

МЕТОДИКА

прогнозування наслідків виливу (викиду) небезпечних хімічних речовин під час аварій на хімічно небезпечних об'єктах і транспорті

I. Загальні положення

1. Цю Методику розроблено з метою вдосконалення порядку оцінки хімічної обстановки шляхом прогнозування масштабів забруднення в разі виникнення аварії з виливом (викидом) небезпечних хімічних речовин (далі - НХР) із технологічних ємностей на хімічно небезпечних об'єктах (далі - ХНО), автомобільному, річковому, залізничному та трубопровідному транспорті.

2. Цю Методику призначено для використання органами управління та силами цивільного захисту єдиної державної системи цивільного захисту, які організовують, здійснюють та забезпечують заходи із запобігання надзвичайним ситуаціям, ліквідації аварій, пов'язаних з виливом (викидом) НХР, та їх наслідків.

3. Ця Методика дає змогу здійснити довгострокову (оперативну) та аварійну оцінку обстановки в разі виникнення аварій, пов'язаних з виливом (викидом) НХР із технологічних ємностей на ХНО, автомобільному, річковому, залізничному (під час перебування в нерухомому стані) та трубопровідному транспорті. Цю Методику може бути використано для проведення розрахунків у разі виникнення аварії на морському транспорті, якщо хмара НХР може дістатись берегової смуги.

4. Ця Методика поширюється на НХР, які в разі виникнення аварії переходять у навколишнє середовище в газоподібному, пароподібному та аерозольному агрегатних станах із утворенням первинної та/або вторинної хмари, та не поширюється на НХР, які не переходять у газоподібний, пароподібний або аерозольний стани.

5. Терміни, використані у цій Методиці, вживаються в таких значеннях:

вторинна хмара небезпечних хімічних речовин - хмара НХР, яка утворюється внаслідок випаровування розлитої НХР з поверхні;

гранично допустима концентрація небезпечної хімічної речовини (ГДК) - максимальна кількість НХР у повітрі, що вимірюється в одиниці об'єму або маси, яка в разі постійного контакту з людиною або впливу на неї за визначений проміжок часу практично не впливає на здоров'я людини та не викликає несприятливих наслідків;

закритий рельєф місцевості - великі міста, гори, ліси віком 30 років та більше;

зона можливого хімічного забруднення (ЗМХЗ) - територія або акваторія, у межах якої в разі зміни напрямку вітру можливе переміщення хмари НХР з концентрацією, небезпечною для життя людини;

зона хімічного забруднення (ЗХЗ) - територія або акваторія, у межі якої потрапили НХР у концентраціях або кількостях, що протягом певного часу створюють небезпеку для життя та здоров'я людей і завдають шкоди навколишньому природному середовищу. ЗХЗ є сукупністю забруднених площ району аварії та площ, утворених первинною та/або вторинною хмарию НХР;

ізотермія - ступінь вертикальної стійкості повітря в приземному шарі, за якого температура поверхні ґрунту дорівнює температурі повітря на висоті 1-10 м від поверхні. Зазвичай спостерігається в хмарну погоду і за снігового покриву;

інверсія - ступінь вертикальної стійкості повітря в приземному шарі, за якого температура поверхні ґрунту менша за температуру повітря на висоті 1-10 м від поверхні. Виникає в ясну погоду за малої швидкості вітру (до 4 м/с) приблизно за годину до заходу сонця та зникає впродовж години після сходу сонця;

конвекція - ступінь вертикальної стійкості повітря в приземному шарі, за якого температура поверхні ґрунту більша за температуру повітря на висоті 1-10 м від поверхні. Виникає в ясну погоду за малої швидкості вітру (до 4 м/с) приблизно через 2 години після сходу сонця і руйнується приблизно за 2-2,5 години до заходу сонця;

небезпечна хімічна речовина (НХР) - хімічна речовина, безпосередня або опосередкована дія якої на людину може спричинити загибель, гостре або хронічне захворювання людей, завдання шкоди навколишньому середовищу;

первинна хмара небезпечних хімічних речовин - хмара НХР, яка утворюється внаслідок миттєвого (1-2 хв) переходу в атмосферу всього об'єму ємності з НХР або її частини;

порогова токсодоза Pct50 - найменша інгаляційна токсодоза НХР, що викликає в людини, яка не забезпечена засобами захисту органів дихання, початкові симптоми ураження;

прогнозована зона хімічного забруднення (ПЗХЗ) - розрахункова зона в межах зони можливого хімічного забруднення;

прогнозування - завчасне визначення ймовірності виникнення і динаміки розвитку надзвичайних ситуацій на підставі аналізу можливих причин їх виникнення, які зумовлені дією джерел надзвичайних ситуацій у минулому і на тепер, та оцінювання можливих наслідків;

руйнування хімічно небезпечного об'єкта - стан хімічно небезпечного об'єкта, за якого внаслідок катастрофи або стихійного лиха відбулася повна розгерметизація всіх ємностей і руйнування технологічних комунікацій;

хімічно небезпечна адміністративно-територіальна одиниця - адміністративно-територіальна одиниця (АТО), до якої зараховуються область, район, а також будь-які населені пункти, що потрапляють у зону можливого хімічного забруднення в разі виникнення аварії на хімічно небезпечному об'єкті;

хімічно небезпечний об'єкт (ХНО) - об'єкт, на якому використовують, переробляють, зберігають або транспортують НХР, у разі аварії на якому чи під час руйнування якого можуть загинути чи отримати ушкодження люди, а також це може призвести до хімічного забруднення навколишнього середовища.

Інші терміни та визначення вживаються в значеннях, викладених у [Кодексі цивільного захисту України](#), ДСТУ 4933:2008 «Безпека у надзвичайних ситуаціях. Техногенні надзвичайні ситуації. Терміни та визначення основних понять», ДСТУ 7295:2013 «Безпека у надзвичайних ситуаціях. Моніторинг. Терміни та визначення основних понять», ДСТУ 3891:2013 «Безпека у надзвичайних ситуаціях. Терміни та визначення основних понять» та ДСТУ EN 132:2004 «Засоби індивідуального захисту органів дихання. Терміни і піктограми».

II. Оцінка та прогнозування наслідків аварій

1. Оцінка хімічної обстановки передбачає визначення:

масштабів хімічного забруднення;

ступеня небезпеки хімічного забруднення;

тривалості хімічного забруднення.

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

радіус R_A , (км) та площа S_A (км²) району аварії;

глибина Γ_1 (км) та площа S_1 (км²) поширення первинної хмари НХР;

глибина Γ_2 (км) та площа S_2 (км²) поширення вторинної хмари НХР.

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

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

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

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

4. Значення глибини поширення первинної хмари для деяких НХР Γ_{T1} (км), наведені в додатку 1 до цієї Методики (значення не охоплюють радіус району аварії R_A), зазначено для типових ємностей у яких зберігається НХР, за умови їх повної розгерметизації, значення порогової токсодози PC_{t50} та розповсюдження хмари на відкритій рівнинній місцевості.

Загалом глибина поширення первинної хмари НХР Γ_1 з урахуванням метеорологічних та топографічних умов, впливу температури повітря на кількість НХР, що переходить у первинну хмару, визначається за формулою

$$\Gamma_1 = \Gamma_{T1} \times K_{t1} \times K_K \times K_M, \quad (1)$$

де Γ_{T1} - табличне значення глибини поширення первинної хмари (км);

K_{t1} - поправний коефіцієнт, що враховує вплив температури повітря на глибину поширення первинної хмари НХР. Значення поправного коефіцієнта K_{t1} , що враховує вплив температури повітря на глибину поширення первинної хмари НХР, наведені в [додатку 2](#) до цієї Методики;

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

K_M - коефіцієнт впливу місцевості. Значення коефіцієнта K_M визначається із

урахуванням комплексного показника K_p . Значення коефіцієнта впливу місцевості K_m наведені в [додатку 5](#) до цієї Методики. Значення комплексного показника K_p наведені в [додатку 6](#) до цієї Методики.

Під час розрахунків слід урахувати, що якщо напрямок руху хмари НХР збігається з напрямком міських транспортних магістралей, то глибина поширення хмари НХР визначається як для степової місцевості, а якщо напрямок вітру не збігається з напрямком міських транспортних магістралей або за відсутності останніх (у населених пунктах із безсистемною забудовою), то глибина поширення хмари НХР визначається за даними для лісної місцевості змішаного типу, зазначеними в [додатку 6](#) до цієї Методики.

Для НХР, дані про які відсутні в [додатку 1](#) до цієї Методики, глибина поширення первинної хмари НХР на рівнинній місцевості Γ_{1p} (км) визначається за формулою

$$\Gamma_{1p} = b_1 \times \left(\frac{Q_1}{u_1 \times PC_{t50}} \right)^a, \quad (2)$$

- де Q_1 - кількість НХР, що переходить у первинну хмару (т);
- u_1 - швидкість вітру на висоті 1-10 м (м/с);
- PC_{t50} - значення порогової токсодози ($г \times с/м^2$). Фізико-хімічні властивості деяких НХР зазначені в [додатку 7](#) до цієї Методики або визначаються за формулою (5);
- a та b_1 - коефіцієнти, що залежать від вертикальної стійкості повітря в приземному шарі:

$$a = 0,57 \times \exp(0,86 \times \varepsilon), \quad (3)$$

$$b_1 = 15,4 \times \exp(6,96 \times \varepsilon), \quad (4)$$

- де ε - параметр вертикальної стійкості повітря в приземному шарі, що дорівнює: для ізомерії - 0; для конвекції - мінус 0,1 - мінус 0,2; для інверсії - 0,1 - 0,2.

Чисельні значення порогової токсодози PC_{t50} визначаються за формулою

$$PC_{t50} = 14,4 \times ГДК \times K, \quad (5)$$

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

К - поправний коефіцієнт: для НХР дратівливої дії дорівнює 5, для НХР отруйної дії - 9.

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

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

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

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

$$Q_1 = \frac{Q \times c_v \times (t_a - t_k)}{\lambda}, \quad (6)$$

де Q - загальна кількість НХР у ємності (кг);

c_v - питома теплоємність рідини (кДж/кг $\times$ $^{\circ}$ C);

t_a - температура НХР у рідкому стані до руйнування ємності ($^{\circ}$ C);

t_k - температура кипіння НХР ($^{\circ}$ C);

λ - питома теплота випаровування (кДж/кг).

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

Тоді глибина поширення первинної хмари НХР Γ_1 (км) з урахуванням типу місцевості визначається за формулою

$$\Gamma_1 = \Gamma_{1p} \times K_m. \quad (7)$$

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

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

З урахуванням метеорологічних та топографічних умов, впливу температури повітря на кількість НХР, що переходить у вторинну хмару, глибина поширення вторинної хмари НХР Γ_2 (км) визначається за формулою

$$\Gamma_2 = \Gamma_{T2} \times K_{t2} \times K_k \times K_m, \quad (8)$$

- д Γ_{T2}
е - табличне значення глибини поширення вторинної хмари;
- K_{t2} - поправний коефіцієнт, що враховує вплив температури повітря. Значення поправного коефіцієнта K_{t2} , що враховує вплив температури повітря на глибину поширення вторинної хмари НХР, наведені в [додатку 10](#) до цієї Методики;
- K_K - коефіцієнт пропорційності, що враховує розбіжності заданої маси НХР з типовими масами НХР, зазначені в [додатку 9](#) до цієї Методики.
Визначення коефіцієнта K_K здійснюється так, як і у разі поширення первинної хмари НХР;
- K_M - коефіцієнт впливу місцевості. Визначення коефіцієнта K_M здійснюється так, як і у разі поширення первинної хмари НХР.

Для НХР, дані про які відсутні в [додатку 9](#) до цієї Методики, глибина поширення вторинної хмари НХР Γ_{2p} (км) на рівнинній місцевості визначається за формулою

$$\Gamma_{2p} = b_2 \tau^{-0.5} \times \left(\frac{Q_2(\tau)}{u_1 \times PC_{t50}(\tau)} \right)^a, \quad (9)$$

- д $Q_2(\tau)$
е - кількість НХР (т), що випарувалася за час τ ;
- u_1 - швидкість вітру на висоті 1-10 м (м/с);
- PC_{t50} - значення порогової токсодози ($г \times с/м^3$). Фізико-хімічні властивості деяких НХР наведені в [додатку 7](#) до цієї Методики або визначаються за формулою (5);
- τ - час (год), за який визначається глибина поширення вторинної хмари НХР. У разі оцінювання максимальної глибини поширення вторинної хмари НХР:

$$\tau = \tau_{\text{вип}}, \text{ якщо } \tau_{\text{вип}} \leq 24 \text{ год,} \\ \tau = 24 \text{ год, якщо } \tau_{\text{вип}} > 24 \text{ год,}$$

- д $\tau_{\text{вип}}$
е - час випаровування НХР з поверхні площі виливу (год);
- a та b_2 - розмірні коефіцієнти, що залежать від вертикальної стійкості повітря: коефіцієнт a визначається за формулою (3);

$$b_2 = 16,84 \times \exp(6,87 \times), \quad (10)$$

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

Кількість НХР, що перейшла у вторинну хмару Q_2 (кг), визначається за формулою

$$Q_2 = Q - Q_1. \quad (11)$$

Час випаровування НХР τ (год) з площі поверхні виливу визначається за формулою

$$\tau = \frac{Q_2}{3600 \times E \times S_{\text{пр}}}, \quad (12)$$

де E - питома швидкість випаровування ($\text{кг}/\text{м}^2 \times \text{с}$), та визначається за формулою (17);

$S_{\text{пр}}$ - площа поверхні виливу НХР (м^2).

Площа поверхні виливу визначається за формулою

$$S_{\text{пр}} = \frac{\pi \times d_{\text{пр}}^2}{4}, \quad (13)$$

де $d_{\text{пр}}$ - приведений діаметр площі поверхні виливу НХР (м).

Приведений діаметр площі поверхні виливу НХР $d_{\text{пр}}$ (м) визначається за формулою за наявності піддона (обвалування):

$$d_{\text{пр}} = 1,22 \times \sqrt{\frac{Q - Q_1}{\rho}}; \quad (14)$$

за відсутності піддона (обвалування):

$$d_{\text{пр}} = 5,04 \times \sqrt{\frac{Q - Q_1}{\rho}}, \quad (15)$$

де 1,22 та 5,04 - розмірні коефіцієнти (м - 0,5);

Q - кількість НХР у ємності (кг);

Q^1 - кількість НХР, що перейшла в первинну хмару (кг), визначається за формулою (6);

ρ - густина НХР (кг/м³).

У формулі (14) висота піддона (обвалування) дорівнює 1 м у разі його заповнення на 85 %. Для ємностей об'ємом більше 2000 т висота піддона (обвалування) може бути більшою. У цьому разі приведений діаметр площі поверхні виливу НХР для ємностей об'ємом більше 2000 т за наявності піддона (обвалування) визначається за формулою

$$d_{np} = \frac{1,22}{\sqrt{H}} \times \sqrt{\frac{Q-Q_1}{\rho}}, \quad (16)$$

d_{np} - висота піддона (обвалування) (м).

Питома швидкість випаровування E (кг/м² · с) визначається за формулою

$$E = 0,041 \times \frac{u_1 \times M}{d_{np}^{0,14} \times T_s} \exp \left[\frac{\lambda \times M}{R} \times \left(\frac{1}{T_k} - \frac{1}{T_s} \right) \right], \quad (17)$$

u_1 - швидкість повітря на висоті 1-10 м (м/с);

M - молекулярна маса НХР (г/моль);

d_{np} - приведений діаметр площі поверхні виливу НХР (м);

T_k - температура кипіння НХР (К);

T_s - температура випаровування НХР (К);

λ - питома теплота випаровування (кДж/кг);

R - універсальна газова стала, що дорівнює 8,31 кДж/кмоль × К.

Вплив місцевості на значення глибини поширення вторинної хмари НХР вираховується шляхом множення величини Γ_2 на коефіцієнт впливу місцевості K_m , що визначається так, як і у разі поширення первинної хмари НХР.

6. Площа первинної (вторинної) хмари НХР $S_{1(2)}$ (км²) визначається за формулою

$$S_{1(2)} = \frac{(\Gamma_{1(2)} + R_A)^2 \times \phi}{60}, \quad (18)$$

д
е $\Gamma_{1(2)}$ - глибина поширення первинної (вторинної) хмари НХР (км);

R_A - радіус району аварії (км);

φ - половина кута сектора (град), у межах якого можливе поширення хмари НХР із заданою довірчою імовірністю P_Γ . Значення кута φ (град) залежно від ступеня вертикальної стійкості повітря в приземному шарі та довірчої імовірності P_Γ наведені в [додатку 11](#) до цієї Методики. Зображення кута сектора наведено на Схемі поширення первинної та вторинної хмари НХР ([рис. 1](#) додатка 12 до цієї Методики).

Довірча ймовірність P_Γ визначає характер задач, що вирішуються:

у разі довгострокового прогнозування $P_\Gamma = 0,9$;

у разі аварійного прогнозування, тобто за наявності всіх вихідних даних про об'єкт в умовах викиду (виливу) НХР $P_\Gamma = 0,5$;

у разі наявності не всіх вихідних даних $P_\Gamma = 0,75$.

7. Площа прогнозованої зони хімічного забруднення $S_{ПЗХЗ}$ (км²) визначається залежно від значень радіусу аварії R_A , глибини поширення $\Gamma_{1(2)}$ первинної (вторинної) хмари та відповідних кутів сектору поширення цих хмар $\varphi_{1(2)}$.

Якщо $\Gamma_1 < \Gamma_2$:

за умов $\varphi_1 < \varphi_2$

$$S_{ПЗХЗ} = \pi \times \left(R_A^2 + \frac{(\Gamma_2^2 - R_A^2) \times \varphi_2}{180} \right), \quad (19)$$

за умов $\varphi_2 < \varphi_1$

$$S_{ПЗХЗ} = \pi \times \left(R_A^2 + \frac{(\Gamma_1^2 - R_A^2) \times \varphi_1}{180} + \frac{(\Gamma_2^2 - \Gamma_1^2) \times \varphi_2}{180} \right). \quad (20)$$

Якщо $\Gamma_2 < \Gamma_1$:

за умов $\varphi_1 < \varphi_2$

$$S_{ПЗХЗ} = \pi \times \left(R_A^2 + \frac{(\Gamma_2^2 - R_A^2) \times \varphi_2}{180} + \frac{(\Gamma_2^2 - \Gamma_1^2) \times \varphi_1}{180} \right), \quad (21)$$

за умов $\varphi_2 < \varphi_1$

$$S_{ПЗХЗ} = \pi \times \left(R_A^2 + \frac{(\Gamma_1^2 - R_A^2) \times \varphi_1}{180} \right). \quad (22)$$

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

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

Кількість людей, які опинилися в ЗХЗ, розраховується або шляхом підсумовування кількості виробничого персоналу (населення), який знаходиться на окремих виробничих ділянках (в житлових кварталах,

населених пунктах), що піддалися дії НХР, або шляхом множення середньої густини виробничого персоналу (населення), що знаходиться на території об'єкта (населеного пункту), на площу зараженої території.

Відповідно кількість уражених В (осіб) визначається за формулами

$$B = L \times (1 - K_z), \quad (23)$$

$$\text{або } B = \Delta \times S_{об.} \times (1 - K_z), \quad (24)$$

де L - кількість виробничого персоналу (населення) в осередку ураження (осіб);

K_z - коефіцієнт захищеності виробничого персоналу від вражаючої дії НХР.
Коефіцієнт захищеності виробничого персоналу K_z від дії НХР (по хлору) зазначено в [додатку 13](#) до цієї Методики. Коефіцієнт захищеності міського та сільського населення K_z від дії НХР зазначено в [додатку 14](#) до цієї Методики;

Δ - середня щільність розміщення виробничого персоналу (населення) на території об'єкта (населеного пункту) (осіб/км²);

$S_{об.}$ - площа території об'єкта (населеного пункту), що зазнала ураження (км²).

Значення коефіцієнта захищеності K_z залежить від місця перебування виробничого персоналу (населення) у момент підходу хмари забрудненого повітря до об'єкта (населеного пункту) та захисних властивостей укриття і засобів індивідуального захисту, що використовуються.

Коефіцієнт захищеності K_z виробничого персоналу (населення) визначається за формулою

$$K_z = q_1 K_{z1} + q_2 K_{z2} + q_3 K_{z3} + q_4 K_{z4} + \dots + q_i K_{zi}, \quad (25)$$

де $q_{(1,2,3,\dots,i)}$ - частка виробничого персоналу (населення), що знаходиться в умовах перебування 1, 2, 3, ... i, наприклад,

де 1 - виробничий персонал (населення), що знаходиться на відкритій місцевості;

2 - виробничий персонал (населення), який забезпечено протигазами;

3 - виробничий персонал (населення), що знаходиться в укриттях;

4 - виробничий персонал, що знаходиться у виробничих будівлях тощо.

Під час розрахунку враховуються лише ті показники, що мають місце, а за потреби додаються додаткові.

Для визначення кількості уражених від первинної хмари НХР використовується значення коефіцієнта захищеності на час перебування в осередку ураження 15 та 30 хв, наведені в [додатку 14](#) до цієї Методики.

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

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

$$\tau_{\text{вип}} = \tau_{\text{вип.таб}} \times K_u, \quad (26)$$

де $\tau_{\text{вип.таб}}$ (год) - час випаровування НХР за швидкості повітря 1 м/с. Час випаровування НХР за швидкості повітря 1 м/с зазначено в [додатку 15](#) до цієї Методики;

K_u - коефіцієнт, що враховує вплив швидкості вітру на час випаровування НХР. Значення коефіцієнта K_u залежно від швидкості вітру наведені в [додатку 16](#) до цієї Методики або визначаються за формулою

$$K_u = \frac{1}{0,44 \times u + 0,56}, \quad (27)$$

де u - швидкість вітру на висоті 1-10 м (м/с).

Для НХР, дані про які відсутні в [додатку 15](#) до цієї Методики, час випаровування НХР з площі виливу $\tau_{\text{вип}}$ (год) визначається за формулою (12).

10. Час підходу хмари НХР до об'єкта t (год), що знаходиться в межах зон розповсюдження первинної Г1 та/або вторинної Г2 хмар НХР, залежить від швидкості перенесення хмари повітряними потоками та визначається за формулою

$$t = \frac{x}{v}, \quad (28)$$

III. Порядок проведення довгострокового та аварійного прогнозування

1. Залежно від фізико-хімічних властивостей НХР та агрегатного стану, в якому вони зберігаються або перевозяться, розрахунки здійснюються:

для газів, які зберігаються або перевозяться в зрідженому стані,- окремо за первинною та вторинною хмарами НХР;

для газів, які зберігаються або перевозяться в стиснутому стані,- тільки за первинною хмарию НХР;

для НХР, які зберігають або перевозять у рідкому стані та температура кипіння яких вища за температуру навколишнього середовища,- тільки за вторинною хмарою НХР.

Площа розливу НХР залежно від наявності або відсутності піддона (обвалування) визначається за формулою (13).

Глибина зони хімічного забруднення Γ визначається як найбільше із значень Γ_1 та Γ_2 :

$$\Gamma = \max (\Gamma_1; \Gamma_2) + R_A. \quad (29)$$

Усі розрахунки та заходи захисту населення плануються на глибину ПЗХЗ, яка утворюється протягом перших 4 годин з моменту аварії.

2. Довгострокове прогнозування здійснюється заздалегідь для визначення можливих масштабів забруднення, проведення розрахунку сил та засобів, які залучатимуться для ліквідації наслідків аварії, складання планів роботи та інших довідкових матеріалів.

У разі проведення довгострокового прогнозування визначаються глибина і площа зони можливого хімічного забруднення, глибина і площа прогнозованої зони хімічного забруднення, кількість осіб, що мешкає в ЗМХЗ та ПЗХЗ, можливі втрати людей (осіб), тривалість хімічного забруднення (хв, год, діб).

Глибина зони можливого хімічного забруднення $\Gamma_{ЗМХЗ}$ (км) та глибина прогнозованої зони хімічного забруднення $\Gamma_{ПЗХЗ}$ (км) рівні між собою та визначаються за формулою (29).

Площа зони можливого хімічного забруднення $S_{ЗМХЗ}$ (км²) визначається за формулою

$$S_{ЗМХЗ} = \pi \times \Gamma^2 = 3,14 \times \Gamma^2, \quad (30)$$

де $\Gamma_{(км)}$ - кінцевий результат розрахунку зони забруднення визначається за формулою (29).

Площа прогнозованої зони хімічного забруднення $S_{ПЗХЗ}$ (км²) визначається за формулами (18-22).

Вихідними даними під час довгострокового прогнозування є:

тип і кількість НХР на об'єкті Q (т);

умови зберігання НХР: у ємностях обваловані (необваловані), трубопроводах;

метеоумови;

характер місцевості: відкрита, закрита, глибина забудови, лісового масиву (км);

кількість людей на об'єкті (у населеному пункті), що можуть опинитися в зоні можливого забруднення;

забезпеченість населення засобами захисту (%).

У разі проведення довгострокового прогнозування рекомендується приймати:

розрахункова кількість НХР - кількість НХР в одиночній максимальній ємності (т), характер розливу НХР - «у піддон» («в обвалування») або «вільно» (залежно від умов зберігання);

для залізничних станцій, через які здійснюється перевезення НХР, розглядається аварія з виливом 60 т найбільш небезпечної речовини, що транспортується;

у разі виникнення аварії на газо- та продуктопроводах розрив трубопроводу - «гільйотинний» з максимальною витратою за максимальної тривалості викиду, а кількість НХР, що вилася, дорівнює максимальній кількості НХР, яка міститься в трубопроводі між автоматичними відсікачами (наприклад, для аміакопроводів - 275-500 т);

ступінь заповнення ємності (ємностей) - 70 % паспортного об'єму ємності;

ємність (ємності) з НХР у разі аварії руйнується (руйнуються) повністю;

метеорологічні умови, за яких площа ЗМХЗ, ПЗХЗ буде найбільшою: стан вертикальної стійкості повітря - інверсія; швидкість повітря - 1 м/с; температура повітря - +20 °С;

кут розповсюдження хмари забрудненого повітря для ЗМХЗ - 360°, для ПЗХЗ кут визначається відповідно до розрахункових даних. Зони можливого та прогнозованого хімічного забруднення за результатами довгострокового прогнозування наведено на рис. 2 додатка 12 до цієї Методики;

заходи захисту населення плануються на глибину ЗМХЗ, яка утворюється протягом перших 4 годин.

На карту (схему) наносять місцезнаходження ємностей з НХР, найменування та кількість НХР (т), зону можливого хімічного забруднення, зону прогнозованого хімічного забруднення, спрямовану в бік найбільшої щільності заселення людей, іншу необхідну довідкову інформацію.

3. Аварійне прогнозування здійснюється під час виникнення аварії для визначення можливих наслідків аварії та організації заходів щодо її ліквідації.

У разі проведення аварійного прогнозування:

глибина прогнозованої зони хімічного забруднення $\Gamma_{\text{ПЗХЗ}}$ (км) визначається за формулою (29);

площа прогнозованої зони хімічного забруднення $S_{\text{ПЗХЗ}}$ (км²) визначається за формулами (19-22);

час підходу хмари зараженого повітря до заданого об'єкта (населеного пункту) $t_{\text{підх}}$ (год) визначається за формулою (28);

можливі втрати людей в осередку хімічного ураження (осіб) визначаються за формулами (23, 24);

тривалість хімічного забруднення (год) визначається за формулою (26).

Вихідними даними під час аварійного прогнозування є:

тип і кількість НХР на об'єкті Q (т);

метеоумови;

характер місцевості: відкрита, закрита, глибина забудови, лісового масиву (км);

кількість людей на об'єкті (у населеному пункті), що можуть опинитися в ПЗХЗ (осіб);

наявність, стан захисних споруд, забезпеченість населення засобами захисту (%).

Остаточні дані для організації заходів із ліквідації наслідків аварії визначаються за результатами хімічної розвідки.

Прогноз обстановки здійснюється із розрахунку, що граничний час перебування людей у зоні хімічного забруднення та тривалість збереження метеорологічних умов незмінними становить 4 години. Після закінчення цього часу прогноз уточнюється.

У разі проведення аварійного прогнозування рекомендується приймати:

центр ЗХЗ - місце аварії;

кількість НХР - фактична на момент аварії в ємності (ємностях), ділянці трубопровода між відсікачами (т);

характер розливу - фактичний («у піддон» («в обвалування») або «вільно»);

стан обвалування (допускає чи не допускає розтікання);

метеорологічні умови - реальні на час виникнення аварії (напрямок (азимут А) і швидкість вітру V (м/с), температура повітря (°C), ступінь вертикальної стійкості повітря в приземному шарі);

характер місцевості (відкрита, закрита), довжина забудови, лісового масиву;

середня щільність населення в місцевості, над якою розповсюджується хмара, забруднена НХР.

Після отримання необхідної інформації про руйнування та проведення розрахунків на карту (схему) наносять місце та район аварії, глибину поширення (первинної та/або вторинної хмар), площу ПЗХЗ, метеодані, іншу необхідну довідкову інформацію. Зона хімічного забруднення за результатами аварійного прогнозування зображена на [рис. 3](#) додатка 12 до цієї Методики.

Для визначення фактичної ЗХЗ отримані розрахункові дані уточнюються шляхом проведення хімічної розвідки.

IV. Класифікація АТО та об'єктів господарської діяльності за ступенем хімічної небезпеки

1. За результатами довгострокового прогнозування можливих масштабів забруднення НХР проводиться класифікація АТО та об'єктів господарської діяльності за ступенем хімічної небезпеки.

2. Критеріями класифікації АТО та об'єктів щодо їх віднесення до ступеня хімічної небезпеки є частка території, що потрапляє в ЗМХЗ, та кількість населення, що потрапляє в ПЗХЗ у разі виникнення аварії на хімічно небезпечних об'єктах.

Критерії класифікації адміністративно-територіальних одиниць і хімічно небезпечних об'єктів (крім залізниць) зазначені в [додатку 18](#) до цієї Методики.

V. Оформлення табло чергового диспетчера хімічно небезпечного об'єкта

1. З метою прискорення процесу оцінки обстановки, яка складається в разі виникнення аварії з НХР на ХНО, розробляється табло чергового диспетчера ХНО (далі - табло).

2. Табло оформлюється на стенді розміром не менше 1,8 × 2 метри.

На табло у вигляді детальної схеми наносяться:

місця зберігання НХР із зазначенням кількості ємностей на цих місцях та об'єму кожної ємності;

межі зони можливого хімічного забруднення з розбивкою за секторами;

усі технологічні будинки ХНО, де працюють люди;

підприємства, установи та організації, розташовані в зоні можливого хімічного забруднення на всю глибину цієї зони.

Якщо на одному табло детальне розташування території ХНО і території, яка опиняється у ЗМХЗ, неможливе, робиться окремо табло для ХНО і окремо для цієї території.

3. На табло може бути розміщено будь-яку додаткову інформацію, яка дає змогу скоротити строк прийняття рішення черговим диспетчером.

Зразок оформлення табло чергового диспетчера ХНО наведено в [додатку 19](#) до цієї Методики.