МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до розрахунково-графічної роботи ***«Прогнозування наслідків впливу небезпечних хімічних речовин при аваріях на промислових об'єктах і транспорті»*** з дисципліни «Безпека життєдіяльності фахівця з основами охорони праці» для студентів усіх спеціальностей денної форми навчання

2020

Методичні вказівки до розрахунково-графічної роботи «Прогнозування наслідків впливу (викиду) небезпечних хімічних речовин при аваріях на промислових об'єктах і транспорті» з дисципліни «Безпека життєдіяльності фахівця з основами охорони праці» для студентів усіх спеціальностей денної форми навчання. / Укл. : М. О. Журавель, А. С. Петрищев, С. М. Журавель, – Запоріжжя : Каф. ОП і НС. НУ «Запорізька політехніка», 2020. – 33 с.

Укладачі: М. О. Журавель, ст. викл.
А. С. Петрищев, доцент, к.т.н.
С. М. Журавель, ст. викл.

Рецензент: О. В. Нестеров, к.т.н. доцент

Відповідальний за випуск: А. С. Петрищев, доцент, к.т.н.

Затверджено
на засіданні кафедри «Охорони праці і навколишнього середовища»
Протокол № 07 від 22.01.2020 р.

Рекомендовано до видання
НМК Факультету будівництва, архітектури та дизайну
Протокол № __ від __.__.2020 р.

ЗМІСТ

1. Мета роботи 4
2. Загальні відомості 4
2.1 Терміни та визначення основних понять 5
2.2 Довгострокове (оперативне) прогнозування 7
2.3 Аварійне прогнозування 9
3. Порядок виконання розрахунків 10
3.1 Вихідні данні для виконання розрахунково-графічної роботи 10
3.2 Алгоритми розрахунків при аварійному прогнозуванні 10
3.2.1 Визначення параметрів зон хімічного забруднення 10
3.2.2 Визначення часу підходу забрудненого повітря до об'єкта 13
3.2.3 Визначення тривалості вражаючої дії НХР 13
3.2.4 Визначення можливих втрат населення, робітників та службовців об'єктів в осередку хімічного ураження 14
3.2.5 Визначення можливих втрат населення, робітників та службовців об'єктів в осередку хімічного ураження 15
3.3 Приклад виконання розрахунків 16
4. Рекомендована література 21
Додаток А – План звіту розрахунково-графічної роботи 23
Додаток Б – Табличні дані для виконання розрахунків 24
Додаток В – Графічне зображення зон хімічного зараження НХР 27
Додаток Г – Зразок титульного аркуша розрахунково-графічної роботи 28
Додаток Д – Стисла характеристика деяких НХР 29
Додаток Е – Завдання до розрахунково-графічної роботи 31

1 МЕТА РОБОТИ

При виконанні розрахунково-графічної роботи необхідно:

- ознайомитися з методикою аварійного прогнозування наслідків та масштабів впливу небезпечних хімічних речовин (далі – НХР) при аваріях з викидом (виливом) НХР на промислових об'єктах, автомобільному, залізничному і трубопровідному транспорті, а також морському транспорті, якщо заражена хмара може дійти до прибережної зони, де перебувають люди;
- ознайомитися з методикою визначення параметрів зон хімічного забруднення, часу підходу забрудненого повітря до об'єкта під час аварійного прогнозування, тривалості вражаючій дії НХР та визначення можливих наслідків в осередку хімічного ураження при аварійному прогнозуванні;
- провести розрахунки щодо визначення параметрів зон хімічного забруднення, часу підходу забрудненого повітря до об'єкта, тривалості вражаючій дії НХР та можливих наслідків в осередку хімічного ураження;
- скласти схему зон зараження НХР на схему (карту), у відповідності до розрахунків;
- зробити висновки та пропозиції.

2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

При руйнуванні або аваріях на об'єктах, що мають НХР, утворюються зони хімічного зараження, усередині яких можуть виникнути осередки хімічної ураження.

Прогнозування масштабів зараження – це визначення глибини і площі можливого та фактичного зараження території НХР, часу підходу зараженого повітря, а також небезпеки ураження людей, тварин і рослин.

Методика прогнозування застосовується для хімічних речовин, що перебувають у рідкому або газоподібному стані та при потраплянні в атмосферу переходять у газоподібний стан і утворюють хмару зараженого повітря (первинну та вторинну).

Розрахунки передбачається проводити для приземного шару повітря до висоти 10 *м* над поверхнею землі.

Прогнозування проводиться з метою планування організації захисту людей, сільськогосподарських тварин, урожаю, продуктів харчування та ін., які перебувають у зоні хімічного зараження.

Методика подається у вигляді таблиць, що значно спрощує розрахунки і дає змогу оперативно здійснювати прогнозування масштабів забруднення.

2.1 Терміни та визначення основних понять

Аварія з НХР – це подія техногенного характеру, що сталася на хімічно небезпечному об'єкті 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.

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 обвалування та температури повітря).

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

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

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

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

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

Хімічно небезпечний об'єкт (далі – ХНО) – промисловий об'єкт (підприємство) або його структурні підрозділи, на якому знаходяться в обігу (виробляються, переробляються, перевозяться пересуваються, завантажуються або розвантажуються, виконуються у виробництві, розміщуються або складуються постійно або тимчасово, знищуються тощо) одне або декілька НХР (до ХНО не належать залізниці).

Хімічно небезпечна адміністративно-територіальна одиниця (далі – ХАТО) – адміністративно-територіальна одиниця, до якої зараховуються області, райони, а також будь-які населені пункти областей, які потрапляють у ЗМХЗ при аваріях на хімічно небезпечних об'єктах.

Хмара НХР – суміш парів і дрібних крапель НХР з повітрям в обсягах (концентраціях), небезпечних для довкілля (в уражаючих концентраціях). Розрізняють первинну і вторинну хмару забрудненого повітря.

Ступінь вертикальної стійкості повітря (далі – СВСП) характеризується трьома складовими:
- інверсією;
- конвекцією;
- ізотермією.

Інверсія – (нижні шари повітря холодніші за верхні) виникає при ясній погоді, малих швидкостях вітру (до 4 *м/с*). Інверсія перешкоджає розсіювання повітря на висоті і створює сприятливі умови для зберігання високих концентрацій НХР.

Конвекція – (нижній шар повітря нагрітий сильніше за верхній і відбувається переміщення його по вертикалі) виникає при ясній погоді, малих швидкостях вітру (до 4 *м/с*). Конвекція розсіює хмару, заражену НХР, знижує її вражаючу дію.

Ізотермія – (температура повітря в межах 20-30 *м* від земної поверхні майже однакова) звичайно спостерігається в хмарну погоду і при сніговому покриві. Ізотермія сприяє тривалому застою парів НХР на місцевості.

Напрямок вітру (азимут) – це горизонтальний кут, який виміряється по ходу часової стрілки від північного напрямку магнітного меридіану (північ) до напрямку на об'єкт. Його значення можуть бути від 0º до 360º.

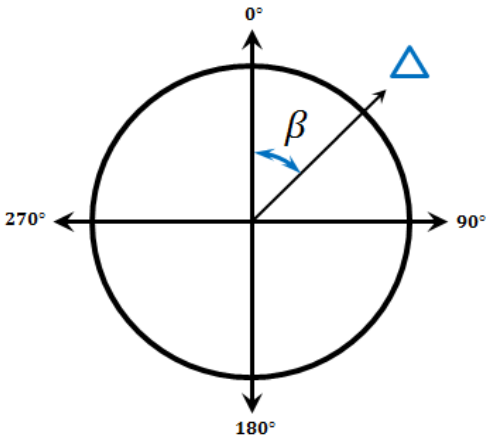


Рисунок 2.1 – Визначення азимуту *(β)* на схемі (карті)

Методику використовують для довгострокового (оперативного) і аварійного прогнозування при аваріях на ХНО і транспорті, а також для визначення ступеня хімічної небезпеки ХНО та адміністративно-територіальних одиниць.

2.2 Довгострокове (оперативне) прогнозування

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

Для довгострокового (оперативного) прогнозування використовуються такі дані:

- загальна кількість НХР для об'єктів, які розташовані в небезпечних районах (на воєнний час та для сейсмонебезпечних районів тощо). У цьому разі приймається розлив НХР «вільно»;
- кількість НХР в одиничній максимальній технологічній ємкості для інших об'єктів. У цьому разі приймається розлив НХР «у піддон» або «вільно» залежно від умов зберігання НХР;
- метеорологічні дані: швидкість вітру в приземному шарі – 1 *м/с*, температура повітря 20°С, СВСП – інверсія, напрямок вітру не

враховується, а розповсюдження хмари забрудненого повітря приймається у колі 360º;

- середня щільність населення для цієї місцевості;
- площа зони можливого хімічного забруднення *($S_{ЗМХЗ}$)*:

$$S_{ЗМХЗ} = 3{,}14 \cdot Г^2; \quad (2.1)$$

де $Г$ – глибина зони хімічного забруднення;

- площа прогнозованої зони хімічного забруднення *($S_{ПЗХЗ}$)*:

$$S_{ПЗХЗ} = 0{,}11 \cdot Г^2; \quad (2.2)$$

- ступінь заповнення ємкості (ємностей) приймається 70 % від паспортного об'єму ємкості;
- ємкості з НХР при аваріях руйнуються повністю;
- при аваріях на продуктопроводах (аміакопроводах тощо) кількість НХР, що може бути викинута, приймається за її кількість між відсікателями (для продуктопроводів об'єм НХР приймається 300-500 *m*);
- заходи щодо захисту населення детальніше плануються на глибину зони можливого хімічного забруднення, яка утворюється протягом перших 4 годин після початку аварії.

Рисунок 2.2 – Нанесення зон зараження НХР на схеми (карти)

2.3 Аварійне прогнозування

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

Для аварійного прогнозування використовуються такі дані:

- загальна кількість НХР на момент аварії в ємкості (трубопроводі), на якій виникла аварія;
- характер розливу НХР на підстильній поверхні («вільно» або «у піддон»), висота обвалування (піддону);
- реальні метеорологічні умови: температура повітря (°*С*), швидкість (*м*/*с*) і напрямок вітру у приземному шарі, СВСП (інверсія, конвекція, ізотермія);
- середня щільність населення для місцевості, над якою розповсюджується хмара НХР;
- площа зони можливого хімічного забруднення (ЗМХЗ);
- площа прогнозованої зони хімічного забруднення (ПЗХЗ);
- прогнозування здійснюється на термін не більше ніж на 4 години, після чого прогноз має бути уточнений.

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 розлитої НХР має бути:

$$h = H - 0{,}2 \text{ м}; \tag{2.3}$$

де H – висота обвалування.

Усі розрахунки виконуються на термін не більше 4 годин. Після отримання даних з урахуванням усіх коефіцієнтів, отримане значення глибини зони хімічного зараження $Г_р$ порівнюється з максимальним значенням переносу повітряних має за 4 години:

$$Г = 4 \cdot W; \tag{2.4}$$

де W – швидкість переносу повітряних мас, *м*/*с*;

$Г$ – глибина зони хімічного зараження, *км*.

Для подальшої роботи береться найменше з двох значень, що порівнюються.

Глибини розповсюдження для НХР, значення яких не визначається з відповідних таблиць і розраховуються з використанням заданих коефіцієнтів.

3 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОЗРАХУНКІВ

3.1 Вихідні данні для виконання розрахунково-графічної роботи

- найменування та загальна кількість НХР на момент аварії в ємкості, на якій виникла аварія;
- характер розливу НХР на підстильній поверхні («вільно» або «у піддон»), висота обвалування (піддону);
- реальні метеорологічні умови: температура повітря (°С), швидкість *(м/с)* і напрямок вітру приземному шарі у градусах, СВСП (інверсія, конвекція, ізотермія);
- топографічні умови місцевості (відкрита, закрита, частково закрита);
- відстань населеного пункту, його розміри та азимут, під яким розташований населений пункт від місця аварії;
- місце знаходження населення, та забезпеченість засобами індивідуального і колективного захисту;
- площа зони можливого хімічного забруднення *($S_{ЗМХЗ}$)*;
- площа прогнозованої зони хімічного забруднення *($S_{ПЗХЗ}$)*;
- прогнозування здійснюється на термін не більше ніж на 4 години, після чого прогноз має бути уточнений.

3.2 Алгоритми розрахунків при аварійному прогнозуванні

3.2.1 Визначення параметрів зон хімічного забруднення

1. По таблиці Б2 (Додаток Б) визначаємо ступінь вертикальної стійкості повітря (інверсія, ізотермія або конвекція).

2. Визначаємо площу S_p та радіус R_p розливу НХР, за формулами:

$$S_p = \frac{Q}{h \cdot d},\ м^2; \tag{3.1}$$

$$R_p = \sqrt{\frac{S_p}{\pi}},\ м; \tag{3.2}$$

де d – густина НХР, *т/м³* (додаток Б, табл. Б1);

Q – маса НХР, *т*;

h – товщина шару розлитої НХР, *м*.

На графічному зображенні радіус розливу R_p умовно наноситься розміром 1/4 від ширини прогнозованої зони хімічного зараження $Ш_{ПЗХЗ}$.

3. Визначаємо зменшення глибини розповсюдження хмари на закритій ділянці місцевості $(Г_{зм})$, за формулою:

$$Г_{зм} = L \cdot K_{зм},\ м; \tag{3.3}$$

де L – довжина закритої ділянки місцевості, *км;*

$K_{зм}$ – коефіцієнт зменшення глибини розповсюдження хмари НХР залежно від умов місцевості (Додаток Б , таблиця Б6);

4. Визначаємо глибину розрахункової прогнозованої зони хімічного зараження $(Г_р)$, за формулою:

$$Г_р = Г_т \cdot \frac{K_в}{K_{сх}} - Г_{зм},\ км; \tag{3.4}$$

де $Г_т$ – табличне значення глибини зони (Додаток Б, табл. Б3 – в залежності від типу НХР, її кількості та СВСП), *км;*

$K_в$ – поправочний коефіцієнт на швидкість вітру, (Додаток Б, табл. Б4);

$K_{сх}$ – коефіцієнт зменшення глибини розповсюдження хмари НХР залежно від типу сховища НХР. (Додаток Б, табл. Б5);

5. Визначаємо максимальну глибину перенесення повітряних мас $(Г)$, за 4 *год*, за формулою:

$$Г = 4 \cdot W,\ км; \tag{3.5}$$

де W – швидкість перенесення хмари, *км/год*, (Додаток Б, табл. Б7). Залежить від швидкості вітру та СВСП.

6. Глибину прогнозованої зони хімічного забруднення $(Г_{ПЗХЗ})$, визначаємо шляхом порівняння значень розрахункової прогнозованої зони хімічного зараження $(Г_р)$ та максимальної глибини перенесення повітряних мас $(Г)$, за $Г_{ПЗХЗ}$ приймаємо найменшу.

7. Визначаємо ширину прогнозованої зони хімічного забруднення $(Ш_{ПЗХЗ})$, залежно від ступеню вертикальної стійкості повітря (інверсія, ізотермія або конвекція), за формулами:

- при інверсії – $Ш_{ПЗХЗ} = 0{,}3 \cdot Г_{ПЗХЗ}^{0{,}6}$, *км*; (3.6)
- при ізотермії – $Ш_{ПЗХЗ} = 0{,}3 \cdot Г_{ПЗХЗ}^{0{,}75}$, *км*; (3.7)
- при конвекції – $Ш_{ПЗХЗ} = 0{,}3 \cdot Г_{ПЗХЗ}^{0{,}95}$, *км*; (3.8)

8. Визначаємо ширину зони хімічного забруднення в районі розташування об'єкта ($Ш_О$), залежно від ступеню вертикальної стійкості повітря (інверсія, ізотермія або конвекція), за формулами:

- при інверсії – $Ш_О = 0{,}3 \cdot R^{0{,}6}$, *км;* (3.9)
- при ізотермії – $Ш_О = 0{,}3 \cdot R^{0{,}75}$, *км;* (3.10)
- при конвекції – $Ш_О = 0{,}3 \cdot R^{0{,}95}$, *км;* (3.11)

де R – відстань від ХНО до населеного пункту, *км*.

9. Площу зони можливого хімічного забруднення $(S_{ЗМХЗ})$, визначаємо враховуючи, що її розмір приймається як сектор кола, форма і розмір якого залежать від швидкості та напрямку вітру та розраховується за емпіричною формулою:

$$S_{ЗМХЗ} = 8{,}72 \cdot 10^{-3} \cdot Г_{ПЗХЗ}^2 \cdot \varphi, \ км^2; \quad (3.12)$$

де $Г_{ПЗХЗ}$ – глибина прогнозованої зони хімічного забруднення.

φ – коефіцієнт, який умовно рівний кутовому розміру зони (Додаток Б, табл. Б8).

10. Площу прогнозованої зони хімічного забруднення $(S_{ПЗХЗ})$, визначаємо, за формулою:

$$S_{ПЗХЗ} = K \cdot Г^2_{ПЗХЗ} \cdot N^{0,2}, \ км^2; \quad (3.13)$$

де K – коефіцієнт, який залежить від ступеня вертикальної стійкості повітря, (Додаток Б, табл. Б9);

N – час, на який розраховується глибина ПЗХЗ – (у всіх випадках $N = 4$ *год)*.

3.2.2 Визначення часу підходу забрудненого повітря до об'єкта

Час підходу хмари НХР до заданого об'єкта *(t)*, визначаємо в залежності від швидкості перенесення хмари повітряним потоком, за формулою:

$$t = \frac{R}{W} \cdot 60, \ хв; \quad (3.14)$$

де R – відстань від джерела забруднення до заданого об'єкта (наприклад, населеного пункту), *км;*

W – швидкість переносу переднього фронту забрудненого повітря в залежності від швидкості вітру, *км*/*год*.

3.2.3 Визначення тривалості вражаючої дії НХР

Тривалість вражаючої дії НХР *($t_{вр}$)*, визначається терміном випаровування НХР з поверхні її розливу, що залежить від характеру розливу (вільно або у піддон), швидкості вітру, типу НХР й визначається з використанням відповідних табличних даних, за формулою:

$$t_{вр} = t_{вип} \cdot K_в, \ год; \quad (3.15)$$

де: $t_{вип}$ – час випаровування при $V = 1$ *м*/*с*. Визначається в залежності від типу НХР, висоти обвалування ємності та температури повітря, (Додаток Б, табл. Б10);

$K_в$ – поправочний коефіцієнт на швидкість вітру, (Додаток Б, табл. Б4);

3.2.4 Визначення можливих втрат населення, робітників та службовців об'єктів в осередку хімічного ураження

Можливі втрати населення, робітників та службовців в осередку хімічного ураження *(В)* та їх структура, визначаються згідно таблиці Б11, додатка Б, залежно від чисельності людей, що можуть опинитись у прогнозованій зоні хімічного зараження, ступеня їх захищеності (забезпеченості засобами індивідуального і колективного захисту), за формулою:

$$В = КН_{оу} \cdot \frac{\%_В}{100},\ осіб; \qquad (3.16)$$

де: $КН_{оу}$ – кількість населення в населеному пункті (в осередку ураження) – $КН_{оу}$ = 900 осіб;

$\%_В$ – відсоток втрат населення, робітників та службовців в осередку хімічного ураження, (Додаток Б, табл. Б11).

Орієнтовна структура втрат робітників, службовців об'єктів і населення в осередку ураження визначається відносно до можливих втрат *(В)* та становить: - легкого ступеню – 25%;

- середнього та тяжкого ступеню – 40%;
- зі смертельними наслідками – 35%.

Результати розрахунків щодо оцінки хімічної обстановки заносяться до таблиці, (Додаток Б, табл. Б12). Виконується аналіз результатів і робляться висновки та пропозиції щодо захисту працівників об'єкта (населеного пункту), який може опинитись у зоні хімічного забруднення. У висновках з оцінки хімічної обстановки відзначається:

- чи може опинитись об'єкт у зоні хімічного зараження (опиниться, якщо $R < Г_{ПЗХЗ}$, а напрямок вітру збігається з напрямком на об'єкт господарювання щодо ХНО);
- можливі наслідки в осередку хімічного ураження (можливі ураження населення і виробничого персоналу та очікувані втрати);
- визначається вплив НХР на виробництво, матеріали та сировину;
- заходи щодо захисту людей (оповіщення, використання засобів індивідуального захисту (далі – ЗІЗ), будівель і захисних споруд (далі – ЗС), евакуація);

- визначаються можливості герметизації виробничих будівель та інших приміщень, де працюють люди, а також можливість продовжувати виробничий процес у засобах індивідуального захисту.

3.2.5 Порядок нанесення зон зараження НХР на схеми (карти)

В навчальних цілях, графічне зображення зон хімічного зараження НХР, здійснюється на аркуші міліметрового паперу, відповідно до результатів розрахунків. Масштаб схеми визначає викладач. Зразок схеми – додаток В.

При швидкості вітру *(V)*, меншій або рівній 0,5 *м/с*, зона зараження має вигляд кола (рис. 3.1, *а*), точка «0» відповідає джерелу зараження, $\varphi = 360°$. Радіус кола дорівнює $Г_{ПЗХЗ}$. Зображення еліпса (пунктиром) відповідає зоні фактичного зараження на певний момент часу.

При швидкості вітру в межах $V = 0{,}6…1{,}0$ *м/с* (рис. 3.1, *б*), зона зараження має вигляд півкола, точка «0» відповідає джерелу зараження, $\varphi = 180°$. Радіус півкола дорівнює $Г_{ПЗХЗ}$. Бісектриса півкола або сектору орієнтована за напрямком вітру.

При швидкості вітру в межах $V = 1{,}1…2{,}0$ *м/с* (рис. 3.1, *в*) зона зараження має вигляд сектора, точка «0» відповідає джерелу зараження, $\varphi = 90°$, радіус сектора дорівнює $Г_{ПЗХЗ}$.

При швидкості вітру $V \geq 2{,}1$ *м/с*, $\varphi = 45°$ (рис. 3.1, *г*), радіус сектора дорівнює $Г_{ПЗХЗ}$.

Бісектриса сектора збігається з віссю сліду хмари й орієнтована за напрямком вітру.

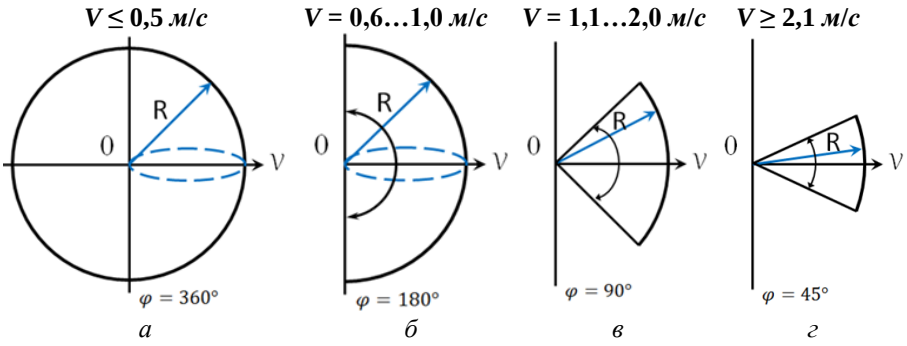


Рисунок 3.1 – Нанесення зон зараження НХР на схеми (карти) з зазначенням їх залежності від швидкості вітру

3.3 Приклад виконання розрахунків

Завдання

На об'єкті господарювання в результаті аварії зруйнована ємність з НХР. По даним розвідки ємність зруйнована повністю, в результаті чого НХР потрапила у повітря та на місцевість. Тому для визначення масштабів забруднення, сил та засобів, які залучатимуся до ліквідації наслідків аварії необхідно провести аварійне прогнозування за даними розвідки для визначення можливих наслідків аварії і порядку дій в зоні можливого забруднення, та нанести зони зараження НХР на схеми.

Вихідні дані:

- НХР, яка зберігається на ХНО – Аміак;
- кількість НХР – 300 *т*.
- умови зберігання ємкості з НХР – на відкритої місцевості (*Н* = 0 *м*);
- напрямок (азимут) на об'єкт відносно центру аварії з НХР – *А* = 210º;
- відстань від ХНО до населеного пункту – *R* = 4 *км;*
- глибина населеного пункту – $Г_{Н.П.}$ = 1 *км*;
- ширина населеного пункту – $Ш_{Н.П.}$ = 3 *км*;
- кількість населення в населеному пункті (в осередку ураження) – $КН_{оу}$ = 900 осіб;
- вид місцевості – відкрита місцевість;
- забезпеченість населення протигазами – 0 %;
- довжина закритої ділянки місцевості – *L* = 1,75 *км*;
- відстань від ХНО до закритої ділянки місцевості – $R_{ЗАКР}$ = 3 *км*;
- швидкість середнього вітру – $V_в$ = 0,5 *м/с;*
- напрямок вітру – 210º;
- температура повітря – *t*, = -20 ºС;
- час доби – ніч;
- погодні умови – хмарно;
- вид закритої ділянки місцевості – ліс.

Рішення:

1. По таблиці Б2 (Додаток Б) визначаємо ступінь вертикальної стійкості повітря – ізотермія;

2. Визначаємо площу S_p та радіус R_p розливу за формулами 3.1 та 3.2

$$S_p = \frac{Q}{h \cdot d} = \frac{300}{0{,}681 \cdot 0{,}05} = 8810{,}6 \ м^2;$$

$$R_p = \sqrt{\frac{S_p}{\pi}} = \sqrt{\frac{8810{,}6}{3{,}14}} = 52{,}97 \ м;$$

де d – густина НХР, *т/м*³ (додаток Б, табл. Б1);

Q – маса НХР, *т*;

h – товщина шару розлитої НХР, *м*.

3. Визначаємо зменшення глибини розповсюдження хмари на закритій ділянці місцевості $(Г_{зм})$, за формулою 3.3:

$$Г_{зм} = L \cdot K_{зм} = 1{,}75 \cdot 1{,}7 = 2{,}98 \ км;$$

де L – довжина закритої ділянки місцевості, *км;*

$K_{зм}$ – коефіцієнт зменшення глибини розповсюдження хмари НХР залежно від умов місцевості (Додаток Б , таблиця Б6) – $K_{зм}$ = 1,7;

4. Визначаємо глибину розрахункової прогнозованої зони хімічного зараження $(Г_р)$, за формулою 3.4:

$$Г_р = Г_т \cdot \frac{K_в}{K_{сх}} - Г_{зм} = 8{,}85 \cdot \frac{1}{1} - 2{,}98 = 5{,}88 \ км;$$

де $Г_т$ – табличне значення глибини зони (Додаток Б, табл. Б3 – в залежності від типу НХР, її кількості та СВСП) – $Г_т$ = 8,85 *км;*

$K_в$ – поправочний коефіцієнт на швидкість вітру, (Додаток Б, табл. Б4) – $K_в$ = 1;

$K_{сх}$ – коефіцієнт зменшення глибини розповсюдження хмари НХР залежно від типу сховища НХР. (Додаток Б, табл. Б5) – $K_{сх}$ = 1;

5. Визначаємо максимальну глибину перенесення повітряних мас*(Г)*, за 4 *год*, за формулою 3.5:

$$Г = 4 \cdot W = 4 \cdot 3 = 12 \ км;$$

де W – швидкість перенесення хмари, *км*/*год*, (Додаток Б, табл. Б7) – $W = 3$;

6. Глибину прогнозованої зони хімічного забруднення $(Г_{ПЗХЗ})$, визначаємо шляхом порівняння значень розрахункової прогнозованої зони хімічного зараження $(Г_р)$ та максимальної глибини перенесення повітряних мас $(Г)$, за $Г_{ПЗХЗ}$ приймаємо найменшу:

$$Г_{ПЗХЗ} = 5{,}88 \ км.$$

7. Визначаємо ширину прогнозованої зони хімічного забруднення $(Ш_{ПЗХЗ})$, залежно від ступеню вертикальної стійкості повітря, для ізотермії, за формулою 3.7:

$$Ш_{ПЗХЗ} = 0{,}3 \cdot Г_{ПЗХЗ}^{0,75} = 0{,}3 \cdot 5{,}88^{0,75} = 1{,}13 \ км;$$

8. Визначаємо ширину зони хімічного забруднення в районі розташування об'єкта $(Ш_О)$, залежно від ступеню вертикальної стійкості повітря, для ізотермії, за формулою 3.10:

$$Ш_О = 0{,}3 \cdot R^{0,75} = 0{,}3 \cdot 4^{0,75} = 0{,}85 \ км;$$

де R – відстань від ХНО до населеного пункту, *км*.

9. Визначаємо площу зони можливого хімічного забруднення ($S_{ЗМХЗ}$) , за формулою 3.12:

$$S_{ЗМХЗ} = 8{,}72 \cdot 10^{-3} \cdot Г_{ПЗХЗ}^2 \cdot \varphi = 8{,}72 \cdot 10^{-3} \cdot 5{,}88^2 \cdot 360 = 108{,}35 \ км^2;$$

де $Г_{ПЗХЗ}$ – глибина прогнозованої зони хімічного забруднення;

φ – коефіцієнт, який умовно рівний кутовому розміру зони (Додаток Б, табл. Б8) – $\varphi = 360$;

10. Визначаємо площу прогнозованої зони хімічного забруднення, за формулою 3.13:

$$S_{ПЗХЗ} = К \cdot Г_{ПЗХЗ}^2 \cdot N^{0,2} = 0{,}133 \cdot 5{,}88^2 \cdot 4^{0,2} = 6{,}06 \ км^2;$$

де K – коефіцієнт, який залежить від СВСП, (Додаток Б, табл. Б9) – K = 0,133;

N – час, на який розраховується глибина розповсюдження хмари забруднення (у всіх випадках N = 4 *год)*.

10. Визначаємо час підходу хмари забрудненого повітря до населеного пункту, за формулою 3.14:

$$t = \frac{R}{W} \cdot 60 = \frac{4}{3} \cdot 60 = 80 \text{ хв};$$

де R – відстань від джерела забруднення до заданого об'єкта (наприклад, населеного пункту), *км;*

W – швидкість переносу переднього фронту забрудненого повітря в залежності від швидкості вітру, *км*/*год*.

11. Визначаємо тривалість вражаючої дії НХР *($t_{вр}$)*, за формулою 3.15:

$$t_{вр} = t_{вип} \cdot K_{в} = 1{,}4 \cdot 1 = 1{,}4 \text{ год};$$

де: $t_{вип}$ – час випаровування при V = 1 *м*/*с*. Визначаємо в залежності від типу НХР, висоти обвалування ємності та температури повітря, (Додаток Б, табл. Б10) – $t_{вип}$ = 1,4 *год;*

$K_{в}$ – поправочний коефіцієнт на швидкість вітру, (Додаток Б, табл. Б4) – $K_{в}$ = 1;

12. Розраховуємо можливі втрати людей в осередку ураження та їх структуру (в населеному пункті) (Додаток Б, табл. Б11).

Забезпеченість протигазами – 0 %

а) при перебуванні людей на відкритій місцевості, можливі втрати населення, робітників та службовців в осередку хімічного ураження *($B_{вікр}$)*, визначаємо за формулою 3.16:

$$B_{відкр} = КН_{оу} \cdot \frac{\%_{B}}{100} = 900 \cdot \frac{95}{100} = 855 \text{ осіб;}$$

де: $КН_{оу}$ – кількість населення в населеному пункті (в осередку ураження) – $КН_{оу}$ = 900 осіб;

$\%_B$ – відсоток втрат населення, робітників та службовців в осередку хімічного ураження, (Додаток Б, табл. Б11) – $\%_B$ = 95 %.

Структура втрат: - легкого ступеня – 214 *осіб;*
- середньої тяжкості – 342 *особи;*
- смертельного ураження – 299 *осіб*

б) при перебуванні людей у будівлях і простіших укриттях, , можливі втрати $(B_{укр})$ визначаємо враховуючи, що $\%_B$ = 50 %, за формулою 3.16:

$$B_{укр} = КН_{оу} \cdot \frac{\%_B}{100} = 900 \cdot \frac{50}{100} = 450 \text{ осіб;}$$

Структура втрат: - легкого ступеня – 113 *осіб;*
- середньої тяжкості – 180 *осіб;*
- смертельного ураження – 158 *осіб*.

13. Результати розрахунків заносимо у відповідну таблицю (Додаток Б, табл. Б12)

Таблиця 3.1 – Результати оцінки хімічної обстановки

Джерело забруднення	Тип НХР, кількість, *т*	S_p площа розливу, $м^2$	R_p радіус розливу, *м*	Глибина перенесення повітряних мас за 4 год, *км*	Глибина ПЗХЗ, *км*	Ширина ПЗХЗ, *км*	Площа ЗМХЗ, $км^2$	Площа ПЗХЗ, $км^2$	Площа осередку хімічного ураження, $км^2$	Тривалість вражаючої дії, *год*	Час підходу хмари НХР, *хв*	Втрати людей, структура втрат, *осіб*
Зруйнована ємність НХР на ХНО	Ам, 300	8810,6	52,97	12	5,88	1,13	108,35	6,06	1×3=3	1,4	80	Відкр. – 855; легк. – 214; сер. – 342; смерт. – 299. Укриття – 450; легк. – 113; сер. – 180; смерт. – 158.

14. Відповідно до результатів розрахунків, наносимо графічне зображення зон хімічного зараження НХР на аркуш міліметрового паперу, в масштабі визначеному викладачем, згідно додатку В.

15. На підставі розрахунків робимо висновки щодо оцінки хімічної обстановки та дії виробничого персоналу та населення:

а) населений пункт може опинитись у зоні хімічного зараження ($R < Г_{ПЗХЗ}$);

б) хмара зараженого повітря підійде до населеного пункту через 80 *хв*, що не дає змоги вивести людей із зони зараження;

в) тривалість дії вражаючого фактору НХР велика та складає 1,4 години;

г) основні заходи щодо захисту людей:

- негайне оповіщення населення про загрозу хімічного зараження;
- терміново зупинити розмістити людей у сховищі, систему повітропостачання включити в режим фільтровентиляції;
- вести хімічну розвідку на об’єкті безперервно;
- забезпечити населення протигазами на 100 відсотків.

4 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Кодекс цивільного захисту України [Електронний ресурс] – Чинний від 2012-11-21. : станом на 01.01.2020 р. – К. : ВР України, 2012. – URL: http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/5403-17

2. Методика прогнозування наслідків впливу (викиду) небезпечних хімічних речовин під час аварій на хімічно небезпечних об’єктах і транспорті [Електронний ресурс] – Чинний від 29.05.2020 2020-05-29. : станом на 29.05.2020 р. – К. : МВС України, 2019. – URI: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0440-20#Text.

3. Стеблюк М. І. Цивільна оборона та цивільний захист [Текст] : навч. посіб. для вузів / М. І. Стеблюк. – К. : Знання, 2013, – 487 с.

4. Михайлюк В. О. Цивільна безпека: Навчальний посібник. В. О. Михайлюк, Б. Д. Халмурадов. – К. : Центр учбової літератури, 2008. – 158 с.

5. Желібо Є. П., Заверуха Н. М., Зацарний В. В. Безпека життєдіяльності: Навч. посіб. / За ред. Є. П. Желібо. 6-е вид. – Київ. : Каравела, 2009. – 344 с.

6. Васійчук В. Є. Основи цивільного захисту [Текст] : Навчальний посібник / В. О. Васійчук, В. Є. Гончарук, С. І. Качан, С.М. Мохняк. – Львів, 2010.

7. Шоботов В. М. Цивільна оборона [Текст] : Навчальний посібник / В. М. Шоботов. – Вид. 2-ге, перероб. – К. : Центр навчальної літератури, 2006. – 438 с.

Додаток А

План звіту розрахунково-графічної роботи

Звіт повинен містити:

- титульний аркуш (додаток Г);

- зміст;

- тему та мету розрахунково-графічної роботи

- вступ – основні пункти загальних теоретичних положень до розрахунково-графічної роботи;

- загальну та часткову обстановку;

- розрахунки значень параметрів зон хімічного забруднення, часу підходу забрудненого повітря до об’єкта, тривалості вражаючої дії НХР та можливих втрат населення, робітників та службовців об’єктів в осередку хімічного ураження при аварійному прогнозуванні (варіанти вихідних даних – додаток Е);

- схему зон хімічного зараження НХР, у відповідності до розрахунків (здійснюється на аркуші міліметрового паперу. Масштаб схеми визначає викладач. Зразок схеми – додаток В.);

- висновки та пропозиції щодо захисту працівників об’єкта (населеного пункту), який може опинитись у зоні хімічного забруднення;

- рекомендовану літературу.

Додаток Б

Табличні дані для виконання розрахунків

Таблиця Б1 – Щільність НХР

Найменування НХР	Щільність НХР (рідина), *т/м*^{3}
Аміак	0,681
Хлор	1,553
Хлорпікрин	1,658
Формальдегід	0,815

Таблиця Б2 – Графік орієнтованої оцінки ступеня вертикальної стійкості повітря

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

Таблиця Б3 – Глибина розповсюдження хмари забрудненого повітря з вражаючими концентраціями НХР на відкритій місцевості, км (ємності не обвалювані, швидкість вітру 1 *м/с*, температура повітря 20 °*С*)

Найменування НХР	Кількість НХР в ємкості, *т*										
	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300
Інверсія											
Хлор	82,2	90,4	98,6	106,7	114,9	123,1	131,3	139,5	147,6	155,8	164,0
Аміак	11,3	12,4	13,4	14,5	15,5	16,6	17,7	18,7	19,8	20,8	21,9
Хлорпікрин	133,0	147,3	161,6	175,9	190,2	204,5	218,8	233,1	247,4	261,7	276,0
Формальдегід	84,2	92,6	101,0	109,3	117,7	126,1	134,5	142,9	151,2	159,6	168,0
Ізотермія											
Хлор	32,5	35,8	39,0	42,3	45,5	48,8	52,0	55,3	58,5	61,8	65,0
Аміак	4,6	5,0	5,5	5,9	6,3	6,7	7,2	7,6	8,0	8,4	8,9
Хлорпікрин	53,0	58,1	63,2	68,3	73,4	78,5	83,6	88,7	93,8	98,9	104,0
Формальдегід	33,3	36,6	39,9	43,2	46,5	49,9	53,2	56,5	59,8	63,1	66,4
Конвекція											
Хлор	16,8	18,5	20,1	21,8	23,4	25,1	26,8	28,4	30,1	31,7	33,4
Аміак	2,3	2,5	2,8	3,0	3,3	3,5	3,8	4,0	4,3	4,5	4,8
Хлорпікрин	27,5	30,3	33,0	35,8	38,6	41,4	44,1	46,9	49,7	52,4	55,2
Формальдегід	17,3	19,0	20,7	22,4	24,1	25,8	27,5	29,2	30,9	32,6	34,3

Таблиця Б4 – Поправочні коефіцієнти зменшення глибини розповсюдження хмари НХР залежно від швидкості вітру *($К_{зм}$)*

СВСП	Швидкість вітру, *м/с*						
	0,5	1	2	3	4	5	10
Інверсія	1	1	0,6	0,45	0,4	–	–
Ізотермія	1	1	0,65	0,55	0,5	0,45	0,35
Конвекція	1	1	0,7	0,6	0,55	–	–

Таблиця Б5 – Коефіцієнт зменшення глибини розповсюдження хмари НХР при виливі «у піддон» *($К_{сх}$)*

Найменування НХР	Висота обвалування, *м*			
	0 (не обвалована)	1	2	3
Хлор	1	2,1	2,4	2,5
Аміак	1	2,0	2,25	2,35
Хлорпікрин	1	5,3	8,8	11,6
Формальдегід	1	2,1	2,3	2,5

Таблиця Б6 – Коефіцієнти зменшення глибини розповсюдження хмари НХР на кожний 1 *км* довжини закритої місцевості, *($К_{зм}$)*

СВСП	Міська забудова	Лісові масиви	Сільське будівництво
Інверсія	3,5	1,8	3
Ізотермія	3	1,7	2,5
Конвекція	3	1,5	2

Таблиця Б7 – Швидкість переносу переднього фронту хмари НХР – *(W)*, залежно від швидкості вітру та СВСП

Стан приземного шару повітря	Швидкість вітру, *м/с*			
	1	2	3	4
Інверсія	5	10	16	21
Ізотермія	6	12	18	24
Конвекція	7	14	21	28

Таблиця Б8 – Коефіцієнт *φ*, який залежить від швидкості вітру *V*

V, м/с	$\leq 0,5$	0,6…1,0	1,1…2,0	$\geq 2,1$
φ, град.	360	180	90	45

Таблиця Б9 – Коефіцієнт *(K)*, який залежить від ступеня вертикальної стійкості повітря (СВСП)

Інверсія	Ізотермія	Конвекція
0,081	0,133	0,235

Таблиця Б10 – Час випарювання $t_{вип}$ (термін дії джерела забруднення) для деяких НХР, години *(V = 1 м/с)*

Найменування НХР	Характер розливу											
	«вільно»				«у піддон»							
	H = 0,05 *м*				*H* = 1 *м*				*H* = 3 *м*			
	температура повітря, °*C*											
	-20	0	20	40	-20	0	20	40	-20	0	20	40
Хлор	1,50				23,9				83,7			
Аміак	1,40				21,8				76,3			
Хлорпікрин	415	138	42,5	14,3	6632	2211	664	229	8760	7738	2522	801
Формальдегід	1,20				19,2				67,2			

Примітка: у випадку, коли висота обвалування ємності *H* = 2 *м*, то для знаходження відповідного $t_{вип}$ розраховується середнє арифметичне між значеннями $t_{вип}$ для *H* = 1 *м* та *H* = 3 *м*.

Таблиця Б11 – Можливі втрати населення, робітників та службовців, які опинилися у ЗМХЗ (ПЗХЗ), %

Умови знаходження людей	Без протигазів	Забезпеченість протигазами, %								
		20	30	40	50	60	70	80	90	100
На відкритій місцевості	90-100	75	65	58	50	40	35	25	18	10
У будівлях або в простих укриттях	50	40	35	30	27	22	18	14	9	4

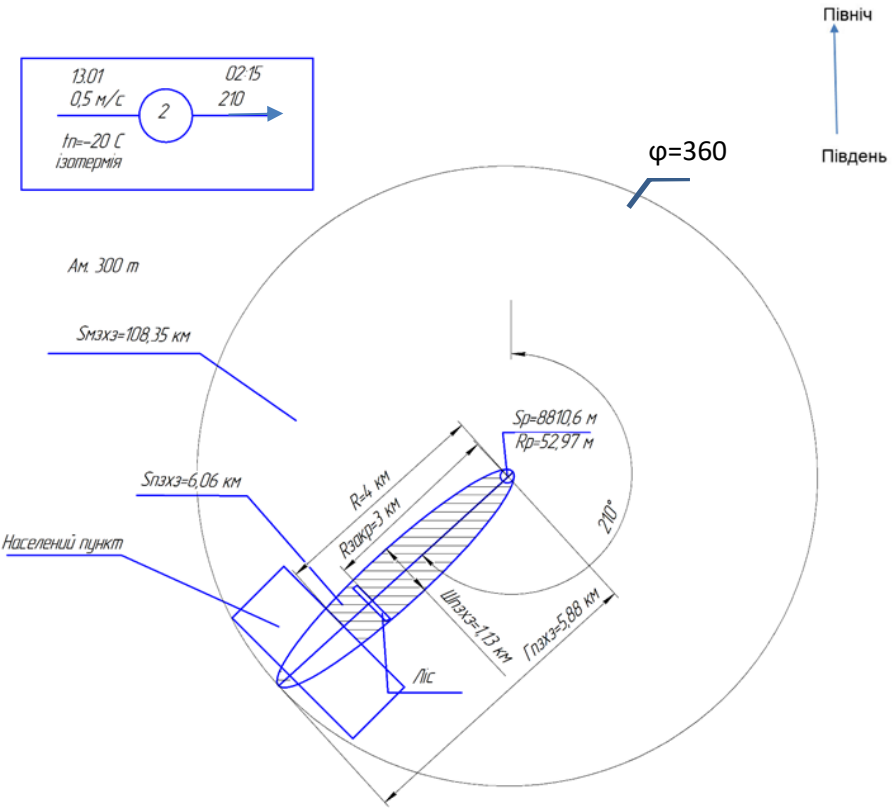
Примітка: Орієнтовна структура втрат робітників, службовців об'єктів і населення в осередку ураження становить: легкого ступеню – 25 %, середнього та тяжкого ступеню – 40 %, зі смертельними наслідками – 35 %.

Таблиця Б12 – Результати оцінки хімічної обстановки

Джерело забруднення	Тип НХР, кількість, *т*	S_p площа розливу, $м^2$	R_p радіус розливу, *м*	Глибина перенесення Повітряних мас за 4 год, *км*	Глибина ПЗХЗ, *км*	Ширина ПЗХЗ, *км*	Площа ЗМХЗ, $км^2$	Площа ПЗХЗ, $км^2$	Площа осередку хімічного ураження, $км^2$	Тривалість вражаючої дії, *год*	Час підходу хмари НХР, *хв*	Втрати людей, структура втрат, *осіб*

Додаток В

Графічне зображення зон хімічного зараження НХР



Додаток Г

Зразок титульного аркуша розрахунково-графічної роботи

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Кафедра охорони праці і
навколишнього середовища

РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНА РОБОТА

з курсу (змістовного модулю) – *«Безпека життєдіяльності»*

«Прогнозування наслідків впливу небезпечних хімічних речовин при аваріях на промислових об'єктах і транспорті»

Варіант № ___

Виконав: *студент гр.* _____ _____
(прізвище та ініціали)

Перевірив: _____
(прізвище та ініціали)

20__ р.

Додаток Д

Стисла характеристика деяких НХР

Хлор

Ступінь токсичності 2

1. Основні властивості: зеленувато-жовтий газ з характерним запахом, важчий за повітря, малорозчинний у воді, при викиді в атмосферу димить. Накопичується у низьких ділянках поверхні, підвалах, тунелях тощо.

2. Вибухо- та пожежанебезпечність: не горючій. Ємкості можуть вибухати в разі нагрівання.

3. Небезпека для людини: смертельний наслідок при вдиханні. Пари діють на слизну оболонку шкіри, що викликає опіки слизової дихальних шляхів, шкіри та очей.

У разі враження спостерігається різкий загрудний біль, сухий кашель, блювота, порушення координації, задишка, різь в очах, сльозотеча.

4. Ступінь захисту: ізолюючий протигаз, фільтрувальний протигаз марки В, захисний одяг.

5. Дегазація: місце розливу залити водою, вапняним молоком, розчином питної або каустичної соди. Для зменшення глибини розповсюдження використовують постановку водяних завіс за допомогою пожежних машин, мотопомп тощо.

6. Заходи першої допомоги:

а) долікарська: винести на свіже повітря, дати зволожений кисень. При відсутності дихання зробити штучне дихання методом «рот у рот». Слизову та шкіру промити 2 %-ним розчином питної соди не менше 15 хвилин;

б) лікарська: в очі – преднізолонова мазь, від кашлю – усередину кодеїн 0,015 або діопін 0,02. При задишці – п/к 0,1 %-ний розчин атропіну 1 *мл*, 1 %-ний розчин димедролу 1 *мл*, знеболювальні засоби. Сечогінні засоби – в/в 2 %-ний розчин лазиксу – 2-4 *мл*.

ГОСПІТАЛІЗАЦІЯ!

Аміак

Ступінь токсичності 4

1. Основні властивості: безбарвний газ з різким запахом, важчий за повітря, розчинний у воді, при викиді в атмосферу димить.

2. Вибухо- та пожежанебезпечність: горючий газ, горить при наявності постійного джерела вогню. Ємкості можуть вибухати у разі нагрівання. Пара утворює з повітрям пожежонебезпечні суміші.

3. Небезпека для людини: небезпечний при вдиханні. У разі високих концентрацій можливий смертельний наслідок. Викликає сильний кашель, задуху. Пара діє дуже подразливо на слизові оболонки та шкіряні покрови, викликає сльозотечу. Зіткнення зі шкірою викликає обмороження.

4. У разі ураження спостерігається серцебиття, обрушення частоти пульсу, нежить, кашель, утруднене дихання, печіння, почервоніння і свербіння шкіри, різь в очах, сльозотеча.

Хлорпікрин

1. Отримують хлорпікрин хлоруванням пікринової кислоти або її солей. Застосовується у синтезі акрілметанових барвників, як пестицид для боротьби з шкідниками сільського господарства, для дезінфікування для обробки сховищ зерна, муки та ін. Для перевірки протигазів. Використовувався як ОВ під час першої мирової війни.

2. Хлорпікрин (трихлорнітрометан) CCl_3NO_2 – безкольорова масляниста рідина зі специфічним неприємним запахом и відносною щільністю 1,66. Температура плавлення – 64 °*C*, кипіння +112,3 °*C*. Щільність пари по повітрю – 5,7. Практично не розчиняється у воді, добре розчиняється у органічних розчинниках (аліфатичних спиртах, бензолі, бензині). Легко сорбується зерном, деревиною цеглою одягом та дуже повільно десорбується.

3. Пара сильно подразнює слизові оболонки очей та легень. Викликає набряк легень.

Крім того руйнує печінку, нирки серце. Поріг сприйняття запаху – 0,6 *мг*/*м*^{3}. Концентрації 2-2,5 *мг*/*м*^{3} викликають слинотечу та змикання вій, концентрація 50 *мг*/*м*^{3} нестерпна при експозиції 2 хвилини. При більших концентраціях володіє задушливою дією, яка супроводжується болем в області шлунку, нудотою, блювотою, діареєю, головним болем, слабкістю і втратою свідомості. Ураження органів дихання спостерігається при концентраціях вище 100 *мг*/*м*^{3}. У якості смертельної вказують концентрацію 2000 *мг*/*м*^{3} при експозиції 10 хвилин. Пара сильно подразнює шкіру. У рідкому вигляді CCl_3NO_2 викликає сильні опіки, які приводять до появи пухирів та сильним некротичним розпадам тканин.

Формальдегід

1. Формальдегід (CH_2O) – газоподібна безкольорова речовина з гострим запахом, перший член гомологічного ряду аліфатичних альдегідів. Зустрічається при виготовленні штучних смол, пластичних мас.

2. Токсичні властивості. Формальдегід внесений в список канцерогенних речовин, володіє токсичністю, негативно впливає на генетичний матеріал, репродуктивні органи, дихальні шляхи, очі, шкіру. Надає сильну дію на центральну нервову систему.

Гранично допустима концентрація (ГДК) формальдегіду в повітрі:

- *ГДКм.р.* = 0,035 *мг*/*м*^{3}
- *ГДКс.с.* = 0,003 *мг*/*м*^{3}

Смертельна доза 35 % водного розчину формальдегіду (формаліну) складає від 10-50 *г*.

Додаток Е

Завдання до розрахунково-графічної роботи

Загальна обстановка

На промисловому підприємстві в технологічному процесі використовуються та зберігаються в окремих ємностях НХР. Тому існує ймовірність, у випадках порушення технологічного процесу або руйнування ємностей у яких зберігається НХР, аварії з виливом (викидом) НХР на місцевість і в повітря. В разі чого можуть виникати зони хімічного зараження, усередині яких можуть утворюватись осередки хімічної ураження людей, тварин, сільськогосподарських та лісогосподарських рослин, зараження місцевості, ґрунтів, води, продуктів харчування та повітря. Тому може виникнути необхідність проведення довгострокового (оперативного) прогнозування або аварійного прогнозування за даними розвідки для визначення можливих наслідків аварії і порядку дій в зоні можливого забруднення

Часткова обстановка

На промисловому підприємстві в результаті аварії зруйнована ємність з НХР. По даним розвідки ємність зруйнована повністю, в результаті чого НХР потрапила у повітря та на місцевість. Тому для визначення масштабів забруднення, сил та засобів, які залучатимуся до ліквідації наслідків аварії необхідно провести аварійне прогнозування за даними розвідки для визначення можливих наслідків аварії і порядку дій в зоні можливого забруднення, та нанести зони зараження НХР на схеми.

Варіанти вихідних даних

Вар. №	Тип НХР	Кіл. НХР, *т*	*Н, м*	Азим, *град.*	R, *км*	$Г_{н.п.}$, *км*	$Ш_{н.п.}$, *км*	Кіл. нас., *осіб*	Місц.	Забезп. протиг	*L, км*	$R_{ЗАКР}$, *км*	$V_{ВІТР}$, *м/с*	Напр. вітр., *град.*	*t*, °С	Час доби	Погод. умови	Вид закр. ділян.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
0	Ам	300	0	210	4	1	3	900	відкр	0	1,75	3	0,5	210	-20	ніч	хм	ліс
1	Хл	100	2	30	5	3	2	5100	відкр	20	1	2	2	30	+10	ніч	я	місто
2	Хл.П	150	1	160	8	1	4	3800	закр	45	0	0	1,2	160	0	день	хм	село
3	Ам	180	0	280	6	4	3	4350	закр	80	0	0	2,5	280	-15	ніч	я	ліс
4	Хл	250	1	100	10	2	5	7200	відкр	30	0	0	1,5	100	+35	ніч	н’я	місто
5	Фор	100	0	220	6	5	4	5720	закр	70	0	0	0,5	220	+15	ніч	н’я	село
6	Ам	270	2	65	6	3	3	3200	закр	25	1	2	0,5	65	-5	ніч	я	ліс
7	Хл.П	100	0	310	8	3	4	6150	закр	50	0	0	0,9	310	+25	ніч	я	місто
8	Хл	150	1	130	5	3	1	7400	відкр	10	3	2	1	130	0	день	н’я	село
9	Фор	200	3	345	10	3	6	3680	закр	90	0	0	2	345	+5	ніч	хм	ліс
10	Хл.П	300	0	190	7	2	4	4815	відкр	40	0	0	3,5	190	-10	день	я	місто
11	Хл	150	1	145	4	1	4	3800	відкр	40	1	2	2	145	+10	день	я	село
12	Хл.П	100	0	90	6	3	2	2000	закр	50	0	0	2,5	90	0	ніч	хм	ліс
13	Ам	200	2	250	6	4	3	4500	відкр	80	2	1	1	250	-15	ніч	я	місто
14	Фор	100	0	220	6	2	2	3700	закр	70	0	0	0,5	220	+15	ніч	н’я	село
15	Хл	270	2	70	7	3	3	3300	закр	25	1	2	0,5	70	-5	ніч	я	ліс
16	Хл.П	140	0	300	5	3	4	6000	відкр	50	0	0	1,2	300	+10	день	я	місто
17	Ам	200	1	150	8	3	4	6150	закр	50	0	0	2	150	+15	ніч	я	село
18	Фор	280	3	320	10	3	5	3800	Закр	30	0	0	2	320	+5	ніч	хм	ліс
19	Хл.П	120	0	160	8	1	3	3500	Закр	40	0	0	1,5	160	0	день	хм	місто
20	Хл	170	1	100	9	2	3	2800	відкр	90	0	0	1,5	100	+25	ніч	н’я	село
21	Хл	300	0	210	4	1	3	900	відкр	0	1,75	3	0,5	210	-20	ніч	хм	ліс
22	Ам	100	2	70	5	3	7	5100	відкр	20	1	2	2	700	+10	ніч	я	ліс
23	Фор	150	1	100	8	2	4	3800	закр	45	0	0	1,2	100	0	день	хм	село

Продовження

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
24	Фор	100	0	90	6	3	2	2000	закр	50	0	0	2,5	90	0	ніч	хм	село
25	Ам	120	2	10	8	4	3	4500	відкр	80	2	1	1	10	-15	день	я	місто
26	Хл	170	0	220	6	2	2	3700	закр	70	0	0	0,5	220	-20	ніч	н'я	село
27	Хл.П	300	2	70	7	3	3	3300	закр	25	1	2	0,5	70	+10	ніч	н'я	ліс
28	Хл.П	100	0	300	5	3	4	6000	відкр	50	0	0	1,2	300	+5	день	хм	місто
29	Ам	200	1	150	8	3	4	6150	закр	50	0	0	2	150	+15	ніч	я	село
30	Фор	280	3	30	10	3	5	3800	Закр	30	0	0	2	30	+10	ніч	хм	ліс
31	Хл.П	120	0	160	10	1	3	3500	Закр	40	0	0	1,5	160	-15	день	хм	місто
32	Хл	170	1	90	9	2	3	2800	відкр	90	0	0	1,5	90	+5	ніч	н'я	село
33	Хл.П	300	0	210	4	1	3	900	відкр	0	1,75	3	0,5	210	-20	день	хм	село
34	Фор	100	2	70	9	3	7	5100	відкр	20	1	2	2	700	+10	ніч	хм	ліс

Примітка:

- 1 – найменування НХР, яка зберігається на ХНО: Хлор (Хл), Аміак (Ам), Хлорпікрин (Хл.П), Формальдегід (Фор);
- 2 – кількість НХР, *т*.
- 3 – умови зберігання ємкості з НХР: на відкритої місцевості (*Н* = 0), обваловані, висота *Н, м*;
- 4 – напрямок (азимут) на об'єкт відносно центру аварії з НХР*, А (град.);*
- 5 – відстань від ХНО до населеного пункту *R (км.);*
- 6 – глибина населеного пункту – $Г_{н.п.}$, *км*;
- 7 – ширина населеного пункту – $Ш_{н.п.}$, *км*;
- 8 – кількість населення в населеному пункті (в осередку ураження);
- 9 – вид місцевості (відкрита місцевість або будинки (укриття);
- 10 – забезпеченість населення протигазами, %;
- 11 – довжина закритої ділянки місцевості, *км*;
- 12 – відстань від ХНО до закритої ділянки місцевості $R_{ЗАКР}$, *км*;
- 13 – швидкість середнього вітру $V_в$ *(м/с);*
- 14 – напрямок вітру, *град*;
- 15 – температура повітря, *t*, ^oC.
- 16 – час доби.
- 17 – погодні умови (*я* – ясно; *н'я* – напів'ясно; *хм* – хмарно).
- 18 – вид закритої ділянки місцевості.