

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова

А. А. ЗУБАРЄВ, С. М. ЛІТВАК, О. А. ЛІТВАК

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання курсової роботи на тему
«Прогнозування наслідків виливу (викиду)
небезпечних хімічних речовин при аваріях
на хімічно небезпечних об'єктах»

Рекомендовано Методичною радою НУК



ВИДАВНИЦТВО
НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
ІМ. АДМІРАЛА МАКАРОВА

2020

УДК 614.8(076)

3-91

Автори: А. А. Зубарєв, доцент;
С. М. Літвак, канд. техн. наук, доцент;
О. А. Літвак, канд. екон. наук

Рецензент І. В. Ремешевська, канд. техн. наук, доцент, завідувач кафедри екологічної хімії

Рекомендовано Методичною радою НУК

Зубарєв А. А.

3-91 Методичні вказівки до виконання курсової роботи на тему «Прогнозування наслідків виливу (викиду) небезпечних хімічних речовин при аваріях на хімічно небезпечних об'єктах» / А. А. Зубарєв, С. М. Літвак, О. А. Літвак. – Миколаїв : НУК, 2020. – 56 с.

Наведено порядок виконання курсової роботи на тему «Прогнозування наслідків виливу (викиду) небезпечних хімічних речовин при аваріях на хімічно небезпечних об'єктах» з дисципліни «Безпека у виробничих процесах та надзвичайних ситуаціях» («Промислова безпека»). Подано методику та приклади розрахунків, довідково-інформаційний матеріал, список рекомендованої літератури.

Видання має на меті допомогти здобувачам вищої освіти у засвоєнні та систематизації теоретичного матеріалу, а також у виробленні практичних навичок щодо оцінювання та прогнозування обстановки при аваріях на хімічно небезпечних промислових об'єктах.

Призначено для використання в освітньому процесі підготовки бакалаврів освітньої програми «Холодильні машини і установки» за спеціальністю 142 «Енергетичне машинобудування».

УДК 614.8(076)

© Зубарєв А. А., Літвак С. М., Літвак О. А., 2020
© Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова, 2020

ВСТУП

Курсова робота на тему «Прогнозування наслідків виливу (викиду) небезпечних хімічних речовин при аваріях на хімічно небезпечних об'єктах і транспорті» виконується студентами самостійно при вивченні навчальної дисципліни «Безпека у виробничих процесах та надзвичайних ситуаціях» («Промислова безпека»).

Навчальна мета курсової роботи – систематизація теоретичних знань фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» з курсу «Безпека у виробничих процесах та надзвичайних ситуаціях», закріплення навичок розрахункового визначення рівня небезпек та прогнозування наслідків виливу (викиду) небезпечних хімічних речовин при аваріях на об'єктах підвищеної небезпеки.

До виконання курсової роботи слід приступити після оволодіння теоретичним курсом та ознайомлення з літературними джерелами. В процесі виконання курсової роботи для досягнення її мети студент повинен вирішити кілька основних задач, а саме:

- зібрати і систематизувати необхідну інформацію;
- узагальнити інформацію по досліджуваній проблемі;
- виявити фактичний стан справ та існуючі тенденції, тобто встановити параметри проблеми в її динаміці;

– сформулювати пропозиції та рекомендації щодо оптимального розв’язання проблеми в сучасних умовах та на перспективу.

Виконання курсової роботи складається з таких етапів:

1. Вибір теми роботи, складання плану курсової роботи.
2. Вивчення літературних джерел, збір інформації, необхідної для написання роботи.
3. Узагальнення матеріалів, проведення розрахунків, обґрунтування висновків та пропозицій.
4. Написання та оформлення курсової роботи.
5. Задача курсової роботи керівнику (викладачу) та її захист.

Завдання на курсову роботу видається викладачем. Варіанти вихідних даних для курсової роботи наведені в додатку А. Завершена курсова робота брошурується і направляється на рецензування у встановлені терміни. Після ознайомлення із зауваженнями викладача студентами вносяться у курсову роботу виправлення та доповнення. Виправлена робота направляється на повторне рецензування. Після доопрацювання курсової роботи студент допускається до її захисту.

1. ВИМОГИ ЩОДО ОФОРМЛЕННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ

Пояснювальна записка до курсової роботи повинна в повному обсязі розкривати поставлені завдання, містити аналіз методів дослідження, необхідні розрахунки. Робота оформлюється в рукописному або друкованому вигляді на одному боці аркушів білого паперу формату А4 (210×297 мм).

Обсяг роботи повинен становити 30–40 сторінок. При комп'ютерному наборі використовується шрифт Times New Roman 14 через 1,5 інтервали. Текст курсової роботи необхідно друкувати, залишаючи поля таких розмірів: ліве – 30 мм, праве – 10 мм, верхнє – 20 мм, нижнє – 20 мм.

Будь-які скорочення в роботі не допускаються, крім загальноприйнятих: кг, ц, т, км, га, грн, тис. грн, люд.–год. Друкарські помилки, описки і графічні неточності, які виявилися під час написання роботи, можна виправляти підчищенням або зафарбуванням білою фарбою і нанесенням на тому ж місці або між рядками виправленого тексту (фрагменту рисунка) машинописним способом. Допускається не більше двох виправлень на одній сторінці.

Пояснювальна записка до курсової роботи повинна містити у собі послідовно розміщені: титульний аркуш; завдання; зміст; вступ; розділи; висновки; перелік літературних джерел; додатки. Приклад оформлення **титульного аркуша** наведено

у додатку Б. Перенесення слів у заголовках титульного аркуша не допускається.

Номер варіанта студенту визначає викладач, який видає **завдання** на курсову роботу на окремому аркуші. На бланку завдання зазначені умови і вихідні дані за обраним варіантом. Бланк завдання повинен містити підписи керівника курсової роботи (викладача) і студента (додаток В).

Зміст роботи розташовується на третьому аркуші роботи і повинен містити: вступ, послідовно перелічені назви всіх розділів і підрозділів роботи, висновки, перелік літературних джерел із зазначенням номерів їх перших сторінок (додаток Г).

У **вступі** необхідно коротко викласти особисте розуміння актуальності та важливості виконання даної роботи, її можливий зв'язок з майбутньою діяльністю. Також необхідно зазначити **мету й основні завдання** курсової роботи.

У **першому розділі** викласти основні фізичні, хімічні та токсичні характеристики тієї небезпечної хімічної речовини, яка визначена вихідними даними згідно з варіантом завдання. При цьому необхідно використати рекомендовану літературу, а також відповідну інформацію з Інтернет-джерел.

У **другому розділі** виконати необхідну оцінку прогнозування, яка включає в себе проведення таких розрахунків:

- виконати довгострокове прогнозування при аварії на хімічно-небезпечному об'єкті;
- виконати аварійне прогнозування на час після початку аварії;
- визначити час підходу зараженої хмари повітря до об'єктів;
- результати довгострокового й аварійного прогнозування показати на схемах у масштабі.

У **третьому розділі** необхідно викласти ті засоби індивідуального захисту органів дихання та засоби захисту шкіри, застосування яких дозволить не допустити ураження людей в умовах хімічного зараження при аваріях з викидом НХР, яка визначена згідно з варіантом завдання.

Далі викласти порядок надання першої допомоги потерпілим від можливого отруєння цією НХР з докладним переліком всіх заходів, що проводяться, та засобів, що застосовуються. При цьому необхідно передбачити захисні заходи, що проводяться як завчасно, ще до аварії, так і заходи, які повинні проводитись уже в умовах хімічного зараження, коли в НС, що розглядається, на території об'єкта формується осередок хімічного ураження.

Висновки зручно поділити на пункти, відповідно до визначених завдань, що зазначені у вступі курсової роботи. У висновках навести розрахункові значення основних параметрів хімічної обстановки, запропонувати варіанти заходів по уникненню або зменшенню втрат серед людей у конкретному осередку хімічного ураження.

Список використаних джерел необхідно оформляти в алфавітному порядку прізвищ перших авторів або заголовків, мовою видання. Кількість використаних джерел для курсової роботи становить не менше 25. Список використаних джерел розміщується після висновків. На кожне джерело, наведене в списку, повинно бути посилання в роботі.

Додатки до курсової роботи мають містити інформаційні матеріали, що становлять базу аналітичних досліджень згідно з обраною темою. Додатки розміщуються наприкінці роботи. Вони не входять у текстову частину курсової роботи, подаються після списку використаних літературних джерел.

Заголовки структурних частин курсової роботи «ЗМІСТ», «ВСТУП», «РОЗДІЛ», «ВИСНОВКИ», «СПИСОК

ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ», «ДОДАТКИ» друкують великими літерами симетрично до набору жирним шрифтом. Заголовки підрозділів друкуються маленькими літерами (крім першої великої) з абзацного відступу жирним шрифтом. Крапку в кінці заголовка не ставлять. Відстань між заголовком (за винятком заголовка пункту) та текстом повинна дорівнювати 2 інтервали. Нумерація сторінок, розділів, підрозділів, рисунків, таблиць, формул подається арабськими цифрами без знака №.

Підрозділи нумерують у межах кожного розділу. Номер підрозділу складається з номера розділу і порядкового номера підрозділу, між якими ставлять крапку. В кінці номера підрозділу повинна стояти крапка, потім у тому ж рядку наводять заголовок підрозділу.

Рисунки (схеми, графіки) необхідно подавати в курсовій роботі безпосередньо після тексту, де вони згадані вперше, або на наступній сторінці. Рисунки, розміщені на окремих сторінках роботи, включають до загальної нумерації сторінок. Рисунки позначають словом «Рис.» і нумерують послідовно в межах розділу, за винятком рисунків, поданих у додатках. Номер рисунка повинен складатися з номера розділу і порядкового номера, між якими ставиться крапка. Наприклад: Рис. 1.2. (другий рисунок першого розділу). Номер рисунка, його назву і пояснювальні підписи розміщують безпосередньо під ним з нового рядка без абзацного відступу.

Таблицю розміщують після першого згадування про неї в тексті таким чином, щоб її можна було читати без обертання тексту або з обертанням за годинниковою стрілкою. Таблиці нумерують послідовно в межах розділу (за винятком таблиць, поданих у додатках). У правому верхньому куті над відповідним заголовком таблиці розміщують надпис «Таблиця» (курсивом) із зазначенням її номера. Номер таблиці пови-

нен складатися з номера розділу і порядкового номера таблиці, між якими ставиться крапка, наприклад: «Таблиця 2.1» (перша таблиця другого розділу). При перенесенні частини таблиці на інший лист (сторінку) пишуть слова «Продовження табл.» і вказують номер таблиці, наприклад: «Продовження табл. 2.1». Заголовки граф починаються з великих літер, підзаголовки – з малих, якщо складають одне речення із заголовком, і з великих – якщо вони є самостійними.

У таблицях слід обов'язково зазначати одиницю виміру. Якщо всі одиниці виміру є однакові для всіх показників таблиці, вони наводяться в заголовку. Одиниці виміру мають наводитися у відповідності до стандартів. Числові величини в таблиці повинні мати однакову кількість десяткових знаків. Заголовки колонок таблиць починаються з великої літери.

Формули в курсовій роботі нумерують у межах розділу. Номер формули складається із номера розділу і порядкового номера формули, між якими ставлять крапку. Номер формули пишуть біля правого поля листа на рівні відповідної формули у круглих дужках. Пояснення значень символів, числових коефіцієнтів у формулах треба подавати безпосередньо під формулою в тій послідовності, в якій вони дані в формулі, і кожне – з нового рядка. Перший рядок пояснення починають зі слова «де» без двокрапки.

Терміни по всій роботі мають бути уніфікованими. Між цифрами й назвами одиниць (грошових, метричних тощо) слід ставити нерозривний пробіл. Скорочення часових одиниць (год., хв.) писати з крапкою, метричних (грн, млн, млрд, т, ц, м, км тощо) писати без крапки. Якщо в тесті є аббревіатура, то подавати її необхідно в дужках при першому згадуванні.

Посилання на рисунки до курсової роботи оформлюють порядковим номером рисунка: наприклад, «рис. 2.3»; на формули – порядковим номером формули: наприклад,

«у формулі (3.1)». На всі таблиці, ілюстрації та додатки повинні бути посилання в роботі, де вказуються їх номери, наприклад: (табл. 2.1).

При виконанні курсової роботи необхідно робити посилання на літературні джерела, матеріали з яких використовувалися в роботі. Посилання дається в квадратних дужках після використання цитати. В дужках вказується порядковий номер джерела у списку використаних джерел та через кому ставиться номер сторінки, наприклад: [5, с. 78], у працях [5–7].

Додатки розміщуються в порядку появи посилань на них у тексті курсової роботи. Кожен додаток повинен починатися з нової сторінки, мати заголовок, надрукований угорі з великої літери симетрично до тексту. З правого боку рядка над заголовком малими літерами з першою великою друкується слово «Додаток ...» і велика літера, що позначає додаток. Додаток слід позначати послідовно великими літерами українського алфавіту, за винятком літер **Г, Є, І, Ї, Й, О, Ч, Ь**.

2. МЕТОДИКА ОЦІНКИ ПРОГНОЗУВАННЯ НАСЛІДКІВ ВИЛИВУ (ВИКИДУ) НЕБЕЗПЕЧНИХ ХІМІЧНИХ РЕЧОВИН ПРИ АВАРІЯХ НА ХІМІЧНО НЕБЕЗПЕЧНИХ ОБ'ЄКТАХ І ТРАНСПОРТІ

2.1. Загальні положення, терміни і визначення

Методика прогнозування наслідків виливу (викиду) небезпечних хімічних речовин (НХР) при аваріях на хімічно небезпечних об'єктах (ХНО) і транспорті призначена для прогнозування масштабів забруднення при аваріях з НХР на ХНО, автомобільному, річковому, залізничному і трубопровідному транспорті і може бути використана для розрахунків на морському транспорті, якщо хмара НХР при аварії на ньому може дістатися прибережної зони, де мешкає населення [6].

Методика застосовується тільки для НХР, які зберігаються в газоподібному або рідкому стані, в момент викиду, виливу переходять у газоподібний стан і створюють первинну або/і вторинну хмару НХР.

Методика передбачає проведення розрахунків для планування заходів щодо захисту населення тільки на висотах до 10 м над поверхнею землі (приземному шарі повітря).

Терміни і визначення

Аварія з НХР – це подія техногенного характеру, що сталася на ХНО внаслідок виробничих, конструктивних,

технологічних чи експлуатаційних причин або від випадкових зовнішніх впливів, що призвела до пошкодження технологічного обладнання, пристроїв, споруд, транспортних засобів з виливом (викидом) НХР в атмосферу і реально загрожує життю, здоров'ю людей і навколишньому середовищу.

Хімічно небезпечний об'єкт (ХНО) – промисловий об'єкт (підприємство) або його структурні підрозділи, на якому знаходяться в обігу (виробляються, переробляються, перевозяться (пересовуються), завантажуються, використовуються у виробництві, розміщуються або складаються (постійно або тимчасово), знищуються тощо одне або декілька НХР (до ХНР не належить залізниці).

Хімічно небезпечна адміністративно-територіальна одиниця (ХАТО) – адміністративно-територіальна одиниця, до якої зараховуються області, райони, а також будь-які населені пункти областей, які потрапляють у зону можливого хімічного забруднення при аваріях на ХНО.

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

Хмара НХР – суміш парів і дрібних крапель НХР з повітрям в обсягах (концентраціях), небезпечних для довкілля (уражальних концентраціях).

Розрізняють первинну і вторинну хмари забрудненого повітря.

Первинна хмара НХР – це пароподібна частина НХР, яка є в будь-якій ємності над поверхнею зрідженої легкокиплячої НХР і яка виходить в атмосферу безпосередньо при руйнуванні ємності без випару з підстильної поверхні.

Вторинна хмара НХР – це хмара НХР, яка виникає протягом певного часу внаслідок випару НХР з підстильної поверхні (для легко летючих речовин час розвитку вторинної хмари

після закінчення дії первинної хмари відсутній, для інших речовин він залежить від властивостей НХР, стану обваловування та температури повітря).

Зона хімічного забруднення (ЗХЗ) – територія, що включає осередок хімічного забруднення, де фактично розлита НХР, і ділянки місцевості, над якими утворилася хмара НХР.

Зона можливого хімічного забруднення (ЗМХЗ) – територія, у межах якої під впливом зміни напрямку вітру може виникнути переміщення хмари НХР з небезпечними для людини концентраціями.

Прогнозована зона хімічного забруднення (ПЗХЗ) – розрахункова зона в межах ЗМХЗ, параметри якої приблизно визначаються за формою еліпса.

Інверсія – такий стан приземного шару повітря, при якому температура біля поверхні ґрунту ($h = 50$ см) менша за температуру повітря на висоті 2 м від поверхні:

$$/t_{50} < t_{200}/.$$

Ізотермія – такий стан приземного шару повітря, при якому температура поверхні ґрунту орієнтовно дорівнює температурі повітря на висоті 2 м від поверхні:

$$/t_{50} \approx t_{200}/.$$

Конвекція – такий стан приземного шару повітря, при якому температура поверхні ґрунту більша за температуру повітря на висоті 2 м від поверхні:

$$/t_{50} > t_{200}/.$$

2.2. Прийняті допущення

1. Для прогнозування за цією методикою розлив «вільно» приймається, якщо вилита НХР розливається підстильною поверхнею при висоті шару (h) не вище 0,05 м. Розлив у «піддон» приймається, якщо вилита НХР розливається

поверхнею, яка має обвалування, при цьому висота шару розлитой НХР має бути

$$H = H - 0,2 \text{ м},$$

де H – висота обвалування.

2. Користуватися таблицями за допомогою інтерполяції.

3. Усі розрахунки виконуються на термін не більше 4 годин. Після визначення глибини розповсюдження хмари НХР з урахуванням усіх коефіцієнтів отримане значення Γ_T порівнюється з максимальним значенням переносу повітряних мас за $\tau_{\text{год}}$

$$\Gamma_T' = \tau \cdot v \text{ км}, \quad (2.1)$$

де v – швидкість переносу переднього фронту хмари забрудненого повітря залежно від швидкості вітру w , м/с та СВСА, кг/год (табл. 2.1); Γ_T' – глибина зони, км.

Таблиця 2.1

Швидкість переносу переднього фронту хмари забрудненого НХР повітря $v_{\text{ср}}$ (км/год), залежно від швидкості вітру w (м/с) та СВСА

Швидкість повітря W , м/с														
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<i>Швидкість переносу переднього фронту хмари забрудненого НХР повітря $V_{\text{ср}}$ км/год</i>														
ІНВЕРСІЯ														
5	10	16	21	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
ІЗОТЕРМІЯ														
6	12	18	29	29	35	41	47	53	59	65	71	77	83	89
КОНВЕКЦІЯ														
7	14	21	28	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Для подальших розрахунків береться найменше з двох значень, що порівнюються (Γ_T і Γ_T').

4. Урахування різних умов виникнення аварії з НХР.

2.3. Послідовність розрахунку

1. Визначення G – в залежності від типу прогнозування і району розташування джерела зараження.

2. Визначення теоретичної глибини розповсюдження ХНР, км

$$\Gamma_t = \Gamma_{iz}^{Cl_2} \cdot K_{HXP} \cdot K_{CBCA} \cdot K_w \cdot K_t \cdot K_{обв}, \quad (2.2)$$

де $\Gamma_{iz}^{Cl_2}$ – глибина розповсюдження хмари Cl_2 при:

швидкості вітру $w \leq 1$ м/с;

температурі повітря $t_{п} = 20$ °С;

при СВСА – ізотермія;

на відкритій місцевості;

при розливі – «вільно».

Розраховується за емпіричною формулою:

$$\Gamma_{iz}^{Cl_2} = 2,1 \cdot G^{0,568+0,0055 \ln G} \text{ км}, \quad (2.3)$$

або визначається за табл. 2.2;

G – кількість розмитої ХНР, т.

Ця формула виведена для умов, коли $\tau \geq \tau_{вип}$.

K_{HXP} – перекладний коефіцієнт для різних ХНР, значення якого визначається за допомогою табл. 2.3.

K_{CBCA} – коефіцієнт, який враховує СВСА, при якій відбулася (може відбутися) аварія на ХНО. Розраховується за емпіричними формулами:

$$\begin{aligned} K_{CBCA} &= K_{iz} = 1 - \text{при ізотермії;} \\ K_{CBCA} &= K_{ин} = 2,4 + 0,025 \cdot \ln G - \text{при інверсії;} \\ K_{CBCA} &= K_{кон} = 0,55 \cdot G^{-0,012} - \text{при конвекції.} \end{aligned} \quad (2.4)$$

G – в тонах.

K_w – поправочний коефіцієнт, який враховує вплив швидкості приземного вітру w (м/с) на глибину розповсюдження хмари зараженого повітря з уражаючими концентраціями ХНР, який визначається за допомогою табл. 2.4.

K_t – поправочний коефіцієнт, який враховує вплив температури повітря $t_{\text{п}}, ^\circ\text{C}$, на глибину розповсюдження хмари забрудненого повітря з уражаючими концентраціями ХНР, який визначається за допомогою емпіричної формули

$$K_t = 0,019 \cdot (t_{\text{п}} + 40)^{0,55} + 0,82. \quad (2.5)$$

Таблиця 2.2

**Глибина розповсюдження хмари зараженого повітря
з уражаючими концентраціями Cl_2
на відкритій місцевості $\Gamma_{\text{із}}, \text{км}$**

Кількість Cl_2 в ємкостях, т	$\Gamma_{\text{із}},$ км	Кількість Cl_2 в ємкостях, т	$\Gamma_{\text{із}},$ км	Кількість Cl_2 в ємкостях, т	$\Gamma_{\text{із}},$ км
1	2,0	80	28,1	1000	137
3	3,9	90	30,2	1100	147
5	5,2	100	32,3	1200	155
7	6,5	200	49,7	1300	164
10	8,0	300	64,5	1400	172
20	12,1	400	76,9	1500	180
30	15,5	500	89,0	1600	187
40	18,4	600	99,5	1700	195
50	21,0	700	110	1800	202
60	23,6	800	120	1900	209
70	25,9	900	129	2000	217

Таблиця 2.3

**Перекладні коефіцієнти $K_{\text{НХР}}$ для різних НХР
для визначення глибини розповсюдження хмари
забрудненого повітря з уражаючими концентраціями
НХР у разі аварії на хімічно небезпечних об'єктах
і транспорті**

№	Вид НХР	Щільність рідини, т/м ³	$K_{\text{НХР}}$
1	Акролеїн	0,839	1,7
2	Аміак	0,681	0,13
3	Водень фтористий	0,989	0,28
4	Водень ціаністий	0,687	1,96
5	Діметиламін	0,680	0,24
6	Метиламін	0,699	0,24
7	Метил хлористий	0,983	0,06
8	Нітрил акрилової кислоти	0,806	0,58
9	Окисел етилену	0,882	0,06
10	Окисли азоту	1,491	0,28
11	Сірковуглець	1,263	0,047
12	Сірководень	0,964	0,13
13	Сірчаний ангідрид	1,462	0,50
14	Соляна кислота (концентрована)	1,198	0,41
15	Формальдегід	0,815	1,02
16	Фосген	1,432	1,02
17	Фтор	1,512	2,0
18	Хлор	1,553	1,0
19	Хлорпікрин	1,658	1,62

При впливі (викиді) НХР у «піддон» глибина розповсюдження хмари НХР буде зменшуватися у зв'язку з тим, що площа випаровування розлитої хімічної речовини зменшується і час випаровування НХР з піддону буде збільшуватися (табл. 2.5) і складати величину, більшу ніж 4 години, на яку ведеться прогнозування (довгострокове), $\tau_{\text{вип}} > \tau$.

Таблиця 2.4
Поправочні коефіцієнти K_w , які враховують вплив швидкості приземного вітру w на глибину розповсюдження хмари зараженого повітря з уражаючими концентраціями НХР

Кількість НХР, тонн	Ступінь вертикальної стійкості атмосфери (СВСА)																					
	Ізогермія									Інверсія												
	Швидкість вітру, м/с									Шв. в., м/с					Шв. в., м/с							
										1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
1	1	0,67	0,55	0,49	0,44	0,40	0,38	0,36	0,34	0,32	0,31	0,30	0,29	0,28	0,28	1	0,63	0,50	0,43	1	0,70	0,61
3	1	0,64	0,52	0,46	0,41	0,38	0,35	0,33	0,32	0,30	0,29	0,28	0,27	0,26	0,26	1	0,61	0,47	0,40	1	0,67	0,57
5	1	0,62	0,49	0,44	0,39	0,36	0,34	0,32	0,30	0,29	0,28	0,26	0,26	0,25	0,24	1	0,60	0,46	0,39	1	0,64	0,55
10	1	0,61	0,47	0,40	0,37	0,34	0,32	0,30	0,28	0,27	0,26	0,25	0,24	0,24	0,23	1	0,59	0,45	0,37	1	0,63	0,52
20	1	0,60	0,46	0,39	0,34	0,32	0,30	0,28	0,27	0,25	0,24	0,23	0,23	0,22	0,21	1	0,58	0,43	0,36	1	0,62	0,50
30	1	0,59	0,45	0,38	0,33	0,29	0,28	0,27	0,25	0,24	0,23	0,22	0,22	0,21	0,20	1	0,57	0,43	0,35	1	0,61	0,49
50	1	0,59	0,45	0,37	0,32	0,27	0,27	0,25	0,24	0,23	0,22	0,21	0,20	0,20	0,19	1	0,57	0,42	0,34	1	0,60	0,48
70	1	0,58	0,44	0,36	0,31	0,27	0,26	0,24	0,23	0,22	0,21	0,20	0,20	0,19	0,19	1	0,56	0,41	0,34	1	0,60	0,48
100	1	0,58	0,43	0,36	0,31	0,27	0,25	0,23	0,22	0,22	0,20	0,20	0,19	0,18	0,18	1	0,56	0,41	0,34	1	0,59	0,47
300	1	0,56	0,41	0,34	0,29	0,25	0,23	0,21	0,20	0,19	0,18	0,17	0,16	0,16	0,15	1	0,55	0,40	0,32	1	0,58	0,45
500	1	0,56	0,41	0,33	0,28	0,25	0,22	0,21	0,19	0,18	0,17	0,16	0,15	0,15	0,14	1	0,55	0,39	0,31	1	0,57	0,44
700	1	0,55	0,40	0,32	0,28	0,24	0,22	0,20	0,19	0,17	0,16	0,16	0,15	0,14	0,14	1	0,55	0,39	0,31	1	0,57	0,44
1000	1	0,55	0,40	0,32	0,27	0,24	0,22	0,20	0,18	0,17	0,16	0,15	0,15	0,14	0,14	1	0,54	0,38	0,30	1	0,56	0,43
2000	1	0,55	0,39	0,31	0,26	0,23	0,21	0,19	0,17	0,16	0,15	0,14	0,14	0,13	0,13	1	0,54	0,38	0,30	1	0,55	0,42

Таблиця 2.5
Тривалість випаровування (термін дії джерела забруднення) $\tau_{\text{вип}}$ (год) для деяких НХР при розливі у «піддон» в залежності від температури повітря $t_{\text{п}}$ (°C), при швидкості вітру $w = 1$ м/с

№	НХР	Висота облавування Н, м														
		1						2								
		t _п , °C						t _п , °C								
		-40	-20	0	20	40	-40	-20	0	20	40	-40	-20	0	20	40
1	Аміак	24,2	21,8	21,8	21,8	21,8	54,4	49,0	49,0	49,0	49,0	84,6	76,2	76,2	76,2	76,2
2	Водень фтористий	283	141	56,5	28,3	28,3	63,6	318	127	63,7	63,7	989	495	198	99,1	99,1
3	Водень ціаністий	—	—	52,8	21,1	16,3	—	—	119	47,5	36,7	—	—	185	73,9	57,1
4	Диметиламін	133	44,2	16,6	13,3	13,3	298	99,4	37,4	29,9	29,9	464	155	52,8	46,5	46,5
5	Метиламін	54,9	23,5	16,5	16,5	16,5	124	52,9	37,1	37,1	37,1	192	82,3	57,7	57,7	57,7
6	Метил хлористий	35,7	17,9	17,9	17,9	17,9	80,2	40,3	40,3	40,3	40,3	125	62,7	62,7	62,7	62,7
7	Окисел етилену	172	57,4	24,6	17,3	17,3	387	129	55,4	38,9	38,9	603	201	86,2	60,5	60,5
8	Сірчаний ангідрид	1194	477	238	238	238	2685	1074	537	537	537	4179	1670	833	833	833
9	Сірководень	18,4	18,4	18,4	18,4	18,4	41,4	41,4	41,4	41,4	41,4	64,4	64,4	64,4	64,4	64,4
10	Формальдегід	48	19,2	19,2	19,2	19,2	108	43,2	43,2	43,2	43,2	168	67,2	67,2	67,2	67,2
11	Фосген	188	62,6	26,9	18,7	18,7	424	141	60,5	42,1	42,1	657	219	94,1	65,5	65,5
12	Фтор	31,8	31,8	31,8	31,8	31,8	71,6	71,6	71,6	71,6	71,6	111	111	111	111	111
13	Хлор	26,6	23,8	23,8	23,8	23,8	59,8	56,3	56,3	56,3	56,3	93,0	83,4	83,4	83,4	83,4

Формула (2.2), за допомогою якої визначається глибина розповсюдження хмари Cl_2 при ізотермії, отримана при умовах, що $\tau \geq \tau_{\text{вип}}$ і «вільний розлив» ХНР (табл. 2.6).

Таблиця 2.6

**Час випаровування (термін дії джерела забруднення)
 $\tau_{\text{вип}}$ (год.) для деяких ХНР при «вільному»
 розливі ($H = 0,05$ м) в залежності від температури
 повітря $t_{\text{п}}$ ($^{\circ}\text{C}$), при швидкості вітру $w = 1$ м/с**

№	ХНР	$t_{\text{п}}, ^{\circ}\text{C}$				
		-40	-20	0	20	40
1	Акролеїн	32,2	16,1	8,1	3,2	1,5
2	Аміак	1,5	1,4	1,4	1,4	1,4
3	Водень фтористий	17,7	8,8	3,5	1,8	1,8
4	Водень ціаністий	0	0	3,3	1,3	1,0
5	Діметиламін	8,3	2,8	1,0	0,8	0,8
6	Метиламін	8,4	1,5	1,0	1,0	1,0
7	Метил хлористий	2,2	1,1	1,1	1,1	1,1
8	Нітрил акрилової кислоти	144	57,6	14,4	5,8	2,4
9	Окисли азоту	0	0	4,7	1,9	1,9
10	Окисел етилену	10,8	3,6	1,5	1,1	1,1
11	Сірчаний ангідрид	7,5	3,0	1,5	1,5	1,5
12	Сірководень	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15
13	Сірковуглець	30,0	15,0	7,5	3,0	1,5
14	Соляна кислота (концентрована)	0	28,5	9,5	2,9	1,4
15	Формальдегід	3,0	1,2	1,2	1,2	1,2
16	Фосген	11,7	3,9	1,7	1,2	1,2
17	Фтор	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
18	Хлор	1,7	1,5	1,5	1,5	1,5
19	Хлорпікрин	1382	414	138	41,4	14,4

Тому врахування цих обставин здійснюється коефіцієнтами $K_{\text{обв}}$, значення яких наведені в табл. 2.7 в залежності від висоти обвалування H , м і часу, на який ведеться прогнозування, τ , год.

Значення теоретичної глибини розповсюдження хмари ХНР Γ_r , км, по формулі (2.2) розраховується для відкритої місцевості і не враховує її характер.

Таблиця 2.7

Поправочні коефіцієнти $K_{\text{обв}}$, які характеризують вплив обвалування на глибину розповсюдження хмари при виливі у «піддон»

ХНР	Висота обвалування H , м								
	1			2			3		
	Час після аварії, год			Час після аварії, год			Час після аварії, год		
	2	3	4	2	3	4	2	3	4
Аміак	0,25	0,30	0,34	0,17	0,20	0,22	0,14	0,16	0,18
Водень фтористий	0,20	0,23	0,27	0,12	0,15	0,17	0,09	0,11	0,13
Водень ціаністий	0,21	0,26	0,30	0,13	0,16	0,18	0,10	0,12	0,14
Сірчаний ангідрид	0,34	0,36	0,38	0,31	0,32	0,33	0,29	0,30	0,31
Сірководень	0,53	0,56	0,58	0,50	0,51	0,52	0,49	0,50	0,51
ХНР	Висота обвалування H , м								
	1			2			3		
	Час після аварії, год			Час після аварії, год			Час після аварії, год		
	2	3	4	2	3	4	2	3	4
Формальдегід	0,43	0,45	0,47	0,40	0,41	0,42	0,38	0,39	0,40
Фосген	0,29	0,33	0,37	0,21	0,23	0,25	0,20	0,21	0,22
Фтор	0,20	0,24	0,27	0,14	0,16	0,17	0,11	0,13	0,14
Хлор	0,42	0,44	0,46	0,39	0,40	0,41	0,38	0,38	0,39

2.4. Довгострокове (оперативне) прогнозування

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

Для довгострокового прогнозування приймаються такі умови:

1. Для ХНО, які розташовані в сейсмонебезпечних районах Р (або на воєнний час), руйнуються *всі* ємності, в яких зберігається (транспортується) ХНР (береться загальна кількість). У цьому разі приймається розлив ХНР «вільно».

2. Для ХНО, які розташовані в безпечних (інших) районах Р, руйнується *одинарна* технологічна ємність із *максимальною* кількістю ХНР. У цьому разі приймається розлив ХНР у «піддон» або «вільно» залежно від умов зберігання ХНР.

3. Метеорологічні дані:

- швидкість вітру в приземному шарі – $w = 1 \text{ м/с}$;
- температура повітря – $t_{\text{п}} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$;
- ступінь вертикальної стійкості атмосфери (СВСА) – інверсія;
- напрямок вітру не враховується;
- розповсюдження хмари забрудненого повітря приймається у колі 360° .

4. Середня щільність населення для цієї місцевості – $\Pi_{\text{н.ср}}$, чол./км²

5. Ступінь заповнення ємності (ємностей) – 70 % від паспортного об'єму ємності.

6. Ємності з ХНР при аваріях руйнуються *повністю*.

7. При аваріях на продуктопроводах (аміакопроводах тощо) за кількість ХНР, що може бути викинута, приймається

її кількість між відсікателями (для продуктопроводів об'єм ХНР приймається 300–500 т).

8. Заходи щодо захисту населення детальніше плануються на глибину зони *можливого* хімічного забруднення, яка утворюється протягом перших 4 годин після початку аварії ($\tau = 4$ години).

Порядок розрахунків

для довгострокового прогнозування

1. Розраховується теоретична глибина розповсюдження ХНР за допомогою формули (2.2)

$$\Gamma_{\text{т}} = \Gamma_{\text{із}}^{\text{Cl}_2} \cdot K_{\text{ХНР}} \cdot K_{\text{СВСА}} \cdot K_{\text{w}} \cdot K_{\text{t}} \cdot K_{\text{обв}} \text{ км.}$$

Для сейсмонебезпечних районів

$$G = 0,7 \cdot \rho_{\text{хнр}} \cdot \sum V_{\text{pi}} \cdot m_i \text{ т,} \quad (2.6)$$

де 0,7 – ступінь заповнення резервуарів (ємностей); $\rho_{\text{хнр}}$ – щільність ХНР, т/м³ (див. табл. 2.3); V_{pi} – паспортний об'єм резервуарів (ємностей), які входять до групи ємностей, м³; m_i – кількість резервуарів у групі ємностей.

Для безпечних районів

$$G = 0,7 \cdot \rho_{\text{хнр}} \cdot V_{\text{р max}} \text{ т,} \quad (2.7)$$

де $V_{\text{р max}}$ – паспортний об'єм одиначної технологічної ємності (резервуара) максимального об'єму, м³

$$\Gamma_{\text{із}}^{\text{Cl}_2} = 2,1 G^{0,568+0,0055 \ln G} \text{ км (див. табл.2.2);}$$

$K_{\text{хнр}}$ – береться з таблиці 1 для заданого ХНР;

$K_{\text{свса}} = K_{\text{ін}} = 2,4 + 0,025 \cdot \ln G$ – при інверсії;

$K_{\text{w}} = 1$, при $w = 1$ м/с (див. табл. 2.4);

$$K_{\text{t}} = 0,019 \cdot (t_{\text{п}} + 40)^{0,55} + 0,82 = 0,019 \cdot (20 + 40)^{0,55} + 0,82 = 1;$$

$K_{\text{обв}} = 1$ – для сейсмонебезпечних районів, де приймається, що розлив НХР «вільно».

Для безпечних районів $K_{\text{обв}} = 1$ при розливі НХР «вільно»³ $K_{\text{обв}}$ визначається з табл. 2.7 при $\tau = 4$ год., при розливі у «піддон», в залежності від висоти обвалування H , м (табл. 2.6).

Тоді

$\Gamma_T = \Gamma_{\text{із}}^{\text{Cl}_2} \cdot K_{\text{хнр}} \cdot K_{\text{ін}}$ – для сейсмонебезпечних районів і для безпечних районів, якщо ємності не обваловані;

$\Gamma_T = \Gamma_{\text{із}}^{\text{Cl}_2} \cdot K_{\text{хнр}} \cdot K_{\text{ін}} \cdot K_{\text{обв}}$ – для безпечних районів, якщо ємності обваловані.

2. Визначаємо швидкість переносу переднього фронту хмари забрудненого повітря залежно від швидкості вітру w , м/с та СВСА (див. табл. 2.1 при $w = 1$ м/с) по формулах:

$$\begin{aligned} v_{\text{ін}} &= 5w \text{ км/год.}; \\ v_{\text{із}} &= 6w \text{ км/год.}; \\ v_{\text{кон}} &= 7w \text{ км/год.}; \end{aligned} \quad (2.8)$$

Для довгострокового прогнозування приймаємо ($w = 1$ м/с):

$$v_{\text{ін}} = 5w = 5 \text{ км/год.}$$

Визначаємо теоретичну (можливу) глибину переносу переднього фронту НХР по формулі (2.1)

$$\Gamma_T' = v_{\text{ін}} \cdot \tau \text{ км,}$$

де $\tau = 4$ год. – для довгострокового прогнозування

$$\Gamma_T' = 5w \cdot 4 = 5 \cdot 1 \cdot 4 = 20 \text{ км.}$$

Порівнюємо значення Γ_T і Γ_T' і приймаємо найменше з них. Приймаємо для подальших розрахунків $\Gamma_{T \text{ min}}$, позначаємо його як Γ_m .

3. Визначаємо теоретично можливу площу зони хімічного забруднення, яка для довгострокового прогнозування дорівнює площі кола з радіусом Γ_m , км (рис. 2.1):

$$S_m = \pi \cdot \Gamma_m^2 \text{ км}^2.$$

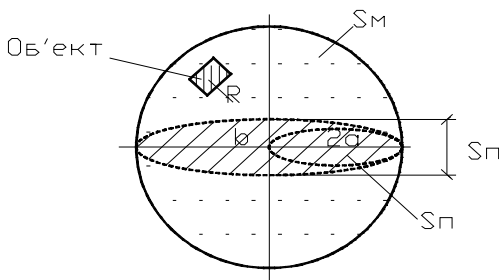


Рис. 2.1. Визначення теоретично можливої площі зони хімічного забруднення

4. Визначаємо теоретично прогнозовану площу зони хімічного забруднення за формулою

$$S_{\text{п}} = 0,11 \cdot \Gamma_{\text{м}}^2 \text{ км}^2. \quad (2.10)$$

4а. Ширина теоретично прогнозованої площі зони хімічного забруднення визначається за формулою

$$\text{Ш}_{\text{п}} = 0,14 \cdot \Gamma_{\text{м}} \text{ км.}$$

5. Визначаємо час підходу забрудненого повітря до об'єкта (або населеного пункту) (рис. 2.2) за формулою:

$$\tau_{\text{підх}} = R / v_{\text{ін}} = R / 5w \text{ год.} \quad (2.11)$$

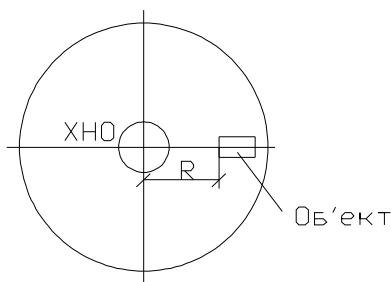


Рис. 2.2. Відстань від ХНО до об'єкта (населеного пункту)

Варіанти визначення теоретично можливої площі забруднення об'єкта або населеного пункту

А) ХНО знаходиться в центрі або місті (рис. 2.3):

$$S_M = S_{M.HC} = \pi \cdot \Gamma_M^2 \text{ км}^2.$$

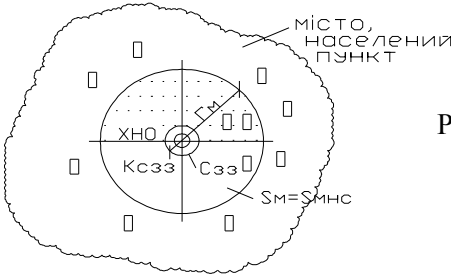


Рис. 2.3. Схема розташування ХНО в центрі або місті

Кількість людей, які опиняться на забрудненій території населеного пункту:

$$n_{\text{люди}} = S'_{M.HC} \cdot \Pi_{H.CP},$$

$$S'_{M.HC} = \pi \cdot \Gamma_M^2 - \pi \cdot R^2 = \pi(\Gamma_M^2 - R^2) \text{ км}^2,$$

Б) Наведено нижче.

В) Населений пункт знаходиться на великій відстані R від ХНО і може бути частково накритий хмарою (рис. 2.4).

$$S_M = \pi \Gamma_M^2 \text{ км}^2.$$

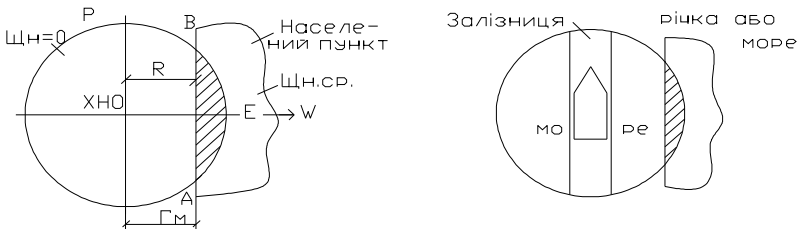


Рис. 2.4. Схема розташування населеного пункту відносно ХНО

Теоретично можлива площа забруднення населеного пункту

$$S_{\text{м.нс}} = S_{\text{аве}} \text{ км}^2.$$

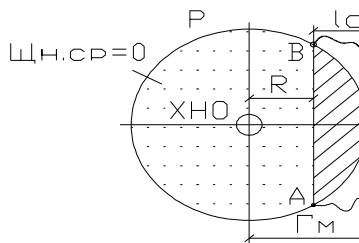
Визначається за емпіричною формулою

$$S_{\text{аве}} = 1,28 \cdot \lambda^2 - 2,85 \cdot \lambda + 1,57 \text{ км}^2,$$

де $\lambda = R/\Gamma_{\text{м}}$.

Г) Населений пункт накрито хмарою, і далі за його межі хмара не пішла (рис. 2.5).

Рис. 2.5. Схема розташування населеного пункту відносно ХНО



$$S_{\text{м.нс}} = S_{\text{аве}} \text{ км}^2,$$

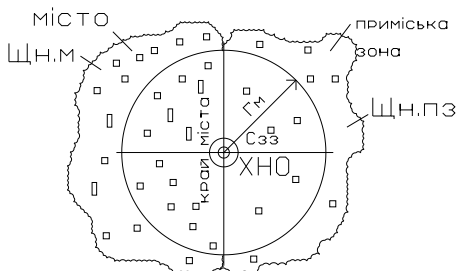
$$S_{\text{АВЕ}} = 1,28 \cdot \lambda^2 - 2,85 \cdot \lambda + 1,57 \text{ км}^2,$$

$$\lambda = R/\Gamma_{\text{м}}, \quad R = \Gamma_{\text{м}} - l_{\text{с}}.$$

Довгострокове прогнозування

Б) ХНО знаходиться в центрі міста (населеного пункту) (рис. 2.6).

Рис. 2.6. Схема розташування ХНО в центрі міста для довгострокового прогнозування



$$S_M = \pi \Gamma_M^2 \text{ км}^2,$$

$$S_M = \pi \cdot (\Gamma_M^2 - R_{сзз}^2) \text{ км}^2.$$

Умовно теоретичну можливу зону хімічного забруднення можна розбити на дві зони S_M :

- міста $S_{MM} = S_M^M$;
- приміської зони $S_{МПЗ} = S_M^{ПЗ}$, тоді

$$S_M = S_M^M + S_M^{ПЗ},$$

$$S_M^M = 0,5 \cdot S_M; S_M^{ПЗ} = 0,5 \cdot S_M,$$

$$n_{\text{люд}}^M = S_M^M \cdot \text{Щ}_{\text{н.м}} = 0,5 \cdot S_M \cdot \text{Щ}_{\text{н.м}},$$

$$n_{\text{люд}}^{ПЗ} = S_M^{ПЗ} \cdot \text{Щ}_{\text{н.пз}} = 0,5 \cdot S_M \cdot \text{Щ}_{\text{н.пз}},$$

$$n_{\text{люд}} = n_{\text{люд}}^M + n_{\text{люд}}^{ПЗ},$$

$$n_{\text{люд}} = 0,5 \cdot S_M \cdot (\text{Щ}_{\text{н.}}^M + \text{Щ}_{\text{н.}}^{ПЗ}) \text{ люд.}$$

Д) Населений пункт накрито хмарою і вона пішла за його межі (рис. 2.7).

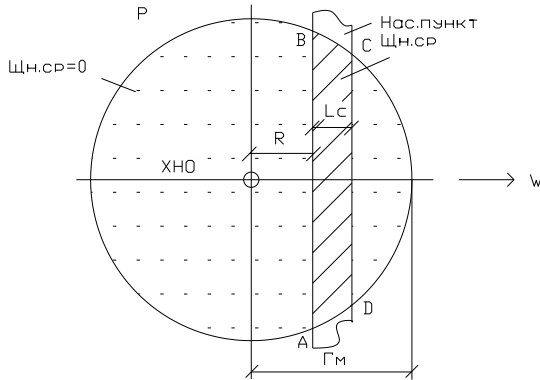


Рис. 2.7. Схема населеного пункту, накритого хмарою, яка пішла за його межі

$$S_M = 1,57 \cdot \Gamma_M^2.$$

За емпіричною формулою

$$S_{ABCD} = 2,85 \cdot l_c / \Gamma_m - 2,56(l_c \cdot R) / \Gamma_m^2 - 1,28 l_c^2 / \Gamma_m^2, \quad (2.13)$$

$$n_{\text{люд}} = S_{\text{м.нс}} \cdot \Pi_{\text{н.ср}}.$$

Е) Об'єкт або населений пункт повністю накрито хмарию і вона пішла за його межі (рис. 2.8).

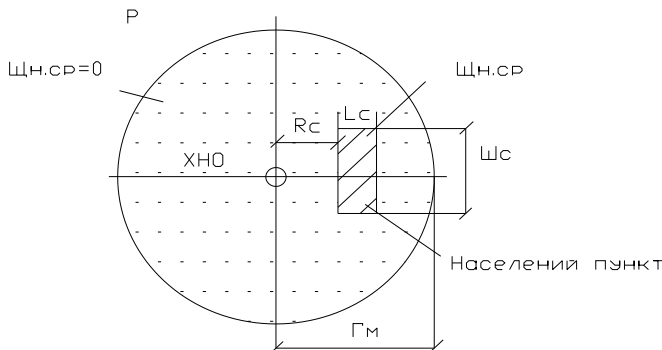


Рис. 2.8. Схема об'єкта або населеного пункту, повністю накритого хмарию, яка пішла за його межі

$$S_{\text{м.нс}} = l_c \cdot \Pi_c \text{ км}^2; \quad n_{\text{люд}} = S_{\text{м.нс}} \cdot \Pi_{\text{н.ср}} \text{ люд.}$$

6. Визначаємо кількість людей, які можуть опинитися на можливій теоретичній площі забруднення населеного пункту:

$$n_{\text{люд}} = S_{\text{м.нс}} \cdot \Pi_{\text{н.ср}} \text{ люд.}$$

При цьому враховуємо, що люди проживають (знаходяться) тільки на території села, а навкруги рахуємо, що $\Pi_{\text{н.ср}} = 0$.

7. Визначаємо втрати населення в населеному пункті і їх орієнтовну структуру $N_{\text{втр.нп}}$ ($Y_{\text{нп}}^{\text{лс}}$, $Y_{\text{нп}}^{\text{стс}}$, $Y_{\text{нп}}^{\text{см}}$) за допомогою табл. 2.8.

8. Визначаємо втрати робітників на ХНО та їх орієнтовну структуру $N_{\text{втр.хноп}}$ ($Y_{\text{хно}}^{\text{лс}}$, $Y_{\text{хно}}^{\text{стс}}$, $Y_{\text{хно}}^{\text{см}}$), теж за допомогою табл. 2.8.

Таблиця 2.8

**Можливі втрати населення, робітників
та службовців, які опинилися в зоні можливого
хімічного забруднення, %**

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

Структура втрат може розподілятися таким чином:

- легкі – до 25 %;
- середньої тяжкості – до 40 %;
- зі смертельними наслідками – до 35 %.

9. Визначаємо тривалість дії джерела забруднення за допомогою табл. 2.5 і 2.6.

$$\tau_{\text{дії}} = \tau_{\text{вип.}}$$

10. Визначаємо допустимий час перебування людей у засобах захисту шкіри за допомогою табл. 2.9.

Таблиця 2.9

**Допустимі терміни безперервного перебування
в захисному одязі**

Температура повітря, °С	Час перебування
+ 30 і вище	15–20 хв
+25 – +29	до 30 хв
+20 – +24	40–50 хв
+15 – +19	До 2 год
нижче + 15	більше 3 год

2.5. Аварійне прогнозування

Аварійне прогнозування здійснюється під час виникнення аварії за даними розвідки для визначення можливих наслідків аварії і порядку дії в зоні можливого забруднення.

Для аварійного прогнозування використовуються такі дані:

– загальна кількість НХР V_o , м³, на момент аварії в ємності (трубопроводі), на якій виникла аварія;

– характер розливу НХР на підстильний поверхні («вільно» або «у піддон»);

– висота обвалування (піддону);

– реальні метеорологічні умови:

температура повітря – $t_{\text{п}}$, °С;

швидкість приземного вітру – w , м/с;

напрямок вітру у приземному шарі;

час доби, коли відбулася аварія – $\tau_{\text{д}}$;

хмарність – F ;

різниця температур повітря на висоті 2 м – t_{200} , і приземного шару повітря над ґрунтом на висоті 50 см – t_{50} :

$$\Delta t = t_{200} - t_{50};$$

– середня щільність населення для місцевості, над якою розповсюджується хмара НХР, – $\text{Щ}_{\text{н}}$, люд./км².

Визначення параметрів зон хімічного забруднення під час аварійного прогнозування

1. Визначається кількість хімічної речовини, яка вилилася під час аварії,

$$G = V_o \cdot \rho_{\text{НХР}} \quad \text{т},$$

де V_o – загальна кількість НХР на момент аварії, яка вилилась на поверхню, м³. Ця величина задається (відома за даними розвідки); $\rho_{\text{НХР}}$ – щільність НХР, т/м³.

2. Визначаємо теоретично можливу глибину розповсюдження НХР за формулою (2.2):

$$\Gamma_T = \Gamma_{iz}^{Cl} \cdot K_{HXP} \cdot K_{CBCA} \cdot K_w \cdot K_t \cdot K_{обв} \text{ км.}$$

3. Визначаємо Γ_{iz}^{Cl} за формулою (2.3).

4. Визначаємо ступінь вертикальної стійкості атмосфери CBCA:

– по графіку (рис. 2.9), якщо в умовах задачі τ_d, F і w ;

– по графіку (рис. 2.10), якщо в умовах задачі Δt і w ;

5. За формулами (2.4) визначається K_{CBCA} .

6. По табл. 2.4 визначається K_w .

7. За формулою (2.5) визначається K_t .

8. По табл. 2.7 знаходимо $K_{обв}$, якщо ємкості обваловані. Якщо ємкості не обваловані, то $K_{обв} = 1$.

Швидкість вітру, м/с	НІЧ			ДЕНЬ		
	ясно	напівясно	хмарно	ясно	напівясно	хмарно
0,5	Інверсія		Ізотермія	Конвекція		Ізотермія
0,6...2,0						
2,1...4,0						
Більше 4						

Рис. 2.9. Графік для оцінки ступеню вертикальної стійкості атмосфери (CBCA) по даних прогнозу погоди

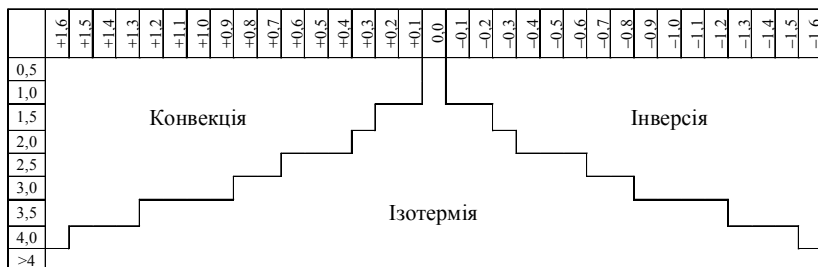


Рис. 2.10. Графік для визначення вертикальної стійкості атмосфери (CBCA)

9. Визначаємо швидкість переносу переднього фронту хмари забрудненого повітря v , залежно від швидкості вітру w , м/с та СВСА за формулами (2.8).

10. Визначається теоретична глибина переносу переднього фронту НХР за формулою:

$$\Gamma_T' = v \cdot \tau \text{ км.}$$

11. Порівнюємо значення Γ_T і Γ_T' і приймаємо найменше між ними (наприклад Γ_T мінімальне – приймаємо рівним Γ_T') і позначаємо його як Γ_M .

12. Теоретично можлива площа хімічного забруднення, яка приймається як сектор круга (рис. 2.11), форма і розмір якого залежить від швидкості w та напрямку вітру, і розраховується за емпіричною формулою:

$$S_M = 8,72 \cdot 10^{-3} \cdot \Gamma_M^2 \cdot K_\phi \text{ км}^2,$$

де коефіцієнт K_ϕ , який умовно дорівнює кутовому розміру зони, визначається з табл. 2.10.

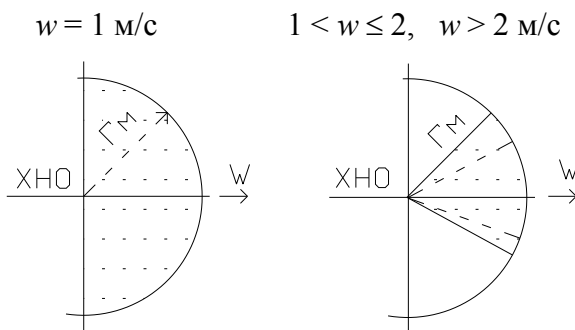


Рис. 2.11. Теоретично можлива площа хімічного забруднення

Таблиця 2.10

**Значення коефіцієнта K_ϕ ,
який залежить від швидкості вітру w , м/с**

Швидкість вітру W , м/с	$W < 1$	$W = 1$	$1 < W \leq 2$	$W > 2$
Коефіцієнт K_ϕ	360	180	90	45

13. Визначається теоретична прогнозована площа зона хімічного забруднення

$$S_\Pi = k \cdot \Gamma_M^2 \cdot \tau^{0,2} \text{ км},$$

де τ – час, який пройшов після аварії, год.; k – коефіцієнт, який у залежності від СВСА має значення: $k = 0,081$ – для інверсії, $k = 0,133$ – для ізомермії, $k = 0,235$ – для конвекції.

14. Ширина теоретичної прогнозованої зони хімічного забруднення залежить від СВСА (рис. 2.12) і може бути визначена за емпіричними формулами:

$$\begin{aligned} \Pi_\Pi &= 0,1 \cdot \Gamma_M \cdot \tau^{0,2} - \text{для інверсії,} \\ \Pi_\Pi &= 0,1 \cdot \Gamma_M \cdot \tau^{0,2} - \text{для ізомермії,} \\ \Pi_\Pi &= 0,1 \cdot \Gamma_M \cdot \tau^{0,2} - \text{для конвекції.} \end{aligned} \quad (2.20)$$

$w = 1 \text{ м/с}$

$1 < w \leq 2, w > 2 \text{ м/с}$

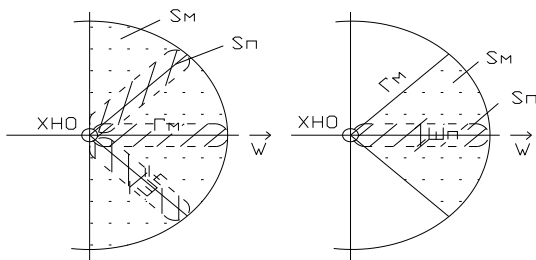
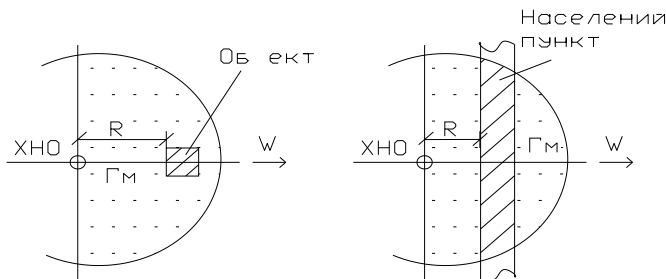


Рис. 2.12. Ширина теоретичної прогнозованої зони хімічного забруднення

15. Визначаємо час підходу забрудненого повітря до об'єкта або населеного пункту (рис. 2.13):

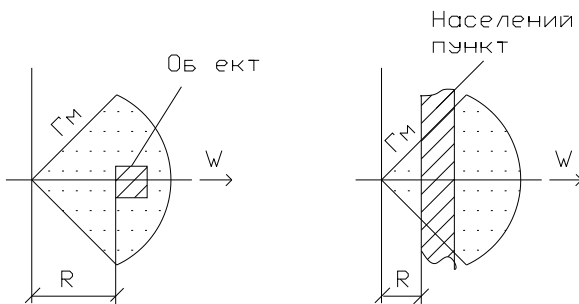
$$\tau_{\text{підх}} = R/v \text{ год.}$$

$$w = 1 \text{ м/с}$$



a

$$1 < w \leq 2, w > 2 \text{ м/с}$$



б

Рис. 2.13. Визначення часу підходу забрудненого повітря до об'єкта або населеного пункту

Варіанти визначення теоретично можливої площі забруднення населеного пункту (теоретично можлива площа накриття об'єкта або населеного пункту)

А) ХНО знаходиться в місті, населеному пункті (рис. 2.14).
Теоретично можлива площа забруднення населеного пункту

$$S_M = 0,00872 \cdot K_{\phi} (\Gamma_M^2 - R_{сзз}^2) \text{ км}^2,$$

$$n_{\text{люд}}^{\text{нп}} = S_M \cdot \Pi_{\text{н.нп}} \text{ люд.},$$

$$n_{\text{люд}}^{\text{м}} = S_M \cdot \Pi_{\text{н.м}}, \text{ люд.}$$

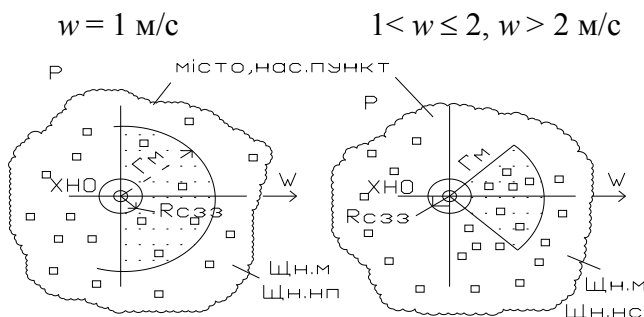


Рис. 2.14. Схема розташування НХО у місті, населеному пункті

Б) ХНО знаходиться на околиці міста, населеного пункту (рис. 2.15).

Для $w = 1$ м/с теоретично можлива площа забруднення

$$S_M = 1,57 \cdot \Gamma_M^2 \text{ км}^2.$$

Теоретично можлива площа забруднення (накриття) населеного пункту визначається за емпіричною формулою (2.12)

$$S_M^{\text{нс}} = S_{\text{ABE}} = 1,28 \cdot \lambda^2 - 2,85 \cdot \lambda + 1,57 \text{ км}^2,$$

де $\lambda = R / \Gamma_M$,

$$n_{\text{люд}}^{\text{нс}} = S_M \cdot \Pi_{\text{н.нс}} \text{ люд.}$$

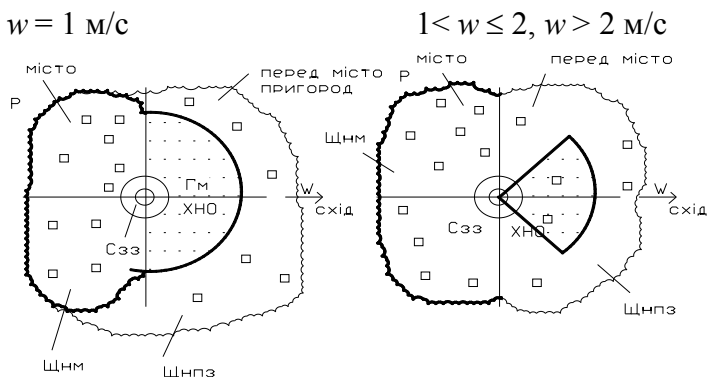


Рис. 2.15. Схема розташування НХО на околиці міста, населеного пункту

Для $1 < w \leq 2$ і $w > 2$ м/с теоретично можлива площа забруднення НХР

$$S_M = 0,00872 \cdot \Gamma_M^2 \cdot \varphi, \text{ км}^2$$

Теоретично можлива площа забруднення НХР (накриття) населеного пункту

$$S_M^{\text{НС}} = 0,00872 \cdot \varphi \cdot (\Gamma_M^2 - R^2) \text{ км}^2,$$

$$n_{\text{люди}}^{\text{НС}} = S_M^{\text{НС}} \cdot \Pi_{\text{н.НС}}, \text{ люди.}$$

В) Населений пункт накривається хімічною хмарою і далі його меж вона не пішла (рис. 2.16).

Для $w = 1$ м/с

$$S_M = 1,57 \cdot (\Gamma_M^2) \text{ км}^2,$$

$$S_M^{\text{НС}} = S_{\text{ABE}} = 1,28 \cdot \lambda^2 - 2,85 \cdot \lambda + 1,57 \text{ км}^2,$$

$$\lambda = R / \Gamma_M, \quad R = \Gamma_M - l_c.$$

Для $1 < w \leq 2, w > 2$ м/с

$$S_M = 0,00872 \cdot \Gamma_M^2 \cdot \varphi \text{ км}^2,$$

$$S_M^{HC} = 0,00872 \cdot \varphi \cdot (\Gamma_M^2 - R^2) \text{ км}^2,$$

$$R = \Gamma_M - l_c,$$

$$S_M^{HC} = 0,00872 \cdot 2(\Gamma_M \cdot l_c - l_c^2) \text{ км}^2,$$

$$n_{\text{люд}}^{HC} = S_M^{HC} \cdot \Pi_{\text{н.нп}} \text{ люд.}$$

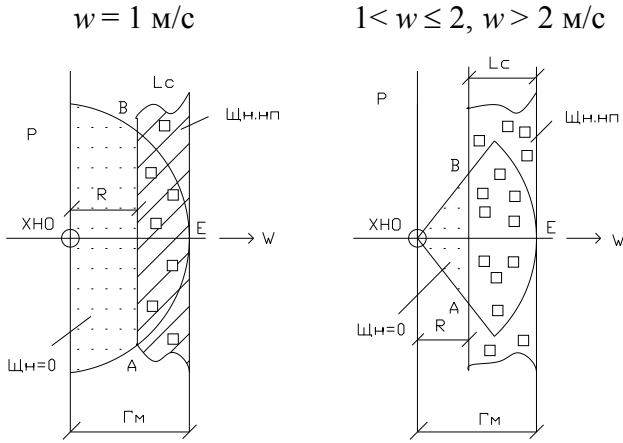


Рис. 2.16. Схема розташування населеного пункту, накритего хмарию, яка далі його меж не пішла

Д) Населений пункт накрито хмарию і вона пішла далі за його межі (рис. 2.17).

Для $w = 1 \text{ м/с}$

$$S_M = 1,57 \cdot (\Gamma_M)^2 \text{ км}^2.$$

$$S_M^{HC} = S_{ABCD} =$$

$$= 2,85 \cdot l_c / \Gamma_M - 2,56(l_c \cdot R) / \Gamma_M^2 - 1,28 \cdot l_c^2 / \Gamma_M^2 \text{ км}^2,$$

$$n_{\text{люд}}^{HC} = S_M^{HC} \cdot \Pi_{\text{н.нп}}, \text{ люд.}$$

Для $1 < w \leq 2$, $w > 2$ м/с

$$S_M = 0,00872 \cdot \Gamma_M^2 \cdot \varphi \text{ км}^2,$$

$$S_M^{\text{HC}} = 0,00872 \cdot l_c (2R + l_c) \cdot \varphi \text{ км}^2,$$

$$n_{\text{люд}}^{\text{HC}} = S_M^{\text{HC}} \cdot \Pi_{\text{н.нп}} \text{ люд.}$$

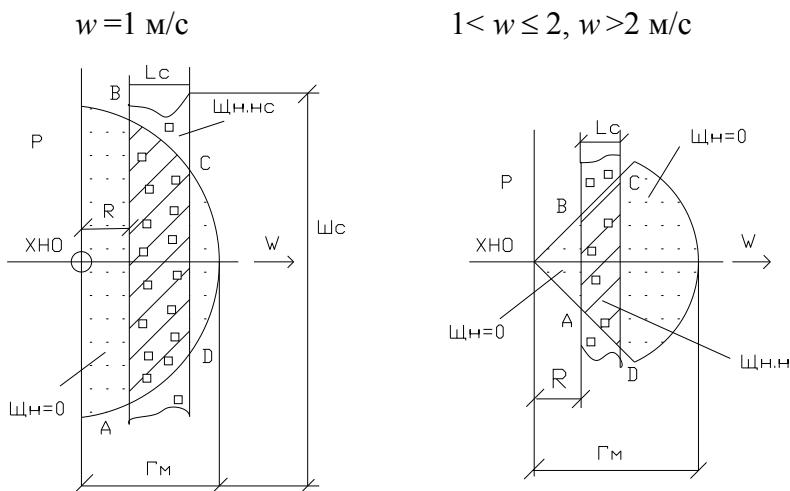


Рис. 2.17. Схема розташування населеного пункту, накритого хмарою, яка пішла далі за його межі

Е) Об'єкт або населений пункт повністю накрито хмарою і вона пішла далі за його межі (рис. 2.18).

$$S_M = 1,57 \cdot (\Gamma_M)^2 \text{ км}^2,$$

$$S_M^{\text{нп}} = S_M^0 = l_{\text{нп}} \cdot \Pi_{\text{нп}} = l_0 \cdot \Pi_0,$$

$$n_{\text{люд}}^{\text{нп}} = n_{\text{люд}}^0 = S_M^{\text{нп},0} \cdot \Pi_{\text{н.нп}}.$$

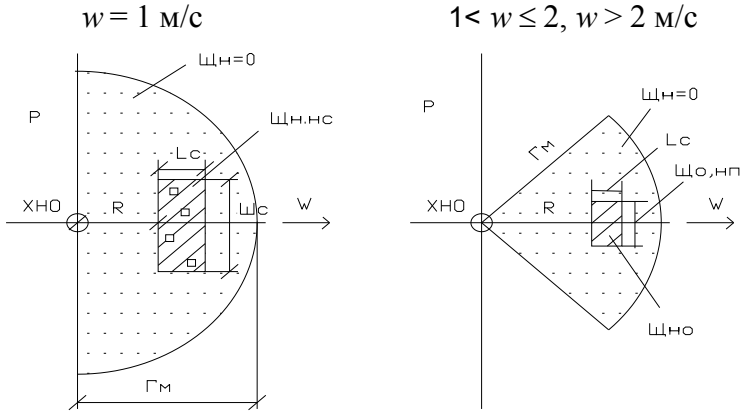


Рис. 2.18. Схема розташування об'єкта або населеного пункту, повністю накритого хмарою, яка пішла далі за його межі

16. Визначаємо кількість людей, які можуть опинитися на теоретично можливій площі забруднення міста, населеного пункту або об'єкта:

$$n_{\text{люди}} = S_{\text{м}}^{\text{м,нп,о}} \cdot \Pi_{\text{н,ср}}^{\text{м,нп,о}} \text{ люд.}$$

(для кожного варіанта це визначення наведено раніше, в залежності від вихідних даних).

17. Визначаємо втрати населення в місті, населеному пункті, об'єкті та їх орієнтовну структуру $N_{\text{втр}}^{\text{м,нп,о}}(Y_{\text{м}}^{\text{лс}}, Y_{\text{м}}^{\text{с,т,с}}, Y_{\text{м}}^{\text{см}})$ за допомогою табл. 2.8.

18. Визначаємо втрати робітників на ХНО та їх орієнтовну структуру $N_{\text{втр}}^{\text{ХНО}}(Y_{\text{хно}}^{\text{лс}}, Y_{\text{хно}}^{\text{с,т,с}}, Y_{\text{хно}}^{\text{см}})$ теж за допомогою табл. 2.8.

19. Визначаємо тривалість дії джерела забруднення за допомогою табл. 2.5 і 2.6:

$$\tau_{\text{дії}} = \tau_{\text{вип}} \cdot K'_{\text{п}} \text{ год.}, \quad (2.21)$$

де K_{Π}' – поправочний коефіцієнт, який ураховує час випаровування НХР в залежності від швидкості вітру w , м/с. Цей коефіцієнт визначається за допомогою формули

$$K_{\Pi}' = 1/(0,334 \cdot w + 0,666),$$

де w – швидкість приземного вітру в м/с.

20. Визначаємо допустимий час перебування людей у засобах захисту шкіри за допомогою табл. 2.9.

2.6. Прогнозування хімічної обстановки з урахуванням характеру місцевості

Глибина розповсюдження хмари НХР може бути визначена за формулою (2.2) Γ_T і формулою (2.1) Γ_T' .

У подальших розрахунках при порівнянні Γ_T і Γ_T' будемо брати менше з них і в подальшому позначати як $\Gamma_{\text{ХМ}}$, км.

Характер місцевості (ХМ), який визначається коефіцієнтами $K_{\text{ХМ}}$ і їх значення наведені в табл. 2.11, буде впливати на глибину розповсюдження хмари забрудненого повітря НХР

$$\Gamma_{\text{ХМ}} = K_{\text{ХМ}} \cdot \Gamma_T' \quad \text{або} \quad \Gamma_{\text{ХМ}} = K_{\text{ХМ}} \cdot \Gamma_T$$

і тому

$$\Gamma_{\text{ХМ}} = K_{\text{ХМ}} \cdot v \cdot \tau \quad \text{км.}$$

Таблиця 2.11

Коефіцієнт $K_{\text{ХМ}}$, який характеризує характер місцевості

СВСА	Характер місцевості					
	Відкрита	Степова рослин- ність	Чагарник, одинокі дерева	Лісові масиви	Сільське будівниц- тво	Міська забудова
Інверсія	1	0,83	0,77	0,33	0,33	0,30
Ізотермія	1	0,87	0,80	0,59	0,40	0,33
Конвекція	1	0,91	0,83	0,67	0,50	0,33

На основі цих рівнянь можна зробити висновок, що характер місцевості буде впливати на швидкість переносу переднього фронту хмари забрудненого повітря і визначатися як $v_{\text{хм}} = K_{\text{хм}} \cdot v$ км. Тоді можна записати, що $\Gamma_{\text{хм}} = v_{\text{хм}} \cdot \tau$ км.

Наприклад, якщо середня швидкість переносу переднього фронту хмари над відкритою місцевістю при інверсії складає $v = 5 \cdot w$ і глибина її розповсюдження після 4 годин початку аварії становить

$$\Gamma_T' = 5w \cdot 4 = 20 w \text{ км},$$

при швидкості приземного вітру $w = 1$ м/с

$$\Gamma_T' = 20 \cdot 1 = 20 \text{ км}.$$

Для характеру місцевості:

– степова рослинність:

$$v_{\text{хм}} = 5w \cdot 0,83 = 4,15 \cdot w = 4,15 \text{ км/год},$$

– чагарник, одинокі дерева:

$$v_{\text{хм}} = 5w \cdot 0,77 = 3,85 \text{ км/год},$$

– лісові масиви:

$$v_{\text{хм}} = 5w \cdot 0,55 = 2,75 \text{ км/год},$$

– сільське будівництво:

$$v_{\text{хм}} = 5w \cdot 0,33 = 1,65 \text{ км/год},$$

– міська забудова :

$$v_{\text{хм}} = 5w \cdot 0,3 = 1,5 \text{ км/год}.$$

Глибина розповсюдження буде складати:

– степова рослинність:

$$\Gamma_{\text{хм}} = 4,15 \cdot 4 = 16,6 \text{ км},$$

– чагарник, одинокі дерева:

$$\Gamma_{\text{хм}} = 3,85 \cdot 4 = 15,4 \text{ км},$$

– лісові масиви:

$$\Gamma_{\text{хм}} = 2,75 \cdot 4 = 11 \text{ км},$$

– сільське будівництво:

$$\Gamma_{\text{хм}} = 1,65 \cdot 4 = 6,6 \text{ км},$$

– міська забудова:

$$\Gamma_{\text{хм}} = 1,5 \cdot 4 = 6,0 \text{ км}.$$

Якщо $\Gamma_{\text{хм}} = \Gamma_{\text{т}}$, визначеною за формулою (2.2), то

$$v_{\text{ср}} = \Gamma_{\text{т}} / \tau = \Gamma_{\text{т}} / 4 \text{ км/год}.$$

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Абільтарова Е.Н., Корець М.С., Яшанов С.М. Основи охорони праці. Модуль 1: Правові та організаційні питання охорони праці, основи фізіології, гігієни праці та виробничої санітарії : навч.-метод. посібник. – Київ : НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2010. – 409 с.

2. Депутат О.П., Коваленко І.В., Мужик І.С. Цивільна оборона: навчальний посібник ; за ред. полк. Франчука В.С. – Львів: Афіша, 2000. – 336 с.

3. Желібо Є.П., Заверуха Н.М., Зацарний В.В. Безпека життєдіяльності: підручник / за ред. Є.П. Желібо. – 6-те вид. – Київ: Каравела, 2008. – 344 с.

4. Зеркалов Д.В. Безпека життєдіяльності та основи охорони праці : навч. посіб. – Київ: Основа, 2016. – 267 с.

5. Кошель В.І., Сав'юк Г.П., Дзундза Б.С. Безпека життєдіяльності людини: навчально-методичний посібник. – Івано-Франківськ: НАІР, 2013. – 107 с.

6. Методика оцінки прогнозування наслідків виливу (викиду) небезпечних хімічних речовин при аваріях на хімічно небезпечних об'єктах і транспорті. Наказ Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи, Міністерства аграрної політики України, Міністерства економіки України, Міністерства екології та природних ресурсів України від

27.03.2001 р. № 73/82/64/122. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0326-01>.

7. Мягченко О. П. Безпека життєдіяльності людини та суспільства: навч. посіб. – Київ: Центр учбової літератури, 2010. – 384 с.

8. Серіков Я.О. Основи охорони праці: навчальний посібник для студентів вищих закладів освіти. – Харків: ХНАМГ, 2007. – 227 с.

9. Стеблюк М. І. Цивільна оборона: підручник. – Київ: Знання, 2006. – 487 с.

10. Толок А.О., Крюковська О.А. Безпека життєдіяльності: навч. посібник. – Дніпродзержинськ, 2011. – 215 с.

11. Цивільна оборона: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / М. А. Кулаков, В. О. Ляпун, В. О. Мягкий та ін.; за ред. проф. В. В. Березуцького. – Х.: Факт, 2008. – 312 с.

Варіанти вихідних даних для курсової роботи

Варіант	1	2	3	4	5	6	7	8	9
НХР	ХЛОР (Cl ₂)								
Р	сейсмонезбезпечний			сейсмонезбезпечний					
V _{p1}	20	20	20	50	75	100	100	20	75
V _{p2}	10	10	10	40	60	50	60	40	40
V _{p3}	5	5	5	20	30	25	30	30	20
m ₁	3	2	1	5	3	2	4	3	2
m ₂	2	1	2	6	5	3	2	4	5
m ₃	4	3	2	8	4	6	5	8	6
вилив	«вільний»			«у піддон»					
H _{обв}	—	—	—	—	—	—	1	2	3
R _{нп}	5	6	8	4,5	6,2	3,8	4,3	6,1	3,9
R _{сзз}	0,5	0,5	0,5	0,6	1,0	0,4	0,9	0,2	0,7
(Щ ^{нп}) _н	16	12	9	12	13	17	14	10	7
L _{об1}	2,7	3,2	0,8	1,9	3,4	0,9	2,5	0,6	2,1
L _{об2}	4,5	5,7	1,5	2,8	5,0	1,8	3,0	0,9	2,4
p _{хно}	350	270	136	140	280	360	390	150	265
З _{пр}	92	93	94	95	96	88	89	90	91
G _о	5	40	40	45	10	35	60	26	32
τ _д	ніч	—	день	день	—	—	ніч	—	ніч
F	ясно	—	ясно	н/ясно	—	—	хмарно	—	ясно
t _п	30	–25	0	–30	10	35	–28	7	28
Δt	—	0,2	—	—	–0,7	0,9	—	1,0	—
W	1	1,8	3,5	1	1,5	4,6	1	1,2	3,4
напрямок вітру	+ об 1	+ об 2	+ об 1	+ об 2	+ об 1	+ об 2	+ об 1	+ об 2	+ об 1
τ _{авар}	3	2	1	2	4	1	4	2	2

Продовження таблиці

Варіант	10	11	12	13	14	15	16	17	18
НХР	ХЛОР (Cl ₂)								
Р	сейсмонезбезпечний			сейсмонезбезпечний					
V _{p1}	30	40	50	75	50	100	50	100	75
V _{p2}	20	25	—	10	10	—	—	—	10
V _{p3}	10	5	—	5	—	5	5	5	5
m ₁	2	1	1	2	2	2	2	3	1
m ₂	1	1	—	2	1	—	—	—	3
m ₃	2	1	—	3	—	4	2	2	4
вилив	«вільний»			«у піддон»					
H _{обв}	—	—	—	1	2	3	1	2	3
R _{ни}	5,2	5,5	6,0	4,8	5,2	5,1	4,75	5,35	6,5
R _{сзз}	0,8	0,7	0,6	0,8	0,7	0,9	0,65	0,85	0,4
(Π _с ^{ни}) _н	18	16	14	15	13	17	12	14	19
L _{об1}	2,1	1,8	4,5	1,7	0,8	1,3	3,5	2,8	2,2
L _{об2}	2,5	2,1	4,9	1,8	0,9	1,5	3,9	3,6	2,4
n _{хно}	320	210	190	300	210	350	160	220	380
З _{пр}	88	89	90	100	98	96	95	93	91
G _о	10	37	20	60	42	83	16	71	50
τ _д	ніч	—	ніч	—	день	—	ніч	—	день
F	хмарно	—	ясно	—	н/ясно	—	ясно	—	хмарно
t _п	—40	—35	—30	—25	—20	—15	—10	—5	0
Δt	—	0,5	—	1,5	—	1,1	—	—1,4	—
W	1	1,6	2,2	1	5,2	2,7	1	3,1	1,3
напрям вітру	+ об 1	+ об 2	+ об 1	+ об 2	+ об 1	+ об 2	+ об 1	+ об 2	+ об 1
τ _{авар}	2	2	3	2	2	3	4	4	4

Продовження таблиці

Варіант	19	20	21	22	23	24	25	26	27
НХР	Аміак (NH ₃)								
Р	сейсмонезбезпечний			сейсмонезбезпечний					
V _{p1}	200	1000	1000	4000	1000	4500	4500	7000	8000
V _{p2}	50	500	500	3000	500	3000	3000	1500	2000
V _{p3}	20	250	—	2000	200	1000	500	500	1000
m ₁	2	2	3	2	3	2	3	2	4
m ₂	4	2	2	3	2	3	2	3	5
m ₃	5	2	—	4	6	4	4	5	1
ВИЛИВ	«вільний»						«у піддон»		
Н _{обв}	—	—	—	—	—	—	1	2	3
R _{нп}	5	6	8	4,5	6,2	3,8	4,3	6,1	3,9
R _{сзз}	0,5	0,5	0,5	0,6	1,0	0,4	0,9	0,2	0,7
(Щ ^{нп}) _н	15	13	10	11	12	16	13	11	7
L _{об1}	2,7	3,2	0,8	1,9	3,4	0,9	2,5	0,6	2,1
L _{об2}	4,5	5,7	1,5	2,8	5,0	1,8	3,0	0,9	2,4
п _{хно}	360	280	127	130	287	370	380	140	245
З _{пр}	94	93	92	88	96	95	91	89	90
G _о	127,6	1203	1334	1253	278	1170	1519	712	877
τ _д	ніч	—	день	день	—	—	ніч	—	ніч
F	ясно	—	ясно	н/ясно	—	—	хмарно	—	ясно
t _п	30	–25	0	–30	10	35	–28	7	28
Δt	—	0,2	—	—	–0,7	0,9	—	1,0	—
W	1	1,8	3,5	1	1,5	4,6	1	1,2	3,4
напрям вітру	+ об 1	+ об 2	+ об 1	+ об 2	+ об 1	+ об 2	+ об 1	+ об 2	+ об 1
τ _{авар}	3	2	1	2	4	1	4	2	2

Продовження таблиці

Варіант	28	29	30	31	32	33	34	35	36
НХР	Аміак (NH ₃)								
Р	сейсмонезбезпечний			сейсмонезбезпечний					
V _{p1}	200	1000	500	4200	6000	9000	5000	7000	8000
V _{p2}	100	500	100	3000	3000	5000	1000	3000	2000
V _{p3}	50	100	50	1000	1000	3000	500	1000	1000
m ₁	3	2	2	2	3	4	3	5	2
m ₂	3	2	3	2	1	3	1	4	3
m ₃	2	4	4	3	4	5	6	2	3
виплив	«вільний»			«у піддон»					
H _{обв}	—	—	—	1	2	3	1	2	3
R _{нп}	5,2	5,5	6,0	4,8	5,2	5,1	4,75	5,35	5,9
R _{сзз}	0,8	0,7	0,6	0,8	0,7	0,9	0,65	0,85	0,4
(Щ ^{нп}) _н	19	15	13	14	14	16	11	13	18
L _{об1}	2,1	1,8	4,5	1,7	0,8	1,3	3,5	2,8	2,2
L _{об2}	2,5	2,1	4,9	1,8	0,9	1,5	3,9	3,6	2,4
п _{хно}	310	200	180	315	220	360	170	230	390
З _{пр}	90	89	88	96	98	100	91	93	95
G _о	281	1079	562	1623	1355	2337	414	1925	1310
τ _д	—	день	—	день	—	день	—	ніч	—
F	—	ясно	—	н/ясно	—	ясно	—	ясно	—
t _п	–40	–35	–30	–25	–20	–15	–10	–5	0
Δt	0	—	–1,5	—	0,4	—	–0,2	—	0
W	1	1,6	2,2	1	5,2	2,7	1	3,1	1,3
напрям вітру	+ об 1	+ об 2	+ об 1	+ об 2	+ об 1	+ об 2	+ об 1	+ об 2	+ об 1
τ _{авар}	2	2	3	2	2	3	4	4	4

**Приклад оформлення титульного аркуша
курсової роботи**

Міністерство освіти і науки України

**Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова**

КУРСОВА РОБОТА

з дисципліни «Безпека у виробничих процесах
та надзвичайних ситуаціях»

на тему: **«Прогнозування наслідків виливу
небезпечних хімічних речовин при аваріях на хімічно небезпечних об'єктах»**

Студент _____ курсу _____ групи
напряму підготовки (спеціальності) _____

(прізвище та ініціали)

Керівник _____
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Національна шкала _____

Кількість балів: ____ Оцінка ESTS _____

20 ____ рік

Додаток В

ЗАВДАННЯ НА КУРСОВУ РОБОТУ на тему «Прогнозування наслідків виливу (викиду) небезпечних хімічних речовин при аваріях на хімічно небезпечних об'єктах і транспорті»

Умови завдання

В районі **Р** знаходиться хімічно небезпечний об'єкт (ХНО), на території якого зберігається (умови зберігання – ізотермічне або в рідкому стані) в необвалованих (обвалованих – у яких висота обвалування **Н**, м) резервуарах різного об'єму V_{pi} (m^3) і різної кількості m_i , небезпечна хімічна речовина (НХР). Робітники і службовці цього підприємства, чисельність яких складає $n_{хно}$, чол., забезпечені протигазами на $Z_{пр}$, %.

Навколо ХНО знаходиться населений пункт, в якому проживають працівники і службовці ХНО, радіус якого складає приблизно $R_{чс}$, км. Середня щільність населення в ньому – $\Pi_{пп}$, чол./ km^2 . За межами населеного пункту знаходиться місцевість, на якій росте степова рослинність. Житлові райони відділяє від ХНО санітарна захисна зона радіусом $R_{сзз}$, км, на території якої ростуть чагарник і дерева (парк).

На території НП на відстані $L_{об1}$, км, від ХНО знаходиться об'єкт № 1, а на відстані $L_{об2}$, км – об'єкт №2 (об'єкт №1 розташований на захід від ХНО, а об'єкт №2 – на схід).

Внаслідок техногенної надзвичайної ситуації (аварія, катастрофа) на ХНО із зруйнованого резервуару (резервуарів) вилилося на підстильну поверхню – «вільно» (або у «піддон», якщо резервуари обваловані) НХР у кількості G_o , т.

Метеорологічні умови на початку аварії:

– час доби – τ_d ;

– наявність хмарності **F**;

- температура повітря t_n , °C;
- різниця температур повітря на відстані 50 см і 200 см від поверхні землі Δt , °C;
- швидкість приземного вітру W , м/с.

Необхідно:

1. Навести загальну характеристику небезпечної хімічної речовини, зазначеної у завданні.
2. Виконати довгострокове прогнозування при аварії на ХНО.
3. Виконати аварійне прогнозування на час після початку аварії $t_{\text{авар}}$, год.
4. Визначити час підходу зараженої хмари повітря до об'єкту № 1 або № 2.
5. Результати довгострокового й аварійного прогнозування показати на схемах у масштабі.
6. Зробити висновки і дати рекомендації щодо захисту робітників і службовців ХНО та іншого населення місцевості.
7. Головні параметри розрахунків прогнозування (довгострокового й аварійного) звести в таблицю.

Продовження додатку В

ВИХІДНІ ДАНІ

Варіант № _____

Параметри	Розмірність	Значення	Параметри	Розмірність	Значення	Параметри	Розмірність	Значення
НХР	—		L_м	км		n_{нхр}	чол	
P	—		Ш_с	км		З_{пр}	%	
V_{р1}	м ³		L_с	км		G_о	т	
V_{р2}	м ³		R_{нп}	км		τ_д	—	
V_{р3}	м ³		R_{сзз}	км		F	—	
m₁	шт		R	км		t_н	°C	
m₂	шт		Щ_н^м	чол/м ²		Δt	°C	
m₃	шт		Щ_н^с	чол/м ²		W	м/с	
Вилив НХР	—		Щ_н^{нн}	чол/м ²		Напрям вітру	—	
H_{обв}	м		L_{об1}	км		τ_{авар}	ГОД	
Ш_м	км		L_{об2}	км				

Керівник курсової роботи:

Отримав «__» _____ 20__ р.

Студент _____

Група _____

**Приклад оформлення
змісту курсової роботи**

ЗМІСТ

ВСТУП	4
1. ФІЗИКО-ХІМІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА НЕБЕЗПЕЧНОЇ ХІМІЧНОЇ РЕЧОВИНИ.....	5
2. ПРОГНОЗУВАННЯ НАСЛІДКІВ ВИЛИВУ НЕБЕЗПЕЧНОЇ ХІМІЧНОЇ РЕЧОВИНИ ПРИ АВАРІЇ НА ХІМІЧНО- НЕБЕЗПЕЧНОМУ ОБ'ЄКТІ	7
3. ЗАСОБИ ЗАХИСТУ ТА ЗАХОДИ ДОПОМОГИ ПРИ УРАЖЕННІ НХР І ПРИ ЛІКВІДАЦІЇ НАСЛІДКІВ ХІМІЧНОГО ЗАРАЖЕННЯ	22
ВИСНОВКИ.....	27
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	29

ЗМІСТ

Вступ	3
1. Вимоги щодо оформлення курсової роботи	5
2. Методика оцінки прогнозування наслідків виліву (викиду) небезпечних хімічних речовин при аваріях на хімічно небезпечних об'єктах і транспорті	11
2.1. Загальні положення, терміни і визначення	11
2.2. Прийняті допущення	13
2.3. Послідовність розрахунку	15
2.4. Довгострокове (оперативне) прогнозування	22
2.5. Аварійне прогнозування	31
2.6. Прогнозування хімічної обстановки з урахуванням характеру місцевості	41
Список літератури	44
Додаток А	46
Додаток Б	50
Додаток В	51
Додаток Г	54

Навчальне видання
ЗУБАРЄВ Анатолій Анатолійович
ЛІТВАК Сергій Михайлович
ЛІТВАК Ольга Анатоліївна

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання курсової роботи на тему
«Прогнозування наслідків виливу (викиду)
небезпечних хімічних речовин при аваріях
на хімічно небезпечних об'єктах»

Комп'ютерне складання та верстання *В. В. Москаленко*
Коректор *О. Є. Вакула*

Формат 60×84/16. Ум. друк. арк. 3,3. Тираж 100 прим. Вид. № 3. Зам. № 0911-69.

Видавець і виготівник Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова

просп. Героїв України, 9, м. Миколаїв, 54025

E-mail : publishing@nuos.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6402 від 19.09.2018 р.