки механізму токсичної дії небезпечних речовин, енергетичного впливу та визначення необхідних заходів щодо захисту робітників, службовців і населення, яке мешкає на прилеглих до СГ територіях.

Виконання практичних та самостійних робіт передбачено навчальною програмою дисципліни «БЖД». Роботи виконуються після відпрацювання теоретичного матеріалу і є завершальним етапом вивчення питань даної дисципліни.

Під час вирішення навчальних питань студентам необхідно спрогнозувати величини уражаючих факторів можливих НС природного та техногенного походження, визначити їх максимальні значення на території СГ та адміністративно-територіальної одиниці (АТО), а саме:

- масштаби та ступінь можливих пошкоджень об'єктів, які трапляються внаслідок повені, можливі втрати людей;
- масштаби та ступінь можливих руйнувань унаслідок землетрусу й можливі втрати людей;
- масштаби та ступінь можливих руйнувань унаслідок вибуху газоповітряної або паливоповітряної суміші на СГ;
- параметри зон теплового впливу та задимлення, що утворюються внаслідок пожеж на СГ;
- провести аналіз та зробити висновки щодо дії негативних наслідків небезпек під час аварій через вплив ударної хвилі та теплового імпульсу на незахищених людей, будівлі, споруди, обладнання СГ;

– масштаби та ступінь ураження СГ і прилеглої до нього території небезпечними хімічними речовинами (НХР) під час аварій на ХНО (продуктопроводі) та їх вплив на персонал СГ та населення, яке проживає в АТО;

– наслідки радіоактивного забруднення (РЗ) під час аварій на радіаційно небезпечному об'єкті (РНО) та його вплив на виробничий персонал СГ та населення, яке мешкає на відповідній АТО;

– провести якісний і кількісний аналіз ризику та визначити його ступінь прийнятності для суспільства.

1.2. Організаційно-методичні вказівки

Кожний студент виконує практичні та самостійні роботи за одним із варіантів вихідних даних. Робота складається із пояснювальної записки й графічного додатка. На титульному листі позначаються найменування ВНЗу, кафедри, назва теми, номери варіантів роботи, навчальної групи, прізвища та ініціали студента й керівника.

Зміст пояснювальної записки містить вступ, вихідні дані, визначення та аналіз впливу уражаючих факторів (для кожної практичної або самостійної роботи), визначення заходів щодо попередження НС, графічний додаток, висновки щодо захисту людей.

Текст пояснювальної записки має бути чітким і стислим. Слід обов'язково обґрунтовувати прийняті рішення з посиланням на літературу та довідкові матеріали, що є джерелами для прийняття рішень. Записка та графічний додаток оформлюються у відповідності до вимог єдиної системи конструкторської документації та діючих державних стандартів.

У кінці пояснювальної записки подається список використаної літератури. Графічні додатки (за необхідністю) виконуються в масштабі на міліметровому папері і повинні мати позначення напрямку «північ–південь» (за необхідністю та графічне відображення характеристик обстановки, що склалася на СГ (АТО).

2. ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ УРАЖАЮЧИХ ФАКТОРІВ ПРИРОДНИХ НС

2.1. Визначення характеристик та небезпек паводкової повені

Паводкова повінь – це інтенсивний, порівняно короткочасний підйом рівня води, що формується сильними дощами.

Для зниження матеріального збитку та підвищення безпеки населення здійснюється завчасне короткострокове прогнозування можливих наслідків повені. Під короткостроковим прогнозуванням слід розуміти складання гідрологічного прогнозу характеру і наслідків повені не більш ніж за 12–15 діб.

Для прогнозування наслідків паводкової повені застосовується методика, яка враховує тип річкового русла: прямокутний, трикутний, трапецеподібний тощо. Розглянемо одне з них – трикутне русло (див. рис. 1).

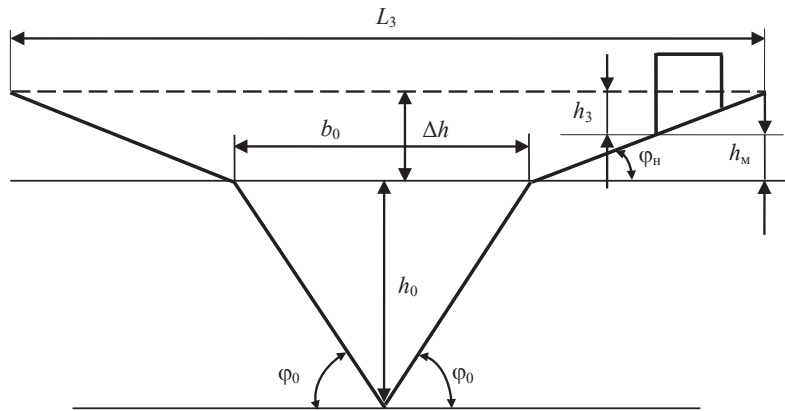


Рис. 1. Схема визначення характеристик зони затоплення річки з трикутним руслом

h_0 – глибина річки до паводка, м; b_0 – ширина річки до паводка, м; φ_0 – кут нахилу підводної частини річки, градуси; φ_n – кут нахилу берегової лінії, градуси; h_m – висота місця об'єкта, м; h_3 – глибина затоплення під час повені, м; L_3 – ширина території, що затоплюється під час повені, м

Основні оціночні параметри повені:

- максимальна швидкість потоку затоплення V_3 ;
- глибина затоплення h_3 ;
- ширина території, що затоплюється під час повені L_3 ;
- площа затоплення в низині S_3 .

Вихідні дані:

Інтенсивність опадів	J	мм/год
Площа випадіння опадів	F	км ²
Ширина річки до паводка	b_0	м
Швидкість течії річки до паводка	V_0	м/с
Глибина річки до паводка	h_0	м
Кут нахилу підводної частини річки	φ_0	градуси
Кут нахилу берегової лінії	φ_n	градуси
Висота місця об'єкта	h_m	м
Довжина низини в місці затоплення	N	км
Профіль русла річки		трикутний

Послідовність прогнозування наслідків повені є наступ-

ними:

визначаються:

1. Площа перетину русла річки до паводка, м²,

$$S_0 = \frac{b_0 h_0}{2}.$$

2. Витрати води до настання повені, м³/с,

$$Q_0 = V_0 S_0,$$

де V_0 – швидкість течії річки, м/с.

3. Витрати води після випадіння опадів, м³/с,

$$Q_{\max} = Q_0 + \frac{J F}{3,6},$$

де J – інтенсивність опадів, мм/год; F – площа випадіння опадів, км².

4. Висота підйому води в річці під час паводка, м,

$$\Delta h = \left(\frac{2Q_{\max} \cdot \sqrt[3]{h_0^5}}{b_0 \cdot V_0} \right)^{\frac{3}{8}} - h_0.$$

5. Глибина затоплення, м,

$$h_3 = \Delta h - h_m.$$

6. Максимальна швидкість потоку води під час паводка, м/с,

$$V_{\max} = V_0 \cdot \sqrt[3]{\left(\frac{h_0 + \Delta h}{h_0}\right)^2}.$$

7. Максимальна швидкість потоку затоплення в районі об'єкта, м/с,

$$V_3 = V_{\max} f,$$

де f – параметр віддаленості об'єкта від русла річки, визначається за таблицею 1 у додатку (за необхідністю застосувати метод інтерполяції).

8. Ширина території, що затоплюється під час повені, м,

$$L_3 = b_0 + 2\Delta h \cdot \operatorname{ctg} \varphi_n.$$

9. Площа затоплення в низині, км²,

$$S_3 = N L_3,$$

де N – довжина низини в місці затоплення, км.

10. Уражаюча дія паводка визначається за максимальною швидкістю потоку затоплення V_3 та глибиною затоплення h_3 (див. табл. 2 у додатку).

2.2. Визначення характеристик небезпечних геологічних процесів

Землетруси – це підземні удари та коливання поверхні Землі, спричинені в основному природними чинниками. Зона виникнення підземного удару – осередок землетрусу, становить собою деякий об'єм у товщі Землі, у межах якого відбувається процес вивільнення енергії, що накопичується тривалий час. Ця енергія вивільняється при майже миттєвому переміщенні мас. У центрі осередку умовно виділяється точка, яку називають гіпоцентром, а її проекцію на поверхню землі – епіцентром. Від осередку в усі боки поширюються пружні сейсмічні хвилі, серед яких розрізняють поздовжні й поперечні.

Поздовжні хвилі – це перенесення стиснення та розтягнення в напрямку поширення, поперечні – коливання частинок, що відбуваються перпендикулярно напрямкам поширення хвилі. Швидкість поздовжніх хвилей більша за швидкість

поперечних. У результаті заломлення та відбивання в неоднорідному середовищі поблизу поверхонь розділу виникають поверхневі хвилі, які поширюються поверхнею Землі в усі боки від епіцентру – сейсмічні хвилі.

Мірою загальної енергії сейсмічних хвиль служить магнітуда землетрусу (M) – деяка умовна величина, пропорційна логарифма максимальної амплітуди зсуву частинок ґрунту. Ця величина визначається за допомогою спостережень на сейсмічних станціях, через амплітуду Zm (мкм) поверхневої хвилі та відстані R (км), до епіцентру землетрусу за формулою:

$$M = \lg Zm - 1,32R$$

і виражається у відносних одиницях.

Найсильніший землетрус має магнітуду не більше 9. Енергія, що виділяється під час землетрусу (Дж), визначається за співвідношенням:

$$E = 10^{(5,24+1,44M)}.$$

Силу землетрусу оцінюють за інтенсивністю руйнувань на поверхні Землі. Для характеристики струсів використовують різні шкали інтенсивності землетрусів (Ріхтера, MSK-64, Меркаллі та інші).

Основні оціночні параметри землетрусу:

- інтенсивність землетрусу на відстані R від епіцентру, I_R ;
- реальна інтенсивність землетрусу, що враховує тип ґрунту під забудовою, I'_R ;
- імовірність загальних $P_{\text{заг}}$, незворотних, $P_{\text{незв}}$ та санітарних втрат, $P_{\text{сан}}$;
- потенційні втрати населення в будинках $N_{\text{пот}}$.

Вихідні дані:

Магнітуда землетрусу	M	
Глибина гіпоцентра	H	км
Відстань від епіцентру	R	км
Кількість людей у будинку	N	осіб
Конструкція будинку		
Тип ґрунту під будинком		
Тип ґрунту поза будинком		

Послідовність оцінки обставин під час землетрусу є наступною:

1. Визначити інтенсивність землетрусу на відстані R від епіцентру I_R , бали. Для однорідного ґрунту вона визначається за формулою:

$$I_R = 1,5M - 3,5 \lg \sqrt{R^2 + H^2} + 3.$$

2. Визначити реальну інтенсивність землетрусу, що враховує тип ґрунту під забудовою I'_R , бали:

$$I'_R = I_R - (\Delta I_M - \Delta I_3),$$

де ΔI_3 – збільшення бальності для ґрунту, на якому побудований будинок у порівнянні з гранітом; ΔI_M – збільшення бальності для ґрунту навколишньої місцевості. Значення ΔI_3 , ΔI_M для різних ґрунтів наведені в таблиці 3 у додатку.

3. За реальною інтенсивністю землетрусу I'_R , у балах, користуючись шкалою інтенсивності землетрусу MSK-64 (див. табл. 4 у додатку) визначити тип землетрусу та його характеристики.

4. За конструктивними даними будинку визначити його тип та сейсмостійкість I_c , бали, які наведені в таблиці 5 у додатку.

5. Визначити ймовірність та ступінь пошкодження будинку за табл. 6 у додатку.

6. Визначити ймовірність загальних $P_{\text{заг}}$ і незворотних (летальних) $P_{\text{незв}}$ втрат залежно від ступеня пошкодження будинків за таблицею 7 у додатку.

Оскільки визначені в п. 5, 6 ймовірність отримання пошкоджень будинків різного ступеня і ймовірність втрат населення є величинами випадковими, то їх слід визначати за формулами:

– ймовірність загальних втрат:

$$P_{\text{заг}} = (0,05P_3 + 0,50P_4 + 0,95P_5);$$

– незворотних втрат:

$$P_{\text{незв}} = (0,01P_3 + 0,17P_4 + 0,65P_5);$$

– санітарних втрат:

$$P_{\text{сан}} = P_{\text{заг}} - P_{\text{незв}},$$

де P_3, P_4, P_5 – ймовірність отримання пошкоджень будинку відповідного ступеня (див табл. 6 у додатку).

7. Визначити потенційно загальні, незворотні та санітарні втрати населення в будинках $N_{\text{пот}}$ за формулою:

$$N_{\text{пот}} = P_i N,$$

де N – загальна кількість людей у будинку, P_i – ймовірність відповідних втрат.

8. На основі проведених розрахунків зробити висновки щодо відповідності конструкції будинку нормативним вимогам сейсмостійкого будівництва, визначити способи попередження втрат та збитків від можливого землетрусу.

3. ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ УРАЖАЮЧИХ ФАКТОРІВ ТЕХНОГЕННИХ НС

3.1. Визначення характеристик уражаючих факторів вибухів

Вибух – це процес фізичних і хімічних перетворювань речовин, що швидко протікає й супроводжується звільненням значної кількості енергії в обмеженому об'ємі, унаслідок чого в навколишньому просторі виникає та розповсюджується ударна хвиля (УХ).

УХ вибуху – зона стисненого повітря, що поширюється з надзвуковою швидкістю від центру вибуху, викликаючи ураження людей, руйнування споруд, техніки й ін. Характер цих руйнувань залежить від багатьох чинників: від типу й розмірів об'єкта, будівельного матеріалу, надмірного тиску в УХ тощо. Непрямий вплив УХ полягає в ураженні людей предметами, що відкидаються нею.

Кількісною характеристикою УХ є надлишковий тиск фронту УХ ΔP_{ϕ} , кПа – різниця між максимальним тиском у фронті УХ (P_{ϕ}) й нормальним атмосферним тиском у даній точці простору (P_0), тобто:

$$\Delta P_{\phi} = P_{\phi} - P_0.$$

Розглянемо вибухи газо- та паливоповітряних сумішей (ГПС, ППС).

Характерні риси вибухів ГПС, ППС:

- виникнення різних типів вибухів: детонаційного, дефлаграційного чи комбінованого;
- утворення п'яти зон ураження: детонаційної, розсіювання продуктів вибуху, дії повітряної УХ, теплового ураження та токсичного задимлення;
- залежність потужності вибуху від параметрів середовища, в якому відбувається вибух (температура, швидкість вітру, щільність забудови, рельєф місцевості).

Вихідні дані:

Тип ГПС (ППС), що зберігаються в ємностях

Маса ГПС (ППС) M т

Тип вибуху

Відстань між ємністю з ГПС (ППС)

та досліджуваним об'єктом R м

Висота приміщення об'єкта H м

Довжина приміщення об'єкта L м

Ширина приміщення об'єкта B м

Температура повітря

в приміщенні об'єкта t_n , °C

Ступінь вертикальної

стійкості повітря (СВСП)

Маса токсичних продуктів горіння $M_{\text{тп}}$ кг

Швидкість середнього вітру v м/с

У залежності від умов розміщення ємності вибух може відбуватися у відкритому просторі та в приміщеннях.

3.1.1. Прогнозування можливих руйнувань та уражень під час вибуху ГПС (ППС) у відкритому просторі

В осередку вибуху щодо дії УХ відокремлюють три концентричні зони: детонації, розсіювання продуктів вибуху, повітряної ударної хвилі.

1. Для прогнозування можливих руйнувань та уражень визначити радіуси цих зон та визначити, в якій зоні знаходиться об'єкт.

Радіус зони детонації R_1 визначається за залежністю:

$$R_1 = 17,5 \sqrt[3]{M} \text{ м,}$$

де M – маса пальної речовини, т.

Радіус зони розсіювання продуктів вибуху R_2 :

$$R_2 = 1,7 R_1 \text{ м.}$$

Радіус зони дії повітряної УХ R_3 :

$$R_3 = 12 R_1 \text{ м.}$$

2. Визначити величину надмірного тиску на відстані до об'єкта, що досліджується.

У межах зони детонації, надмірний тиск береться постійним і дорівнює:

$$\Delta P_1 = 1700 \text{ кПа.}$$

У зоні розсіювання продуктів вибуху надмірний тиск визначається за формулою:

$$\Delta P_2 = 1300 (R_1 / R) + 50 \text{ кПа.}$$

де R – відстань від центру вибуху до об'єкта, м.

У зоні дії повітряної УХ надмірний тиск розраховується за наведеними нижче формулами.

Для цього спочатку визначається відносна величина:

$$\psi = 0,24 (R_1 / R),$$

якщо $\psi \leq 2$, то

$$\Delta P_3 = \frac{700}{3(\sqrt{1 + 29,8 \Delta \psi^3} - 1)} \text{кПа,}$$

якщо $\psi > 2$, то

$$\Delta P_3 = \frac{22}{\psi \sqrt{\lg \psi + 0,158}} \text{кПа.}$$

3. За знайденою величиною надмірного тиску зробити висновки щодо ступеня ураження незахищених людей та можливих руйнувань об'єктів (за таблицями 8 та 9 у додатку).

3.1.2. Визначення параметрів ударної хвилі при вибуху ГПС (ППС) у приміщенні

Оскільки межі приміщення не дають можливості вільно поширюватися продуктам горіння в замкнутому об'ємі, надлишковий тиск вибуху для палих речовин, що складаються з атомів С, Н, N, Cl, Br, I, F визначається за формулою:

$$\Delta P_{\max} = (P_{\max} - P_0) \frac{100 M z}{c_{\text{стх}} V_{\text{во}} \rho_{\text{п(г)}} \cdot \varphi} \text{кПа,}$$

де $P_{\max}$ – максимальний тиск вибуху стехіометричної ГПС (ППС) у замкнутому об'ємі, визначається за довідником. Якщо дані відсутні, то беруть $P_{\max} = 900$ кПа; P_0 – початковий тиск у приміщенні, кПа (беруть $P_0 = 101$ кПа); M – маса ГПС (ППС), що потрапила в приміщення внаслідок аварії, т; z – коефіцієнт участі пальної речовини у вибуху в приміщенні, дорівнює: 0,5 – для палих газів, промислового пилу; 0,3 –

для легкозаймистої речовини (ЛЗР) і палих рідин, нагрітих до температури спалаху та вище і при температурі нижче температури спалаху при утворенні аерозолі; $V_{\text{во}}$ – вільний об'єм приміщення, м³, що складає 80 % від загального об'єму; φ – коефіцієнт негерметичності приміщення та неадіабатичності процесу горіння, взяти рівним 3;

$\rho_{\text{п(г)}}$ – щільність пари (газу) при P_0 , кг/м³, визначається залежністю:

$$\rho_{\text{п(г)}} = \frac{12,15 M_p}{t_{\text{п}} + 273},$$

де $t_{\text{п}}$ – температура повітря в приміщенні, °С; M_p – молярна маса речовини, г/моль (див. табл. 10 у додатку);

$C_{\text{с.т.х}}$ – стехіометрична концентрація газів чи пари, визначається за формулою:

$$C_{\text{с.т.х}} = \frac{100}{1 + 4,84 \beta},$$

де β – стехіометричний коефіцієнт кисню в рівнянні реакції горіння, дорівнює:

$$\beta = n_{\text{с}} + \frac{n_{\text{н}} - n_{\text{г}}}{4} - \frac{n_0}{2},$$

де $n_{\text{с}}$, $n_{\text{н}}$, n_0 , $n_{\text{г}}$ – кількість атомів С, Н, О та галогенів у молекулі пального.

Примітка. Стехіометричною сумішшю називають суміш, у якій кількість повітря забезпечує повне згорання пального.

За знайденою величиною надмірного тиску зробити висновки щодо ступеня ураження незахищених людей (див. табл. 8, у додатку) та можливих руйнувань об'єктів (див. табл. 9, у додатку).

Якщо в приміщенні стався вибух з $\Delta P_{\max} > 30$ кПа, то воно, як правило, руйнується повністю.

3.1.3. Розрахунок параметрів зон теплового впливу під час вибухів ГПС (ППС)

1. Визначити радіус вогняної кулі $R_{\text{в.к}}$ при загорянні ГПС за залежністю:

$$R_{\text{в.к}} = 2,25 \sqrt[3]{M} \text{ м,}$$

де M – маса ГПС (ППС), кг.

2. Визначити час свічення вогняної кулі $t_{в.к.}$:

$$t_{в.к.} = 2,76 \sqrt[3]{M} \text{ с.}$$

3. Визначити інтенсивність теплового випромінювання I :

$$I = \frac{133 \sqrt[3]{M^2}}{R^2} \text{ кДж/м}^2 \cdot \text{с},$$

де R – відстань між ємністю з ГПС (ППС) та об'єктом (людиною).

4. Визначити тепловий імпульс U вогняної кулі:

$$U = I t_{в.к.} \text{ кДж/м}^2.$$

5. Визначити уражаючу дію вогняної кулі на людей за табл. 11 та на матеріали за табл. 12 у додатку відповідно.

6. Визначити безпечний радіус дії теплового випромінювання на людину:

$$R_{без} = \sqrt{\frac{133 M^{\frac{2}{3}}}{I^*}},$$

де I^* – безпечна інтенсивність теплового випромінювання для людини (див. табл. 11 у додатку), кДж/м²·с.

3.1.4. Розрахунок параметрів зони теплового впливу, що може утворитися під час при пожежі

Через тепловий вплив відбувається займання об'єкта й виникнення і поширення пожежі.

Розміри зони теплового впливу під час пожежі розраховують за співвідношенням, яке визначає безпечну відстань $R_{без}$, м, при заданому рівні інтенсивності теплового випромінювання для людини:

$$R_{без} = R^* \sqrt{\frac{\chi Q_0}{I^*}},$$

де χ – коефіцієнт, що характеризує геометрію осередку горіння: $\chi = 0,02$, якщо джерело горіння плоске (вилив на поверхні землі чи води); $\chi = 0,08$, якщо джерело горіння об'ємне (будинок, резервуар); Q_0 – питома теплота пожежі, кДж/м²·с (див. табл. 10 у додатку); I^* – безпечна інтенсивність теплового випромінювання для людини, кДж/м² (див. табл. 11 у додатку); R^* – наведений розмір осередку горіння (пожежі):

– для будівель $R^* = \sqrt{S} = \sqrt{Lh}$ (L – довжина найбільшої стіни, h – висота будівлі), м;

– для резервуарів з ЛЗР $R^* = D_{рез}$; для резервуарів з паливними рідинами (газами) $R^* = 0,8 D_{рез}$, ($D_{рез}$ – діаметр резервуара), м;

– при розливі пальної рідини: $R^* = d = \sqrt{25,5 V}$, де d – діаметр розливання, м; V – об'єм рідини, м³.

3.1.5. Розрахунок характеристик зони токсичного задимлення, що утворюється під час пожежі

Зона задимлення під час пожежі має форму трапеції, що формується за напрямком вітру (рис. 2)

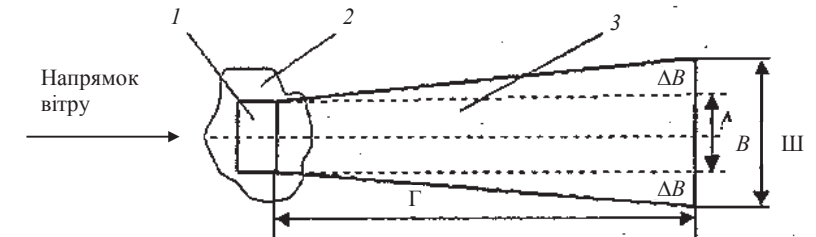


Рис. 2. Зони вражаючого впливу на людину під час пожежі:

1 – об'єкт, на якому сталася пожежа; 2 – зона теплового впливу; 3 – зона задимлення; B – ширина зони горіння (дорівнює ширині об'єкта), м, G – глибина зони задимлення, м;

SH – ширина зони задимлення, м

Послідовність оцінки є наступною:

1. Визначити глибину небезпечної за токсичною дією частини зони задимлення G , м, за співвідношенням:

$$G = \frac{34,2}{K_1} \cdot \left[\frac{M_{т.п.}}{K_2 w D} \right]^{\frac{2}{3}},$$

де K_1 – коефіцієнт шорсткості поверхні (відкрита поверхня – 1; степова рослинність, сільгоспугіддя – 2; чагарник, окремі дерева – 2,5; міська забудова, ліс – 3,3); $M_{т.п.}$ – маса токсичних продуктів горіння, кг; K_2 – коефіцієнт ступеня вертикальної стійкості повітря (інверсія – 1; ізотермія – 1,5;

конвекція – 2), w – швидкість переносу переднього фронту диму (див. табл. 13 у додатку), км/год; D – порогова токсична доза, мг.хв/л (див. табл. 14 у додатку), взяти для оксиду вуглецю.

2. Визначити ширину зони задимлення Π , м, за формулою:

$$\Pi = B + 2\Delta B,$$

де ΔB – бічне розсіювання. При стійкому вітрі ($V_b \geq 1$ м/с) $\Delta B = 0,1$ Г, при нестійкому вітрі ($V_b < 1$ м/с), $\Delta B = 0,4$ Г.

3.2. Визначення характеристик уражаючих факторів під час аварій з викидом НХР

В Україні близько 19000 СГ відносяться до ПНО, з них – 1500 є хімічно небезпечними об'єктами (ХНО).

ХНО – це промисловий об'єкт (підприємство) або його структурні підрозділи, на якому знаходяться в обігу (виробляються, переробляються, перевозяться (пересуваються), завантажуються або розвантажуються, використовуються у виробництві, розміщуються або складуються постійно або тимчасово, знищуються тощо) одна або декілька НХР.

НХР – хімічна речовина, безпосередня чи опосередкована дія якої може спричинити загибель, гостре чи хронічне захворювання або отруєння людей чи завдати шкоди довкіллю.

Хімічна аварія – аварія на ХНО, що призводить до виливу або викиду НХР, які здатні призвести до загибелі або хімічного зараження людей, продовольства, харчової сировини та кормів, сільськогосподарських тварин і рослин, або до хімічного зараження довкілля. За цих умов виникає хімічна обстановка, яка потребує оцінки та подальшого запровадження заходів із захисту працівників СГ, населення та прилеглих територій.

Під оцінкою хімічної обстановки розуміють визначення масштабу та характеру зараження НХР, аналіз їх впливу на діяльність СГ, сил ЦЗ і населення.

З метою визначення єдиного порядку оцінки хімічної обстановки та підвищення якості планування заходів щодо захисту населення в разі аварії на ХНО наказом МНС № 73 від 27.03.2001 року затверджено методику прогнозування наслідків впливу (викиду) НХР під час аварій на промислових

об'єктах і транспорті. Ця методика може бути використана для довгострокового (оперативного) і аварійного прогнозування під час аварій на ХНО і транспорті, а також для визначення ступеня хімічної небезпеки ХНО.

3.2.1. Довгострокове (оперативне) прогнозування

Довгострокове прогнозування здійснюється заздалегідь для визначення можливих масштабів забруднення, сил і засобів, які залучатимуться для ліквідації наслідків аварії, складення планів роботи та інших довгострокових (довідкових) матеріалів.

Для довгострокового (оперативного) прогнозування використовуються наступні вихідні дані:

вид НХР	
загальна кількість НХР	Q_0 , т
розлив НХР	«вільно»
метеорологічні дані:	
– швидкість вітру в приземному шарі	1 м/с,
– температура повітря	20 °С,
– ступінь вертикальної стійкості повітря (СВСП)	інверсія,
– напрямок вітру не враховується	
розповсюдження хмари забрудненого повітря береться в колі	360°
відстань від ХНО до що досліджується СГ	км
середня щільність населення для цієї місцевості	ρ осіб/км ²
ступінь заповнення ємності (ємностей) береться 70 % від паспортного об'єму	
ємності з НХР під час аварій руйнуються повністю	
під час аварій на продуктопроводах (аміакопроводах та ін.)	
кількість НХР, що може витекти, береться за її кількість між відсікателями	

заходи щодо захисту населення детально плануються враховуючи глибину зони можливого хімічного забруднення, яка утворюється протягом перших 4 годин після початку аварії.

На основі вихідних даних за допомогою формул і довідникових таблиць визначаються основні характеристики хімічного забруднення за наступною послідовністю:

1. Визначити глибину зони можливого хімічного забруднення Γ , км за таблицею 15 та таблицею 18 у додатку.

2. Порівняти значення глибини зони хімічного забруднення з відстанню від ХНО до СГ (АТО), X , км та зробити висновок.

Для визначення кількості людей, які проживають у зоні можливого хімічного забруднення (ЗМХЗ) визначається її площа.

ЗМХЗ – територія, у межах якої під впливом зміни напрямку вітру може виникнути переміщення хмари НХР з небезпечними для людини концентраціями.

3. Розрахувати площу ЗМХЗ за співвідношенням:

$$S_{З.М.Х.З} = 3,14 \Gamma^2 \text{ км}^2.$$

Для визначення кількості людей, які можуть зазнати впливу НХР розраховується площа прогнозованої зони хімічного забруднення (ПЗХЗ).

4. Розрахувати площу ПЗХЗ за співвідношенням:

$$S_{П.З.Х.З} = 0,11 \Gamma^2 \text{ км}^2.$$

При довгостроковому прогнозуванні ЗМХЗ на картах та схемах має вигляд кола з радіусом, що дорівнює глибині Γ . ПЗХЗ – розрахункова зона в межах ЗМХЗ, параметри якої приблизно визначаються за формою еліпса. З огляду можливого переміщення хмари НХР під впливом зміни напрямку вітру та інших метеорологічних умов, зображення ПЗХЗ наносяться пунктиром (див. рис. 3).

5. Визначити кількість людей, які проживають у ЗМХЗ за співвідношенням:

$$N_{З.М.Х.З} = \rho \cdot S_{З.М.Х.З} \text{ осіб},$$

де ρ – середня щільність населення для цієї місцевості, осіб/км².

6. Визначити кількість людей, які можуть зазнати впливу НХР за співвідношенням:

$$N_{П.З.Х.З} = \rho \cdot S_{П.З.Х.З} \text{ осіб}.$$

7. Зробити висновок стосовно кількості населення, яке може постраждати в ЗМХЗ та зазнати впливу НХР при довгостроковому прогнозуванні.

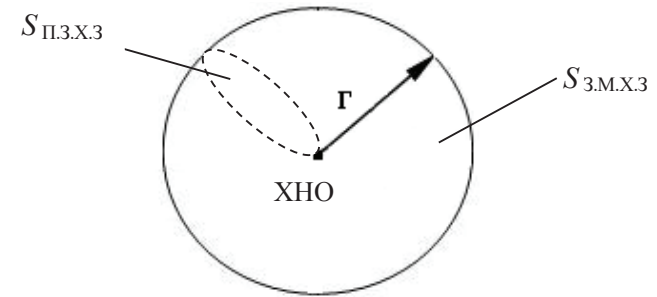


Рис. 3. Вигляд зони можливого зараження при довгостроковому прогнозуванні

3.2.2. Аварійне прогнозування

Аварійне прогнозування здійснюється під час виникнення аварії на ХНО для визначення можливих наслідків аварії та порядку дій у ЗМХЗ.

Для аварійного прогнозування використовуються такі вихідні дані:

вид НХР

загальна кількість НХР

на момент аварії в ємності (трубопроводі),

на якій виникла аварія Q_0 т

характер виливу НХР по підстильній поверхні («вільно» або «у піддон»)

висота обвалування (піддону) H м

реальні метеорологічні умови:

температура повітря $^{\circ}\text{C}$

швидкість і напрямок вітру

в приземному шарі, СВСП м/с

відстань від ХНО

до об'єкта (СГ або АТО) X км

середня щільність населення

для цієї місцевості ρ осіб/км²

час прогнозу (час після аварії),
 (прогнозування здійснюється на термін
 не більше ніж на 4 години, після чого
 прогноз має бути уточнений) N год
 чисельність персоналу СГ осіб
 забезпеченість ЗІЗ %

Послідовність оцінки при аварійному прогнозуванні є наступною:

1. Визначити площу та радіус зони виливу НХР за залежностями:

$$S_p = \frac{Q_0}{h d} \text{ м}^2,$$

де h – товщина шару вилитої НХР, м (взяти 0,05 м), d – густина НХР, т/м³ (визначається за табл. 16 у додатку)

$$r_p = \sqrt{S_p / \pi} \text{ м.}$$

2. За даними прогнозу або за таблицею 17 у додатку визначити СВСП.

3. Визначити глибину ЗМХЗ ($\Gamma_{\text{табл}}$) (за таблицею 15 у додатку) при на реальних метеоумовах.

Глибини розповсюдження НХР, значення яких не визначено в таблиці 15 у додатку, розраховуються з використанням коефіцієнтів таблиць 18, 19, 20 у додатку.

4. Після визначення $\Gamma_{\text{табл}}$ з урахуванням усіх коефіцієнтів отримана величина порівнюється з максимальним значенням глибини переносу повітряних мас за N годин (Γ'):

$$\Gamma' = Nw \text{ км,}$$

де w – швидкість переносу переднього фронту зараженого повітря в залежності від швидкості вітру та СВСП, км/год (див. табл. 13 у додатку).

Для подальших розрахунків береться менше із двох значень: глибини зони зараження ($\Gamma_{\text{табл}}$) та максимальної величини глибини переносу повітряних мас (Γ'), а прийнята глибина зони забруднення позначається Γ .

5. Розмір ЗМХЗ береться як сектор кола, площа якого залежить від швидкості та напрямку вітру й розраховується за емпіричною формулою:

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

де φ – коефіцієнт, який умовно дорівнюється кутовому розміру зони (див. табл. 21 у додатку).

6. Визначити площу ПЗХЗ за формулою:

$$S_{\text{ПЗХЗ}} = k \cdot \Gamma^2 N^{0,2} \text{ км}^2,$$

де k – коефіцієнт, що залежить від СВСП і дорівнює при інверсії – 0,081; при ізотермії – 0,133; при конвекції – 0,235; N – час, на який розраховується глибина ПЗХЗ (час прогнозу).

7. Визначити ширину ПЗХЗ:

- при інверсії: $b = 0,3 \cdot \Gamma^{0,6}$ км;
- при ізотермії: $b = 0,3 \cdot \Gamma^{0,75}$ км;
- при конвекції: $b = 0,3 \cdot \Gamma^{0,95}$ км.

8. Визначити межі осередків хімічного забруднення та нанести їх на карту.

При аварійному прогнозуванні від місця аварії в напрямку вітру креслять вісь зони хімічного зараження. Симетрично вісі наносять сектор ЗМХЗ. Кутовий розмір сектора φ залежить від швидкості вітру: при швидкості вітру $v \leq 0,5$ м/с, зона можливого зараження має вигляд кола; центр кола збігається з джерелом зараження (ХНО), радіус дорівнює глибині Γ (рис. 4, а); при швидкості $0,5 < v \leq 1$ м/с – півкола, бісектриса якого збігається з віссю сліду хмари й орієнтована за напрямком вітру (рис. 4, б), при швидкості $1 < v \leq 2$ м/с – $\varphi = 90^\circ$ (рис. 4, в), при швидкості $v > 2$ м/с – $\varphi = 45^\circ$ (рис. 4, г).

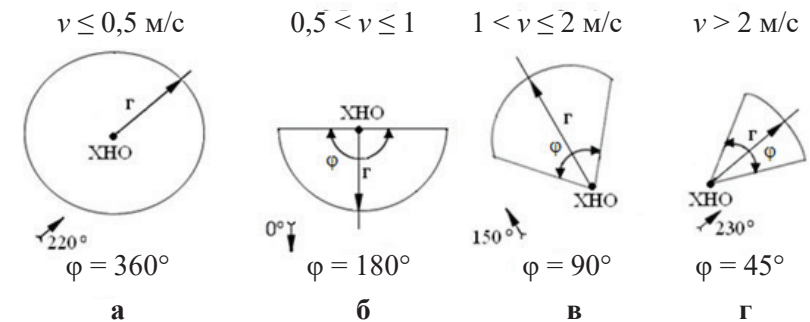


Рис. 4. Вигляд зон можливого зараження при аварійному прогнозуванні в залежності від швидкості та напрямку вітру

Можливі напрямки вітру приведено на рис. 5.

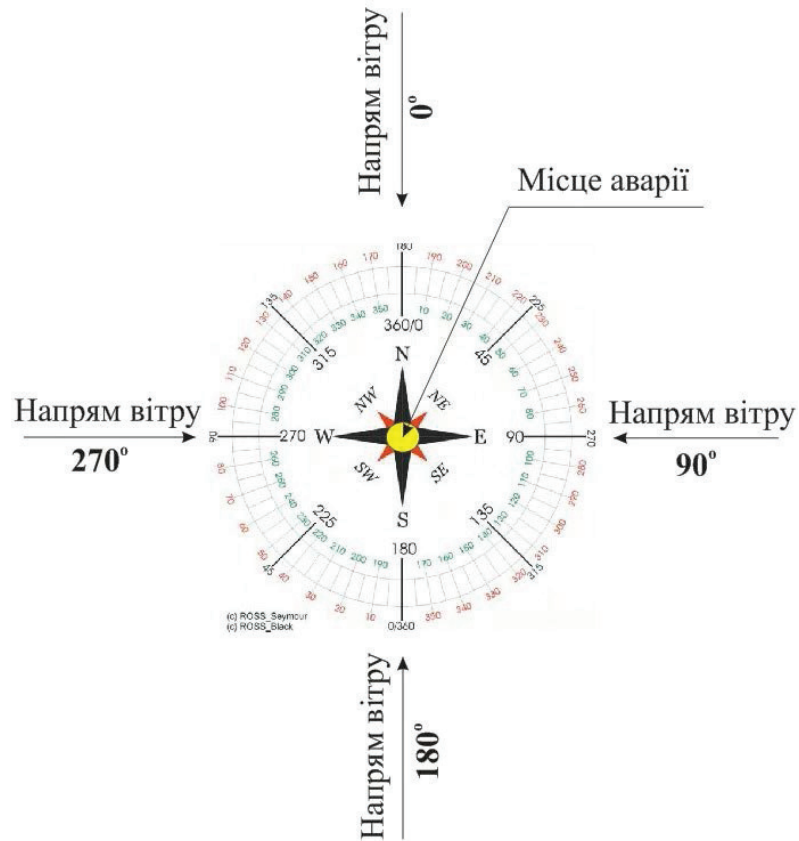


Рис. 5. Можливі напрямки вітру

ПЗХЗ креслять у вигляді еліпса з великою піввіссю за напрямком вітру, контур якої зображується пунктиром чорного кольору. Контури ЗМХЗ зображуються жовтим кольором. Після нанесення всіх зон (у масштабі) на карту, визначаються межі осередків ураження.

Приклад нанесення зон хімічного зараження на карту (схему) місцевості при аварійному прогнозуванні, швидкості вітру – 1 м/с, напрямку вітру – 320°, показано на рис. 6.

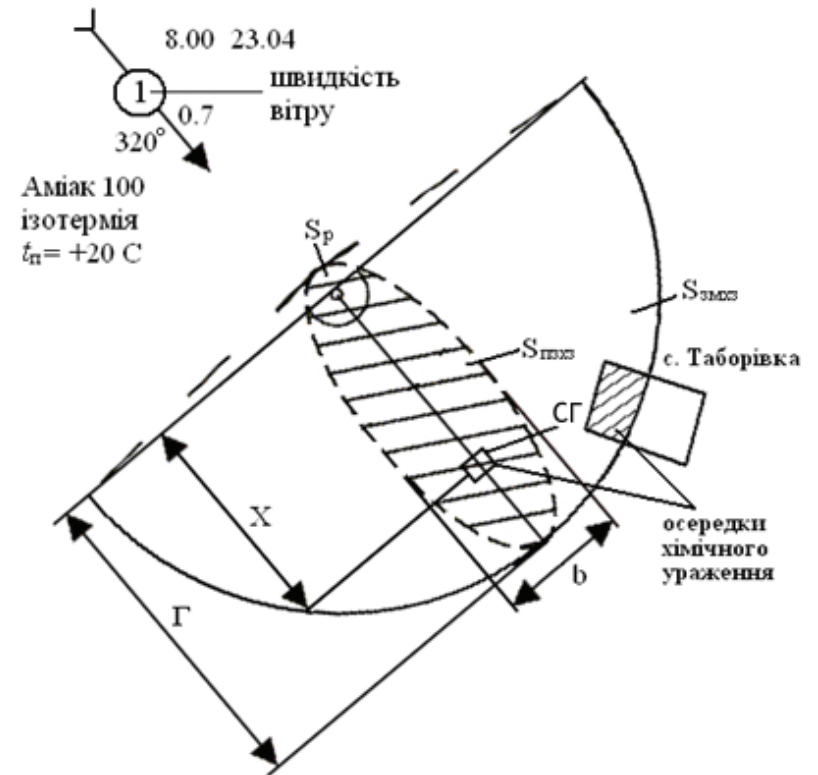


Рис. 6. Нанесення зон хімічного зараження на карту (схему) при аварійному прогнозуванні

9. Визначити час підходу хмари забрудненого повітря до СГ за формулою:

$$t = \frac{X}{w} \text{ год,}$$

де X – відстань від місця аварії до об'єкта (СГ); км, w – швидкість переносу переднього фронту хмари забрудненого повітря (див. табл. 13).

10. Визначити тривалість уражаючої дії НХР $t_{ур}$, год.

Тривалість уражаючої дії НХР визначається терміном випаровування НХР з поверхні її виливу ($t_{ур} = t_{вип}$) та залежить від характеру виливу («вільно» чи «у піддон»), швидкості вітру, типу НХР і може бути визначено за табл. 22 у додатку.

11. Визначити кількість людей, які проживають у ЗМХЗ за співвідношенням:

$$N_{3.М.Х.З} = \rho \cdot S_{3.М.Х.З} \text{ осіб,}$$

де ρ – середня щільність населення для цієї місцевості, осіб/км².

12. Визначити кількість людей, можуть зазнати впливу НХР в ПЗХЗ за співвідношенням:

$$N_{П.З.Х.З} = \rho \cdot S_{П.З.Х.З} \text{ осіб.}$$

Зробити висновок стосовно кількості населення, яке за прогнозами (при аварійному прогнозуванні) може постраждати в ЗМХЗ.

13. Оцінити можливі втрати робітників і службовців СГ та населення АТО через дію НХР в осередках хімічного ураження за таблицею 23 у додатку.

3.3. Визначення впливу уражаючих факторів під час аварій з викидом радіоактивно небезпечних речовин

Відповідно до Кодексу ЦЗ України одним з основних заходів є радіаційний захист, що включає виявлення та оцінку радіаційної обстановки, організацію дозиметричного контролю, розробку режимів радіаційного захисту, забезпечення засобами індивідуального (ЗІЗ) та колективного захисту (ЗКЗ), організацію й проведення санітарної обробки населення і дезактивації місцевості, техніки та майна.

Ефективність проведення зазначених заходів залежить від правильної оцінки впливу радіоактивного забруднення під час аварій з викидом радіоактивно небезпечних речовин.

3.3.1. Оцінка впливу радіоактивного забруднення на персонал СГ і населення

Визначення рівнів радіоактивного забруднення на місцевості має вирішальне значення для проведення аналізу його впливу на життєдіяльність і для вибору найбільш доцільних варіантів дій, при яких виключається радіаційне ураження людей.

Зміна рівнів радіації характеризується закономірністю:

$$P_t = P_0 \left(\frac{t}{t_0} \right)^{-n},$$

де P_0 – початковий (вихідний) рівень радіації на момент часу t_0 ; P_t – рівень радіації на момент часу t ; n – показник ступеня, що залежить від ізотопного складу забруднення. Під час фактичної аварії має визначатися експериментальним шляхом за формулою:

$$n = \frac{\lg \frac{P_1}{P_2}}{\lg \frac{t_2}{t_1}},$$

для цього необхідно в одному і тому ж місці два рази виміряти рівень дози P_1 та P_2 й зафіксувати час замірів t_1 і t_2 , що минув після аварії.

За підрахунками, під час аварії на Чорнобильській атомній електростанції $n = 0,4$.

Дози опромінення, які отримують люди на забрудненій радіоактивними речовинами (РР) території під час перебування там з моменту початку опромінення t_n до моменту кінця опромінення t_k розраховуються за формулою:

$$D = \int_{t_n}^{t_k} P_t dt = \int_{t_n}^{t_k} P_0 \left(\frac{t}{t_0} \right)^{-n} \cdot dt = \frac{P_0}{t_0^{-n}} \left(\frac{t_k^{1-n} - t_n^{1-n}}{1-n} \right), \text{ при } n \neq 1.$$

P_0 зазвичай перераховується на $t_0 = 1$ год, тоді при $n = 0,4$,

$$D = 1,7 P_1 (t_k^{0,6} - t_n^{0,6}).$$

Якщо є укриття з коефіцієнтом ослаблення $K_{\text{осл}}$, то доза визначається за формулою:

$$D = \frac{1,7 P_1 (t_k^{0,6} - t_n^{0,6})}{K_{\text{осл}}} \text{ або } D = \frac{1,7 (P_k t_k - P_n t_n)}{K_{\text{осл}}},$$

де P_n – рівень радіації в момент початку опромінення (t_n), P_k – рівень радіації в момент кінця опромінення (t_k).

Основні задачі, що розв'язуються під час оцінки впливу радіоактивного забруднення наступні:

а) прогнозування дози опромінення під час перебування в зонах радіаційного забруднення (ЗРЗ);

б) розрахунок допустимого часу перебування в ЗРЗ при заданій дозі випромінювання;

в) розрахунок втрат при знаходженні в ЗРЗ;

г) визначення режиму радіаційного захисту.

3.3.2. Розв'язання задач з оцінки впливу радіоактивного забруднення

А. Прогнозування дози випромінювання при знаходженні в ЗРЗ.

Прогнозування доз випромінювання дає можливість визначити режим поведінки та способи захисту щодо запобігання радіаційних уражень. Методом прогнозування можна визначити можливі наслідки, якщо належні заходи захисту не будуть запроваджені.

Вихідні дані:

час початку опромінення після аварії t_n год

потужність дози (рівень радіації)

в момент початку опромінення P_n рад/год

тривалість опромінення T год

коефіцієнт ослаблення

дозы радіації через споруди $K_{осл}$

Послідовність оцінки може бути наступною:

1. Визначити час кінця опромінення:

$$t_k = t_n + T.$$

2. Перерахувати наявний рівень радіації (P_n) на рівень радіації 1 години після аварії (P_1) за формулою:

$$P_1 = \frac{P_n}{K_n},$$

де K_n – коефіцієнт перерахунку з таблиці на момент t_n , (табл. 24 у додатку).

3. Знайти з таблиці 24 у додатку коефіцієнт перерахунку K_k на момент t_k і визначити рівень радіації на момент кінця опромінення за формулою:

$$P_k = P_1 \cdot K_k.$$

4. Визначити дози випромінювання за співвідношенням:

$$D = \frac{1,7(P_k t_k - P_n t_n)}{K_{осл}}.$$

5. За таблицями 25 та 26 у додатку визначити важкість радіаційного ураження й можливість втрат людей.

Б. Розрахунок допустимого часу перебування в ЗРЗ.

Допустимий час перебування в ЗРЗ визначається з метою запобігання перевищення встановлених меж опромінення.

Вихідні дані:

час початку опромінення t_n год

рівень радіації на момент

початку опромінення P_n рад/год

запланована межа дози опромінення D_3 рад

коефіцієнт ослаблення

дозы радіації через споруди $K_{осл}$

Послідовність оцінки може бути наступною:

Розв'язавши систему

$$D = \frac{1,7(P_k t_k - P_n t_n)}{K_{осл}} \leq D_3,$$

при

$$P_k = P_n \left(\frac{t_k}{t_n} \right)^{-0,4}; \quad t_k = t_n + T_{доп},$$

отримаємо залежність:

$$T_{доп} = f \left(\frac{P_1}{D_3 \cdot K_{осл}}; t_n \right).$$

На основі даної залежності складаються таблиці, наприклад, табл. 27 у додатку.

Для користування даною таблицею:

1. Визначимо значення α :

$$\alpha = \frac{P_1}{D_3 K_{осл}}.$$

2. Перерахуємо відомий рівень радіації P_n на 1 год, використовуючи таблицю 24 у додатку:

$$P_1 = P_n / K_n; \quad \alpha = \frac{P_n}{K_n D_3 K_{осл}}.$$

3. За значенням α та t_n , визначимо допустиму тривалість роботи $T_{доп}$ із табл. 27 у додатку.

В. Розрахунок втрат у ЗРЗ (застосовується при перевищенні допустимих доз опромінення).

Вихідні дані:

отримана доза опромінення	$D_{\text{опр}}$ рад
час початку опромінення	$t_{\text{п}}$ год
тривалість опромінення	$T_{\text{опр}}$ год

За таблицею 26 у додатку визначити відсоток втрат, за таблицею 28 у додатку визначити відсоток і час початку втрати працездатності, а також загальні втрати на 30-у добу та можливість смертельних уражень.

Г. Визначення режиму радіаційного захисту.

На основі прогнозованого або виміряного на момент випадання опадів рівня радіації на ранній фазі аварії, визначити номер режиму та заходи щодо захисту населення, користуючись таблицею 29 у додатку.

Д. Комбінована задача.

Вихідні дані:

Кількість аварійних реакторів		шт
потужністю 1000 МВт		
Відстань від АЕС до населеного пункту	X	км
Початок опромінення		
робітників і службовців	$t_{\text{п}}$	год;
Тривалість опромінення		
робітників і службовців	T	год
Коефіцієнт ослаблення радіації будинками	$K_{\text{осл}}$	
Чисельність виробничого персоналу	N	тис. осіб.

Послідовність оцінки може бути наступною:

1. Визначити дозу опромінення людей на відкритій місцевості, рад,

$$D_{\text{відкр}} = 5P_t(t_n^{-0,4} - t_k^{-0,4}).$$

При чому:

$$P_t = P_1 K_n,$$

$$t_k = t_{\text{п}} + T,$$

де P_1 – рівень радіації через 1 годину після аварії АЕС, рад/год (див. табл. 30 у додатку), K_n – коефіцієнт перерахунку рівнів радіації (див. табл. 24 у додатку).

2. Визначити дозу опромінення людей у житлових та виробничих приміщеннях, рад:

$$D_{\text{прим}} = \frac{D_{\text{відкр}}}{K_{\text{осл}}}.$$

3. Порівняти отримані значення доз на відкритій місцевості та в приміщенні з гранично-допустимою дозою 50 рад та зробити висновок.

4. Визначити прогнозовану дозу зовнішнього опромінення в контрольних точках під час перебування населення в житлових будівлях за перші 10 діб після аварії, бер:

$$D_{\text{прог}} = P_1 A_t / K_{\text{осл}},$$

де: A_t – коефіцієнт накопичення дози радіації з часом (див. табл. 31 у додатку).

5. На основі наведених розрахунків зробимо висновки стосовно впливу на органи проведення першочергових захисних заходів за «Критеріями для прийняття рішень щодо заходів із захисту населення в разі аварії на ядерному реакторі» (див. табл. 32 у додатку).

4. ОЦІНКА РИЗИКУ ВИНИКНЕННЯ НЕБЕЗПЕК

Найбільш поширеною оцінкою небезпеки є ризик її виникнення.

Ризик – це кількісна міра небезпеки, яку розуміють як поєднання двох елементів: частоти чи ймовірності небезпечної або несприятливої події й важкості (серйозності) її наслідків. Таке трактування диктується тим, що сьогодні існує велика кількість різновидів і концепцій ризику, що застосовуються в різних аспектах безпеки життєдіяльності.

У більшості випадків розрахунок ризиків базується на методах теорії надійності. Ці методи ґрунтуються на поєднанні детального аналізу блок-схем складних технічних пристроїв та теорії ймовірностей, з обов'язковим урахуванням людського фактору. Серед інших можливих методів оцінки ризику слід зазначити матриці ризику, дерева причин, дерева подій, дерева відмов та ін. У сучасних концепціях ризику використовуються такі види ризику: страховий ризик, професійний, індивідуальний, колективний, потенційний територіальний і соціальний ризик, а також їх показники: крива Фармера, очікуваний збиток, індекс ризику (*HazardIndex*), клас умов праці за ступенем шкідливості та небезпеки, клас професійного ризику СГ. Усі відомі концепції тяжіють до уточнення та більш тонкої диференціації понять і показників ризику.

Індивідуальний ризик – це частота ураження окремої людини в результаті впливу небезпечного фактору за певний період часу. Як і всякий вид ризику, він диференціюється за характером або важкістю ураження. Наприклад, розрізняють індивідуальний ризик загального травматизму і ризик травматизму з летальним результатом, причому кожен з цих видів ризику додатково диференціюється за галузями і т. д. Показник індивідуального ризику найчастіше використовується під час аналізу ризиків завдяки простоті й наочності даної концепції.

Колективний ризик – це очікувана кількість уражених в одиницю часу в результаті впливу небезпечного фактору. Колективний ризик пов'язаний з індивідуальним ризиком, тому колективний ризик для групи людей визначається як

індивідуальний (для однієї людини), помножений на кількість людей у групі.

4.1. Розрахунок індивідуального ризику

Величину ризику визначають за співвідношенням:

$$R = \frac{n}{Nt},$$

де n – кількість несприятливих наслідків, наприклад смертельних випадків; N – можлива, максимальна кількість несприятливих наслідків за певний проміжок часу t .

4.2. Розрахунок ризику скорочення життя через вплив радіоактивного забруднення

Радіоактивне забруднення місцевості негативно впливає на здоров'я мешканців.

Міжнародна комісія з радіологічного захисту (МКРЗ) на підставі вивчення наукових даних припускає, що людина в результаті отримання наднормового рівня дози (Д) опромінення в 1 бер – скорочення тривалості його життя може скласти 5 діб (з 25000 діб, що є середнім терміном життя). Доза зумовлена зовнішнім і внутрішнім опроміненням.

Послідовність виконання завдання є наступною:

1. Розраховується доза опромінення за все життя після утворення забруднення за формулою, що пропонувалося науковою службою ООН:

$$D_{\text{бер}} = K \cdot \text{Щ Ки/км}^2,$$

де: K – коефіцієнт типу ґрунтів, які складають більшість у регіоні проживання; змінюється в межах від 0,2 до 0,8 – для піщаних ґрунтів рівний 0,8; для чорноземних – 0,2, оскільки в цих ґрунтах міграція радіонуклідів з ґрунту в рослинні і м'ясо-молочні продукти живлення населення уповільнена; Щ – щільність забруднення місцевості радіонуклідами, Ки/км^2 .

2. Визначається середня втрата часу життя (СВЧЖ), яка пов'язана з дозою опромінення:

$$\text{СВЧЖ} = 5 \cdot D_{\text{бер}}, \text{ діб.}$$

3. Визначається величина ризику скорочення життя за формулою:

$$R = \text{СВЧЖ} / N,$$

де N – середня тривалість життя людини.

4.3. Оцінка ступеня прийнятності ризику суспільством.

Вихідні дані:

Вагомість небезпек

Очікувана частота виникнення подій

Корисність у.о.

Послідовність виконання завдання:

1. За допомогою табл. 33 у додатку визначається категорія вагомості небезпек.

2. За допомогою табл. 34 у додатку визначається ранг небезпеки, знаючи очікувану частоту виникнення подій та категорії вагомості небезпеки.

3. За табл. 35 у додатку визначається критерій ризику небезпеки.

4. Використовуючи рис. 7, визначається ступінь прийнятності ризику суспільством.

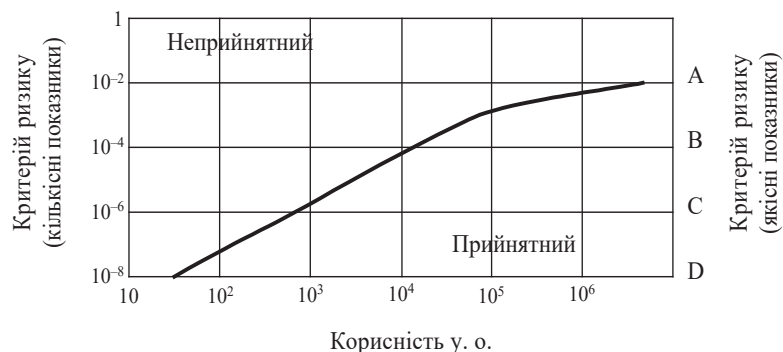


Рис. 7. Ступінь прийнятності ризику суспільством:

A – недопустимий; B – небажаний; C – допустимий з обмеженнями; D – допустимий без обмежень.

Якщо знайдена величина ризику прийнятна для суспільства, то робиться висновок про можливість побудови СГ. Якщо навпаки, то будівництво об'єкта забороняється.

4.4. Оцінка ризику загрози здоров'ю через вплив токсикантів (канцерогенів), які перебувають у повітрі

До канцерогенів відносять речовини, вплив яких дійсно збільшує частоту виникнення пухлин (доброякісних або злоякісних) у популяціях людей або тварин та скорочує час розвитку цих пухлин. Під час оцінки ризику загрози здоров'ю, спричиненого впливом канцерогенних речовин, враховують два важливі положення. По-перше, прийнято вважати, що в канцерогенів немає порогової дози, їхня дія починається з найменших концентрацій, які потрапили до організму людини. По-друге, вважається, що ймовірність розвитку онкологічних захворювань (тобто канцерогенний ризик) прямо пропорційний кількості (дозі) канцерогену, введеного в організм.

Вихідні дані:

Фактор ризику токсиканта Fr

Об'єм повітря, що вдихається людиною кожну хвилину V

Концентрація токсиканта на об'єкті C

Відстань від ХНО до точки, що розглядається L

Час дії токсиканта t

Кількість людей, які піддаються дії токсиканта N

Послідовність виконання завдання є наступною:

1. Визначається кількість людей, що захворіли від дії токсиканта, q_e :

$$q_e = Fr \cdot V \cdot C_i \cdot t \cdot N,$$

де q_e – кількість хворих людей, чол.; Fr – фактор ризику токсиканта, мг^{-1} ; V – об'єм повітря, що видихається людиною щодоби, $\text{м}^3/\text{дїб}$; C_i – концентрація токсиканта в розглянутій точці, $\text{мг}/\text{м}^3$; t – час дії токсиканта, доба; N – кількість людей, що піддаються дії токсиканта, чол.

Примітка. Для визначення C_i використовується співвідношення:

$$C_i = \frac{C}{L^2},$$

де C – концентрація токсиканта на об'єкті, мг/м³; L – відстань від ХНО до точки, що розглядається, км. У формулу підставляють значення L без визначення розмірності; при відсутності даних про об'єм повітря, що видихається людиною кожну хвилину, вважати $V = 7,5$ л/хв; $1\text{л} = 10^{-3}$ м³.

2. Визначається величина ризику, обумовленого дією на людей канцерогенів R :

$$R = \frac{q_e}{Nt}.$$

2. Зробити висновок щодо прийнятності ризику суспільством за таблицею 36 додатку.

ДОДАТОК

Таблиця 1. Значення параметра f

$h_3/\Delta h$	$M = 1,25$	$M = 2,0$
0,1	0,2	0,3
0,2	0,38	0,5
0,4	0,6	0,72
0,6	0,76	0,96
0,8	0,92	1,18
1,0	1,12	1,32

Примітка. M – параметр, що характеризує профіль русла річки:

$M = 1,25$ – для трапецієвидного профілю; $M = 2,0$ – для трикутного профілю.

Таблиця 2. Характеристики уражаючої дії хвилі затоплення

Об'єкти	Параметри хвилі, що викликають руйнування					
	слабкі		середні		сильні	
	h_3 , м	V_3 , м/с	h_3 , м	V_3 , м/с	h_3 , м	V_3 , м/с
Промислові будівлі з легким каркасом	2,0	1,0	4,0	2,0	5,0	2,5
Промислові будівлі з залізобетонним каркасом	4,0	1,5	9,0	3,0	12,0	3,0
Цегляні 1–3-поверхові будинки	2,0	1,0	3,0	2,0	4,0	2,5
Дерев'яні будинки	2,5	1,5	4,0	2,5	6,0	3,0
Збірні будинки	1,0	1,0	2,5	1,5	3,5	2,0
Пірс	1,0	1,0	2,5	1,5	3,0	2,0
Судна (до $h \leq 2$ м)	2,5	1,5	5,0	1,5	7,0	2,0
Мости	–	–	0,5	1,0	1–2	1,5–2

Примітка. Якщо параметри хвилі, що викликають руйнування перевищують сильні, то наслідками можна вважати повні руйнування, а якщо менші за слабкі – наслідки відсутні.

Таблиця 3. Збільшення бальності для різних ґрунтів

Тип ґрунту	Збільшення $\Delta I_s, \Delta I_m$
Граніт	0
Вапняк	0,52
Щебень, гравій, галька	1,36
Напівскельний (гіпс)	0,92
Піщаний	1,6
Глинистий	1,61
Насипний, пухкий	2,6

Таблиця 4. Сейсмічна шкала (схематизована)

Бал	Тип (назва) землетрусу	Стисла характеристика
1	Непомітний	Визначається тільки сейсмічними приладами
2	Дуже слабкий	Відчувається окремими людьми в стані повного спокою
3	Слабкий	Відчувається лише невеликою частиною населення
4	Помірний	Розпізнається по легкому деренчанню та коливанню речей, посуду, шибок, скрипу дверей
5	Достатньо сильний	Загальний струс будинків, коливання меблів. Тріщини в шибках і штукатурці. Пробудження сплячих
6	Сильний	Відчувається всіма. Відколюються шматки штукатурки, легкі пошкодження будинків
7	Дуже сильний	Тріщини в стінах кам'яних будинків. Антисейсмічні та дерев'яні будівлі залишаються цілими
8	Руйнівний	Тріщини на крутих схилах, сирому ґрунті, пам'ятники зрушуються. Сильні пошкодження будинків
9	Спустошливий	Сильне пошкодження кам'яних будинків, зсуви, обвали
10	Нищівний	Руйнування кам'яних будівель, великі тріщини в ґрунті, зсуви та обвали, скривлення залізничних рейок
11	Катастрофа	Повне руйнування кам'яних будівель, широкі тріщини в землі, численні зсуви та обвали
12	Сильна катастрофа	Жодна споруда не витримує. Зміна рельєфу місцевості

Таблиця 5. Класифікація будинків і споруд за сейсмостійкістю

Тип будинків і споруд за сейсмостійкістю		Характеристики будинків	Сейсмостійкість I_s , бали
А	A1	Безкаркасний з місцевого матеріалу без фундаменту	4,0
	A2	З сирцевої цегли на фундаменті	4,5
Б	B1	З дерев'яним каркасом з легкими перекриттями	5,0
	B2	З паленої цегли або бетонних блоків	5,5
В	B1	Дерев'яні рубані в «лапу»	6,0
	B2	Залізобетонні великопанельні та каркасні	6,6

Таблиця 6. Імовірність отримання пошкоджень будинків різного ступеня, P_n

Бали* $B = I'_R - I_c$	Ступінь пошкодження					
	0	1	2	3	4	5
≤ 0	0,9	0,1	–	–	–	–
1	0,4	0,5	0,1	–	–	–
2	0,1	0,3	0,5	0,1	–	–
3	–	0,1	0,3	0,5	0,1	–
4	–	–	0,1	0,3	0,5	0,1
5	–	–	–	0,1	0,3	0,6
≤ 6	–	–	–	–	0,1	0,9

*Бали розраховуються як різниця між реальною інтенсивністю I'_R та сейсмостійкістю I_c .

Примітка. Ступені пошкодження будинків мають наступні характеристики:

0 – пошкодження відсутні;

1 – слабкі пошкодження (тріщини в штукатурці, між панелями, відколювання невеликих шматків штукатурки). Усуваються косметичним ремонтом;

2 – помірні пошкодження (відколювання великих шматків штукатурки, наскрізні тріщини в перегородках, слабкі ушкодження тримальних стін). Необхідний капітальний ремонт;

3 – важкі пошкодження (руйнування огорожувальних конструкцій, значна деформація каркасів, обвалення димарів). Необхідний відбудовний ремонт.

4 – руйнівні пошкодження (часткове руйнування тримальних конструкцій, порушення зв'язків між частинами будинку, обвалення великих частин будинку). Будинок не відновлюється і підлягає зносу;

5 – повне руйнування будинку.

Таблиця 7. Імовірність загальних ($P_{\text{заг}}$) і незворотних ($P_{\text{незв}}$) втрат людей

Втрати людей	Ступінь пошкодження будинків				
	1	2	3	4	5
$P_{\text{заг}}$	0,00	0,00	0,05	0,50	0,95
$P_{\text{незв}}$	0,00	0,00	0,01	0,17	0,65

Таблиця 8. Ступінь ураження незахищених людей ударною хвилею

$\Delta P_{\text{ф}}$, кПа	Ступінь ураження
> 100	Смертельні (незворотні)
60–100	Важкі ураження (контузії)
40–60	Середні ураження (кровотечі, вивихи, струси мозку)
10–40	Легкі ураження (забиті місця, втрата слуху)
< 10	Безпечна відстань

Таблиця 9. Ступені руйнувань об'єктів у залежності від величини надлишкового тиску $\Delta P_{\text{ф}}$ ударної хвилі, кПа

Найменування елементів об'єкта(будинків)	Ступінь руйнування		
	сильне	середнє	слабке
з металевим каркасом	50–30	30–20	20–10
цегляні	30–20	20–12	12–8
дерев'яні	30–20	20–10	10

Примітка. При цьому слід враховувати ступені руйнувань:

повне руйнування – руйнування й обвали всіх елементів будинків, враховуючи підвальні приміщення, ураження людей, що знаходяться в них. Збиток складає більше 70 % (більше 70 % від балансової вартості будівель, споруд, комунікацій), подальше їхнє використання неможливе. Відновлення можливе тільки шляхом нового будівництва;

сильне руйнування – руйнування частини стін і перекриттів верхніх поверхів, утворення тріщин у стінах, деформація перекриттів нижніх поверхів, ураження великої кількості людей. Збиток складає 50 % від вартості основних виробничих фондів (балансової вартості будівель, споруд, комунікацій); можливе обмежене використання потужностей, що збереглися. Відновлення можливе через проведення капітального ремонту;

середнє руйнування – руйнування другорядних елементів, утворення тріщин у стінах. Перекриття, як правило, незавалені, підвальні приміщення збереглися, ураження людей уламками конструкцій. Збиток – 40 % від вартості основних виробничих фондів (балансової вартості будівель, споруд, комунікацій). Промислове обладнання, техніка, транспортні засоби відновлюються в процесі середнього ремонту, а будівлі і споруди – після капітального ремонту;

слабке руйнування – руйнування віконних і дверних прорізів та перегородок. Можливе ураження людей уламками конструкцій. Підвали та нижні поверхи цілком зберігаються

і придатні для тимчасового використання після поточного ремонту. Збиток складає до 10 % вартості основних продуктивних фондів (балансової вартості будівель і споруд). Відновлення можливе через середній чи поточний ремонт.

Таблиця 10. Характеристики деяких ГПС і ППС

Речовина	Формула	Молярна маса, г/моль	Теплота пожежі (Q_0) кДж/м ² · с
Ацетон	$\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$	42	1200
Ацетилен	C_2H_2	26	–
Бензол	C_6H_6	78	2500
Бензин (октан)	C_8H_{18}	114	1780...2200
Метан	CH_4	16	2600
Пропан	C_3H_8	44	2800
Метиловий спирт	CH_3OH	32	1780...2200
Етиловий спирт	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	46	8200...10000
Мазут	–	–	1300
Деревина	–	–	260
Пиломатеріали	–	–	150

Таблиця 11. Граничні значення інтенсивності теплового випромінювання для людини

Граничне значення I^* , кДж/м ² · с	Час	
	до початку болювих відчуттів, с	до появи опіків (почерво-ніння, пухирів), с
30,0	1,0	2,0
22,0	2,0	3,0
18,0	2,5	4,3
11,0	5,0	8,5
10,5	6,0	10,0
8,0	8,0	13,5
5,0	16,0	25,0
4,2	15...20	40,0
2,5	40,0	45,0
1,5	Тривалий період (1...2 години)	
1,25	Безпечний I^*	

Таблиця 12. Граничні значення теплового імпульсу (U), що не призводять до займання або стійкого горіння різноматеріалів

Найменування матеріалів	Тепловий імпульс (U), кДж/м ²	
	Займання, обуглювання	Стійке горіння
Папір газетний	–	130–170
Папір білий	340–420	630–750
Сухе сіно, солома, стружка	340–500	710–840
Хвоя, опале листя	420–590	750–1100
Бавовняно-паперова тканина: темна кольору хакі світла	250–420	590–670
	340–590	670–1000
	500–750	840–1500
Резина автомобільна	250–420	630–840
Брезент наметовий	420–500	630–840
Брезент білого кольору	1700	2500
Дерматин	200–340	420–690
Дошки соснові (сухі, не пофарбовані)	500–670	1700–2100
Дошки пофарбовані в білий колір	1700–1900	4200–6300
Дошки темного кольору	250–420	840–1200
Крівля м'яка (толь, руберойд)	590–840	1000–1700
Черепиця червона (оплавлення)	840–1700	–

Примітка. Зовнішня межа осередку виникнення пожеж за величиною теплового імпульсу складає 100...200 кДж/м².

Таблиця 13. Швидкість перенесення переднього фронту забруднення в залежності від швидкості вітру та СВСП, км/год

Ступінь вертикальної стійкості повітря	Швидкість вітру, м/с									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Інверсія	5	10	16	21	–	–	–	–	–	–
Ізотермія	6	12	18	24	29	35	41	47	53	59
Конвекція	7	14	21	28	–	–	–	–	–	–

Таблиця 14. Значення токсодоз у зоні задимлення

Небезпечна хімічна речовина	Токсична доза, мг · хв/л	
	смертельна D_{cm}	порогова $D_{пор}$
1	2	3
Аміак	60	18
Двооксид хлору	0,6	0,06

Продовж. табл. 14

1	2	3
Оксид вуглецю	60,0	25,0
Оксид азоту	3,0	1,5
Сірчаний ангідрид	70,0	1,8
Синільна кислота	2,0	0,2
Фосген	6,0	6,2
Фурфурол	22,5	1,5
Фенол	22,5	1,5
Формалін	22,5	1,5
Хлор	6,0	0,6

Таблиця 15. Глибина розповсюдження хмари забрудненого повітря з уражаючими концентраціями НХР на відкритій місцевості, км (ємності не обваловані, швидкість вітру 1 м/с, температура повітря 0 °С)

Найменування НХР	Кількість НХР в ємності, т							
	1	5	10	20	30	50	100	300
Інверсія								
Хлор	4,65	12,2	18,5	28,3	36,7	50,4	78,7	156,0
Аміак	< 0,5	1,6	2,45	4,05	5,25	6,85	10,8	21,0
Соляна кислота	1,25	3,05	4,65	6,8	8,75	12,2	18,7	31,7
Ізотермія								
Хлор	1,75	5,05	7,35	11,6	14,8	20,2	30,9	62,0
Аміак	–	< 0,5	1,25	1,55	1,95	2,75	4,45	8,35
Соляна кислота	<0,5	1,3	1,85	2,9	3,7	5,0	7,45	14,7
Конвекція								
Хлор	0,75	2,4	4,05	6,05	7,6	10,7	16,1	31,9
Аміак	–	–	–	< 0,5	1,05	1,45	2,2	4,55
Соляна кислота	–	< 0,5	0,95	1,5	1,9	2,6	4,0	7,7

Примітки:

1. При температурі повітря +20 °С глибина розповсюдження хмари забрудненого повітря збільшується, а при –20 °С зменшується на 5 %, від наведених у таблиці для 0 °С.
2. При температурі +40 °С при ізотермії та конвекції глибина збільшується на 10 %.
3. Для НХР, що не увійшли до таблиці, для розрахунку береться глибина розповсюдження хмари хлору для заданих умов і множиться на коефіцієнт для певної НХР: фосген – 1,14; оксид азоту – 0,28; метиламін – 0,24; диметиламін – 0,24; нітробензол – 0,01; оксид етилену – 0,06; водень фтористий – 0,3; водень ціаністий – 0,97.

Таблиця 16. Допоміжні коефіцієнти для визначення тривалості випаровування НХР

Найменування НХР	Густина НХР, d , т/м ³	Уражаюча токсодоза, мг хв/л	k_2 залежно від температури			
			-20 °С	0 °С	20 °С	40 °С
Аміак	0,681	15,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Хлор	1,553	0,6	1,0	1,0	1,0	1,0
Соляна кислота	1,198	2,0	0,1	0,3	1,0	1,6

Таблиця 17. Графік для визначення ступеня вертикальної стійкості повітря за даними прогнозу погоди

Швидкість вітру, м/с	Ніч			День		
	Ясно	Напів'ясно	Похмуро	Ясно	Напів'ясно	Похмуро
0,5	Інверсія			Конвекція		
0,6–2,0						
2,1–4,0						
> 4,0	Ізотермія			Ізотермія		

Таблиця 18. Корегувальні коефіцієнти зменшення глибини розповсюдження хмари забрудненого повітря в залежності від швидкості вітру

Ступінь вертикальної стійкості повітря	Швидкість вітру, м/с					
	1	2	3	4	5	10
Інверсія	1	0,6	0,45	0,4	–	–
Ізотермія	1	0,65	0,55	0,5	0,45	0,35
Конвекція	1	0,7	0,6	0,55	–	–

Таблиця 19. Коефіцієнти зменшення глибини розповсюдження хмари НХР під час виливу «у піддон» в залежності від висоти обвалування

Найменування НХР	Висота обвалування, м		
	Н = 1	Н = 2	Н = 3
Хлор	2,1	2,4	2,5
Аміак	2,0	2,25	2,35
Соляна кислота	4,6	7,4	10,0

Таблиця 20. Коефіцієнти зменшення глибини розповсюдження хмари НХР на кожний 1 км довжини закритої місцевості, $k_{зм}$

Ступінь вертикальної стійкості повітря	Міська забудова	Сільська забудова будівництво	Лісові масиви
Інверсія	3,5	3,0	1,8
Ізотермія	3,0	2,5	1,7
Конвекція	3,0	2,0	1,5

Таблиця 21. Залежність коефіцієнта ϕ від швидкості вітру

V , м/с	< 1	1	2	> 2
ϕ , град	360	180	90	45

Таблиця 22. Тривалість випаровування (термін дії джерела забруднення) $t_{ур}$, год (швидкість вітру 1 м/с)

Найменування НХР	Характер виливу											
	Ємності необваловані вилив «вільний»				Ємності обваловані, вилив у «піддон»							
	h = 0,05 м				H = 1 м				H = 3 м			
	Температура повітря, °C											
-20	0	20	40	-20	0	20	40	-20	0	20	40	
Соляна кислота	28,5	9,5	2,85	1,8	457	153	45,7	28,6	1598	533	160	99,8
Хлор	1,5				23,9				83,7			
Аміак	1,4				21,8				76,3			

Примітка. При швидкості вітру більше 1 м/с вводиться корегувальний коефіцієнт:

швидкість вітру, м/с 1 2 3 5 10

корегувальний коефіцієнт 0,75 0,6 0,5 0,43 0,25

Таблиця 23. Можливі втрати населення, робітників та службовців, які опинилися у ЗМХЗ (ПЗХЗ) (%)

Забезпеченість засобами захисту	На відкритій місцевості	У будівлях або в простіших сховищах
Без протигазів	90–100	50
У протигазах	1-2	до 1
У простіших засобах захисту	50	30–45

Примітка. Структура втрат може поділятися за наступними даними: легкі отруєння – до 25 %; середньої важкості – до 40 %; зі смертельними наслідками – до 35 %.

Таблиця 24. Коефіцієнт $K_{\Pi} = t^{-0,4}$ для перерахунку рівнів радіації на різний час після аварії (руйнування) АЕС

t , год	K_{Π}	t , год	K_{Π}	t , год	K_{Π}	t , год	K_{Π}
0,5	1,32	4,5	0,545	8,5	0,427	12,5	0,364
1,0	1,0	5,0	0,525	9,0	0,415	13,0	0,358
1,5	0,85	5,5	0,508	9,5	0,408	13,5	0,352
2,0	0,76	6,0	0,49	10,0	0,4	14,0	0,347
2,5	0,7	6,5	0,474	10,5	0,39	14,5	0,342
3,0	0,645	7,0	0,459	11,0	0,385	15,0	0,338
3,5	0,61	7,5	0,447	11,5	0,377	15,5	0,333
4,0	0,574	8,0	0,435	12,0	0,37	16,0	0,329

Таблиця 25. Залежність важкості променевої хвороби від дози опромінення людини

Доза опромінення		Важкість захворювання
Зв	Бер	
1,5–2,0	150–200	легка форма
2,5–4,0	250–400	середня
4,0–6,0	400–600	важка
6,0–10	600–1000	надзвичайно важка

Таблиця 26. Втрати при різних дозах радіаційного випромінювання

Сумарна доза випромінювання, рад	100	125	150	175	200	225	250	275	300
Вихід із ладу, %	-	5	15	30	50	70	85	90	100

Таблиця 27. Допустима тривалість перебування людей на радіоактивно забрудненій місцевості під час аварії (руйнуванні) АЕС, (год, хв)

$\alpha = \frac{P_1}{D_{\text{зад}} K_{\text{осл}}}$	Час, що пройшов від моменту аварії до початку опромінення, год							
	1	2	3	4	5	8	12	24
0,2	7,30	8,35	10,00	11,30	12,30	14,00	16,00	21,00
0,3	4,50	5,35	6,30	7,10	8,00	9,00	10,30	13,30
0,4	3,30	4,00	4,35	5,10	5,50	6,30	1,30	10,00
0,5	2,45	3,05	3,35	4,05	4,30	5,00	6,00	1,50
0,6	2,15	2,35	3,00	3,20	3,45	4,10	4,50	6,25
0,7	1,50	2,10	2,30	2,40	3,10	3,30	4,00	5,25
0,8	1,35	1,50	2,10	2,25	2,45	3,00	3,30	4,50
0,9	1,25	1,35	1,55	2,05	2,25	2,40	3,05	4,00
1,0	1,15	1,30	1,40	1,55	2,10	2,20	2,45	3,40

Таблиця 28. Радіаційне ураження людей (%) при опроміненні дозою вище 100 рад

Доза, рад	Час початку опромі- нення	Тривалість опромі- нення	% і час настання втрати працездатності					Смертність, %
			години		доба			
			6	12	1	15	30	
125	до 4 діб	4 доби	—	—	—	—	5	Од. випадки
150	до 4 діб	4 доби	—	—	—	—	15	
200	до 4 діб	30 хв	5	5	5	5	50	
		1 год	5	5	5	5	50	
		6 год	—	5	5	5	50	
		12 год	—	2	5	5	50	
		1 доба	—	—	4	5	50	
		4 доби	—	—	2	5	50	
250	4 доби	30 хв	10	10	10	10	85	
		1 год	10	10	10	10	85	
		6 год	1	10	10	10	85	
		12 год	—	3	10	10	85	
		1 доба	—	—	5	10	85	

Таблиця 29. Тимчасові режими захисту населення в разі ускладнення становища на АЕС

№ режиму	Потужність експозиційної дози, мР/год	Режимні заходи із захисту населення
1	0,1–0,3	Укриття дітей, герметизація приміщень, укриття та упакування продуктів харчування. Обмежене перебування на відкритому повітрі дорослих. Встановлення санітарних бар'єрів на входах до квартир
2	0,3–1,5	Заходи першого режиму, йодна профілактика дітей, обмежене перебування на вулицях усього населення. Встановлення санітарних бар'єрів на входах до квартир
3	1,51–15	Заходи попередніх режимів, йодна профілактика всього населення, часткова евакуація (дітей та вагітних жінок)
4	15,1–100	Заходи 1, 2, 3 режимів. Евакуація всього населення, крім контингенту, який задіяний в аварійно-рятувальних роботах
5	> 100	Повна евакуація населення

Таблиця 30. Рівні радіації на вісі сліду радіоактивної хмари (у контрольних точках) через 1 годину після аварії (P_1 , P/g) для реакторів потужністю 1000 МВт

Відстань від АЕС (R , км)	Кількість реакторів			
	1	2	3	4
85	2,9	5,7	8,6	12,0
90	2,7	5,5	8,0	11,0
100	2,5	5,0	7,0	10,0
110	2,2	4,4	6,6	9,0
120	2,0	4,0	6,0	8,0
130	1,8	3,6	5,4	7,0
140	1,5	3,0	4,5	6,0
150	1,3	2,6	4,0	5,2
160	1,2	2,4	3,6	4,8
170	1,1	2,2	3,3	4,4
180	1,06	2,1	3,2	4,2
190	1,03	2,06	3,1	4,1
200	1,0	2,0	3,0	4,0
250	0,4	0,8	1,2	1,6
300	0,02	0,04	0,06	0,08
325	0,008	0,016	0,024	0,032
350	0,003	0,006	0,01	0,012
375	0,002	0,004	0,006	0,007
400	0,0007	0,0014	0,002	0,0026

Таблиця 31. Значення коефіцієнта накопичення дози радіації A

		Час кінця опромінення (t_k , г)							
		12	24	36	48	72	96	120	240
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Час початку опромінення з моменту аварії (t_a , г)	0,5	4,7	6,7	8,1	9,2	11,0	12,0	14,0	18,5
	1,0	4,0	6,0	7,5	8,6	10,0	11,0	13,0	18,0
	1,5	3,6	5,6	7,1	8,2	9,7	10,5	12,5	17,6
	2,0	3,3	5,3	6,7	7,8	9,5	10,0	12,0	17,0
	2,5	2,8	4,8	6,3	7,4	9,1	9,9	11,2	16,6
	3,0	2,4	4,4	6,0	7,0	8,7	9,8	11,6	16,3
	3,5	2,3	4,3	5,8	6,8	8,6	9,7	11,5	16,2
	4,0	2,2	4,2	5,7	6,7	8,5	9,6	11,4	16,1
	4,5	2,0	4,0	5,5	6,5	8,3	9,4	11,2	15,9

Продовж. табл. 31

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Час початку опромінення з моменту аварії (t_a , г)	5,0	1,9	3,9	5,3	6,4	8,1	9,3	11,0	15,7
	5,5	1,7	3,7	5,1	6,2	7,9	9,1	10,8	15,5
	6,0	1,5	3,5	4,9	6,0	7,7	8,9	10,7	15,3
	6,0	1,3	3,3	4,7	5,8	7,5	8,7	10,5	15,2
	7,0	1,1	3,1	4,6	5,6	7,4	8,6	10,4	15,0
	7,5	0,9	2,9	4,4	5,5	7,2	8,4	10,2	14,8
	8,0	0,8	2,8	4,3	5,3	7,0	8,2	10,1	14,7
	9,0	0,6	2,6	4,1	5,2	6,9	8,1	9,9	14,5
	10	0,4	2,4	3,9	5,0	6,7	7,9	9,7	14,3

Таблиця 32. Критерії для прийняття рішень щодо заходів із захисту населення в разі аварії на ядерному реакторі на ранній фазі аварії при $D_{np} = D_{10діб}$

Заходи щодо захисту населення відповідно до фази розвитку аварії та прогнозованої дози опромінення	Дозові критерії (доза, що допускається за перші 10 діб або рік після аварії), бер	
	Все тіло	
	нижній рівень	верхній рівень
Оповіщення та інформація		
1. Обмеження перебування на відкритій місцевості	0,5	5,0
2. Захист органів дихання та шкірних покривів	0,5	5,0
3. Укриття	0,5	5,0
4. Евакуація (тимчасова): - дорослі - діти, вагітні жінки	5,0 1,0	50,0 5,0

Примітка. Дані відповідають рекомендаціям МАГАТЕ.

Таблиця 33. Категорії вагомості небезпек

Вагомість небезпек	Категорія	Характеристика нещасного випадку
Катастрофічна	IV	Дуже важкі травми, жертви або руйнування системи
Критична	III	Важкі травми, стійке захворювання, суттєве ушкодження системи
Некритична	II	Середні травми, короточасне захворювання, ушкодження системи
Незначна	I	Легкі травми, зниження працездатності, незначне ушкодження системи

Таблиця 34. Ранг небезпеки

Очікувана частота виникнення подій	Категорія вагомості небезпеки			
	IV	III	II	I
Часта ($> 10^{-2}$)	<i>A</i>	<i>A</i>	<i>A</i>	<i>C</i>
Ймовірна ($10^{-2} \dots 10^{-3}$)	<i>A</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>
Можлива ($10^{-3} \dots 10^{-5}$)	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>B</i>	<i>D</i>
Рідкісна ($10^{-5} \dots 10^{-7}$)	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>
Неймовірна ($< 10^{-7}$)	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>C</i>	<i>D</i>

Таблиця 35. Критерії ризику небезпеки

Ранг небезпеки	Критерії ризику
<i>A</i>	Недопустимий (надмірний)
<i>B</i>	Небажаний (гранично-допустимий)
<i>C</i>	Допустимий з обмеженнями (прийнятний)
<i>D</i>	Допустимий без обмежень (достатньо малий)

Таблиця 36. Критерії прийняття рішення

	Абсолютно неприйнятний ризик	Абсолютно прийнятний ризик
Територіальний ризик	$> 10^{-5}$	$< 10^{-7}$
Індивідуальний ризик	$> 10^{-6}$	$< 10^{-8}$
Соціальний ризик	$> 10^{-5}$	$< 10^{-7}$

ДЛЯ НОТАТОК

ДЛЯ НОТАТОК

Навчальне видання

САВІНА Оксана Юріївна
ШТЕЙН Павло Васильович
МАРКІНА Людмила Миколаївна
ІЗОТОВ Валерій Ізмайлович

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання практичних та самостійних робіт
з дисципліни «Безпека життєдіяльності»**

Коректор – О. Г. Костенко

Верстка – І. І. Стратій

Підписано до друку 22.06.2020 р. Формат 60х84/16.
Папір офсетний. Гарнітура Times New Roman. Цифровий друк.
Умовно-друк. арк. 3,26. Наклад 300. Замовлення № 0819м-179.
Віддруковано з готового оригінал-макета.

Видавець і виготівник Національний університет кораблебудування,
просп. Героїв України, 9, м. Миколаїв, 54025
Свідцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру видавців
і розповсюджувачів видавничої продукції ДК № 6402 від 19.09.2018 р.

Видавництво та друк – Видавничий дім «Гельветика»
73034, м. Херсон, вул. Паровозна, 46-а
Телефони +38 (0552) 39 95 80, +38 (095) 934 48 28, +38 (097) 723 06 08
E-mail: mailbox@helvetica.com.ua
Свідцтво суб'єкта видавничої справи
ДК № 6424 від 04.10.2018 р.